

REPUBLICQUE DU SENEGAL
Un Peuple-Un But-Une Foi

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS
DE RECHERCHES AGRICOLES



RP # 1 /NRBAR

ATELIER

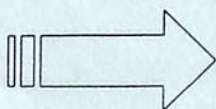
PRESENTATION DES RESULTATS DE RECHERCHE

COLLABORATIVE SUR LE THEME

***AGRICULTURE/GRN-ELEVAGE dans les régions de
Basse et Moyenne Casamance , du Sénégal oriental et de
Haute Casamance à Kolda***

Du 17 au 20 Février 1998

RAPPORT DE SYNTHESE :



VOLUME I : RESUME, ANNEXE 1, ANNEXE 2

VOLUME II : ANNEXE 3



Rapporteurs : M.L. Bocoum, Ciré Sall

TABLE DES MATIERES

RESUME :

I – INTRODUCTION

II – VISITES DE TERRAIN

III – SEANCE D'OUVERTURE

IV – COMMUNICATIONS DES CHERCHEURS

V – DISCUSSIONS GENERALES

VI – CONCLUSION

VII – RECOMMANDATION

ANNEXES :

1. EVALUATION DES TECHNOLOGIES EXISTANTES UTILISEES PAR LES RURAUX

- 1 . 1 Approfondissement du diagnostic partagé en BMC (PAR 1-6)
- ✓ 1 . 2 Outil d'aide à la décision pour l'évaluation de la traction animale en milieu paysan en Casamance (Ph.D)
- 1 . 3 Diagnostic participatif dans le CNBA (PAR 2-2)
- 1 . 4 Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles dans la région de Kaolack (PAR-6)

2. MISE AU POINT DE NOUVELLES TECHNOLOGIES EN AGRICULTURE ET GRN

- 2 . 1 Amélioration des parcours des zones d'élevage du Sénégal par l'utilisation de phosphates naturels (R06)
- 2 . 2 Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en zone sub-humide du Sénégal : la haute Casamance (R07)
- 2 . 3 Utilisation des espèces légumineuses pour redresser le statut organique des sols en BMC (R08)
- 2 . 4 Evaluation de modèles de sélection à noyau ouvert pour les bovins au Sénégal (Ph.D)
- 2 . 5 Mise au point de techniques et méthodes pour l'amélioration des productions agricoles « amélioration du taurin Ndama par le schéma génétique à noyau ouvert (R22)
- 2 . 6 Détermination de la période de semis et de la densité de peuplement des légumineuses fourragères annuelles en association avec le maïs (R23)
- 2 . 7 Effet d'une protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne sur les performances au travail du taurin Ndama en monoboeuf et en paire (PAR4-13)

3. VALIDATION DES TECHNOLOGIES EN AGRICULTURE ET GRN

- 3 . 1 Introduction de la culture fourragère de légumineuses annuelles en milieu paysan en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en haute Casamance au Sénégal (V23)
- 3 . 2 Impact de la technique de stabulation sur l'augmentation des performances de production animale, céréalière et l'amélioration des revenus des agropasteurs en zone sub-humide du Sénégal (R04/R24/R09)
- 3 . 3 Amélioration des sources de revenus diversifiés des femmes et des jeunes du monde rural par le développement et le transfert de la technologie des étables fumières en Casamance au Sénégal (LIR 01)
- 3 . 4 Etude et amélioration des systèmes de production et de la gestion des ressources naturelles « suivi zootechnique et sanitaire des élevages bovins villageois » (PAR 10)
- 3 . 5 Test de techniques de lutte contre l'érosion hydrique par l'utilisation des haie vives (PAR 12)
- 3 . 6 Etude des facteurs limitants de la traction animale dans la mise en œuvre des techniques de travail du sol et test d'innovations performantes (PAR 3-5)

(VOLUME I : RESUME, ANNEXE 1, ANNEXE 2
VOLUME II : ANNEXE 3)



ANNECNOTE PEULH

« Si a da yigané baawa ligaré daamra »

si on te lave le dos, fais un effort pour te laver le ventre

I - INTRODUCTION

La dégradation du milieu caractérisée par une diminution de la pluviométrie, une forte baisse de la fertilité des sols entraînant une réduction de la productivité, oblige les acteurs tant de la recherche que du développement à conjuguer leurs efforts afin de trouver des alternatives. Dans le cadre de son appui à l'ISRA, l'USAID a mis à profit un projet de recherche agricole basée sur la gestion des ressources naturelles (NRBAR). Ceci s'est traduit par la mise en place de subventions pour le développement d'activités de création et/ou d'adaptation et de diffusion de technologies dans les zones à pluviométrie fiable c'est à dire supérieure à 400 mm par an.

En 1996, l'ISRA et l'USAID ont convenu de réorienter les activités de recherche du programme NRBAR en fonction du nouveau cadre d'intervention de l'USAID. Ce cadre prévoit la mise en œuvre d'un ensemble d'activités définies sous le terme de «paquets pour résultats» et devant concourir à la réalisation de l'objectif stratégique n° 2 (**Productivité Agricole Accrue par une Meilleure Gestion des Ressources Naturelles dans les zones à pluviométrie fiable du Sénégal**).

Les résultats sur lesquels doit s'appuyer cette nouvelle stratégie peuvent se résumer en quatre grands thèmes:

1. l'évaluation des technologies et pratiques prévalantes,
2. la mise au point de nouvelles technologies,
3. la validation d'un plus grand nombre de technologies,
4. l'accès des ruraux aux nouvelles technologies.

L'atelier de Kolda organisé du 17 au 20 février sur le thème « Agriculture/GRN-Elevage » répond à certains de ces résultats intermédiaires (évaluation, mise au point et validation des technologies) mais aussi rentre dans le cadre d'échanges entre partenaires et responsables d'autres projets. Les objectifs reposaient sur :

1. la présentation de la synthèse des résultats les plus récents pour chaune des activités de recherche des trois centres dans le domaine de l'Agriculture/GRN-Elevage ;
2. l'évaluation des technologies sur les sites des activités avec la participation des paysans de la zone ;
3. l'évaluation de la collaboration entre chercheurs, les ONGs et les producteurs ;
4. l'établissement des priorités pour les prochaines périodes et l'amélioration de la collaboration au niveau local.

Il a permis de réunir plus de quarante cinq (45) participants issus des milieux de la recherche, du développement et des autorités locales (l'ISRA, les ONGs, les OP, les services traditionnels et le Conseil Régional) dans le but de présenter et de discuter les résultats obtenus. Le travail s'est déroulé en deux phases : la visite de terrain et la présentation des résultats suivie de débats.

II – VISITES DE TERRAIN

La journée du 17 a été réservée à la visite de quatre sites dont trois conventions chercheur (Ndangane R07 et Saré Pathé Kamako PAR4-12) situés à 13 km du CRZ, le (SAGNO) R22 au CRZ de Kolda et une convention recherche collaborative (Saré Kanta V23) localisée dans la sous préfecture de Dabo à presque 100Km. Le village de Ndangane appartient à la zone d'emprise du CRZ où l'ISRA mène des activités depuis 1980. Actuellement la recherche a initié des activités liées :

1. au suivi des performances animales, de la pathologie et de la zootechnie à partir d'un troupeau villageois ;
2. à la promotion et au développement de la stabulation en saison sèche ;
3. à l'amélioration du disponible fourrager en saison sèche.

Le test de la stabulation en saison sèche au niveau producteurs est né des résultats de suivi montrant une chute pondérale des animaux et une quasi-inexistence de lait durant la même période. Cette activité de stabulation et de supplémentation est appréciée par les éleveurs qui y voient un grand intérêt allant dans le sens de la santé animale, la sécurisation des animaux face au vol, la production de lait en saison sèche procurant ainsi des revenus, le disponible de fourrage et de fumier. Quelques contraintes subsistent. Elles sont liées à la fauche, au manque d'eau et à la quantité insuffisante de fourrage pour la stabulation d'un nombre plus important de bêtes. Il semble que le transfert de compétences est assuré par les auxiliaires formés sur la vaccination et le diagnostic des maladies.

Au niveau de Saré Pathé Kamako, on note une mobilisation sociale face à l'érosion hydrique et éolienne qui est une menace pour les habitations et les parcelles de culture. C'est ainsi qu'après avoir identifié les difficultés les populations ont fait appel à la recherche pour les aider à lutter contre le ravinement et l'ensablement des rizières. Ainsi un dispositif anti-érosif de haies vives et de diguettes en pierres a été mis en place. Les résultats de la première année sont très prometteurs. On observe déjà un impact du dispositif mis en place suivant un début de comblement du ravin. Seulement, il faut noter le manque de ressources humaines au niveau de CRZ pour mener à bien ce genre de travail.

La visite de l'expérimentation du Système d'Amélioration du taurin Ndama par le Système d'Amélioration Génétique à Noyau Ouvert (SAGNO) au niveau du CRZ a attiré l'attention de tous les participants. Le schéma permet de maintenir le noyau du centre tout en élargissant sa base, d'obtenir des produits issus des accouplements raisonnés entre géniteurs du centre et les femelles dites « exceptionnelles » issues du milieu villageois. Il permet aussi de tester les produits mâles du point de vue andrologique avant de les réintroduire dans le milieu villageois comme géniteur. Ainsi les femelles sélectionnées sont convoyées au centre et soumises au traitement de synchronisation en vue de leur mise en reproduction.

Dans l'après midi, les participants ont visité la seule recherche collaborative basée à Saré Kanta sur la réintroduction de l'élevage de chèvres auprès des femmes. Le principe repose sur le modèle Catholic Relief Services (CRS) c'est à dire le crédit revolving basé sur les animaux. Généralement le système de fonctionnement fait appel à une gestion communautaire bien que les animaux soient sous la responsabilité de tiers personnes. Au

moment des mises bas, le premier produit revient à la gérante, le deuxième à un autre membre et le troisième au groupement, ainsi on lui retire la chèvre mère pour la réaffecter à un autre membre. Ceci peut varier suivant les zones. Dans la plus part des cas les produits mâles sont affectés ipso-facto au groupement qui s'en sert pour la pérennisation de l'activité.

III - SEANCE D'OUVERTURE

Le Directeur Scientifique au nom du Directeur Général de l'ISRA a remercié les partenaires de leur présence à l'atelier. Il a rappelé les précédents ateliers tenus à Bambey et Kaolack en s'appesantissant sur l'opportunité de la rencontre qui rentre dans le cadre de la revue des résultats et de l'examen de leur pertinence. Il a souligné que l'atelier de Kolda traite un domaine beaucoup plus vaste que les précédents.

Prenant la parole le chercheur leader du CRZ de Kolda a déclaré que l'ensemble de ses collègues et lui ont été honorés de recevoir les différents acteurs intervenant dans le domaine du développement. Il a rappelé que la rencontre devait permettre de réfléchir autour des différents axes de recherche développés par l'ISRA en rapport avec l'USAID par le truchement de la convention ISRA/NRBAR, et qu'elle débouchera sur des résultats concluants à l'issue des communication qui seront présentées.

Pour le représentant du Conseil Régional, la rencontre était d'une importance primordiale car, étant une occasion où décideurs, bailleurs, chercheurs et autres partenaires au développement se concertent. Par ailleurs il a souligné que le choix de Kolda pour abriter l'atelier est salubre à plus d'un titre pour le Conseil Régional; parce que l'un des thèmes à aborder en l'occurrence la gestion des ressources naturelles est un des domaines de compétences transférés aux nouvelles institutions que constituent les conseils régionaux. En fin il a indiqué la ferme détermination du Conseil Régional à œuvrer pour un développement harmonieux du fouldou/pakao et de la nation sénégalaise toute entière. C'est en ces termes qu'il a déclaré ouvert l'atelier de présentation des résultats de recherches tout en souhaitant pleine réussite aux travaux.

IV - COMMUNICATIONS DES CHERCHEURS

Elles ont été regroupées en trois grands thèmes que sont :

1. *Evaluation des technologies existantes utilisées par les ruraux.* Au niveau de ce thème étaient regroupées les communications liées aux diagnostics participatifs (PAR1-6 et 2-2), à l'outil d'aide à la décision pour l'évaluation de la traction bovine (thèse de Ph.D) et à l'analyse du fonctionnement des exploitations agricoles (PAR-6) ;
2. *Mise au point de nouvelles technologies en agriculture et GRN.* Les communications issues de ce thèmes sont l'amélioration des parcours des zones d'élevage (R06), la valorisation du potentiel des légumineuses (R07), l'utilisation des espèces légumineuses pour redresser le statut organique (R08), l'évaluation de modèle de sélection à noyau ouvert (Ph.D), la mise au point de techniques et de méthode pour l'amélioration des productions agricoles (R22), la détermination de la période de semis et de la densité de peuplement des légumineuses fourragères

(R23) et l'effet d'une protection sanitaire contre l'infestation trypanosomiennes sur les performances au travail du taurin Ndama (PAR4-13) ;

3. *Validation des technologies en agriculture et GRN.* Les communications ont embrassé les domaines de l'introduction de la culture fourragère de légumineuses annuelles en milieu paysan pour l'amélioration des productions céréalières et animales (V23), l'impact de la technique de stabulation sur l'augmentation des performances de production animale, céréalière et l'amélioration des revenus (R04/R24/R09), l'amélioration des sources de revenus diversifiés des femmes et des jeunes (LIR-01), l'étude et l'amélioration des systèmes de production et de la gestion des ressources naturelles (PAR-10), le test de techniques de lutte contre l'érosion hydrique par l'utilisation des haies vives (PAR-12), l'étude des facteurs limitants de la traction animale (PAR3-5).

Après ces trois thèmes une animation scientifique a été faite par Mme Sylvie FANCHETTE (ISRA/ORSTOM) sur la diversité des modes d'intégration agriculture-élevage dans le fouldou.

Hormis les trois communications liées au diagnostic concerté et à l'aménagement de bassin versant (PAR1-6, PAR2-2 et PAR-12) toutes les autres présentations avaient trait à l'intégration agriculture-élevage. Les diagnostics concertés réalisés en Basse et Moyenne Casamance de même que dans le vieux Bassin Arachidier ont fait ressortir le manque de technicité (manque de matériel agricole) bien que cette zone du CNBA soit celle qui a la plus bénéficié de l'encadrement au Sénégal, de semence, la non prise en compte de la GRN et de façon particulière en BMC du faible taux d'adoption des technologies, l'acidification et la salinisation des rizières.

Le manque de technicité dans le BA a trouvé son explication dans le fait que le matériel n'a pas été renouvelé depuis le désengagement de l'état qui a entraîné la disparition du Programme Agricole. L'exposé sur l'aménagement du bassin versant a permis de comprendre la complexité de l'activité et la nécessité d'une intervention pluridisciplinaire.

Les autres communications ont fait état des résultats de recherches obtenus dans différentes zones agro-écologiques et ont attiré l'attention des participants sur la nécessité de trouver des mécanismes adéquats à l'intégration agriculture-élevage. Cette démarche telle que décrite par la plupart des intervenants nécessite une définition beaucoup plus claire pour permettre de mieux saisir les portes d'entrée. C'est dans cette optique que l'intervention de Mme FANCHETTE a permis de voir que le fouldou était particulier du point de vue système de production.

Il est apparu que dans la zone du fouldou où l'ethnie dominante est le peulh, le système d'exploitation en vigueur repose sur l'agriculture et l'élevage ce qui fait son originalité. Ainsi, dans le fouldou, cette intégration revêt une particularité et il est facile de noter différents modes d'utilisation du terroir suivant l'espace (le milieu) et le groupe social. Ainsi, l'analyse de cette diversité est essentielle pour l'étude de l'intégration agriculture-élevage.

La complexité des modes de gestion agriculture-élevage doit être prise en compte dans la mesure où les préoccupations des uns et des autres sont divergeantes. En effet pour l'éleveur, le maintien de son espace de parcours est vital contrairement à l'agriculteur qui n'est

préoccupé que par la disponibilité de terre de culture. Ainsi naissent des difficultés latentes d'où la nécessité de préciser le statut foncier et la loi sur le domaine national.

V - DISCUSSIONS GENERALES

Les points soulevés durant les discussions générales peuvent se résumer ainsi :

- Les partenaires ont demandé aux chercheurs de bien réfléchir sur les critères de sélection des animaux pour ce qui est de la sélection à noyau ouvert et la stabulation des animaux ;
- Sur les techniques de fanage des fourrages pour éviter des pertes au moment du transport ou de l'entreposage en cas de fauchage en vert ;
- Sur la disponibilité de semences fourragères et de la maîtrise des techniques de production. Pour le niébé ils ont en plus réclamé de semence de variétés à haut rendement ;
- Sur la promotion des femmes dans les activités surtout en ce qui concerne la stabulation dans la mesure où les bêtes appartiennent généralement aux femmes ;
- Sur comment consolider les acquis après la rupture du projet NRBAR

Après avoir écouté toutes les communications et suivi avec attention un grand intérêt, tous les débats, le Directeur Scientifique de l'ISRA s'est félicité de leur contenu. Il a rappelé l'importance de la tenue d'un tel atelier dont l'un des objectifs est de passer en revue tout le travail des chercheurs, en vue d'améliorer son efficacité. Il s'est aussi appesanti sur un certain nombre de faiblesses liés à des problèmes de conception, de communication et de formulation.

- *Sur le plan conceptuel des travaux* : il a fait remarquer que certains thèmes complexes nécessitant un approche interdisciplinaire sont conduits par un seul chercheur. Il a aussi souligné l'importance de la biométrie lors de la conception des travaux. En effet, la biométrie joue un rôle fondamental dans la conception, l'exécution et l'analyse des résultats de recherche ;
- *Sur le contenu des communications* : il a rappelé qu'une communication doit contenir entre autres l'état des lieux ou des connaissances. Ceci permettra d'éviter une récurrence des thèmes ;
- *Sur la formulation des thèmes* : il a souligné que certaines communications gagneraient à avoir un titre plus précis et plus concis.

Ainsi il a proposé que les points suivants soient abordés lors de la discussion générale :

- inventaire, caractérisation des différents modes d'intégration agriculture-élevage ;
- renforcement des aspects institutionnels et organisationnels.

Plusieurs idées allant dans le sens de comment l'intégration doit être vue (sur l'angle beaucoup plus large permettant ainsi la prévention d'éventuels conflits, sur l'identification des divers modes d'intégration sous divers aspects à travers des portes d'entrées technique, socio-économique et ressources) ont été émises par les intervenants. Par ailleurs il est apparu que dans une optique de sédentarisation du troupeau, la culture fourragère peut être un mode d'intégration.

VI - CONCLUSION

Le Directeur Scientifique de l'ISRA en terminant a souligné l'intérêt d'une telle discussion dont l'objectif est de pouvoir dégager certaines idées-clés permettant de faire des recommandations et de dégager des perspectives de recherche. Selon lui, le travail qui vient d'être fait doit être placé dans le cadre de la régionalisation. Il faudra mener une réflexion commune en vue de mettre en place des mécanismes de concertation fiables au niveau régional et ainsi renforcer le partenariat entre la recherche, les ONGs, les OP et les services traditionnels.

Les différentes modes d'intégration agriculture-élevage sont :

- les étables fumières,
- les cultures attelées ;
- la culture fourragère,
- la jachère,
- l'agroforesterie,
- l'élevage traditionnelle

Ainsi il revenait au représentant du Conseil Régional l'honneur de clôturer les débats. Il a réitéré l'engagement du Conseil régional à travailler en collaboration avec la recherche . Il note la parfaite organisation de l'atelier tout en précisant que Kolda a été honoré d'abriter cet atelier.

VII - RECOMMANDATIONS

Elles peuvent être résumées comme suit :

- les populations de Saré Pathé Kamako doivent effectuer une visite organisée à l'Unité Expérimentale de Thyssé Kaymor/Sonkorong pour mieux comprendre les problèmes liés à l'aménagement du bassin versant ;
- avoir l'accord du biométricien avant de démarrer toute action de recherche ;
- faire l'état des lieux avant toute action de recherche ;
- mener une recherche poussée dans le domaine de l'amélioration de la production laitière ;
- faire des études sur les systèmes de gestion des terroirs ;

- utiliser les outils et données de géographie humaine de Mme FANCHETTE pour parfaire le diagnostic de SOHC ;
- impliquer le plus possible les producteurs dans les ateliers ;
- Rédiger les thèmes en collaboration avec les partenaires ainsi que les communications ;
- Faire des diagnostics préalables avant toute action de recherche ;

Programme

Lundi 16 Février 1998

Arrivée et installation des participants dans les hôtels MOYA et HOBBE

Mardi 17 Février 1998

Visite de terrain

- 8 h 30 : Départ du CRZ de Kolda pour le site de Ndangane
9 h 00 : Arrivée à Ndangane
9 h 00-10 h 00 : Visite de Ndangane
10 h 00 : Départ de Ndangane pour le site de Saré Pathé Kamako
10 h 30 : Arrivée à Saré Pathé Kamako
10 h 30-11 h 30 : Visite de Saré Pathé Kamako
11 h 30 : Départ de Saré Pathé Kamako pour la station/CRZ/Kolda
12 h 00 : Arrivée à la station
12 h 00-13 h 00 : Visite de la station

13 h 00-14 h 00 : Déjeuner

14 h 00 : Départ des hôtels pour le site de Saré Kanta
16 h 00 : Arrivée à Saré Kanta
16 h 00-17 h 00 : Visite de Saré Kanta
17 h 00 : Départ de Saré Kanta pour Kolda
19 h 00 : Arrivée à Kolda

Mercredi 18 Février 1998

Lieu : Hôtel MOYA

*Ouverture officielle, introduction et présentations**

- 9 h 00-10 h 00 : Ouverture officielle
10 h 00-10 h 30 : Introduction et présentation des thèmes

10 h 30-11 h 00 : Pause café

Thème 1 : Evaluation des technologies existantes utilisées par les ruraux

- 11 h-11 h 45 : Outil d'aide à la décision pour l'évaluation de la traction animale en milieu paysan en Basse Casamance (Ph.D/Alioune FALL)

11 h 45-12 h 30 : Diagnostic participatif des systèmes agrosylvopastoraux dans le programme PAR/GRN de l'Unité Régionale de Recherche Centre Nord Bassin Arachidier (PAR2-2/Dogo SECK)

12 h 30-13 h 15 : Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles dans la région deKaolack (PAR-6/Maniével SENE)

13 h 15-15 h 00 : Déjeuner

Thème 2 : Mise au point de nouvelles technologies en agriculture et GRN

15 h 00-15 h 45 : Amélioration des parcours des zones d'élevage du Sénégal par utilisation de phosphates naturels (R06/Amadou Tamsir DIOP) X

15 h 45-16 h 30 : Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en zone sub-humide du Sénégal : la Haute Casamance (R07/Ambroise DIATTA, Papa Nouhine DIEYE, Massirin SAVANE, Paul ANAMOSA et Daniel BABENE)

16 h 30-17 h 00 : Pause café

X 17 h 00-17 h 45 : Utilisation des espèces légumineuses pour redresser le statut organique des sols en Basse et Moyenne Casamance (R08/Souleye BADIANE) (X)

17 h 45-18 h 30 : Evaluation de modèles de sélection à noyau ouvert pour les bovins au Sénégal (Ph.D/Mamadou DIOP)

Jeudi 19 Février 1998

9 h 00-9 h 45 : Mise au point de techniques et de méthodes pour l'amélioration des productions agricoles « amélioration du taurin Ndama par le schéma génétique à noyau ouvert (R22/Mamadou Alassane BA et Papa Nouhine DIEYE)

9 h 45-10 h 30 : Détermination de la période de semis et de la densité de peuplement des légumineuses fourragères annuelles en association avec le maïs (R23/Ambroise DIATTA, Papa Nouhine DIEYE, Massirin SAVANE et Daniel BABENE)

10 h 30-11 h 00 : Pause café

11 h 00-11 h 45 : Effet d'une protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne sur les performances au travail du taurin Ndama en monoboef et en paire (PAR4-13/Momar Talla SECK et Ansoumana DIOKOU)

Thème 3 : Validation des technologies en agriculture et GRN

11 h 45-12 h 30 : Introduction de la culture fourragère de légumineuses annuelles en milieu paysan en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en Haute Casamance au Sénégal (V23/Ambroise DIATTA, Papa Nouhine DIEYE, Massirin SAVANE, Daniel BABENE et Hady DIAO)

- 12 h 30-13 h 15 : Impact de la technique de stabulation sur l'augmentation des performances de production animale, céréalière et l'amélioration des revenus des agropasteurs en zone sub-humide du Sénégal (R24/Papa Nuhine DIEYE, Ambroise DIATTA, Adama FAYE, Abdoul Aziz DIALLO et Daniel BABENE)
- 13 h 15-15 h 00 : Déjeuner
- 15 h 00-15 h 45 : Amélioration des sources de revenus diversifiés des femmes et des jeunes du monde rural par le développement et le transfert de la technologie des étables fumières en Casamance au Sénégal (LIR-01/Abdou FALL, Adama FAYE, Papa Nuhine DIEYE et Aladji DIACK)
- 15 h 45-16 h 30 : Etude et amélioration des systèmes de production et de la gestion des ressources naturelles « suivis zootechnique et sanitaire des élevages bovins villageois » (PAR-10/Mamadou Alassane BA et Momar Talla SECK)
- 16 h 30-17 h 00 : Pause café
- 17 h 00-17 h 45 : Test de techniques de lutte contre l'érosion hydrique par l'utilisation des haies vives (PAR-12/Alphousseyni BODLAN et Ousmane NIASSY)
- 17 h 45-18 h 30 : Etude des facteurs limitants de la traction animale dans la mise en œuvre des techniques de travail du sol et test d'innovations performantes (PAR3-5/Fatim DIA TOURE)

Vendredi 20 Février 1998

- 9 h 00-11 h 00 : Diversité des modes d'intégration agriculture-élevage dans le Fouladou (Animation scientifique par Mme Sylvie FANCHETTE, ISRA/ORSTOM)
- 11 h 00 - 11 h 30 : Pause café
- 11 h 30-13 h 15 : Discussion générale
- 13 h 15-15 h 00 : Déjeuner
- 15 h 00-16 h 30 : Discussion générale (suite et fin)
- 16 h 30-17 h 00 : Pause café
- 17 h 00-18 h 00 : Clôture

Samedi 21 Février 1988

Retour des participants

LISTE DES PARTICIPANTS

PRENOMS NOM	STRUCTURE	PARTICIPATION		
		18/02/1998	19/02/1998	20/02/1998
Jean Pierre NDIAYE	DG/ISRA	X	X	X
Aminata Niane BADIANE	DG/ISRA	X	X	X
Serigne DIAW	ISRA/Kolda	X	X	X
Emmanuel SENE	ISRA/Kaolack	X	X	X
Alphouscyni BODIAN	ISRA/Kolda	X	X	X
Ibrahima DIAMANKA	DERBAC	X	X	X
Sountou KEITA	CNCR	X	x	X
Racine DIALLO	IREF/Ziguichor	X	X	X
Ciré SALL	DG/ISRA	X	X	X
Aladji DIACK	ISRA/Kolda	X	X	X
Souaïbou DIOUF	IREL/Tamba	X	X	X
Dominique MANGA	IREF/Tamba	X	X	X
Mamadou KHOUMA	ISRA/Djibelor	X	X	X
Alioune FALL	ISRA/Djibelor	X	X	X
Demba SIDBE	ISRA/Djibelor	X	X	X
Mamadou KONATE	Rodale	X	X	X
Souleye BADIANE	ISRA/Djibelor	X	X	X
Hady DIAO	OFAD/Nafore	X	X	X
Abdoulaye MBODJI	SODEFITEX	X	X	X
Cheikh Daouda DIALLO	IREF/Kolda	X	X	X
Moussa SABALY	PGCRN	X		
Babacar KEBE	PBS/IRA/Kolda	X	X	X
Aïfa Fatimata NDOYE	ISRA/BAME	X	X	X
Boubacar BADJI	IRA/Ziguinchor	X	X	X
Fatou Ndao BA	DG/ISRA	X	X	X
Mamadou NDIAYE	ISRA/BAMBÉY	X	X	X
Ogo MBALLO	Conseil Régional	X	X	X
Ambroise DIATTA	ISRA/Kolda	X	X	X
Abdou NDIAYE	ISRA/Kaolack	X	X	X
Mamadou A BA	ISRA/Kolda	X	X	X
Fatimata Dia TOURE	ISRA/Kaolack	X	X	X
Mamadou DIOP	ISRA/LNERMV	X	X	X
Demba Farba MBAYE	ISRA/TAMBA	X	X	X
Amadou T DIOP	ISRA/Dahra	X	X	X
Gilbert SENE	CARITAS	X	X	X
Ansoumana SANE	Rodale	X	X	X
Christophe SENGHOR	CAFTAGP	X	X	X
Cheikh S SEYE	SODEFITEX	X	X	X
Néma SANE	RTS/Ziguichor	X	X	
Mouhamadou Lamine BOCOUM	DG/ISRA	X	X	X
Abdoul Aziz DIALLO	ISRA/Kolda	X	X	X
Pape Nouhine DIEYE	ISRA/Kolda	X	X	X
Momar Talla SECK	ISRA/Kolda	X	X	X
Massirin SAVANE	ISRA/Kolda	X	X	X
Oumar DAMANKA	7A	X	X	X
Amadou FOFANA	ISRA/Kolda	X	X	X
Samba KANTE	PROMER	X	X	X
Baba CAMARA	IREL/Kolda	X	X	X
Désiré Yandé SARR	ISRA/Kaolack			X
Astou SENE	ISRA/KAOLACK			X
Ousseynou DIOUF	ISRA/Kaolack			X
Sanoussi DIAKITE	M DELAFOSSE		X	X

ANNEXES



ANNEXE 1

EVALUATION DES TECHNOLOGIES EXISTANTES UTILISEES PAR LES RURAUX

- 1 . 1 Approfondissement du diagnostic partagé en BMC (PAR 1-6)
- 1 . 2 Outil d'aide à la décision pour l'évaluation de la traction animale en milieu paysan en Basse Casamance (Ph.D)
- 1 . 3 Diagnostic participatif dans le CNBA (PAR 2-2)
- 1 . 4 Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles dans la région de Kaolack (PAR-6)

Retour des participants

LISTE DES PARTICIPANTS

PRENOMS NOM	STRUCTURE	PARTICIPATION		
		18/02/1998	19/02/1998	20/02/1998
Jean Pierre NDIAYE	DG/ISRA	X	X	X
Aminata Niane BADIANE	DG/ISRA	X	X	X
Serigne DIAW	ISRA/Kolda	X	X	X
Emmanuel SENE	ISRA/Kaolack	X	X	X
Alphousseyni BODIAN	ISRA/Kolda	X	X	X
Ibrahima DIAMANKA	DERBAC	X	X	X
Sountou KEITA	CNCR	X	x	X
Racine DIALLO	IREF/Ziguichor	X	X	X
Ciré SALL	DG/ISRA	X	X	X
Aladji DIACK	ISRA/Kolda	X	X	X
Souaïbou DIOUF	IREL/Tamba	X	X	X
Dominique MANGA	IREF/Tamba	X	X	X
Mamadou KHOUMA	ISRA/Djibelor	X	X	X
Alioune FALL	ISRA/Djibelor	X	X	X
Demba SIDBE	ISRA/Djibelor	X	X	X
Mamadou KONATE	Rodale	X	X	X
Souleye BADIANE	ISRA/Djibelor	X	X	X
Hady DIAO	OFAD/Nafore	X	X	X
Abdoulaye MBODJI	SODEFITEX	X	X	X
Cheikh Daouda DIALLO	IREF/Kolda	X	X	X
Moussa SABALY	PGCRN	X		
Babacar KEBE	PBS/IRA/Kolda	X	X	X
Aifa Fatimata NDOYE	ISRA/BAME	X	X	X
Boubacar BADJI	IRA/Ziguinchor	X	X	X
Fatou Ndao BA	DG/ISRA	X	X	X
Mamadou NDIAYE	ISRA/BAMBEY	X	X	X
Ogo MBALLO	Conseil Régional	X	X	X
Ambroise DIATTA	ISRA/Kolda	X	X	X
Abdou NDIAYE	ISRA/Kaolack	X	X	X
Mamadou A BA	ISRA/Kolda	X	X	X
Fatimata Dia TOURE	ISRA/Kaolack	X	X	X
Mamadou DIOP	ISRA/LNERMV	X	X	X
Demba Farba MBAYE	ISRA/TAMBA	X	X	X
Amadou T DIOP	ISRA/Dahra	X	X	X
Gilbert SENE	CARITAS	X	X	X
Ansoumana SANE	Rodale	X	X	X
Christophe SENGHOR	CAFTAGP	X	X	X
Cheikh S SEYE	SODEFITEX	X	X	X
Néma SANE	RTS/Ziguichor	X	X	
Mouhamadou Lamine BOCOUM	DG/ISRA	X	X	X
Abdoul Aziz DIALLO	ISRA/Kolda	X	X	X
Pape Nouhine DIEYE	ISRA/Kolda	X	X	X
Momar Talla SECK	ISRA/Kolda	X	X	X
Massirin SAVANE	ISRA/Kolda	X	X	X
Oumar DAMANKA	7A	X	X	X
Amadou FOFANA	ISRA/Kolda	X	X	X
Samba KANTE	PROMER	X	X	X
Baba CAMARA	IREL/Kolda	X	X	X
Désiré Yandé SARR	ISRA/Kaolack			X
Astou SENE	ISRA/KAOLACK			X
Ousseynou DIOUF	ISRA/Kaolack			X
Sanoussi DIAKITE	M DELAFOSSE		X	X

ANNEXES



1 . 1 Approfondissement du diagnostic partagé en BMC (PAR 1-6)

I METHODOLOGIE

1.1 Revue bibliographique

1.2 Formation sur les outils du Diagnostic Participatif (DP)

1.3 Organisation du DP

1.3.1 Préparation du DP

1.3.2 Conduite du DP

1.4 Synthèse des travaux des équipes

II PRESENTATION DE LA ZONE

2.1 Caractéristiques agro-écologiques

2.1.1 Situation géographique et administrative

2.1.2 Caractéristiques physiques et agro-écologiques

2.1.2.1 Climatologie

2.1.2.2 Géologie, sols, réseau hydrographique, sédimentologie

2.1.2.3 Végétation

2.2 Population et dynamisme

2.2.1 Groupes ethniques

2.2.2 Population

2.3 Aspects socio-économiques

2.3.1 Structures organisationnelles

2.3.2 Calendriers saisonniers

2.3.3 Calendrier des activités

2.3.4 Classement socio-économique

2.3.5 Echanges commerciaux

III DESCRIPTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION

3.1 Productions végétales

3.1.1 Cereales

3.1.2 Arachide

3.1.3 Cultures maraîchères

3.1.4 Cultures fruitières

3.1.7 Autres cultures

3.2 Productions animales

3.2.1 Bovins

3.2.2 Ovins et caprins

3.2.3 Volailles

3.2.4 Porcins

3.2.5 Lapins

3.2.6 Apiculture

2.4 Ressources en sols et en eaux

2.4.1 Ressources en sols

2.4.2 Ressources en eaux

2.5 Gestion du terroir

3.3 Productions halieutiques

3.3.1 Pêche fluvio-maritime

3.3.1.1 Pêche fluviale

3.3.1.2 Pêche estuarine et maritime

3.3.2 Cueillettes des huîtres

3.3.3 Formes traditionnelles de pisciculture

3.4 Productions forestières

3.4.1 Le domaine forestier

3.4.2 Les produits forestiers

3.4.2.1 Les produits ligneux

3.4.2.2 Les produits non ligneux

3.4.3 La faune

IV CONTRAINTES A LA PRODUCTION

4.1 Productions végétales

4.1.1 Contraintes générales

4.1.2 Contraintes spécifiques

4.1.2.1 Les céréales

4.1.2.2 Légumineuses

4.1.2.3 Les cultures horticoles

4.2 Productions animales

4.3 Productions forestières

4.4 Productions halieutiques

V STRATEGIES PAYSANNES

5.1 Activités agricoles

5.1.1 Aménagements hydro-agricoles

5.1.2 Remontée vers le plateau

5.1.3 Pêche

5.1.4 Elevage

5.2 Activités extra-agricoles

VI RECOMMANDATIONS

6.1 La maîtrise de l'eau

6.2 Les cultures

6.3 Les sols

6.4 L'élevage

6.5 La pêche

6.6 Les forêts

6.7 L'appui institutionnel

1 . 2 Outil d'aide à la décision pour l'évaluation de la traction animale en milieu paysan en Basse Casamance (Ph.D)

Programme d'Aide à la Décision pour l'Evaluation de la traction animale (DESSATE) dans la région de Basse Casamance¹

Par
Dr. Alioune FALL
Agro-Machiniste, ISRA/CRA de Djibelor

1. Organisation du programme

L'objectif principal du programme d'aide à la décision développé dans cette étude est d'évaluer la capacité de travail d'une paire de boeuf de race Ndama dans les conditions de la Basse Casamance (**Figure 1**). L'architecture du programme est développée avec beaucoup de flexibilité, de manière à faciliter son extension éventuelle dans le futur pour inclure d'une part, d'autres espèces animales et d'autre part, autres localisations ou régions.

Le programme est organisé autour de différents modules (**Figure 2**).

- Module des capacités au champ
- Module du bilan des énergies
- Module du système d'alimentation
- Module du budget annuel de l'exploitation
- Module de l'Optimization des ressources disponibles.

Le module principal est celui du bilan énergétique qui est utilisé pour calculer et comparer les énergies potentielles disponibles et les énergies délivrées en fonction de la demande.

Le programme a été développé avec le logiciel LEVEL5 Object Oriented™ 3.6 for Microsoft Windows© Copyright 1995, Information Builders. Le langage est un langage de haut niveau pour la gestion de connaissances techniques, aussi connu sous le nom de Production Rule Language (PRL). Les syntaxes sont organisées à l'intérieur de sous-routines appelées Methods (When changed and When needed), Rules, and Demons, contenant des commandes qui donnent des instructions au moteur de raisonnement afin d'initier une ou plusieurs actions au moment de l'exécution du programme.

Pendant son exécution, le programme aura besoin d'un certain nombre de fichiers externes sous le format Dbase III ou IV, et de fichiers graphiques en format bitmap BMP avec le logiciel Paintbrush de Microsoft Windows 3.1.

La plupart des paramètres et des valeurs par défaut nécessaires au bon fonctionnement du programme a été déterminé à partir de travaux de terrain et de modèles développés dans le cadre de la thèse de PhD de Alioune Fall (1997).

¹ Extrait de la thèse de PhD "Methodology for Evaluating the Impact of Animal Traction at the Farm Level in a Small-Scale Multi-Cropping System (Basse Casamance, Senegal). (Chapitre 8).

Fig 1: Agroecosystem in the Basse Casamance Province

- I. Oussouye
- II. Blouf
- III. Niaguis
- IV. Sindian alounayes
- V. Diouloulou

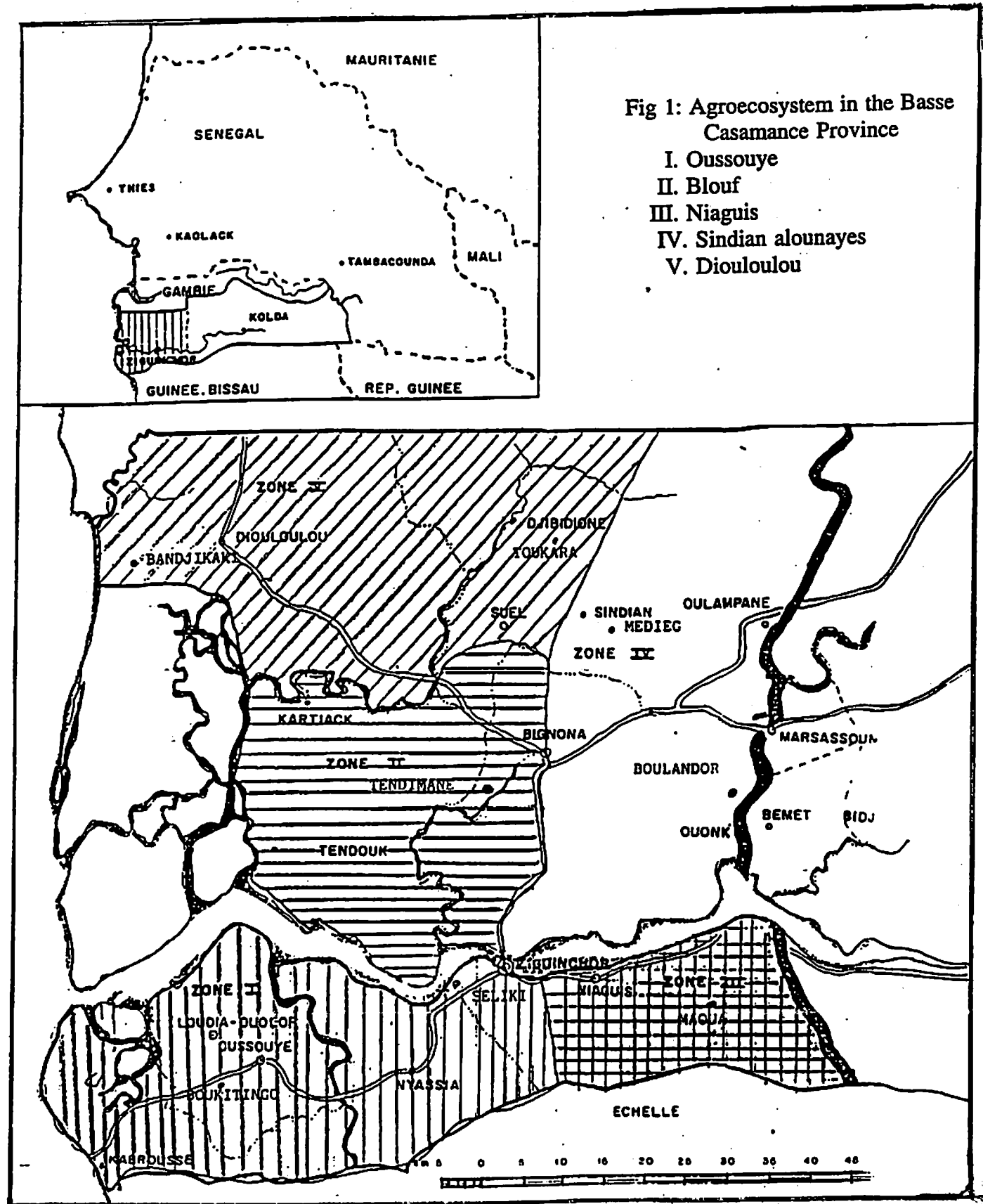
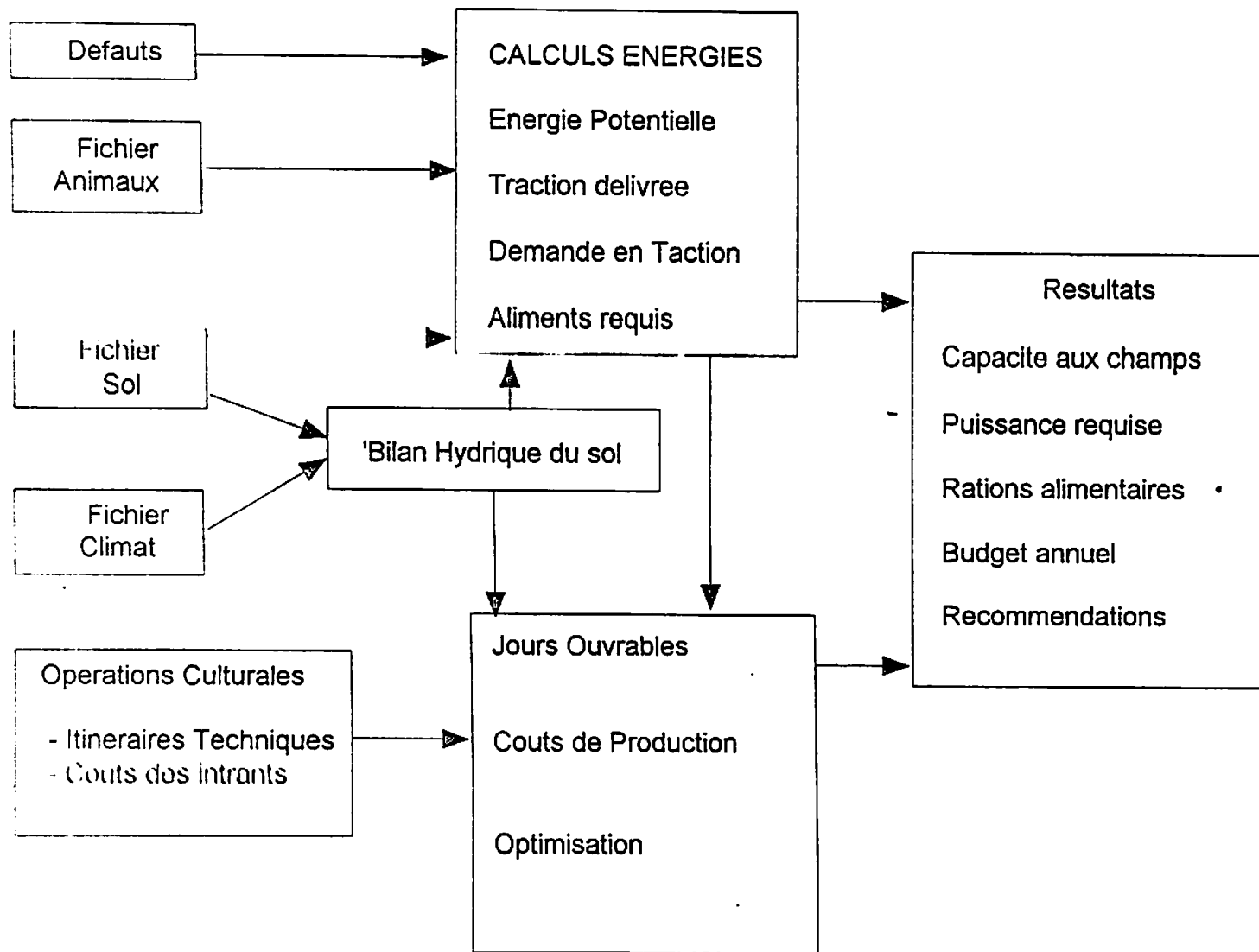


Figure 1: Carte de la Basse Casamnce et situations agricoles

Figure 2: Modèle pour l'évaluation de la traction animale



Le module de l'Optimisation des ressources est exécuté par l'intermédiaire de l'outil Optimizer d'un programme externe spreadsheet de Windows utilisé comme serveur. Certains de ces programmes sont bien connus sous le nom de Microsoft Excel, de Lotus 123 version 3 ou ultérieur, ou de Quattro Pro.

2. Présentation des fichiers extérieurs

2.1. Localisation et caractéristiques des exploitations agricoles

Nom du fichier: FARM.DB3

<u>Nom des variables:</u>	<u>Exemple</u>
COUNTRY	: Senegal.
COUNTPIC	: Carte du pays (Senegal.bmp).
REGION	: Basse Casamance.
REGPIC	: Carte de la région (Basse.bmp).
SITE	: Sud-Ouest (Geographical Location).
NZONE	: Nombre de zones ou situations Agricoles).
ZONE	: Situation agricole
VILLAGE	: Nom du village (optionnel).
FMSIZE	: Superficie de l'exploitation (en ha).
NFWKERS	: Nombre de membres actifs
MCASCROP	: Culture de rente principale (Arachide).
TYPESOIL	: Type de sol (Type dominant).

Il est fait l'hypothèse selon laquelle, le système de production des petites exploitations agricoles est dominées par au moins une culture de rente (MCASCROP). Le programme a besoin de cette information pour l'exécution des modules relatifs au bilan des énergies et à l'optimisation.

Deux types de données que l'Utilisateur doit parfaitement connaître sont nécessaires à ce niveau de l'exécution du programme:

- La première année que l'utilisateur a commencé à pratiquer la traction animale. Le nom de l'Utilisateur est optionnel.

- Les types de cultures qui composent le système de culture au niveau de l'exploitation agricole (Arachide, maïs, mil, sorgho, coton, et riz).

2.2. Matériels agricoles

Nom du fichier: EQUIP.DB3

<u>Nom des variables:</u>	<u>Exemple</u>
NAME	: Nom courant du matériel agricole (Charrue UCF 10")
WKGCCOMP	: Pièce travaillante (charrue)
NWKGCCOMP	: Nombre de pièces travaillantes (1)
WWKGCCOMP	: Largeur de la pièce travaillante (25 cm)

WKGDEP	: Profondeur moyenne de travail (12 cm)
AVGPF	: Demande moyenne en force de traction en daN (145 daN)
RETPRICE	: Prix du matériel agricole
IMPLPIC	: Image du matériel agricole (*.BMP)
MANLIFE	: Durée de vie du matériel selon le fabricant
FARMLIFE	: Durée de vie en milieu paysan
IMPLEFF	: Coefficient d'efficacité du matériel au champ (en pourcent)
IMPLREL	: Fiabilité du matériel dans le milieu (en pourcent)

Pour les calculs d'énergie, le programme utilise en priorité la variable AVGPF en daN. Dans le cas où la donnée n'est pas disponible, un modèle développé par l'auteur est utilisé pour la compléter au programme par défaut.

Le coefficient d'efficacité au champ du matériel IMPLEFF en percent et sa fiabilité dans le milieu sont déterminés à partir de données collectées sur le terrain. Ces informations peuvent toujours être changées par l'utilisateur à volonté.

L'information relative au prix du matériel (RETPRICE) en monnaie locale peut aussi être entrée dans la session pendant l'exécution du programme.

Un fichier bitmap avec une extension .BMP pour l'image du matériel (IMPLPIC) est nécessaire pour son chargement et affichage à l'écran.

2.3. Animaux de trait

Nom du fichier: DRAFTAN1.DB3

Nom des variables:

TYPE	: Type d'animal de trait (boeuf).
BREED	: Espèce (Ndama).
SEX	: Sexe de l'animal (Mâle).
AGE	: Age de l'animal le plus jeune en années.
CIRCUMF	: Circonférence moyenne du thorax de l'animale en cm.
AVGLW	: Poids moyen en kg.
MATURELW	: Poids de l'animal adulte en kg.
NDRFTANI	: Nombre d'animaux de trait.
MKTPRICE	: Prix moyen sur le marché en CFA
MATPRICE	: Prix moyen de l'animal adulte sur le marché en CFA.
AGETRAIN	: Age de dressage en années.
YRSEXP	: Nombre d'années d'expérience.
ANWKGHR	: Nombre d'heures de travail par jour.
ANIPIC	: Image de l'animal (*.BMP).

- Aptitude pour la traction

La majorité des paysans ne connaissent pas le poids **LW** de leurs animaux ou bien l'information n'est pas disponible tout de suite. Dans le cas où l'information n'existerait pas, un modèle développé par l'auteur utilisant les mensurations de l'animal (Fall, 1997) pourrait être utilisé pour son estimation. Pour tourner le modèle, il est nécessaire d'avoir la valeur moyenne de la circonférence du thorax de l'animal **CIRCUM** en cm. La valeur moyenne du poids **AVGLW** en kg est utilisé par le programme pour évaluer la capacité de traction des animaux de trait. Pour le cas spécifique des boeufs de trait, un certain nombre de travaux a montré que les animaux de poids inférieur à la moitié du poids optimal ou du poids de l'animal adulte **MATURELW** en kg ne doivent pas être sélectionnés à des fins de traction (Lee et al, 1993). Lorsque le programme rejette un animal sur cette base, un message de rejet apparaît à l'écran et l'exécution du programme lui-même s'arrête:

Not ready for traction (Pas encore prêt pour la traction)

- Age versus nombre d'années d'expérience

Le programme utilise la variable **AGE** en années du plus jeune animal (cas d'une paire de boeufs) pour tester l'aptitude de l'animal à la traction en termes de capacité de travail au champ pour l'exécution des opérations culturales. En général, les utilisateurs de traction animale connaissent le seuil (en années) de dressage **AGETRAIN** des animaux de trait pour les espèces couramment utilisées. Dans la région de Basse Casamance, les boeufs de trait sont généralement dressés à l'âge 2 ans. Dans ces conditions, un boeuf est prêt pour les travaux agricoles s'il est au moins âgé de 2 ans.

Le nombre d'années d'expérience **YRSEXP** en années est utilisé par le programme dans le but d'apprécier la capacité de travail au champ de l'animal. Dans le cas de la Basse Casamance, 3 années d'expérience est un nombre accepté pour une assez bonne exécution des opérations culturales. Le nombre d'années d'expérience et l'âge de dressage sont comparés à l'âge des animaux pour procéder à la vérification de la qualité des données fournies pendant la session. Le programme va rejeter les données inconsistantes et demander à ce que de nouvelles données soient fournies. Si un animal de trait de poids correct n'a pas le nombre d'années d'expérience requis, le programme informera l'utilisateur à travers un affichage en conséquence à l'écran:

Need more training (A besoin d'exercices)

Toutefois, le programme continuera son exécution mais traitera les animaux comme inexpérimentés.

- Travail potentiel

Les animaux de trait de poids correct et de nombre suffisant d'années d'expérience sont caractérisés par le programme comme:

Good for Field work (Bon pour le travail de terrain)

Le nombre moyen d'heures de travail par jour ANWKGHR en hrs/jour attendues des animaux de trait en relation avec leur capacité de traction est une donnée nécessaire pour l'évaluation de la capacité effective au champ EFC en ha/jour (Fall, 1997).

Les informations sur les prix (MKTPRICE et MATPRICE en monnaie locale) sont utilisées dans les analyses de cash flow dans les budgets de l'exploitation agricole. Ces informations peuvent aussi être fournies pendant le déroulement de la session.

L'image des animaux de trait ANIPIC est aussi un fichier bitmap avec comme extension .BMP.

2.4. Système d'alimentation

Nom du fichier: FEED.DB3

<u>Nom des variables</u>	<u>Exemple:</u>
MAINFD	: Principal système d'alimentation (Pâturage, herbe coupée, ...)
MFDQUANT	: Quantité d'aliment principal en kg
DMCMFD	: Pourcentage en matière sèche dans l'aliment principal en %.
ERGC MFD	: Energie contenue dans l'aliment principal (en MJ NE/kg·DM)
SUPLFD	: Type d'aliment complémentaire (Grain, stover, ...)
SFDQUANT	: Quantité d'aliment complémentaire en kg
DMCSFD	: Pourcentage de matière sèche dans l'aliment complémentaire en %
ERGC SFD	: Energie contenue dans l'aliment complémentaire en MJ/kg DM
SFDPRICE	: Prix de l'aliment par kg

En milieu patsan, l'aliment principal MAINFD pendant la saison des pluies est le pâturage naturel. A la fin de chaque journée de travail, après l'exécution des travaux agricoles, les animaux de trait sont généralement envoyés en pâturage. Ceci représente la principale et la plus connue source d'alimentation. La quantité (MFDQUANT en kg) et la qualité de ce type d'aliment ne sont jamais suffisante en début d'hivernage pour fournir assez d'énergie aux boeufs de trait. A cette période de l'année, les paysans utilisent essentiellement des graines de maïs, de mil et de sorgho comme aliments complémentaires SUPLFD en kg. La fane d'arachide est généralement utilisée pendant la saison sèche et même temps que les autres résidus de récolte. Les informations sur le système d'alimentation pendant les journées de travail sont nécessaires pour le bon fonctionnement du programme

Le prix au kg de l'aliment complémentaire **SFDPRICE** est utilisé pour le calcul du coût de la maintenance journalière des animaux de trait.

2.5. Système de cultures au niveau de l'exploitation agricole

Nom du fichier: **CROPS.DB3**

<u>Nom des variables</u>	<u>Exemple:</u>
TYPE	: Types de culture (Arachide, mil, maïs, ...)
VARIETY	: Variété cultivée (69-101, ZM 10, ...)
CYCLE	: Nombre de jours du semis à la récolte
SDRATE	: Quantité de semence en kg/ha
SDLINE	: Distance entre ligne de semis en cm.
RIDGDIST	: Distance inter-billon en cm.
FTRATE	: Fertilisation en kg/ha.
SDLIMIT	: Date limite de semis pour un potentiel rendement en MM DD.
SDPRICE	: Prix de la semence sur le marché en CFA par kg.
FTRPRICE	: Prix des Fertilisants sur le marché en CFA par kg.
CROPRICE	: Prix de la culture sur le marché en CFA par kg
YIELD	: Rendement moyen sans la traction animale en kg/ha
LABCDAY	: Coût de la main d'oeuvre en CFA par jour

Seules les informations relatives aux cultures mises en place au niveau de l'exploitation doivent entrer dans le contexte de la session. Le programme ne reconnaîtra pas une culture non sélectionnée au début de la session. La plupart des variables dans ce fichier sont utilisées pour l'élaboration du budget annuel de l'exploitation agricole.

Certaines variables dans le fichier ne sont pas activées dans la version actuelle du programme **DESSATE** mais le seront dans les versions futures. La date limite de semis **SDLIMIT** sera utilisée pour le coût induit pour le non respect du calendrier cultural. Celle relative à la fertilisation sera utilisée pour tenir compte de la spécificité des paysans qui utilisent l'engrais. En effet, des études de terrain avaient montré que la majorité des paysans de la Basse Casamance n'utilisait pas d'engrais et que le taux actuel ne dépasserait pas 10 kg par ha de NPK.

Le rendement **YIELD** en kg/ha requis par le programme correspond au rendement des cultures observé avant l'utilisation de la traction animale. Dans le processus d'estimation des rendements, le programme assume que les paysans avec moins de 6 ans d'expérience ou qui utiliseraient des animaux inexpérimentés ne pouvaient pas bénéficier des effets positifs induits par la mécanisation du labour. L'incrément de rendement, procuré par la culture attelée, accordé aux paysans expérimentés provient de moyennes pluri-annuelles et d'expérimentations validées menées dans le Sud du Sénégal. Un pourcentage d'augmentation de rendement en relation avec le niveau de mécanisation pour chaque culture. Parmi les opérations culturales, l'augmentation de rendement procurée par la mécanisation du travail du sol semblait la plus consistante d'après Tourte (1971), Nicou (1979), Charreau and Nicou (1981) cités par Jaeger (1985). Les résultats de recherches de terrain publiés par l'Equipe Système de Djibelor en Basse Casamance (Equipe Systèmes,

1982-1990) sont aussi utilisés. Le riz est la culture qui offre le plus de marge de progression (50.00%), suivi du coton (48.00%), du maïs (46.71%), du sorgho (34.00%), de l'arachide (25.67%) et du mil (21.54%). La mécanisation des opérations post-labour (semis et sarclage) tendent en général, plus vers une augmentation de la productivité du travail que du rendement, à l'exception de de quelques rares cas où des augmentations non soutenues de rendement avaient été obtenues (Ndiame, 1988; Fall and Sonko, 1992).

3. Modules du programme DESSATE

Les différents modules sont construits pour faire des calculs et des routines spécifiques. Les résultats des calculs pour chaque module sont présentés à l'écran avec des possibilités de les tirer sur papier à l'aide d'une imprimante.

3.1. Module des capacités effectives au champ

La capacité au champ **EFC en ha/day** des matériels agricoles disponibles sont évalués pour chaque opération culturale et par culture. A la suite de cette opération, le **EFC** est converti en nombre d'homme-jours par ha dans le processus d'évaluation de la demande en main d'oeuvre **LABOREQ en homme-jours/ha**.

Le nombre total de jours ouvrables est calculé en utilisant la probabilité des jours ouvrables **PWD en pourcent** appliquée à chaque mois et évaluée pour chaque opération culturale en utilisant la formule suivante (Equation 1):

$$NWDAYS_{FDOP} = (\sum_{Month} (NDAYS * PWD)) * 0.87 \quad (1)$$

Le nombre de jours ouvrables **NWDAYS en jours** pour une opération culturale donnée **FDOP** est égale à la somme des produits de nombre de jours ouvrables (**NDAYS**) dans le mois multiplié par la probabilité de jour ouvrable **PWD en percent** dans le mois considéré pour l'opération culturale **FDOP** donnée (Fall, 1997). La somme est ajustée par un facteur égal à **0.87** pour tenir compte d'un jour de repos par semaine.

Le bilan de la main d'oeuvre **LABORBAL_{ha} en homme-jour/ha** au niveau de l'exploitation agricole calculé pour chaque opération culturale par culture à deux niveaux de probabilité: 5 années sur 10 et 9 années sur 10. Le **LABORBAL_{ha}** est la différence entre la main d'oeuvre disponible par ha **AVLABOR_{ha} en homme-jour/ha** moins la demande en main d'oeuvre **LABOREQ_{ha} par ha** pour une exécution correcte de l'opération culturale **FDOP** (évalué pour chaque culture sur la base d'un ha) (Equation 2):

$$((LABORBAL_{ha} = AVLABOR_{ha} - LABOREQ_{ha})_{FDOP})_{CROP} \quad (2)$$

La valeur obtenue pour le bilan de la main d'oeuvre est assez indicative pour les différents trade-off possible autour de l'affectation de la main d'oeuvre sur les différentes parcelles suivant l'organisation des chantiers. La core do processus de décision sur l'affectation de la main d'oeuvre se situe au niveau des objectifs de production de l'exploitation agricole. Un important réaménagement souvent opéré par les paysans est la réallocation du surplus de main d'oeuvre créé par la mécanisation vers les opérations culturales sensibles comme le semis pour un meilleur respect du calendrier cultural.

3.2. Module du bilan des énergies

Le bilan énergétique est exécuté à partir des résultats de recherches les plus récents sur l'évaluation de l'énergie animale. La méthode dite factorielle est utilisée comme base de calcul des énergies. Les coefficients utilisés dans cette étude sont tirés pour la plupart du travail de thèse de Dr Abdou Fall (1995) soumis à l'Université de Edinberg (England)², travail qui a porté sur les énergies mises en jeu dans l'utilisation des boeufs de trait. Le programme utilise le module pour déterminer quatre importants niveaux d'énergie:

- Energie dépensée pour un travail spécifique (labour, sarclage, ...).
- Energie dépensée pour la marche pendant le travail.
- Energie dépensée pour la maintenance journalière.
- Energie perdue sous forme de perte de poids

3.2.1. Energie dépensée pour effectuer le travail (WRKERG)

Pendant l'hivernage, la priorité dans l'utilisation des animaux de trait est donnée à l'exécution des travaux agricoles. La quantité énergie requise pour compléter la tâche est directement reliée à la quantitté de force PF en N nécessaire pour déplacer un matériel agricole donnée en position de travail. L'énergie dépensée pour faire le travail WRKERG en MJ NE/jour est évaluée avec l'utilisation de modèles de puissance développés par l'auteur dans une étude précédente (Fall, 1997). Pour cela l'auteur a du procéder par Groupes de Traction constitués en fonction du poids des animaux de trait: 3 goupes de traction (400-500, 500-600, 600-700 kg de poids vif). En relation avec le Groupe de Traction, la puissance développée par les animaux est convertie en enrgie en multipliant la puissance par le nombre d'heures journalières de travail des animaux (ANWKHR par jour). Cet énergie calculée nécessite d'être ajustée par le coefficient d'efficacité au champ E du matériel utilisé pour l'exécution de l'opération culturale FDOP.

$$WRKERG = (Power^{1/2})_{Group}^2 * \left(\frac{ANWRGHR}{day} \right) * E * \left(\frac{3600 * 1.075 * 10^{-6}}{0.32} \right) \quad (3)$$

² FALL, A. 1995. Factors affecting Feed Intake, Energy Expenditure and Work Output of Oxen and Bulls used for Draught Purposes in Semi-Arid West Africa. Submitted to the University of Edinburg in partial fulfillment of the requirements for PhD degree.

Les autres coefficients dans l'Equation 3 servent à convertir l'énergie mécanique **WRKERG** en énergie nette exprimée en **MJ NE/jour**. Le coefficient **1.075** sert à la compensation de l'énergie perdue induite par le système d'harnachement. Différents auteurs suggèrent un pourcentage moyen de **7.5%** pour estimer la quantité d'énergie perdue au niveau du joug (Goe and McDowell, 1980). Le coefficient **0.32** est un paramètre de rendement mécanique.

3.2.2. Energie dépensée pendant la marche en travaillant (WALKERG)

En tractant le matériel agricole, les animaux de trait doivent aussi déplacer leur propre poids le long du parcours, occasionnant un certain niveau de dépense d'énergie supplémentaire. Certains chercheurs proposent l'application d'un coefficient pour corriger cet état de fait et comptabiliser ainsi l'extra énergie dépensée par les animaux de trait (Lawrence and Zerbini, 1989; Fall, 1995). Dans sa thèse, ce qui constitue le travail le plus récent, Fall (1995) propose propose un coefficient égal à **1.59** contre **2.00** de Lawrence and Zerbini (1989).

L'énergie dépensée pendant la marche **WALKERG** in **MJ NE** est égale à la distance parcourue **DSTRAV** en **m** pendant l'exécution de l'opération culturale **FDOP** multipliée d'une part, par le poids total **LW** des animaux de trait et d'autre part par le coefficient énergétique. Pour une opération culturale donnée **FDOP** sur une culture donnée, la distance parcourue **DSTRAV** en **m** peut être évaluée suivant deux méthodes. La première utilise la vitesse d'avancement **WALKSPD** en **m/s** et l'autre, la capacité au champ de l'attelage **EFC** en **ha/jour**.

$$\text{DISTRAY} = \text{WALKSPD} * \text{EFDTM} \quad (4)$$

$$\text{DISTRAY} = \text{EFC} / \text{WWKGCMP} \quad (5)$$

Le programme **DESSATE** utilise la méthode **EFC** puisque'étant déjà calculée dans les sousroutine précédente:

$$\text{WALKERG} = 1.59 * \left(\frac{\text{EFC}_{\text{FDOP}}}{\text{WWKGCMP}} \right) * \text{Total LW} \quad (6)$$

WALKERG est exprimée en **MJ NE/jour**, **EFC_{FDOP}** en **ha/jour** et **Total LW** en **kgf** ou **daN**.

WALKERG est ajoutée à **WRKERG** pour donner l'énergie totale **TWERG** en **MJ NE/jour** dépensée poue l'exécution de l'opération culturale pendant une journée de travail. Cette énergie par jour peut aussi être convertie à son tour en total énergie par ha **TWERG_{ha}** in **MJ NE** per ha en divisant par la capacité effective au champ **EFC** correspondant à l'opération culturale .

3.2.3. Energie pour la maintenance (MAE)

L'énergie disponible pour la maintenance MAE in MJ NE/jour dépend largement de la qualité de l'alimentation des animaux de trait. Les aliments une fois dans le système digestif sont convertis en énergie potentielle à utiliser d'une part, pour les activités métaboliques et d'autre part, pour permettre l'exécution de travaux de terrain. L'énergie doit aussi être suffisante pour compenser l'augmentation de la vitesse du métabolisme observée pendant les jours de travaux agricoles. L'énergie nécessaire pour assurer la maintenance des boeufs de trait a été évalué par un certain nombre de chercheurs. Chaque chercheur a essayé de tenir compte de certains facteurs plus ou moins déterminants (AFRC, 1993; Lawrence and Zerbini, 1993; Fall, 1995). Fall (1995) a amélioré l'approche de AFRC (1993) en introduisant un coefficient qui reflète le travail accompli mais non comptabilisé d'une manière explicite dans le bilan énergétique. MAE in MJ NE/jour est exprimée comme suit:

$$MAE = (0.53 * (\frac{TotalLW}{1.08})^{0.67}) * a * b * c \quad (7)$$

Le coefficient $a = 1.15$ est utilisé pour ajuster le caractère mâle de l'animal, $b = 1.10$ pour compenser l'augmenter du métabolisme pendant les jours de travaux agricoles et $c = 1.05$ pour refléter le travail accompli et non comptabilisé. MAE par jour peut à son tour être convertie en MAE_{ha} in MJ NE/ha en divisant par la capacité au champ correspondant à l'opération culturale EFC.

3.2.4. Energie perdue sous forme de perte de poids (LWLERG)

La demande en énergie est forte au début de l'hivernage en relation avec l'intensité avec laquelle s'exécute les activités agricoles. Ces activités, notamment le labour, se déroulent dans les délais du nombre de jours ouvrables des mois de Juin et Juillet. Le taux d'utilisation des animaux de trait est souvent si intense que les animaux utilisent leur propre réserve, se traduisant par une perte de poids LWL en kg/jour, pour satisfaire la demande en énergie. La majorité des chercheurs en traction animale ont signalé l'existence de ce phénomène se traduisant par une diminution de poids des animaux de trait pendant cette période de l'année. Goe (1983) a signalé que même les animaux bien nourris perdaient du poids.

L'analyse de données collectées en conditions paysannes en Basse Casamance, par l'auteur (Fall, 1997), a montré que les boeufs de trait Ndama accusait une moyenne de perte de poids de l'ordre de LWL = 1.21 kg/jour, pour les 3 groupes de traction. Lawrence et Becker (1994) ont suggéré l'utilisation d'un coefficient de 15 MJ NE/kg pour convertir la perte de poids en énergie utilisable par les animaux de trait. L'énergie LWLERG in MJ NE/jour est calculé comme suit:

$$LWLERG = (LWL_{Group}) * 15 \quad (8)$$

LWLERG est exprimée en MJ NE/jour and LWL_{Group} en kg/day.

4. Module du système d'alimentation

Les calculs effectués pour le système d'alimentation des boeufs de trait sont basés sur la valeur du ratio k entre la quantité d'énergie utilisée pendant chaque journée de travaux agricoles (maintenance journalière + travail effectué) et la quantité d'énergie requise pour la maintenance journalière.

4.1. Energie à partir des aliments (FEEDERG)

L'énergie obtenue à partir de l'alimentation FEEDERG est calculée à partir de la quantité d'énergie métabolizable ME contenue dans l'aliment, évaluée sur la base de la matière sèche DM. Il serait important de mentionner à ce niveau la notion de limite d'appétit qui représente le maximum de matière sèche DM qu'un animal de trait peut manger par jour. Cette quantité est directement proportionnelle au poids vif de l'animal LW.

- Energie Metabolizable (ME) dans l'alimentation (FEEDME)

Le FEEDME est la somme des niveaux de ME dans chaque aliment entrant dans la diète totale composée du système principal d'alimentation (pâturage par exemple) et des aliments apportés en complément (graine, son, ...).

$$FEEDME = (MFDQUANT * DMCMFD * ERGCMFD) + (SFDQUANT * DMCSFD * ERGCSFD) \quad (9)$$

- NE disponible pour la maintenance et le travail (MNWRKNE)

Pour être dans une forme utilisable par les animaux de trait, le ME doit être converti en nette énergie NE. Un coefficient de rendement de conversion mécanique k_m développé par MAFF (1975) est appliqué au ME pour sa conversion en NE:

$$MNWRKNE = (k_m) * (FEEDME) \quad (10)$$

$$k_m = 0.019 * (x) + 0.503 \quad (11)$$

Où x en MJ/kg DM est la teneur équivalente en énergie contenue dans la diète totale.

$$x = \frac{(MFDQUANT * ERGCMF) + (SFDQUANT * ERGCSFD)}{(MFDQUANT * DMCMFD) + (SFDQUANT * DMCSFD)} \quad (12)$$

- NE énergie disponible de l'alimentation (FDWRKNE)

Une partie de l'énergie disponible du métabolisme ME est utilisée pour l'exécution des travaux agricoles et une autre partie est destinée à remplir des fonctions de maintenance pure. L'énergie nette disponible pour le travail à partir de l'alimentation FDWRKNE in MJ NE/jour est calculé en soustrayant du total de l'énergie nette disponible MNWRKNE, la quantité requise pour la maintenance par jour MAE:

$$FDWRKNE = (MNWRKNE) - (MAE) \quad (13)$$

En relation avec la stratégie d'utilisation des animaux de trait en milieu paysan, une paire de boeuf peut travailler 6 jours par semaine. La quantité d'énergie disponible pour les travaux agricoles par jour WRKNE in MJ NE/jour est évaluée pour les jours ouvrables seulement et ajoutée pour tenir en compte l'énergie disponible à travers les pertes de pids LWLERG in kg/day:

$$WRKNE = FDWRKNE * \left(\frac{7}{6}\right) + LWLERG \quad (14)$$

Les paysans comptent sur ce niveau d'énergie disponible pour démarrer les travaux de l'hivernage et conduire à terme les activités agricoles pendant toute la saison des pluies.

- Ratio de dépense énergétique (k_{exp})

Le ratio de dépense énergétique déterminé sur une base journalière est calculé en évaluant la part de l'énergie requise pour la maintenance MAE en partitionnant l'énergie totale dépensée par jour:

$$k_{exp} = \left(\frac{MAE + WRKNE}{MAE}\right) \quad (15)$$

La quantité d'énergie requise par une paire de boeufs travaillant à ce niveau d'intensité peut être évaluée en prenant k_{exp} fois la quantité d'énergie requise pour la maintenance (Goe, 1980; Lee et al, 1993).

- Ration alimentaire à partir du bilan énergétique (FDRATION)

La quantité d'aliments à fournir aux animaux de trait est évaluée à partir de la quantité requise pour assurer une bonne maintenance journalière. La quantité d'aliment à donner aux animaux dépend étroitement de l'intensité d'utilisation des animaux. Le ratio k_{exp} de dépense énergétique représente une bonne mesure de cette intensité d'utilisation. En se basant sur la valeur de k_{exp} , le programme évalue le nombre d'unités de forage (FU) requises pour assurer les besoins minima des animaux de trait en cours d'utilisation. La ration journalière **FDRATION** en FU sera égale à k_{exp} fois la quantité d'unité de forage (FU) requise pour la maintenance. La maintenance journalière en FU est évaluée en utilisant un modèle développé par l'auteur (Fall, 1997):

$$FDRATION = (k_{exp}) * (6.321 * 10^{-3} * TotalLW + 0.7089) \quad (16)$$

Une liste d'aliments divers avec leur valeur correspondante en FU par kg de DM (Table 1) est présentée à l'utilisateur qui aura à sélectionner et confectionner des rations alternatives **FDRATION** exprimées en FU. Toutefois, la disponibilité de la plupart de ces aliments est purement saisonnière. Il est donc important de choisir le type d'aliments disponibles durant la période hivernale et plus précément durant les mois de Juin, Juillet et Août, période de travaux intenses.

Table 1: FU contained in some available feed stuffs

Available Feed	FU/kg
Sorghum grain	0.90
Millet grain	0.70
Maize grain	1.10
Cow peas grain	1.00
Cotton grain	1.10
Groundnut cake	1.00
Millet/Sorghum stover	0.85
Cut grass	0.14
Pasture grazing	0.06 - 0.19
Good quality hay	0.29
Groundnut hay	0.35
Rice straws	0.26

Source: CEEMAT, 1975.

Le programme DESSATE présente à ce niveau de la session un écran comportant une calculatrice pour faire la somme des FU des aliments sélectionnés.

4. Module du budget annuel de l'exploitation agricole

Le module du budget annuel de l'exploitation utilise les données disponibles ou courantes pour confectionner le budget annuel pour chaque culture, en respectant le format suivant (\$1 US= 560 CFA):

Valeur de la Production (PRODVAL):

$$\text{PRODVAL} = \text{YIELD} * \text{CROPRICE} \quad (17)$$

Coûts Variables : (SDCOST= coût de la semence; FERCOST= coût de l'engrais)

$$\text{SDCOST} = \text{SDRATE} * \text{SDPRICE} \quad (18)$$

$$\text{FERCOST} = \text{FERTRATE} * \text{FERPRICE} \quad (19)$$

Coût de la main d'oeuvre (LABCOST)

$$\text{LABCOST} = \text{LABOREQ} * \text{LABCDAY} \quad (20)$$

Coût variable total avec la main d'oeuvre (TVCWLAB):

$$\text{TVCWLAB} = \text{SDCOST} + \text{FERCOST} + \text{LABCOST} \quad (21)$$

Coût variable total sans la main d'oeuvre (TVCWOLAB):

$$\text{TVCWOLAB} = \text{SDCOST} + \text{FERCOST} \quad (22)$$

Coût fixe total (TFCOST):

$$\text{TFCOST} = \text{IMPFCOST} + \text{ANIFCOST} \quad (23)$$

Coût total (TCWLAB; TCWOLAB avec et sans la main d'oeuvre):

$$\text{TCOSTWLAB} = \text{TVCWLAB} + \text{TFCOST} \quad (24)$$

$$\text{TCOSTWOLAB} = \text{TVCWOLAB} + \text{TFCOST} \quad (25)$$

Marge brute par ha (GMWLABha; GMWOLABha avec et sans la main d'oeuvre):

$$\text{GMWLABha} = \text{PRODVAL} - \text{TVCWLAB} \quad (26)$$

$$\text{GMWOLABha} = \text{PRODVAL} - \text{TVCWOLAB} \quad (27)$$

Marge nette par ha (NMWLABha; NMWOLABha avec et sans la main d'oeuvre):

$$\text{NMWLABha} = \text{PRODVAL} - \text{TCWLAB} \quad (28)$$

$$\text{NMWOLABha} = \text{PRODVAL} - \text{TCWOLAB} \quad (29)$$

Marge par homme-jour

$$\text{GMmanday} = \text{GMWOLABha} / \text{LABOREQ} \quad (30)$$

$$\text{NMmanday} = \text{NMWOLABha} / \text{LABOREQ} \quad (31)$$

Coût de Production /kg (PRODCOST):

$$\text{PRODCOST} = \text{TCWLAB} / \text{YIELD} \quad (32)$$

Deux écrans successifs sont utilisés pour la présentation des résultats du budget annuel de l'exploitation. Toutes les analyses marginales sont présentées dans le deuxième écran. Seuls les budgets de culture des cultures sélectionnées au début de la session sont présentés.

Il est laissé à l'utilisateur le soin de faire une bonne interprétation des résultats.

5. Module de l'Optimisation

Le module de l'optimisation est exécuté par l'intermédiaire d'un programme tableur de Windows utilisé comme serveur. Le programme devient de ce fait le client et envoie les informations nécessaires au serveur par liaison DDE et reçoit les résultats à la fin des calculs. Le serveur est nécessaire pour l'exécution correcte du programme DESSATE.

La programmation linéaire est utilisée pour l'optimisation. Le programme présentera à l'utilisateur la matrice des contraintes avant des données en direction du serveur. C'est dans la responsabilité de l'utilisateur de vérifier la consistance des données avant le démarrage des actions suivantes.

Les objectifs de l'optimisation peuvent être résumés comme suit:

5.1. Objectives de l' Optimization

Objectif 1: Maximiser le revenu sur la culture de rente

Objectif 2: Produire assez de céréales pour l'autoconsommation du paysan.

Le second objectif est considéré par le programme comme une contrainte pour plus de simplification dans la recherche de solution. Toutefois, la programmation par objectifs pouvait aussi être utilisée.

En situation de petites exploitations agricoles, les objectifs de production des paysans ne sont pas toujours monétaires. Des trade-offs sont toujours possibles en relation avec l'environnement économique de l'exploitation. Pendant la longue sécheresse vécue par les paysans à la fin des années '70s, un ajustement majeur fait par les paysans de la Basse Casamance, était de limiter la production céréalière, notamment le riz, en faveur de l'arachide (culture de rente). La riziculture était mise en place avec le minimum de ressources comparée aux cultures de plateau. L'une des raisons principales est la situation de risque engendrée par la diminution de la pluviométrie. Le raisonnement de fond mené par les paysans repose sur une grande production d'arachide (aspect monétaire) et à acheter par la suite du riz sur le marché local pour combler le déficit. C'est donc le profit réalisé avec la culture de rente qui permettait cet important ajustement (Equipe Systemes, 1983). Parmi les céréales produites par les paysans pour leur autoconsommation, la riziculture joue essentiellement un rôle de régulateur, en occupant un pourcentage fixe des terres emblavées (essentiellement dans les vallées). Ce pourcentage varie toutefois, d'une situation agricole à l'autre.

5.2. Fonction Objective et Contraintes

5.2.1. Variables de Decision

Les variables de décision utilisées par le programme DESSATE représentent les superficies CROPAREA en ha allouées à chaque culture au niveau de l'exploitation agricole. Elles sont définies comme suit:

- GNAREA = Superficie en ha occupée par l'arachide GN.
- MZAREA = Superficie en ha occupée par le maïs MZ.
- MLAREA = Superficie en ha occupée par le mil ML.
- SGAREA = Superficie en ha occupée par le sorgho SG.
- CTAREA = Superficie en ha occupée par le coton CT.
- RCAREA = Superficie en ha occupée par le riz RC.

Parmi les cultures listées, le coton est la seule spéculation ne faisant pas partie du système de culture des paysans de la Basse Casamance. Un nombre très limité de paysans ont cultivé du coton avec des résultats très mitigés. Toutefois, de réelles potentialités de développement existent pour cette culture en Basse Casamance. Le coton est introduit dans le système comme une culture de rente.

5.2.2. Fonction Objective

La fonction objective qui maximise le profit net NPROFIT est la suivante:

$$Max(NPROFIT) = \sum_{CROP} (NMWOLAB_{ha} * CROPAREA) \quad (33)$$

5.2.3. Expressions algébriques des contraintes

Les types de contraintes pour les petites exploitations agricoles en Basse Casamance sont plus ou moins les mêmes: terre (**FMSIZE**), main d'oeuvre (**LABOR**), énergie animale (**ANERGY**), auto-consommation (**CONSUMP**) and superficie minimale de riz à cultiver (**MINRICE**).

. Contraintes de terres

$$\sum_{CROP} (CROPAREA) \leq FMSIZE \quad (34)$$

. Contraintes sur la main d'oeuvre

$$\sum_{CROP} (LABOREQ_{ha} * CROPAREA) \leq AVLABOR \quad (35)$$

La quantité de main d'oeuvre disponible **AVLABOR en homme-jour** est évaluée en relation avec le nombre de membres agricoles actifs **NFWKERS** au niveau de l'exploitation multipliée par le nombre de jours ouvrables **NWDAYS** durant la saison hivernale.

La main d'oeuvre requise par ha **LABOREQ_{ha} en homme-jour/ha** correspond au total d'homme-jours par ha nécessaire à la conduite de la culture de la préparation du sol à la récolte, tout le long de l'itinéraire technique appliqué.

. Contraintes en énergie animale

L'énergie animale doit être évaluée pendant la durée de l'exécution de toutes les opérations culturales **FDOP** (labour, semis, sarclage). Si la paire de boeuf est utilisée pour le labour seulement, c'est alors que la concomittance des opérations de labour sur différentes cultures devienne un contrainte quant à la gestion de l'énergie animale disponible pour le nombre de jours ouvrables **NWDAYS** dans cette période de labour.

L'énergie animale disponible **AVANERG en MJ NE** est égale à:

$$AVANERG = (k_{exp}) * (MAE) * (\sum_{FDOP} NWDAYS) \quad (36)$$

L'expression de la contrainte sur l'utilisation de l'énergie animale est donnée par l'Equation 37:

$$\sum_{CROP} [\sum_{FDOP} (TERG_{ha} + MAE_{ha})] * (CROPAREA) \leq AVANERG \quad (37)$$

. Contraintes pour l'auto-consommation

La contrainte liée à la consommation est évaluée sur la base des normes de la FAO. L'équivalent céréale pour les besoins de consommation est de l'ordre de 200 kg par année et par membre actif. Un coefficient d'extraction **EXTCOEF en pourcent** est appliqué à chaque céréale pour la conversion de la production en forme consommable. La valeur du coefficient **EXTCOEF** est très liée à la qualité des opérations post-récoltes à travers la conservation et la transformation. Pour les céréales telles que le maïs, le mil et le sorgho, le coefficient **EXTCOEFF** est de l'ordre de **0.83** (MBengue, 1986). Par contre le riz récolté directement des parcelles, après séchage, battage et transformation a un coefficient de l'ordre de **0.65** (Equipe Systemes, 1983). Le coefficient d'extraction tient en compte les pertes enregistrées depuis la récolte à l'étape finale de consommation. Le coton n'est pas consommé comme les céréales et se voit affecter par le programme un coefficient de **0**. Des études menées dans la région par les socio-économistes de l'Equipe Systèmes de Djibélor ont rapporté que la plupart des paysans contribuaient à hauteur de **60%** dans la constitution du stock de semence d'arachide, de **30 à 50 kg par ha**. L'utilisation des arachides pour la consommation familiale au niveau de l'exploitation est estimée à **5%** de la récolte (estimation faite par l'auteur).

La contrainte de la consommation au niveau de l'exploitation agricole peut être formulée comme suit: La somme des quantités consommées par culture **CONSVAL** en kg doit au moins être égale aux besoins de consommation de l'exploitation **CONSNEED** en kg.

$$CONSVAL_{CROP} = (EXTCOEF_{CROP}) * (YIELD_{CROP}) \quad (38)$$

$$CONSNEED = 200 * (NFWK) \quad (39)$$

L'expression mathématique de la contrainte est donc énoncée comme suit :

$$\sum_{CROP} (CONSVAL * CROPAREA) \geq CONSNEED \quad (40)$$

. Contraintes liées au système de culture

La contrainte relative au système de culture est exprimée en termes de minimum de terres à allouer à une culture spécifique. La production de riz en Basse Casamance véhicule un poids important de comportements culturels. Le riz a toujours occupé une place de choix dans le système de culture traditionnel. Dans la littérature, les populations de la Basse Casamance sont souvent décrites par les sociologues comme un peuple appartenant à la "civilisation du riz" (Pelissier, 1966). En Basse Casamance c'est le riz, dans une autre région ce sera probablement une autre culture.

En Basse Casamance, le pourcentage de terres réservées à la riziculture **RCPCENT** en percent varie sur la base de la situation agricole. Dans la situation agricole 4 (Zone 4) par exemple, le riz occupe une moyenne de 10% des terres cultivées **FMSIZE** au niveau de l'exploitation contre 20% dans la situation agricole 5 (Zone 5). Toutefois, la valeur de ce coefficient **RCPCENT** en percent peut être différente d'un paysan individuel à un autre mais la présente version du programme utilise la valeur moyenne par zone pour défaut.

La contrainte liée au système de culture est la suivante:

$$RCAREA \geq (RCPCENT) * (FMSIZE) \quad (41)$$

La contrainte liée au système de production n'est pas incluse dans le tableau des contraintes présenté à l'utilisateur avant le processus d'optimisation à l'exception des valeurs disponibles et requises. L'équation de la contrainte est de ce fait directement inscrite sur le tableur comme une condition à remplir par la variable de décision **RCAREA** en ha

. Contraintes générales sur les variables de décision

$$(CROPAREA_{CROP}) \geq 0 \quad (42)$$

La quantité de terres CROPAREA en ha affectées à chaque culture ne peut être que positive ou nulle. En utilisant la variable CROPAREA dans l'Equation 42, la partie libellée CROP devra être remplacée par GN pour l'arachide, MZ pour le maïs, ML pour le mil, SG pour le sorgho, CT pour le coton et RC pour le riz. Cette générale condition sur les variables de décision, aussi appelée la restriction non-négative devrait garantir une solution réelle ou faisable à l'optimisation.

5.3. Résultats de l'Optimisation

Les résultats de l'optimisation sont limités d'une manière objective aux capacités du serveur (tableur) à solutionner une simple optimisation linéaire. Solver de Microsoft Excel ou Optimizer de Quattro Pro for Windows ont chacun ces spécificités dans le maniement de ces types de problèmes. La version actuelle de DESSATE a été formatté pour utiliser Quattro Pro pour Windows.

5.3.1. Solution du serveur

Il est important de souligner à ce niveau que la solution de l'optimisation est plus une meilleure combinaison des variables de décision que la maximisation de la valeur du profit net NPROFIT. L'objectif principal de l'Utilisateur est de déterminer la part occupée par chaque culture dans l'assolement pour maximiser le profit en relation avec les ressources disponibles.

La solution en superficies de terres cultivées par culture. Une valeur zéro voudrait dire que la culture ne devrait pas faire parti du système de cultures. Avant de prendre une décision basée sur la solution de l'optimisation, l'Utilisateur devrait évaluer toutes informations en sa possession. Le système de cultures à choisir doit refléter la spécificité de sa propre exploitation. L'utilisation de variables qualitatives, non comprise dans la formulaion actuelle de la matrice des contraintes, pourrait aider à prendre une solution plus viable.

5.3.2. Interpretation des Coefficients

Un certain nombre d'informations sous forme de coefficients accompagnent la solution optimale du problème. Ces informations sont présentées à l'utilisateur sur le même écran que la solution. Les coefficients les plus importants sont discutés dans la suite du document:

- Slack/Surplus

Ces coefficients représentent la différence entre les niveaux d'utilisation d'une ressource donnée par rapport à sa disponibilité.

Une ressource affectée d'un coefficient positif, appelé slack, n'est pas pleinement utilisée. De ce fait, elle est considérée une ressource abondante donc "gratuite" ou non-

limitant. Ce type de ressource est telle qu'une augmentation dans sa disponibilité n'augmente pas ou ne change pas le profit. Ce coefficient dit slack est toujours positif ou égal à zéro. Le Slack est présent dans une relation algébrique de "plus grand ou égal à" dans la formulation de la contrainte sur la ressource.

Dans la situation de surplus, la différence entre les niveaux d'utilisation de la ressource et le minimum requis est positive. Cette différence exprime ou mesure jusqu'à quel point les besoins sont couverts.

- Shadow prices

Des noms différents sont utilisés pour identifier ce coefficient, comme coût d'opportunité, coût marginal ou valeur duale en relation avec la manière le problème d'optimisation est posé. Shadow prices est appliqué aux ressources pour estimer leur coût d'opportunité pour ne pas avoir une unité de la ressource non comprise dans la solution. En d'autres termes, il traduit le changement de la valeur de la fonction objective si une unité additionnelle de la ressource est ajoutée pour évaluer son effet, ou en langage économique pur le coefficient représente la contribution marginale de la ressource dans le profit. Une valeur négative du shadow price signifierait qu'une augmentation d'une unité dans la disponibilité de la ressource, occasionnerait une diminution de la fonction objective. Ce coefficient est très important et peut à l'occasion être utilisé pour examiner la rentabilité à utiliser des ressources additionnelles et permettre aussi d'évaluer les potentialités d'ajustements.

Le coût d'opportunité des ressources est aussi utilisé pour réaliser un test d'optimalité. Si tous les coûts d'opportunité des ressources utilisées sont négatifs ou zéro, alors la solution du problème est de ce fait considérée comme optimale. Dans cette situation, les ressources sont dites complètement utilisées. En d'autres termes, si une autre variable est ajoutée à la solution de base, elle ne pourra que diminuer la fonction objective c'est à dire le profit ou bien la laisser inchangée.

- coût réduit

Ce coefficient attaché aux variables de décision, représente la quantité par laquelle la fonction objective se trouvera diminuée si la variable est entrée dans la solution optimale. En d'autres termes, le coefficient est la pénalité imposée à la fonction objective si une unité d'une variable absente de la solution est à son tour introduite dans la solution optimale.

- Etat lié (Binding status)

Une ressource complètement utilisée est dite "binding". Elle représente de ce fait un goulot d'étranglement pour toute amélioration ou pour toute réorganisation de

l'environnement de l'exploitation. Les conditions de The Kuhn-Tucker stipulent que si le coût d'opportunité n'est pas nul, alors la ressource est pleinement utilisée et il n'y aura ni slack ni surplus (Turban and Meridith, 1994).

5.3.3 Analyse de sensibilité

Un module explicite pour conduire une analyse de sensibilité n'est pas incluse dans la courante version de DESSATE. Une autre session doit être lancée afin de permettre à l'utilisateur de changer les paramètres désirés et d'observer les effets sur la solution optimale. L'objectif de l'analyse de sensibilité est de présenter à l'utilisateur avec un certain nombre de scénarios pour aider dans le processus de prise de décision.

6. Validation du Programme DESSATE

Dans le processus de validation continue, le système expert d'aide à la décision est construit avec des données déjà validées. Des messages sont programmés pour signaler à l'utilisateur de l'existence d'erreur éventuelle dans le déroulement de la session. Le système qui piège les erreurs peut toujours être amélioré pour empêcher l'utilisation de données aberrantes. Les routines s'exécutent tout en vérifiant la qualité des données. Dans le cas d'inconsistance, le programme demandera à l'utilisateur de rentrer des données plus correctes. La quantité de données à entrer par l'utilisateur pendant une session est limitée au minimum.

Deux modules ont besoin toutefois d'être validés ou comparés à d'autres méthodes. Il s'agit principalement des modules de la capacité au champ et de l'énergie animale.

6.1. Exemple de session (voir en annexe)

- Données entrées

Caractéristiques de l'exploitation

Première année en traction animale	: 1990
Situation agricole ou Zone	: 4
Superficies de l'exploitation	: 6
Nombre de travailleurs actifs	: 5
Cultures	: Arachide, Maïs, Mil, Sorgho, Riz

Sélection du matériel et des animaux de trait

Type de matériel	:	Charrue UCF 10"
Animaux de trait	:	Paire de boeufs
Poids moyen	:	200 kg
Age (jeune animal)	:	6 years
Expérience	:	4 years

- Résultats du Programme DESSATE

Capacités Effectives au Champ

. ha/jour	GN	MZ	ML	SG	RC
Labour	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Semis	0.04	0.07	0.05	0.07	0.05
Sarclage	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05
Récolte	0.05	0.08	0.08	0.10	0.02

. homme-jour/ha	GN	MZ	ML	SG	RC
Labour	11.2				
Semis	24.0				
Sarclage	38.0				
Récolte	18.0				

Energie animale

. MJ NE/jour	GN	MZ	ML	SG	RC
Labour	39.69	39.69	39.69	39.69	39.69

Maintenance (MJ NE/ha) = 37.02

. MJ NE/ha	GN	MZ	ML	SG	RC
Labour	223.78	223.78	223.78	224.78	223.78

Maintenance (MJ NE/jour) = 208.76

Budget annual de l'exploitation

. CFA (= 560 \$)	GN	MZ	ML	SG	RC
NMWOLABha	154 669	144 477	106 646	106 646	164 412
PRODCOST	104	86	103	94	206

Les prix utilisés sont les prix officiels de 1995 (CSA, 1996)

Solution de l'Optimisation

. Variables	ha	Coût réduit
Arachide	4.75	0.00
Maïs	0.35	0.00
Mil	0.00	-34 264
Sorgho	0.00	-43 608
Riz	0.90	0.00
. Ressources	Slack/Surplus	Shadow prices
Terre	0.00	108 154
Main d'oeuvre	0.00	509
Energie animale	661	0.00
Auto-Consommation	44.24	0.00
Riziculture	0.00	-54 468

Les unités de shadow prices sont exprimés en termes de l'unité de la fonction objective (CFA) par unité de la ressource correspondante, dans le cas présent CFA par ha, par homme-jour, par MJ NE par jour, par kg équivalent céréales, et par ha de riz respectivement.

6.2. Discussion sur l'Optimisation

- Capacités au champ

La situation de ce paysan est telle que seule la préparation du sol est mécanisée à l'aide de la charrue UCF 10". Les opérations post-labour sont purement manuelles.

Suivant la valeur de la capacité effective au champ **EFC en ha/day**, la paire de boeuf passera **5 jours** pour labourer 1 ha à raison de **6 heures** de travail par jour. Le programme assume que le labour à plat est pratiqué avec la charrue UCF.

En comparant cette valeur avec celles publiées dans la littérature, les résultats du programme sont dans la fourchette acceptable. Par exemple, Le Moigne (1981) donne des valeurs de **6 à 8 jours** pour **4 à 5 heures** de travail par jour avec une paire de boeufs.

- Energie des animaux de trait

La validation du module sur l'énergie animale est plus difficile au vu des expériences limitées conduites à travers le monde dans ce domaine. Dans le but de tester la consistance des valeurs trouvées, les résultats des calculs sont comparés aux études de cas présentées par Falvey (1986) en mettant un accent sur la comparaison des démarches surtout. La démarche appliquée a permis d'évaluer les niveaux d'énergie pour chaque opération culturale.

- Solution de l'Optimisation

La solution donnée par l'optimisation recommande que l'utilisateur cultive % des terres en arachide. En termes de cash flow, il était attendu de la part du programme DESSATE d'allouer plus de ressources à la culture de rente. Au niveau des petites exploitations agricoles, la valeur donnée à la culture de rente occupe une place très importante en relation avec les ajustements opérés, fonction des prix officiels des produits agricoles sur le marché local. Les décisions découlant de ces ajustements peuvent complètement bouleverser les stratégies de production et modifier la trajectoire des exploitations paysannes.

La formulation de l'objectif en termes de maximisation du profit et les équations utilisées pour la formulation des contraintes sur les ressources ne spécifient pas quelle est la culture qui influe en priorité le profit. Cette démarche est stratégique pour prendre en compte dans le proche future la spécificité des paysans qui ne voudraient pas cultiver une culture de rente.

7. Conclusions

La construction d'un programme d'expert système doit se faire autour des informations de première main et une somme de connaissance de qualité. Il y a des avantages et des inconvénients dans l'utilisation d'un outil d'aide à la décision. L'avantage de l'expert système sur l'expertise humaine réside essentiellement dans le fait que la connaissance saisie dans le système expert est permanente, facile à transférer, consistante et facile d'accès. Les principaux inconvénients sont le manque de créativité, la nécessité d'avoir des données de type symbolique, le focus étroit et l'exigence d'une connaissance hautement technique.

La limite principale dans la conception et l'élaboration d'un système expert est le coût en temps et en ressources financières de l'acquisition de la connaissance nécessaire à son bon fonctionnement. Cette présente étude a démontré la quantité d'information de qualité nécessaires. La bonne nouvelle est qu'une fois les données collectées et validées, elles restent pour toujours et prêtes à être utilisées à tout moment.

Les systèmes experts représentent un outil de grande valeur en agriculture pour la conduite de diagnostique, la planification des activités agricoles, la programmation des opérations de gestion, etc... L'existence de programme de ce genre donne l'opportunité aux paysans, aux agents du Gouvernement et des ONG, etc... la possibilité d'accéder facilement à des informations très techniques, leur permettant d'interpréter les simulations en relation avec l'environnement socio-économique.

L'organisation du programme en modules facilite le flow des informations tout en présentant les résultats sous une forme facile à interpréter. Le module relatif à l'évaluation de l'énergie animale utilise certes des équations et des coefficients développés ailleurs mais cela n'enlève en rien la validité de la démarche et la validité des résultats des calculs. L'objectif de cette démarche est de montrer entre autres, la continuité et la

complémentarité des efforts de recherches d'une région du monde à l'autre. La méthode dite factorielle développée par Lawrence (1985) pour évaluer l'extra énergie utilisée par les animaux de trait pendant l'exécution des opérations culturales est très utilisée actuellement dans le monde entier. Toutefois, un effort considérable a été fait dans le cadre de cette présente étude pour utiliser des coefficients validés sur les boeufs dans la région de l'Afrique Occidentale.

Le budget annuel de culture et la programmation linéaire utilisée pour l'optimisation sont des outils classiques pour la solution des problèmes de prise de décision. Le programme **DESSATE** est arrangé de telle sorte à fournir le maximum d'informations de prise de décision à l'Utilisateur.

REFERENCES

- Anderson, F.M. 1985. Draught animal power systems in Sub-Saharan Africa: their production impact and research needs. In Copland, J.W. (ed.) Draught Animal Power for production: Proceedings of an international workshop held at James Cook University, Townsville, Qld, Australia, 10-16 July 1985. Canberra: ACIAR Proceedings No. 10, 26-31.
- Apathy, R.C. 1987. Factors limiting work capacity and fatigue assessment in draught animals. In: N.S.L. Srivastava and T.P. Ojha (eds) National seminar on Status of animal energy utilization. Central Institute of Agricultural Engineering: Bhopal, India.
- ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Barwell and Ayre, 1982. The harnessing of draught animals. Intermediate Technology Publications, Ardington.
- Campbell, J. 1990. Dipple sticks, donkeys and diesels. IRRI, Los Banos, Philippines.
- CEEMAT. 1975. Manuel de culture avec traction animale: techniques rurales en Afrique. Centre d'Etude et d'Experimentation du Machinisme Agricole Tropical (CEEMAT) et Ministere de la Cooperation, Parc de Tourvoie, Antony, France. 336p.
- CEEMAT. 1974. Aide memoire du moniteur de la culture attelee. Centre d'Etude et d'Experimentation du Machinisme Agricole Tropical (CEEMAT) et Ministere de la Cooperation, Parc de Tourvoie, Antony, France.
- CEEMAT/FAO. 1972. The employment of draught animals in agriculture. Rome, Italy.
- CIMMYT. 1984. Report of a networkshop on draught power and animal feeding. 4-6 October 1983, Ezulwini, Swaziland. Networking workshop Report 2. CIMMYT Eastern and Southern Africa Economics Programme: Mbabane, Swaziland.
- Conroy D. 1992. Advanced training techniques for oxen. Tiller's TechGuide. Tillers International. Kalamazoo Michigan, USA.
- Conroy D and Rice P. 1992. Selecting and training oxen. Tiller's TechGuide. Tillers International. Kalamazoo, Michigan, USA.
- Crossley, P. and Kilgour, J. 1983. Small farm mechanization for developing countries. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 253p.
- Devnani, R.S. 1981. Design considerations for harnesses and yokes for draught animals. Technical bulletin n° CIAE/81/30.

Dibbits, H.J. 1993. Human and draught animal power in crop production. Past experiences and outstanding problems. In Human and Draught Animal Power in Crop production. Workshop proceedings, Harare, Zimbabwe, 18-22 January, 1993. Silsoe Research Institute-Agricultural Research Food Council. CEE-FAO, Rome 1993, Italy.

Eicher, K.C. and Baker, D.C. 1982. Research on agricultural development in Sub-Saharan Africa: A critical survey. MSU International Development Paper n° 1.

Fall, A. 1985. Situation actuelle de l'environnement et de l'utilisation du parc de matériels de culture attelée en Basse Casamance. Mémoire de titularisation. Département de Recherches sur les Systèmes de Production et Transfert de Technologie en Milieu Rural. ISRA. (document interne).

Fall, A. 1990. Adoption et Principales contraintes à la diffusion des équipements de traction animale en Basse Casamance, Senegal. In: P. Starkey, M. Goe and A. Faye (eds), Animal traction for Agriculture Development. Wageningen: Technical Center for Agricultural and Cooperation (ACP-EEC Lomé Convention).

FALL, A. 1990. Rôles actuels et potentiels des forgerons traditionnels dans la maintenance du matériel agricole en Basse Casamance, Senegal. In: P. Starkey, M. Goe and A. Faye (eds), Animal traction for Agriculture Development. Wageningen: Technical Center for Agricultural and Cooperation (ACP-EEC Lomé Convention).

Fall, B.N. 1981. Etude sur la situation et les perspectives de l'industrie du machinisme agricole au Senegal. Première consultation régionale pour le développement de l'industrie du machinisme agricole en Afrique. ONUDI-OUA-CEA-FAO.

Falvey L.J. 1986. An introduction to working animals. MPW, Melbourne, Australia.

FAO. 1972. Manual on the Employment of draught Animals in Agriculture. CEEMAT

FAO. 1982. Report of the FAO Expert Consultation on Appropriate use of animal energy in Agriculture in Africa and in Asia. FAO. Rome.

Ffoulkes D. and Bamualim, 1989. Improving the nutrition level of draught animals using available feeds. In Hoffman D., Nari J. and Petheram R.J. (eds), Draught Animals in Rural Development. Proceedings of an International Research Symposium, Cipanas, Indonesia. ACIAR Proceedings n° 27:134-145.

Foth, D.H. 1990. Fundamentals of soil science. 8th edition. Wiley & Sons Publisher. New York.

Goe, M.R. 1983. Current status of research on animal traction. World Animal Review, 45, 2-17

- Goe, M.R. 1987. Animal traction on smallholder farms in Ethiopian highlands. University Microfilms International: Ann Arbor, Michigan.
- Goe, M.R. 1990. Overcoming constraints to animal traction through a collaborative research network. In: P.H. Starkey, M.R. Goe and A. Faye (eds). Proceedings of the third WAATAN. 7-12 July 1988, Saly, Senegal. Animal Traction for Development. CTA.
- Goe, M.R., and McDowell, R.E. 1980. Animal Traction: Guidelines to utilization. Cornell International Agriculture Mimeo. Ithaca, N.Y. Cornell University.
- Havard, M. 1987. Le parc de materiels de culture attellee et des possibilites de sa maintenance dans le departement de Nioro: resultats d'enquetes. Document de travail 1987:3. Departement Systemes et Transfert, ISRA, Dakar, Senegal. 45p.
- Havard M., Le Gal J.P. and Pirot R. 1994. Towards a decision support system integrating different kinds of knowledge to choose and manage field equipment. U.R. Genie Agronomique et Mecanisation, CIRAD-SAR, Montpellier, France.
- Havard M and Le Thiec G. 1995. Animal traction in Western Africa and Madagascar. Influence of the environment on its development and use. Communication in The challenge of Animal Traction. ATNESA Network, 4-9 December 1995, Kenya. 11p.
- Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. Academi Press, Inc. New York, USA.
- Hopfen, H.J. 1960. Farm implements for Arid and Tropical Regions. Agricultural Development paper No 67. FAO, Rome, Italy.
- Jaeger, K.W. 1985. Agricultural mechanization: The economics of animal traction in Burkina Faso. Doctor of Philosophy thesis submitted to IFPRI. Stanford University.
- Jackson, P. 1990. Introduction to Expert Systems (2nd ed.). Addison-Wesley Publishing Company, N.Y.
- Jury W.A., Gardner W.R. and Gardner W.H. 1991. Soil physics. 5th Edition. Wiley & Sons. New York.
- Kartiarso, M.D. and Teleni, E. 1987. Nutritional study using a treadmill at James Cook University. DAP Project Bulletin. 3:1-15.
- Keith M. 1992. Training young steers. Tiller's TechGuide. Tillers International. Kalamazoo MI.
- Kemp, D.C. 1987. Draught animal power: some recent and current work. World Animal Review. 63:7-14.

- Lawrence, P.R. 1985. A review of the nutrient requirements of draught oxen. In Copland, J.W. (ed.) *Draught Animal Power for production: Proceedings of an international workshop held at James Cook University, Townsville, Qld, Australia, 10-16 July 1985*. Canberra: ACIAR Proceedings No. 10, 59-63.
- Lawrence, P.R. and Pearson, A. 1985. Factors affecting the measurements of draught force, work output and power of oxen. *J. agric. Sci. Camb.* 105:703-714.
- Lawrence, P.R. and Pearson A. 1989. Measurement of Energy Expenditure in working Animals: Methods for different conditions. In Hoffman D., Nari J. and Petheram R.J. (eds), *Draught Animals in Rural Development. Proceedings of an International Research Symposium, Cipansas, Indonesia*. ACIAR Proceedings n° 27:155-165.
- Lawrence, P.R. and Pearson R.A. 1993. Experimental methods in draught animal science: The need for standardization. In *Human and Draught Animal Power in Crop production. Workshop proceedings, Harare, Zimbabwe, 18-22 January, 1993*. Silsoe Research Institute-Agricultural Research Food Council. CEE-FAO, Rome 1993, Italy.
- Lawrence, P.R. and Stibbards R.J. 1990. The energy costs of walking, carrying and pulling loads on flat surfaces by Brahman cattle and swamp buffalo. *Animal Production*, 50: 29-39.
- Lawrence P.R. and Zerbini E. 1993. Recent trends in research on draught animal nutrition. In *Human and Draught Animal Power in Crop production. Workshop proceedings, Harare, Zimbabwe, 18-22 January, 1993*. Silsoe Research Institute-Agricultural Research Food Council. CEE-FAO, Rome 1993, Italy.
- Lee J. V. d., Udo H. M. J. and Brouwer B. O. 1993. Design and validation of an Animal Traction Module for a smallholder Livestock Systems Simulation Model. *Agricultural Systems* 43 (1993) 199-227.
- Le Moigne, M. 1981. Contraintes posees par l'insertion de la mecanisation dans les unites de production agricole en zone sahelienne. *Etude methodologique*. CEEMAT. Paris, France.
- Martin, D., and Teleni, E. 1989. Fatigue in buffaloes on different work loads. *DAP Project Bulletin*, 9, 2-6.
- Le Moigne, M. 1984. Mission d'appui au programme Machinisme Agricole en Casamance. CEEMAT. 33p.
- Le Thiec, G. 1991. Les harnachements pour bovins - "De l'Europe a l'Afrique". CIRAD-SAR, CEEMAT, Montpellier, France.
- Le Thiec, G. and Havard M. 1995. Quels jougs pour les bovins de trait en Afrique Sub-Saharienne? Communication in *The challenge of Animal Traction*. ATNESA Network, 4-9 December 1995.

- Le Thiec G and Havard M. 1995. Developing suitable yokes for draft oxen in Sub-Saharan Africa. Communication in Meeting the challenges of Animal Traction ATNESA Network, 4-9 December 1995. 10p.
- M.A.T. 1985. Special animal traction. No 91. Juillet-Septembre.
- M.A.T. 1988. Activites CEEMAT 1986-87. CEEMAT. Parc de Tourvoie, Antony, France.
- Matthews, M.D.P. and Pullen. 1975. Cultivation trials with ox-drawn implements using Ndama cattle in the Gambia. Tropical Agricultural Engineering Information, Report series, Overseas Department. NIAE, Silsoe, Bedford, England.
- Mbengue H.M. 1986. LA mecanisation de la transformation des cereales au Senegal: Aspects techniques et nutritionnels. ISRA CNRA Bambey. DRSAEA. Dakar, Senegal.
- MDR. 1986. Etude du Secteur Agricole: Plan Cerealier. Ministere du Developpement Rural, Senegal.
- Monnier, J. 1983. Pour un nouveau developpement de la culture attellee en region. Lecons des experiences acquises au Senegal, Madagascar, Cote d'Ivoire. Les roles de la Recherche et de la Vulgarisation. Montpellier, France.
- Morris J. 1983. The economics of small farm mechanization in Crossley P and Kilgour J (eds). Wiley and Sons. NY.
- Montoroi J.P. 1991. Etude du comportement hydrique des sols rouge et beige du bassin versant de Djiguioum (Basse Casamance - Campagne de mesures 1990). ORSTOM, Programme CEE DG XII, Contrat no TS2A-0216-M (CD).
- Ndiame, F. 1986. Aspects economiques de l'utilisation de la traction animale bovine et de sa promotion par le biais du Credit Special du PIDAC pour le materiel agricole ISRA DRSAEA. Memoire de titularisation. Dakar, Senegal
- Ndiame, F. 1990. Animal traction in the Lower Casamance: Technical aspects and socio-economic implications. In: Paul Starkey and Adama Faye (eds), Animal traction for Agriculture Development. Wageningen: Technical Center for Agricultural and Cooperation (ACP-EEC Lome Convention).
- Ndiame F and Fall A. 1989. Par quelle cereale remplacer le riz ? Quelques problemes de la culture du maïs en Basse Casamance. In Economie des Filières en Regions Chaudes Actes du X^{eme} seminaire d'economie et de sociologie 11-15 Septembre 1989, Montpellier, France. Une publication du CIRAD.
- Nolle, J. 1975. Le tracteur animal. M. A. T. 51:46-56

O'Neill D, Hayton S. and Sims B. 1989. Measurement of draught animal performance. In Hoffman D., Nari J. and Petheram R.J. (eds), *Draught Animals in Rural Development Proceedings of an International Research Symposium*, Cipanas, Indonesia ACIAR Proceedings n° 27:264-271.

Pearson R.A. and Fall A. 1993. Research on the nutrition of draught animals. In *Human and draught animal power in crop production. Workshop proceedings 18-22 January, 1993*, Harare Zimbabwe. Silsoe Research Institute and Agricultural Research and Food Council, CEE-FAO, Rome, Italy.

Pelissier, P. 1966. *Les paysans du Senegal. Les civilisations agraires du Cayor a la Casamance*. Saint Yrieux, France. ed. Fabreque.

Peret S., Pirot R. and Razaka B. 1994. In-field measurement of tillage implements performances: Practical applications in soil-tillage relations studies. Paper AG-ENG 94

Pingall P., Bigot Y and Binswanger H. 1987. *Agricultural mechanization and the evolution of farming systems in Sub-Saharan Africa*. A World Bank Publication, John Hopkins Press, Baltimore, MD. USA.

Pirot, R. 1993. Automation of in-field data recording: Recent research work at CIRAD-SAR. CIRAD-SAR, Montpellier, France.

Posner, J.L. 1985. *Contribution a la connaissance agronomique de la Basse Casamance (synthese bibliographique)*. Document de travail 1985:3. Departement Systemes et Transfert, ISRA, Dakar, Senegal.

Posner J.L. and al. 1988. *Les systemes de production en Basse Casamance et les strategies paysannes face au deficit pluviometrique*. ISRA/MSU International Development Papers

Raman H., Mohan S., and Rangacharya N.C.V. 1992. Decision Support for Crop Planning during Droughts. In *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol 118 n° 2 229-241

Ratlif L.F, Ritchie J.T., and Cassel D.K. 1983. Field-measured Limits of Soil Water availability as Related to Laboratory-Measured Properties. In *Journal of SSSA*, vol 47 no 4: 770-775.

Roosenberg R. 1987. Updating animal-powered mechanization by building on history. ASAE proceedings: December 15 - 18, 1987 Winter meeting in Chicago IL.

Roosenberg R. 1992. Neck yoke design and fit: Ideas from dropped hitch point traditions. *Tiller's TechGuide*. Tillers International. Kalamazoo MI

Sebillotte M. 1990. Les processus de decision des agriculteurs. Deuxieme partie: consequences pour les demarches d'aide a la decision. In *modelisation systemique et*

systeme agraire. Decision et organisation, J. Brossier, B. Vissac et J.L. Le Moigne, eds., Paris, France, INRA: 103-117.

Smith A. J. 1990. Using science to understand the biological constraints that limit work animal productivity. In: P. Starkey, M. Goe and A. Faye (eds), Animal traction for Agriculture Development. Wageningen: Technical Center for Agricultural and Cooperation (ACP-EEC Lome Convention).

Smith A. J. 1981. Draught animal Research: A neglected subject. World Animal review, 40, 43-48

Sonko, M.L. 1990. Disponibilite des animaux de trait et contraintes structurelles en Basse Casamance. In: P. Starkey, M. Goe and A. Faye (eds), Animal traction for Agriculture Development. Wageningen: Technical Center for Agricultural and Cooperation (ACP-EEC Lome Convention).

Sonko, M.L. and Fall, A. 1992. Budgets de culture: Recueil de donnees technico-economiques de production en Basse Casamance. FAO contrat d'auteur n° 7 CMT 37503.

Srivastava, N.S.L. and Ojha, T.P. (eds). 1987. Utilization and economics of draught animal power. Central Institute of Agricultural Engineering: Bhopal, India.

Starkey P. 1986. Draught animal power in Africa: priorities for development, research and training. Networking paper 14. FSSP, University of Florida: Gainesville, Florida.

Starkey, P. 1989. Harnessing for cattle and buffaloes: Options and research. In Hoffman D., Nari J. and Petheram R.J. (eds), Draught Animals in Rural Development. Proceedings of an International Research Symposium, Cipansas, Indonesia. ACIAR Proceedings n° 27:280-291.

Starkey P. 1989. Harnessing and Implements for Animal traction - An animal traction resource book for Africa. GATE/GTZ, Vieweg and sons, Braunschweig, Wiesbaden. Germany.

Turban E. and Meredith J.R. 1994. Fundamentals of Management Science. 6th Edition. Irwin, Boston Ma. USA.

Teleni E. and Hogan J.P. 1989. Nutrition of draught animals. In Hoffman D., Nari J. and Petheram R.J. (eds), Draught Animals in Rural Development. Proceedings of an International Research Symposium, Cipansas, Indonesia. ACIAR Proceedings n° 27:118-133.

Tourte, R. 1971. Themes legers - Themes lourds: Systemes intensifs; Voies differentes ouvertes au Developpement Agricole du Senegal, (Simple technical innovation, Sophisticated technical innovation, Intensive Systems; Three different Approaches to Agriculture Developpement in Senegal). Agronomie Tropicale, No 26 (5).

Traverse, S. 1974. Le boeuf Ndama et la riziculture en Basse Casamance. Station Rizicole de Djibelor. ISRA, Dakar, Senegal.

Upadhyay, R.C. 1989. Performance limiting factors in draught animals: Can they be manipulated to improve output? In Hoffman D., Nari J. and Petheram R.J. (eds), Draught Animals in Rural Development. Proceedings of an International Research Symposium, Cipansas, Indonesia. ACIAR Proceedings n° 27:166-173.

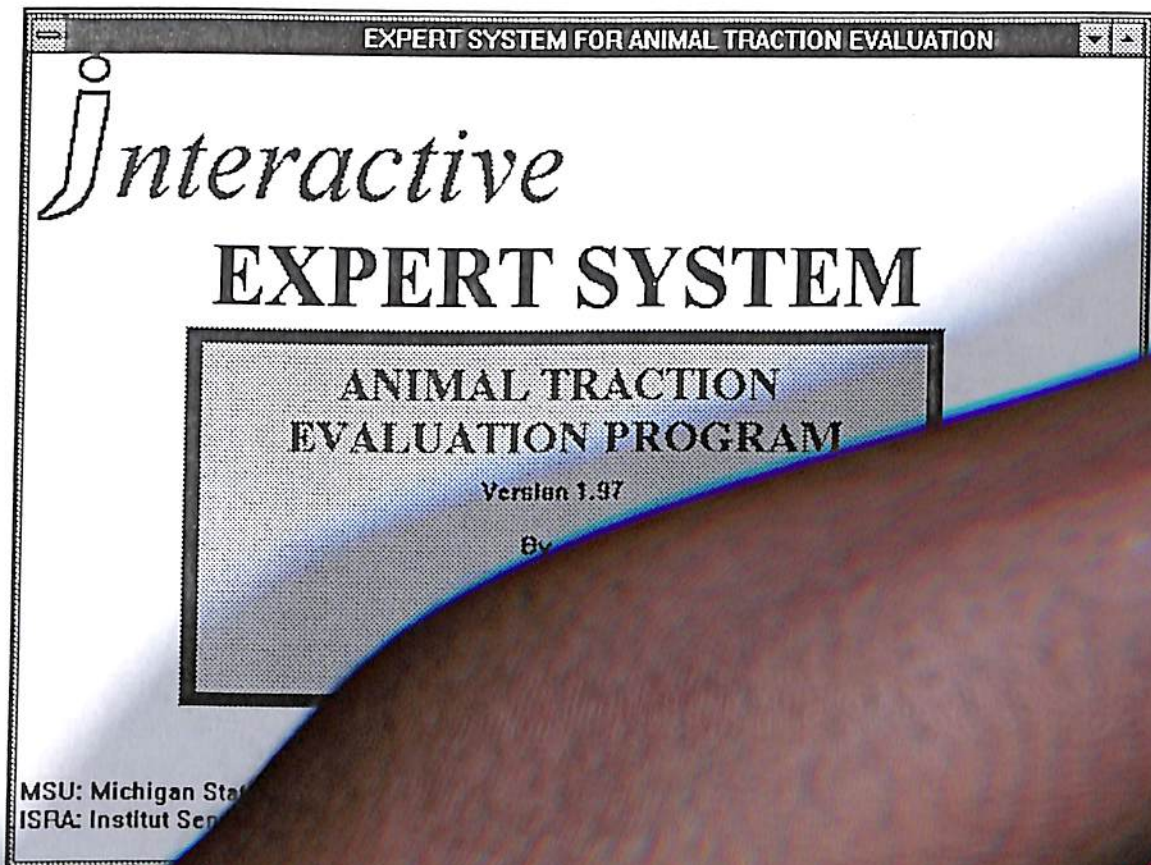
Uzureau, C. 1974. Animal draft in West Africa. World Crops. 26:112-114.

Wanapat, M. 1989. Supplementary feeds: Their effects on performance of draught animals and their acceptability to Southeast Asian farmers. In Hoffman D., Nari J. and Petheram R.J. (eds), Draught Animals in Rural Development. Proceedings of an International Research Symposium, Cipansas, Indonesia. ACIAR Proceedings n° 27:146-153.

Willocks, T.J. 1979. Tillage energy requirements for semi-arid crop production in Botswana. In R. Lal (ed). Soil tillage and Crop production. Proceedings series No.2. 303-323. IITA: Ibadan, Nigeria.

APPENDIX E

ONE COMPLETE SESSION OF THE EXPERT SYSTEM PROGRAM



APPENDIX E

ONE COMPLETE SESSION OF THE EXPERT SYSTEM PROGRAM

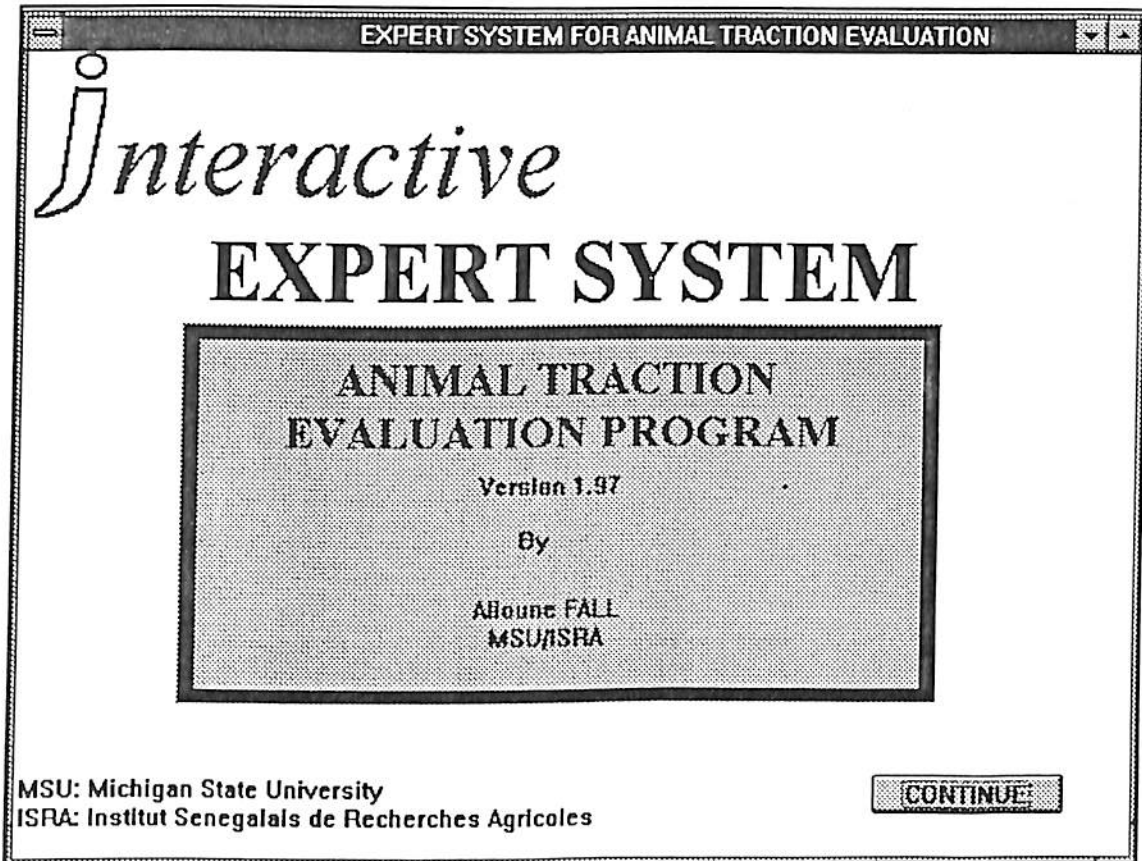


Figure E1: Screen 1

A N N E X E S

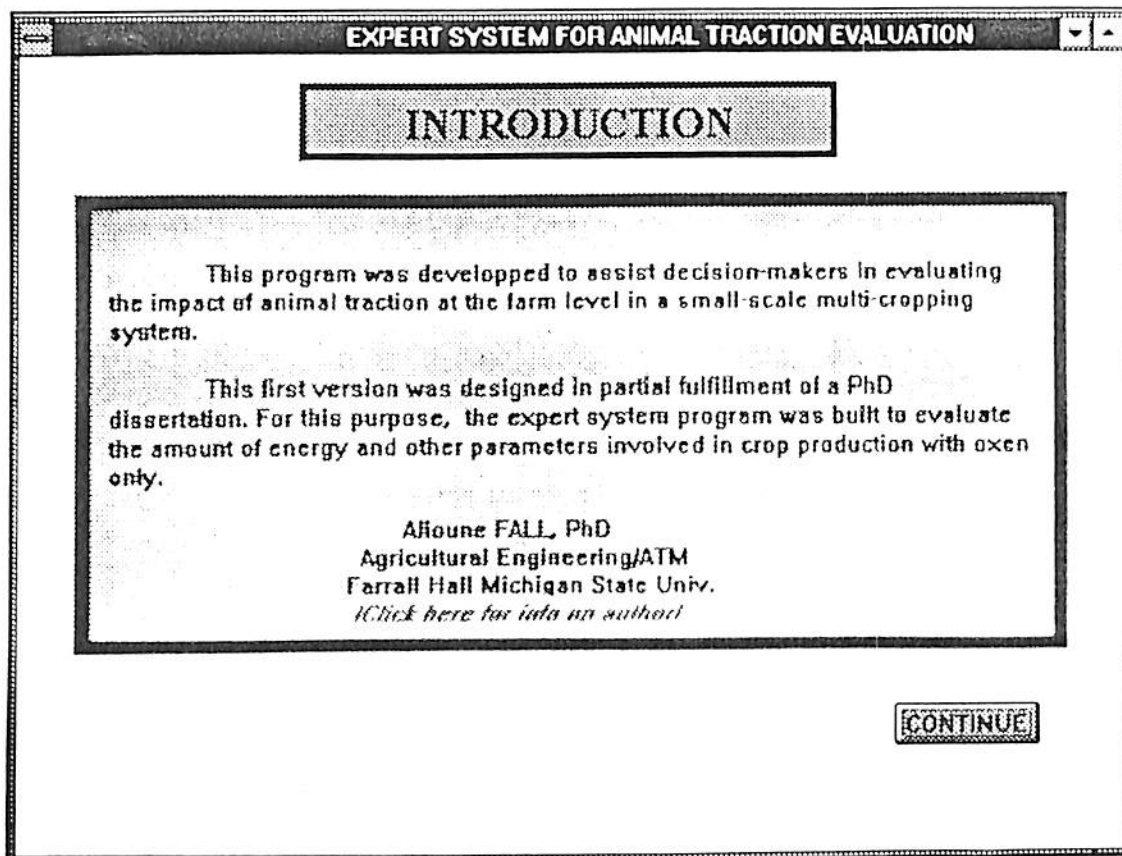


Figure E2: Screen 2

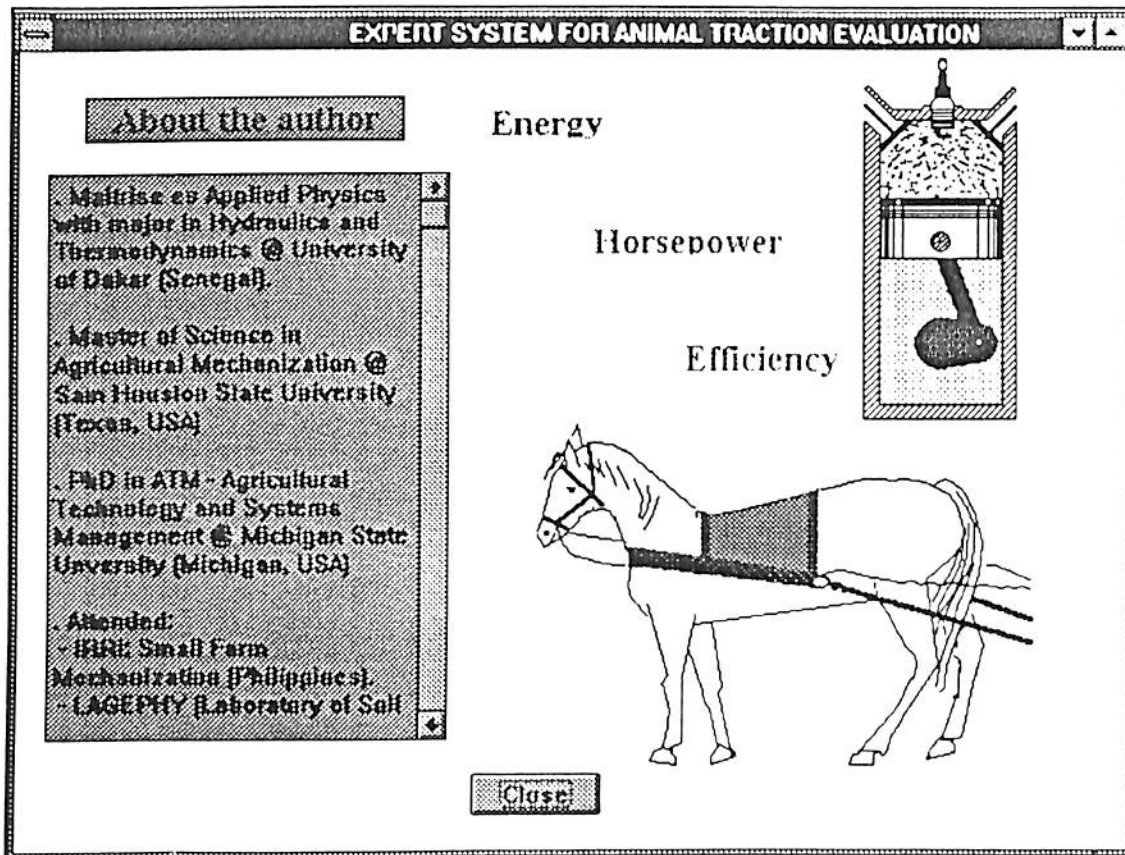


Figure E3: Screen 3

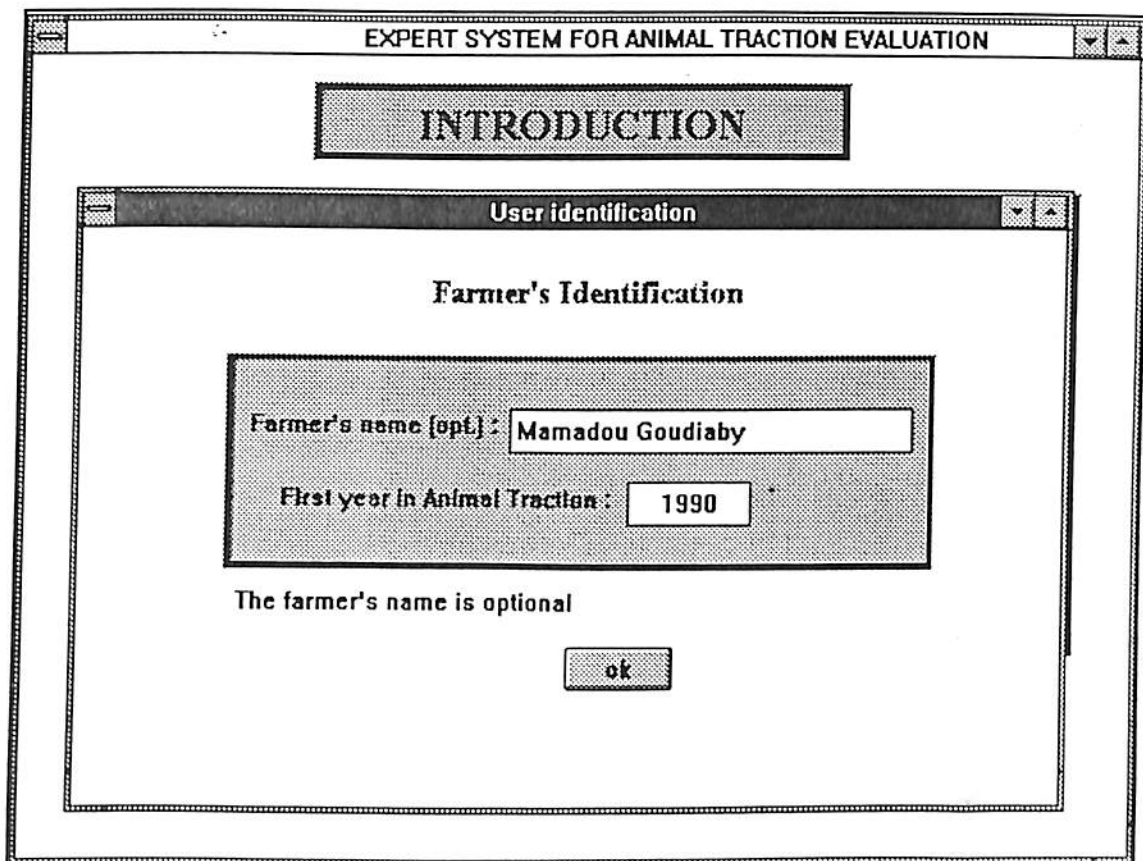


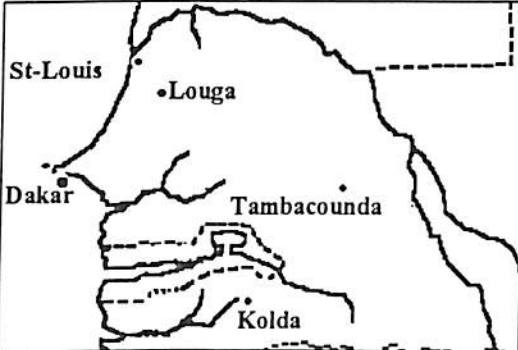
Figure E4: Screen 4

Geographical Location of the Farm

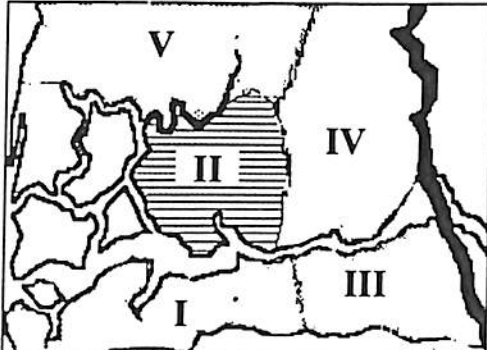
Geographical Location and Farm Characteristics

08-19-1997

COUNTRY



REGION



1. Agro-eco-system Zone:	<input type="text" value="4"/>		Region	
2. Village :	<input type="text" value="Boulandor"/>		<input type="text" value="Basse Casamance"/>	
3. Farm Size[ha]:	<input type="text" value="6.00"/>			
4. Number of Farm Workers:	<input type="text" value="5.0"/>			
5. Main Cash crop:	<input type="text" value="Groundnut"/>		<input type="text" value="Cropping and Soil System"/>	
<input type="button" value="Exit"/>		<input type="button" value="Continue"/>		

Figure E5: Screen 5

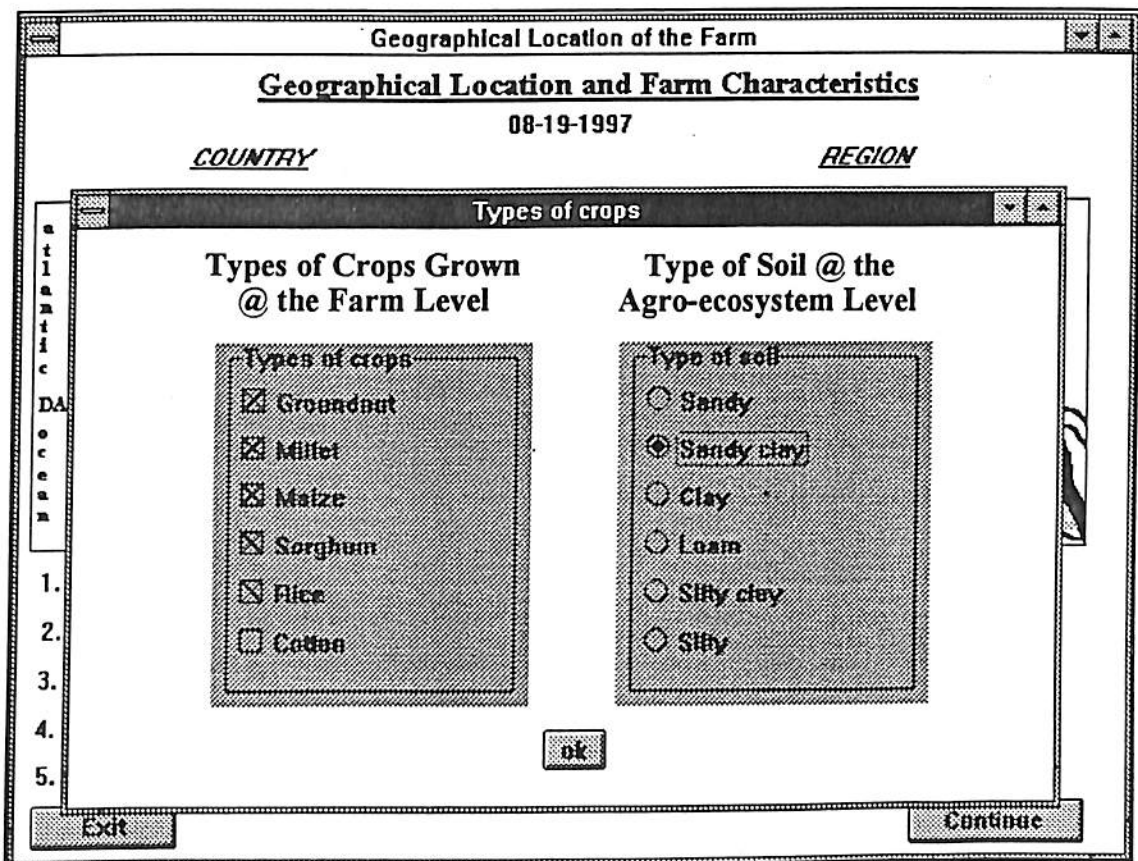


Figure E6: Screen 6

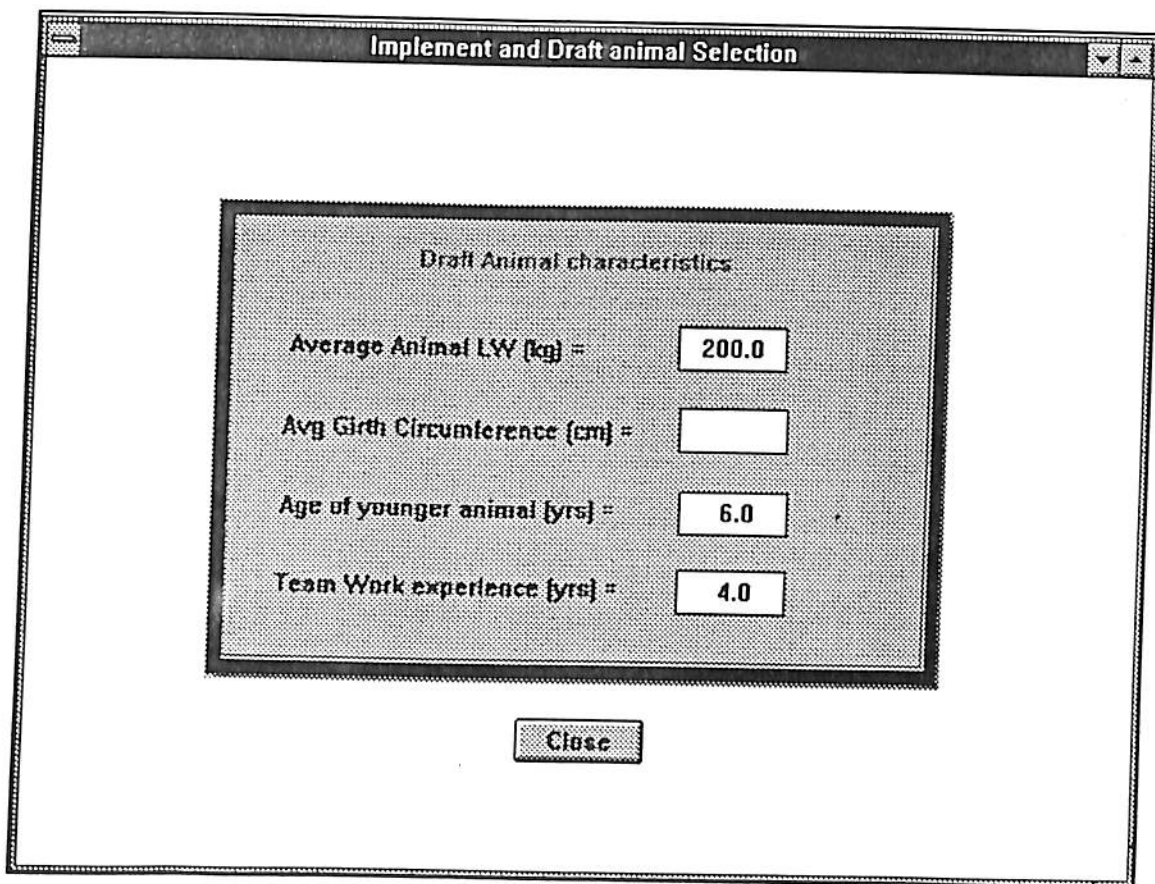


Figure E7: Screen 7

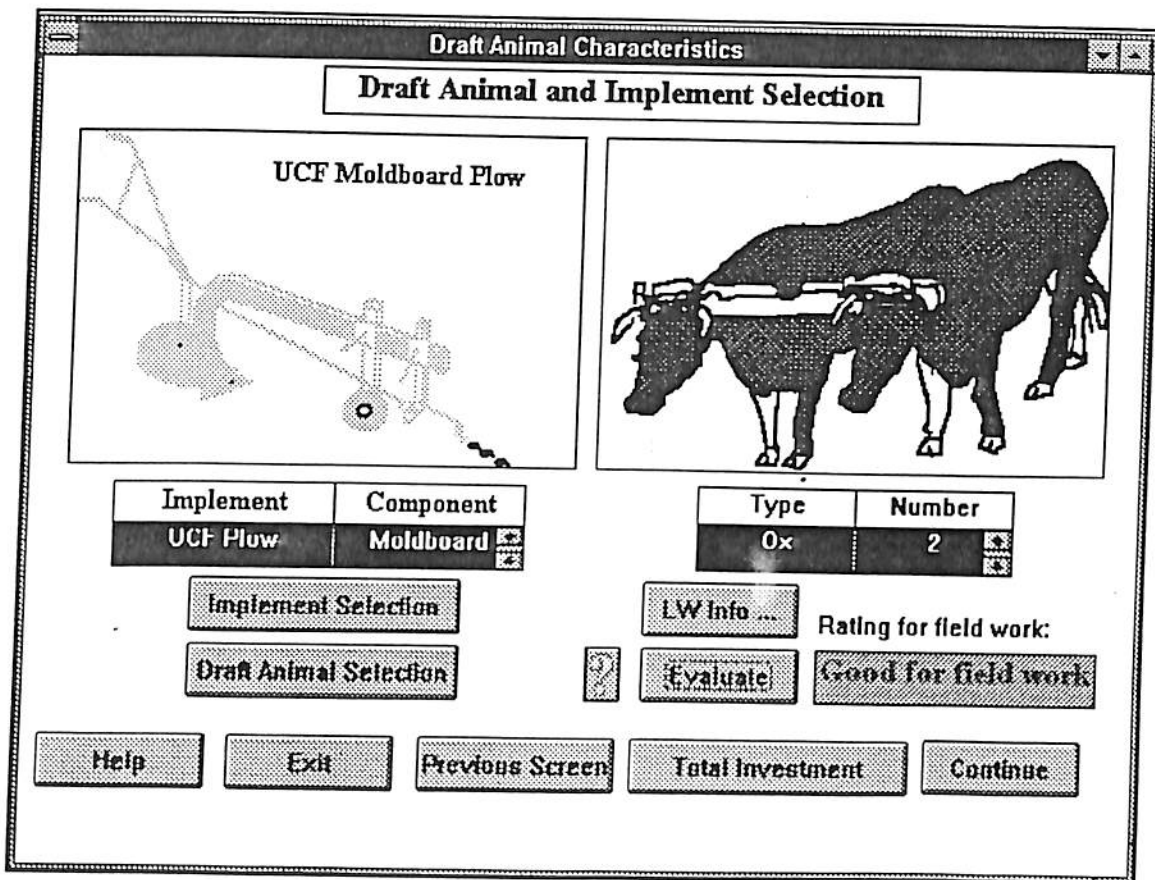


Figure E8: Screen 8

Why the rating of Good for field work

The selected draft animal belongs to the type:

With

Average Liveweight (kg):

age (yrs):

Experience (yrs):

1. Draft Capacity depends on Liveweight.
It must be at least equal to half of the species' mature weight : kg

2. The average recommended training age of the selected draft animal type is : years

3. A minimum number of years for a good working experience is : years

Figure E9: Screen 9

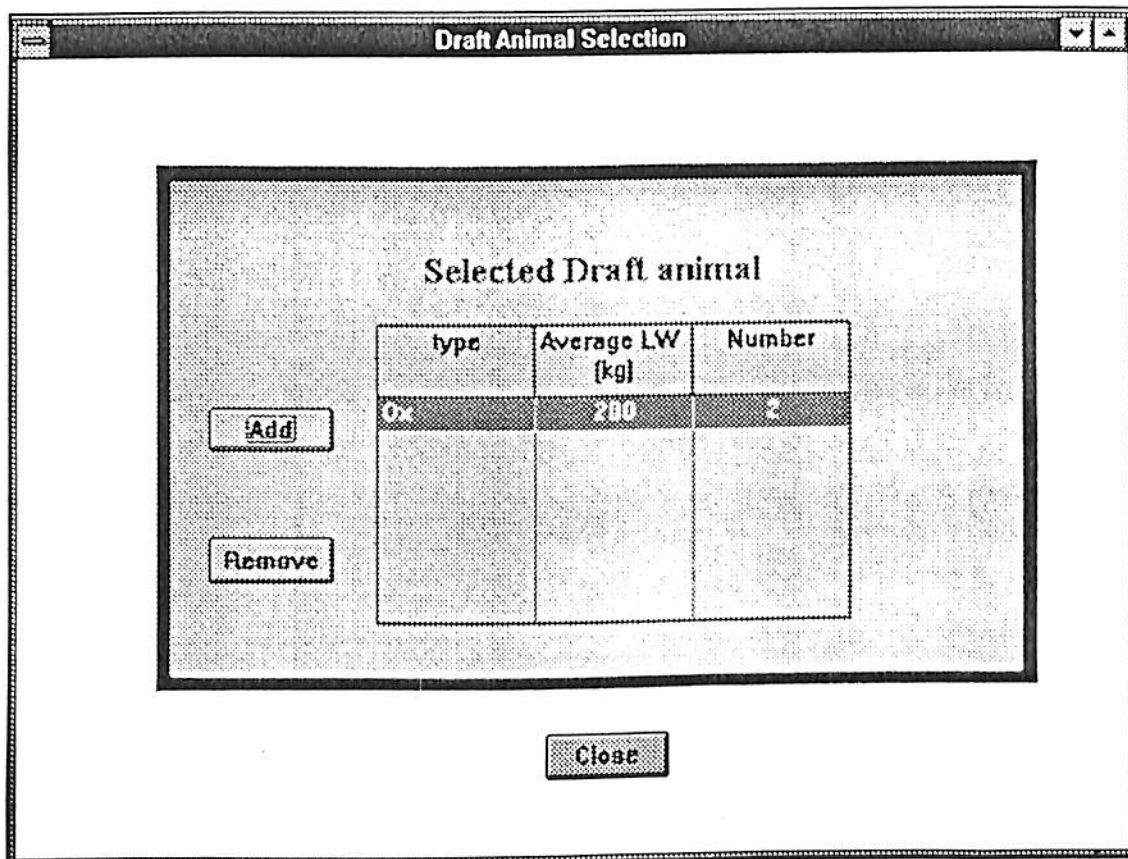


Figure E10: Screen 10

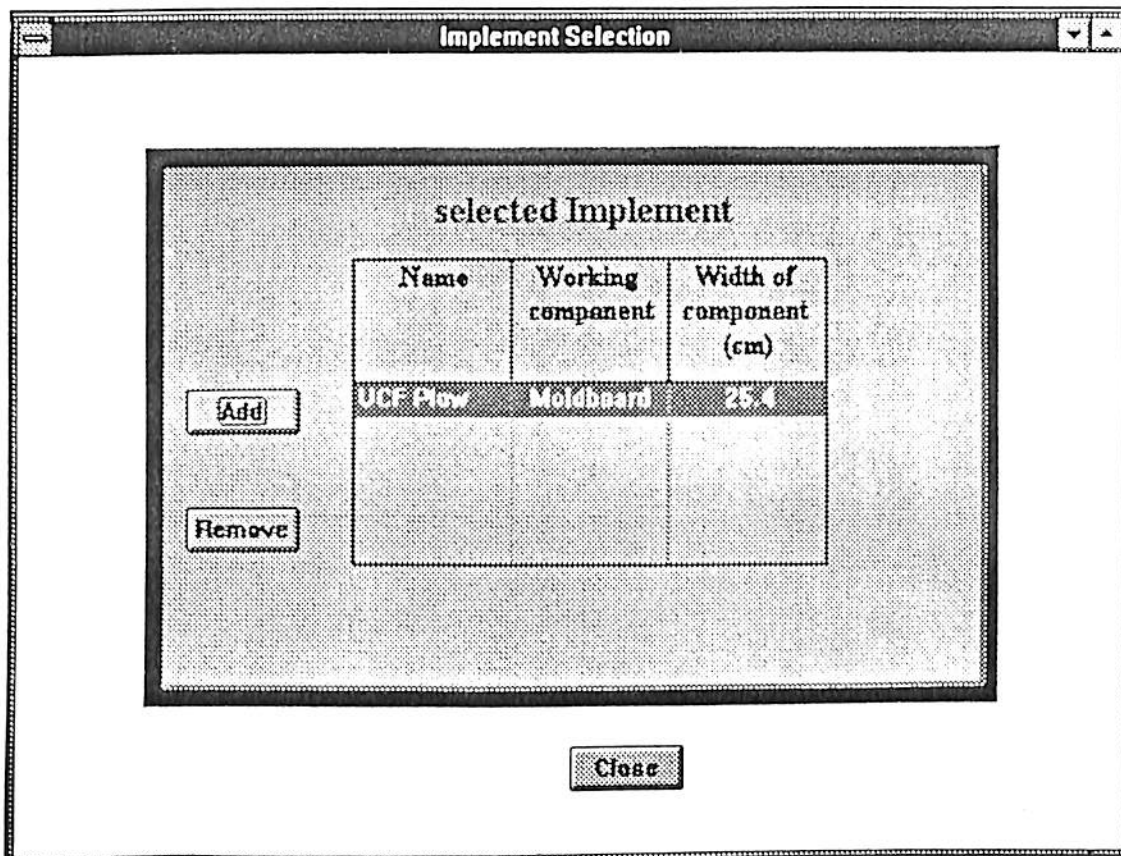


Figure E11: Screen 11

Total Farm Investment

Farm Equipment Investment

Name	Working component	Width of working component	Number of working component	Retail Price
UCF Plow	Moldboard	25.4	1	88140
Total Implement Cost				\ 88140

Type	LW	Number	Market Price	Total price
Ox	200	2	0	0
Total Draft animal cost				0

Total Farm Investment	88140
------------------------------	-------

Figure E12: Screen 12

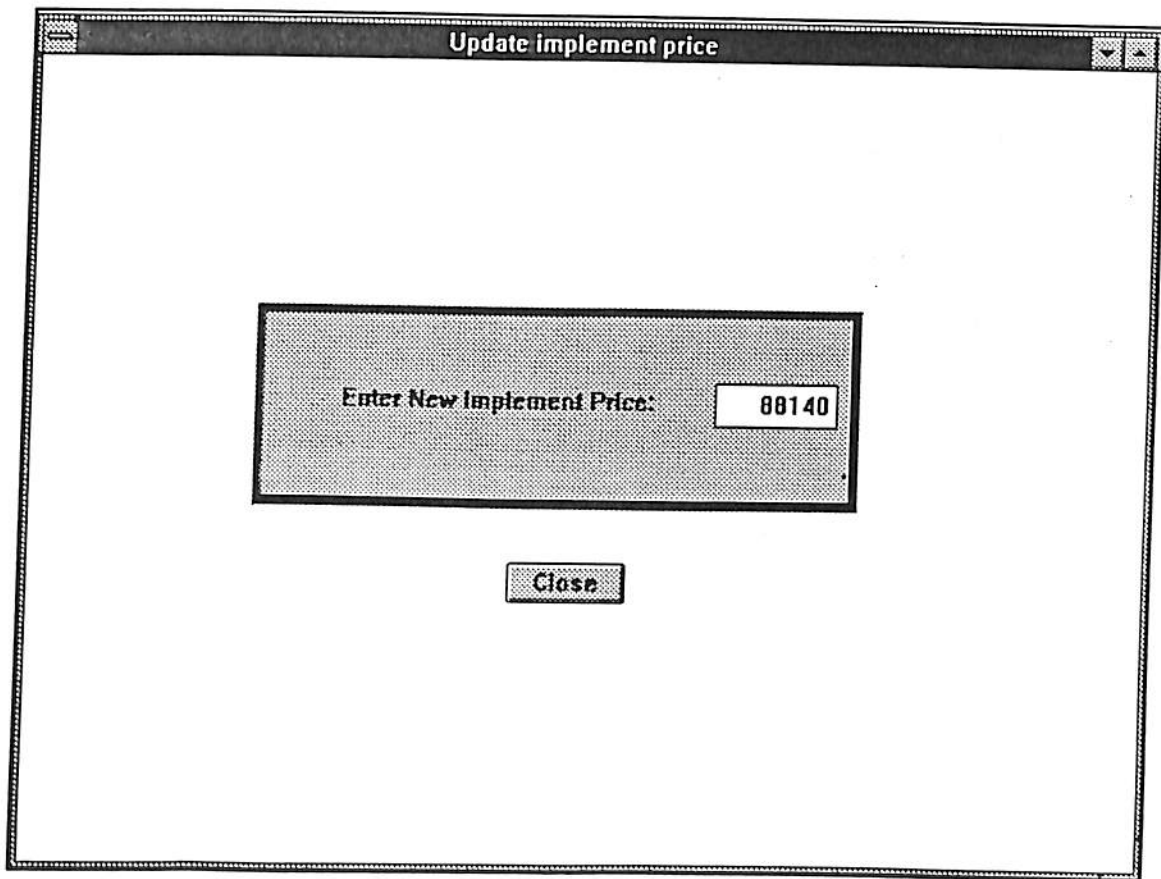


Figure E13: Screen 13

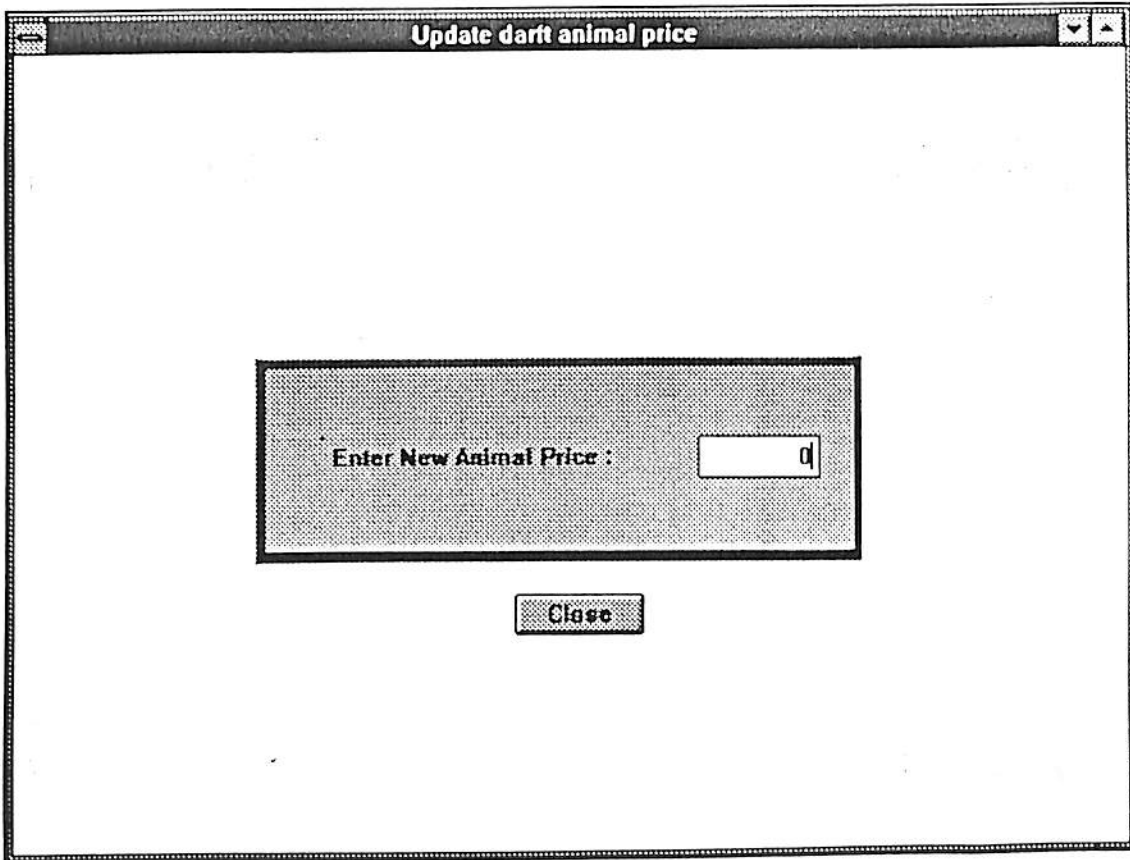


Figure E14: Screen 14

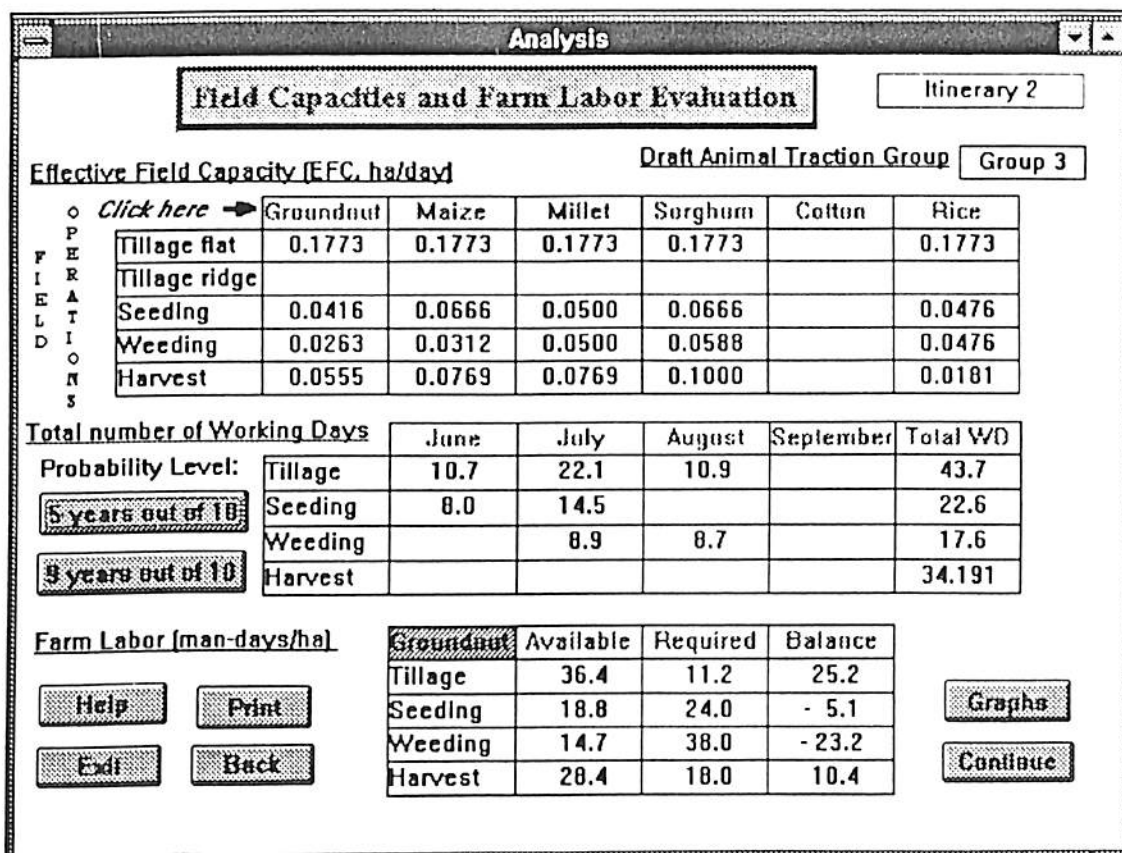


Figure E15: Screen 15

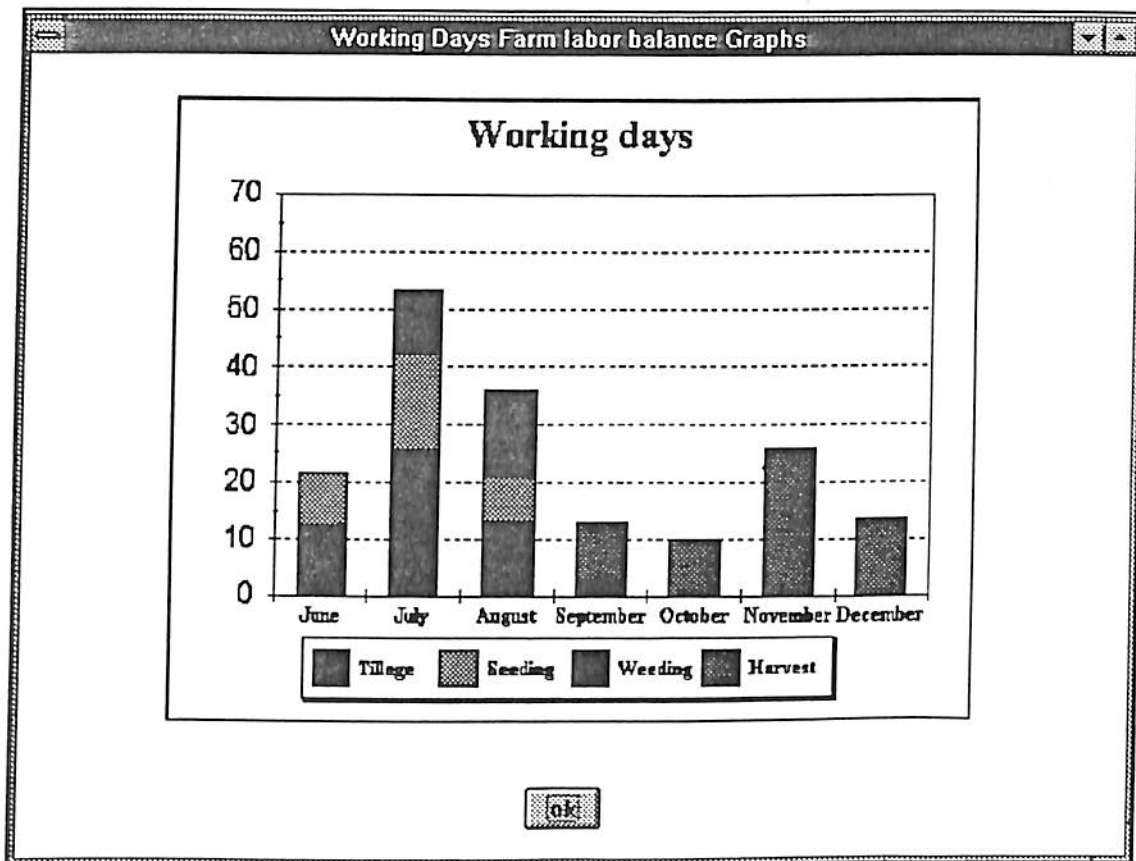


Figure E1 : Screen 1

Energy Evaluation and Feeding system

Energy Used and Required

Itinerary 2
Group 3

I. A. 1. Energy Used for field work (MJ NE/day)

<i>Click here</i> →	Groundnut	Maize	Millet	Sorghum	Cotton	Rice
Tillage flat	39.69	39.69	39.69	39.69		39.69
Tillage ridge						
Seeding						
Weeding						
Harvest						

2. Energy Used for Maintenance (MJ NE/day) 37.02

B. 1. Energy Used for field work (MJ NE/ha)

Tillage flat	223.78	223.78	223.78	223.78		223.78
Tillage ridge						
Seeding						
Weeding						
Harvest						
Itinerary	223.78	223.78	223.78	223.78		223.78

2. Energy Used for Maintenance (MJ NE/ha)

Tillage Seeding Weeding Harvesting

II. Energy from feed (MJ NE) *(Click here for feed energy)*

Print Exit Farm Budget

Figure E17: Screen 17

Energy Evaluation and Feeding system	
Feed and Energy Supply	
A. Energy from the feed (NE MJ/day)	
Dry matter Intake (kg):	8.00
Metabolizable energy Intake (ME MJ/day):	88.90
Mechanical Efficiency of utilization M.E:	0.64
Net energy available for maintenance and work (NE MJ/day):	57.21
Energy available for work (NE MJ/day):	20.18
B. Energy from body weight losses (NE MJ/day)	
Equivalent energy of LW losses (NE MJ/day)	13.80
C. Net Energy available for work (NE MJ/day)	
	37.35
D. Energy expenditure ratio (multiple of maintenance)	
	2.00
Feed ration	Print
	Continue

Figure E18: Screen 18

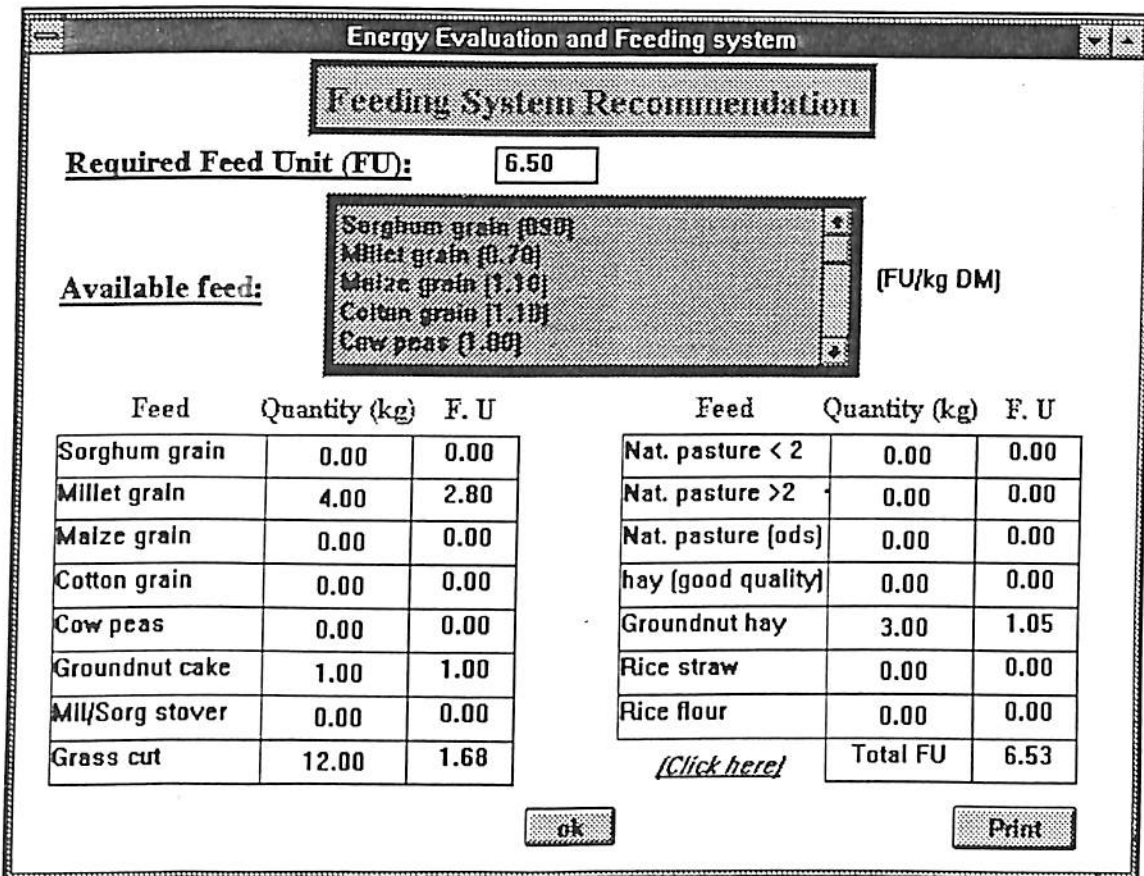


Figure E19: Screen 19

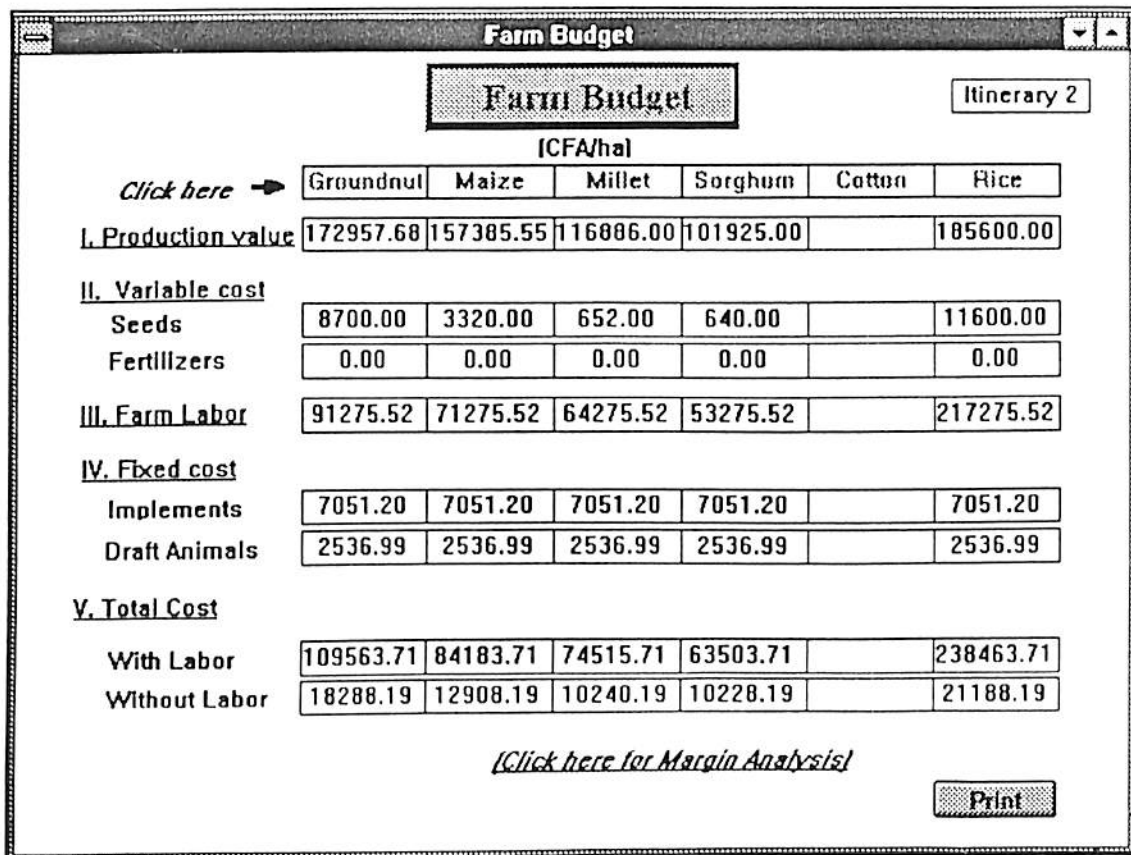


Figure E20: Screen 20

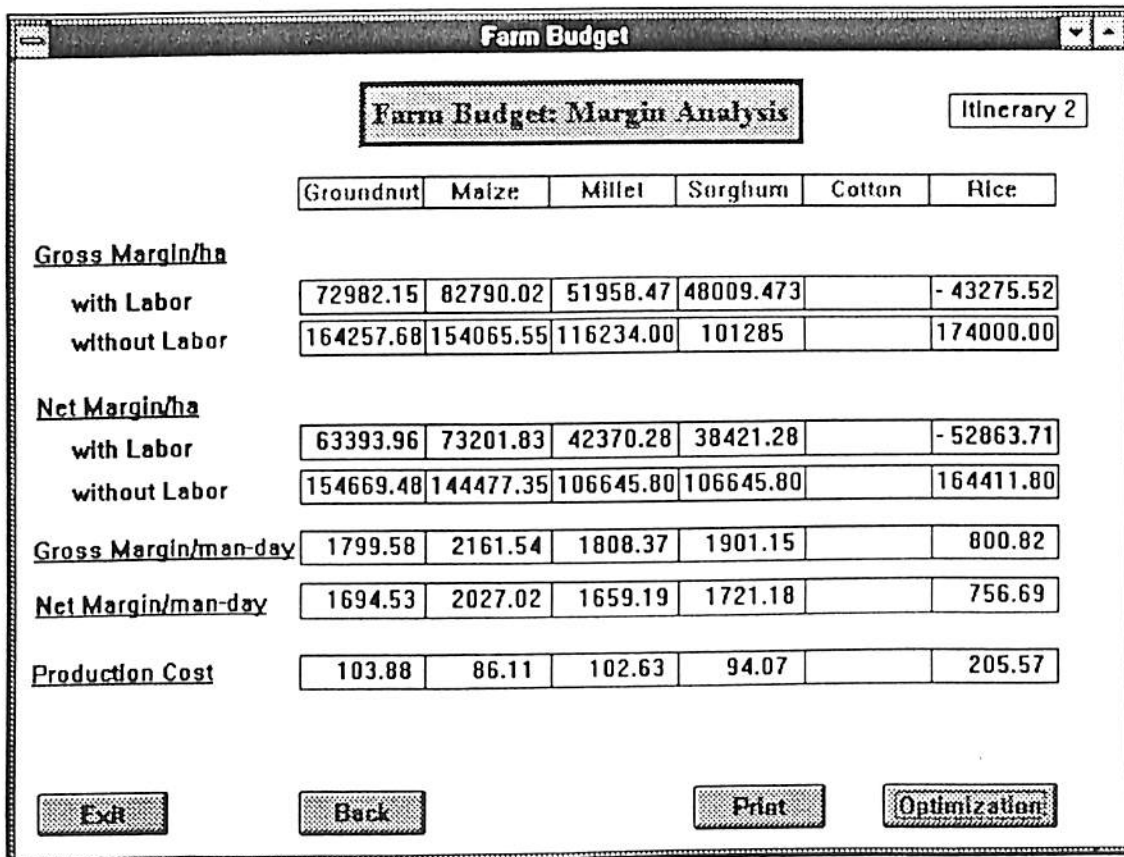


Figure E21: Screen 21

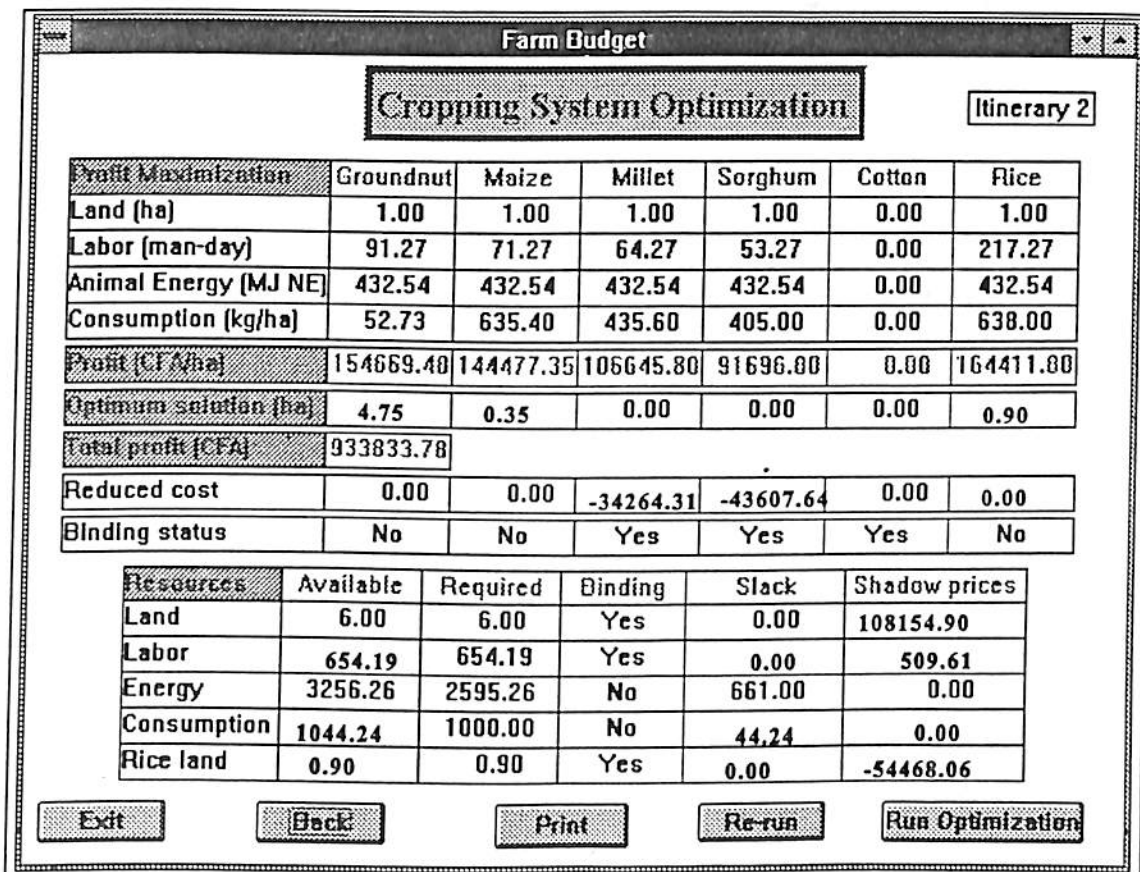


Figure E22: Screen 22

1 . 3 Diagnostic participatif dans le CNBA (PAR 2-2)

DIAGNOSTIC PARTICIPATIF DE LA ZONE CENTRE NORD BASSIN ARACHIDIER

Equipe CNRA/Bambey

Un diagnostic partagé a été initié en 1996 dans le but de mieux connaître le milieu, les systèmes de production et de recenser les stratégies paysannes en fonction des contraintes et des opportunités de la zone Centre Nord Bassin Arachidier (CNBA).

Cette activité a impliqué les partenaires techniques (Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de Thiès, Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey, Inspection Régionales d'Agriculture, Inspections Régionales d'Elevage, Centre d'Expansion Ruraux Polyvalents, Organisations Non Gouvernementales) et les organisations de producteurs. Elle a été menée dans neuf villages, à savoir : Thiakhar, Touba Dieng, Both Sérère, Santhiou Pire, Tenefoul, M'Backa LÔ, Yéri, Keur Diawle, N'Dollor (figure 1).

Les résultats obtenus ont permis de dresser une première esquisse d'un zonage agro-écologique du CNBA, de fixer sur cartes et schémas une série d'informations de base sur le milieu physique, humain et sur les systèmes de production (figures 2 à 10).

Dans le but d'approfondir ce travail, nous avons programmé de compléter les résultats obtenus dans le cadre des subventions en cours.

Les deux activités qui suivent constituent une première étape à ce travail qui sera menée entre mars et avril 1998.

1 - LA TRACTION EQUINE ET ASINE DANS LE NORD BASSIN ARACHIDIER : SITUATION ACTUELLE ET PERSPECTIVES

Dans le Nord Bassin Arachidier, le cheval et l'âne constituent les seuls animaux de trait au niveau des exploitations. Les producteurs ont opté pour ces deux animaux de trait à cause du type de sol et de la simplification des itinéraires techniques, bien que la traction bovine ait été vulgarisée dans la zone par la Société de Développement et de vulgarisation Agricole (SODEVA), sur la base des résultats du Centre National de la Recherche Agronomique (CNRA) de Bambey.

La recherche en s'intéressant à la traction animale, a surtout privilégié le volet équipement agricole. Cependant, l'animal qui est attelé à cet équipement mérite une attention particulière. Celle-ci est d'autant plus justifiée que l'élevage de ce cheptel est une source de revenus importante. En effet, le Centre Nord Bassin Arachidier (CNRA), à travers des marchés hebdomadaires réputés tels ceux de

Touba-Touli de Bambey et de Mbafaye joue un rôle essentiel dans l'approvisionnement en animaux de trait pour tout le territoire sénégalais.

Dans cette optique, la présente étude s'est fixée comme objectif principal d'analyser au niveau des unités fonctionnelles que sont les exploitations rurales, les conditions d'élevage (mode de conduite, utilisation) et les facteurs limitants la productivité des ânes et chevaux dans le Nord du Bassin Arachidier. Il ressort des enquêtes menées dans 153 exploitations, les principaux résultats suivants :

1.1 - Caractérisation des exploitations

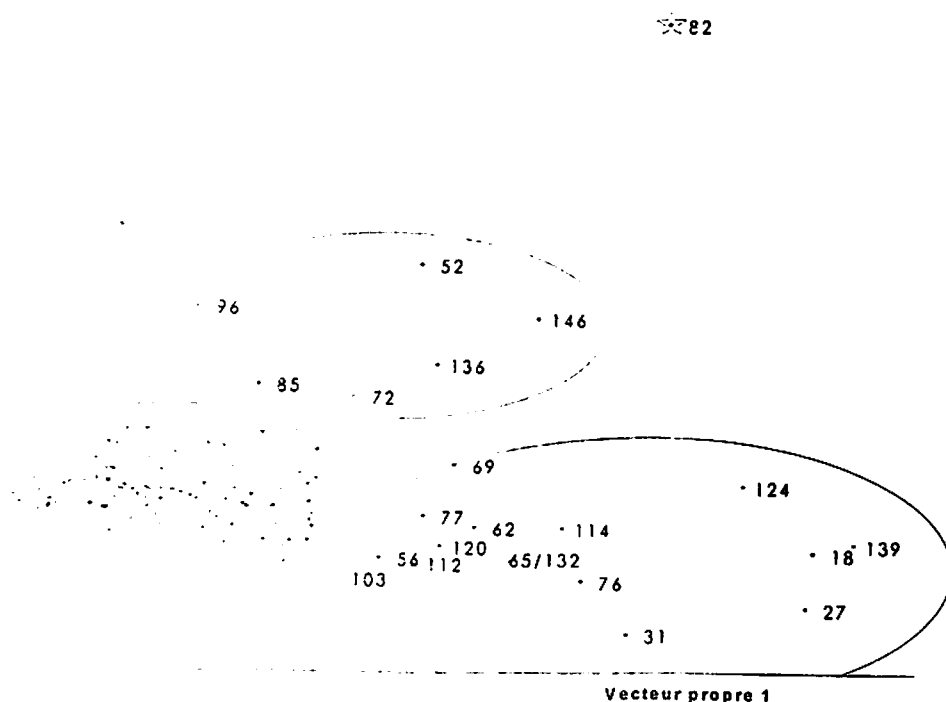
Les exploitations présentent une grande diversité au niveau du CNBA. La typologie réalisée grâce à l'analyse en composantes principales a permis de définir trois types d'exploitation (figure 11).

Les exploitations de type I représentent 85,4 pour cent de l'échantillon et est prédominant dans la zone.

Les exploitations de type I et celles du type III qui constituent respectivement 10 et 4 pour cent de l'échantillon appartiennent en majorité aux carrés polynucléaires (carrés étant composé de plus de 2 exploitations).

La présente étude révèle que 38 pour cent des exploitations possèdent des chevaux, 26 pour cent des ânes et 36 pour cent utilisent ces deux espèces. Ces résultats montrent l'importance des chevaux et ânes dans les systèmes de production du Nord Bassin Arachidier.

Figure 11 : Représentation des exploitations dans le plan des vecteurs propres 1 et 2



1.2 - mode de conduite des animaux de trait

Le mode de conduite varie principalement selon la saison, le sexe et l'espèce animale. Les chevaux contrairement aux ânes font l'objet de beaucoup de soins, car ils constituent à la fois prestige et force de travail. Au sein de l'espèce chevaline, l'étalon est privilégié par rapport à la jument, car en plus des opérations culturales, il est utilisé dans le transport. De plus, il est en stabulation permanente toute l'année au niveau de l'exploitation alors qu'ânes et juments pâturent librement en saison sèche.

Le logement

Très peu d'animaux (4 pour cent de l'échantillon) bénéficient d'un logement au sein des exploitations. Quand il existe, le logement exclusivement réservé aux étalons est réduit à sa plus simple expression à savoir un toit (en chaume ou confectionné par des tiges de mil et des branchages) soutenu par quatre pilotis. La litière est absente, le sol n'a aucun revêtement.

L'alimentation

Le pâturage naturel joue un rôle fondamental dans l'alimentation des ânes et chevaux qui est composée d'une importante fraction fibreuse (fourrage). Les concentrés et les grains sont rarement utilisés sauf pour les étalons effectuant le transport.

Les rares asins qui bénéficient de concentrés et de mil se rencontrent dans les exploitations utilisant exclusivement la traction asine. La présence et la qualité de ces différentes composantes de la ration alimentaire varient selon la saison, le sexe et l'espèce animale.

D'une manière générale, l'alimentation des animaux de trait est enrichie par la fane d'arachide et les sons domestiques avant et durant les opérations culturales. Cette stratégie paysanne vise à pallier la baisse de performance des animaux de trait pendant les périodes d'activités intenses. Seul, l'étalon bénéficie d'une ration de travail. Cette ration en fonction de la récolte et des revenus du producteur peut être exclusivement du mil, du tourteau ou de l'association des deux. Ainsi, en saison sèche, seuls 10 pour cent des exploitations allouent à l'étalon un supplément d'aliment en guise de ration de travail.

L'abreuvement s'effectue au seau dans les exploitations et autour du puits. En hivernage, les mares constituent des *abreuvoirs naturels*. La fréquence de la prise d'eau varie selon la saison et l'espèce animale. En saison sèche, les chevaux s'abreuvent au moins 2 fois par jour (matin et soir) Les ânes quant à eux s'abreuvent au maximum 1 fois par jour dans 81 pour cent des exploitations.

Hygiène et prophylaxie

Les affections respiratoires constituent la pathologie la plus fréquente dans les exploitations (surtout chez les chevaux en saison sèche), suivies par les coliques et le surmenage. Cette prédominance des affectations respiratoires est une conséquence indéniable du type d'abri dont bénéficie l'animal car ce dernier est exposé au vent, à la poussière et à la rosée.

Face aux affections, le producteur utilise les essences végétales de la médecine traditionnelle à titre prophylactique ou curatif. La vaccination des ânes n'a jamais été évoquée, celle des chevaux n'est pas systématique.

Reproduction

Elle est contrôlée chez les chevaux à l'inverse des ânes. En milieu rural, la production hybride (mulet et bardot) est rare, bien que la vigueur des mulets soit reconnue. La productivité numérique est faible chez l'espèce chevaline à cause du diagnostic de gestation empirique et tardif, des avortements, saillies non fécondantes et des mortalités élevées des jeunes surtout ceux dont l'âge est inférieur à un an (tableau 1).

Tableau 1 : Taux de mortalité des jeunes équins et asins dans les exploitations

Espèce animale	Nombre de produits nés vivants	Nombre de produits morts	Age à la mortalité	Taux de mortalité
Equine	68	6	0 - 1 an	8,82
		1	> 1 an	1,47
Asine	57	12	0 - 1 an	21,05
		2	> 1 an	3,5

Utilisation

Les chevaux et ânes occupent une place importante dans la vie socio-économique de l'exploitation. Ils sont utilisés dans l'agriculture (culture attelée) et le transport des personnes et des biens.

La durée de carrière des animaux est variable, elle dépend de l'apparence de l'animal (caractère phénotypiques porte-bonheur ou non), de sa performance (aptitude au travail), du niveau de réserves alimentaires. En effet, lorsque ces dernières s'amenuisent, le producteur vend ou confie l'animal. Cette stratégie explique le fait que l'achat soit le motif le plus fréquent de l'entrée d'un animal dans l'exploitation et la vente celui de la sortie.

L'harnachement des animaux est non seulement sommaire mais inconfortable. L'équipement agricole est d'utilisation mixte.

Les résultats obtenus dans le cadre de ce travail ont permis de formuler des recommandations immédiates en ce qui concerne l'amélioration des pratiques d'alimentation, de logements et de conduite de la reproduction et l'harnachement.

Ces résultats ont permis de définir des axes de recherches sur la nutrition, l'amélioration génétique et la reproduction des équidés de trait.

2 - EXPLOITATION ET VALORISATION DES DONNEES DES TRAVAUX MENES SUR LES PHANEROGAMES PARASITES

Pour procéder à l'exploitation et à valorisation des travaux menés sur les phanérogames parasites quelques travaux sur le terrain et au laboratoire ont été effectués afin de compléter les données déjà disponibles.

2.1 - Tests d'identification des faux hôtes

Six (6) espèces annuelles (cultivées ou spontanées) ont été testées avec un lot de graines de *S. hermonthica* récoltées au Sud du Saloum en présence du mil (souna III) considéré comme témoin .

Nos résultats mettent en évidence les capacités des exsudats racinaires des plantes testées à provoquer des germinations suicides des graines de *S. hermonthica* confirmant ainsi leur statut de faux-hôtes contrairement au mil souna. Les légumineuses testées (*Cassia obtusifolia*, *Indigofera astragalina*, *Indigofera hirsuta*, *Crotalaria retusa*, *Arachis hypogea* et *Vigna unguiculata*) donnent des pourcentages de germination identiques.

Les 4 variétés d'arachides (55-437, 73-30, 73-33 et fleur 11) et les 3 variétés de niébé (Mougne, B89-504 et IS 86-275) ont les mêmes capacités d'induction de la germination des graines de *S. hermonthica*.

Le plus faible pourcentage de germination a été obtenu avec *Cardiospermum halicabum* (Sapindacée) montrant ainsi son faible impact sur la réduction du stock de graines de *S. hermonthica* dans le sol.

2.2 - Effet de *C. Occidentalis* sur la germination des graines de *S. Hermonthica*

Le but de cet essai était d'étudier, en présence du mil souna, l'effet des exsudats racinaires de *Cassia occidentalis* sur la germination des graines de *S. hermonthica*. Nos résultats montrent que :

- au laboratoire (boîte de pétri) les exsudats racinaires inhibent totalement la germination des graines du *Striga* ;

- *Cassia occidentalis* semés entre 14 et 28 JAS¹ du mil contrôle assez bien les émergences du parasites mais n'éradique pas l'infestation.

2.3 - Inventaire des plantes parasites :

L'inventaire des plantes parasites a pour but de voir la répartition, la gamme d'hôtes et l'importance des différentes espèces de plantes parasites dans le territoire national.

Il ressort de nos résultats que les plantes parasites recensées lors des prospections dans le territoire national représente une infirme partie de l'ensemble des phanérogames parasites connues dans le monde.

Elles appartiennent à 6 genres réparties dans 3 familles. La famille des scrophulariacées est la plus riche en genres (3) et en espèces (8) suivies par celle des Loranthacées : 2 genres et 3 espèces (tableau 3) :

Tableau 3 : Espèces parasites recensées durant les prospections

Famille espèces	Epiphyte	Epirhize	Holoparasite	Hémiparasite
Cuscutaceae				
<i>Cuscuta hyalina</i>	X		X	
Loranthaceae				
<i>Englerina lecardii</i>	X			
<i>Tapinanthus dodoneifolius</i>	X			
<i>Tapinanthus bangwansis</i>	X			
Scrophulariaceae				
<i>Buchinera hispida</i>		X		X
<i>Ramphicarpea fistulosa</i>		X		X
<i>Striga asiatica</i>		X		X
<i>Striga aspera</i>		X		X
<i>Striga brachycalyx</i>		X		X
<i>Striga gesnerioides</i>		X		X
<i>Striga hermonthica</i>		X		X
<i>Striga passargei</i>		X		X

La majorité d'entre elles sont peu fréquentes; malheureusement certaines, largement distribuées au Sénégal, occasionnent des dégâts importants aux principales cultures vivrières.

Chez les plantes épirhises *S. hermonthica* est de loin l'espèce la plus répandue dans les cultures et la plus nuisible. Elle est présente dans toutes les zones cultivées. D'autres espèces trouvent localement dans le milieu cultivé des conditions favorables à leur développement et représentent un problème. Il s'agit de *S. gesnerioides* (tableau 4) et *S. aspera*.

Tableau 4 : Principales dicotylédones rencontrées dans les champs de culture et dans les friches au niveau du bassin arachidier et espèces parasitées par *S. gesnrioides* (willd) vatke.

Espèces	Département											
	Mbour	Thiès	Tivaouane	Bambey	Diourbel	Mbacké	Gossas	Fatick	KK	Kaffrine	Kébémér	Louga
Euphorbiacés												
<i>Phyllanthus pentan-</i> <i>drus</i>												
Fabacées												
<i>Vigna unguiculata</i>			*	*	*	*					*	*
<i>Indigofera</i> <i>astragalina</i>				*								
<i>Indigofera aspera</i>			+	+								
<i>Indigofera diphylla</i>												
<i>Tephrosia linearis</i>												
<i>Crotalaria areneria</i>												
<i>Zornia glochidiata</i>												
Convolvulacées												
<i>Ipomoea coptica</i>		+										
<i>Ipomoea pestigridis</i>												
<i>Ipomoea pescaprea</i>	*							*				
<i>Ipomoea vagans</i>			+	*		+	*					
<i>Merremia pinnata</i>									+	+		
<i>Merremia tridentata</i>		+		+	+						+	+

* = exprime que le parasite est présent dans le département et sur l'espèce considérée et est très fréquent .

+ = parasite présent mais peu fréquent ou est à l'état d'individus très isolés.

2.4 - Les enquêtes sur *STRIGA*

L'objectif de ces enquêtes était de préciser la place des plantes parasites et leur évolution dans le système d'exploitation agricole de villages représentatifs des principales régions agricoles du bassin arachidier.

D'une façon générale, ces enquêtes ont montré que :

- dans l'ensemble les paysans connaissent les plantes parasites même si la plupart d'entre eux ignorent leur biologie et en particulier leur mode de reproduction,
- pour l'ensemble des 7 villages étudiés ; 50% des champs sont parasités.

- la prédominance de la culture du mil, nettement plus sensible au *Striga* que le sorgho dans le bassin arachidier, augmente les risques de proliférations du parasite.
- rien n'est fait par les producteurs pour éviter une augmentation du stock de graines de *Striga* se trouvant dans le sol ; favorisant ainsi, année après année, les fortes densités enregistrées et l'augmentation des superficies contaminées.

1 . 4 Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles dans la région de Kaolack (PAR-6)

1. - Introduction

Pour intervenir d'une manière efficace sur l'agriculture d'une région, il faut au préalable connaître le fonctionnement des exploitations agricoles (objectifs, contraintes stratégiques, moyens, choix de production, choix stratégiques, performances techniques et économiques), ou l'état actuel de l'agriculture et des environnements par le biais d'études régionales (à l'échelle de petites régions : terroirs). L'intérêt des études régionales de l'agriculture et des écosystèmes à petite échelle (terroir ou ensemble de terroirs, bassins versants, vallées, forêts ou parcs), réside dans l'identification d'axes prioritaires de recherche ou de recherche/développement pour les différents secteurs de production.

C'est pourquoi, l'étude du fonctionnement des exploitations agricoles, est l'un des thèmes qui constituent le programme de recherches défini dans le plan stratégique du CRA de Kaolack. L'activité qui fait l'objet de cette communication rentre dans ce cadre. En effet les objectifs visés par l'étude sont :

- détermination du fonctionnement des exploitations agricoles ;
- élaboration d'une typologie et analyse du fonctionnement des exploitations agricoles par type ;
- définition d'orientations pour des actions de recherches ou de développement.

2. - Matériels et méthodes

2.1 - Présentation de la démarche

La démarche consiste à identifier des groupes d'exploitations assez semblables entre elles pour les mêmes caractéristiques, et donc redevables des mêmes types d'actions techniques. Les caractéristiques essentielles de fonctionnement sont la surface exploitée, la combinaison des productions, la composition de la famille et ou des ménages, et les modalités de conduite des productions.

Il faut au préalable faire des enquêtes en exploitations paysannes, permettant d'avoir des informations relatives aux productions et leurs conduites. Ce type de renseignements n'est pas suffisant dans les statistiques agricoles disponibles, qui ne permettent pas ainsi de mettre en évidence le fonctionnement des exploitations. En effet, les statistiques concernant par exemple les systèmes de culture ne sont pas disponibles.

- Pour chaque enquête on collecte des données sur l'état actuel et passé du système de production et on reconstitue le processus de prise de décision du paysan. On reconstitue le fonctionnement de chaque exploitation.

- L'élaboration d'une typologie consiste à agréger les exploitations selon leur fonctionnement et ce, par regroupements successifs. Les critères de regroupement dépendent de la région (milieu naturel, environnement socio-économique,) et des systèmes de productions mis en œuvre (diversité des combinaisons de productions au sein des exploitations et gamme des niveaux d'intensification).

2.2 - Choix des villages d'enquêtes et des exploitations

Tableau 1 : Localisation géographique des villages exploitations de l'échantillon d'étude

	Département	Communauté rurale	Villages	Effectif exploitations
Bassin arachidier ancien	Kaolack	Keur Socé	Sagnanème	31
Zone agricole et pastorale	Kaffrine	Boulel	Médina Kébé	30
Zone de polyculture	Nioro	Thyssé Kaymor	Kaymor	19
			Ten Peul	15
			Darou	10
			Khoudoss	5
			Ndimb Taba	7
		Paoskoto	Bamba	16
			Firgui	5
			Keur Djim	16
			Santhie Mamour Ndary	
Total				154

Tableau 2 : Caractéristiques des types

Zone	Type	Nom. exploi.	Ac-tifs	Surf. culti-vée	Che-ptel trait	Cheptel prod. bovins	Cheptel prod. Petits ruminants	Résultats
1	A1	18	6	5	1	0	5	Faibles
1	B1	10	8	9,5	3	12	7	Moyens
1	C1	2	6	23	5	40	14	Très bons
2	A2	8	4	7,5	0	0	4	Faibles
2	B2	7	5	18	3	7	14	Bons
2	C2	10	9	34	5	4	9	Bons
2	D2	5	10	40,5	10	12	16	Très Bons
2	E2	1	17	62	19	40	75	Moyens
31	A3	8	4	2,4	2	1	3	Moyens
31	B3	6	4	19,2	6	3	10	Bons
31	C3	20	5	8	2	0	1	Très faibles
32	A4	22	7	4	2	1	3	Faibles
32	B4	11	10	16	0	0	2	Médiocres
32	C4	6	4	6	4	20	18	Bons

4. - Conclusion/orientations

Tableau 3 : Normes de jugement du niveau d'équipement

Type équipement	Normes (nombre ha par unité)	Ratio
Semoir super-éco monorang	4	0,25
Semoir polyculteur	12	0,083
Houe occidentale	3	0,33
5 Houe sine	3,5	0,286
Houe sine gréco	4	0,25
Ariana	6	0,17
Polyculteur	8	0,125
Souleveuse	5	0,20
Charrette asine	7,5	1,133
Charrette équine	10,5	0,095
Charrette bovine à petit plateau	10,5	0,095
Charrette bovine à grand plateau	15	0,067

Les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- des actions de développement sont urgentes pour le renouvellement et le renforcement des équipements (en respectant les normes de ratio établies équipement/ha) qui sont vieux et souvent insuffisants pour maîtriser la sole cultivée, surtout pour les grandes exploitations ;
- le développement de l'utilisation de semences certifiées de qualité pour toutes les cultures est très nécessaire. Les semences utilisées proviennent pour la plus grande majorité de réserves personnelles constituées par les paysans, dont les qualités sont faibles ;
- orientations favorisant le développement d'un élevage mixte composé de bovins et de petits ruminants. Les bovins serviront à :
 - a - fournir une partie du cheptel de trait,
 - b - produire de la matière organique pour l'amendement des sols,
 - c - augmenter les capacités d'investissement.

Les rôles des petits ruminants seront d'assurer l'achat de semences et d'engrais ou de faire face à d'autres besoins sociaux, en dehors de la production de fumier.

- définition et mise en place d'un système de crédit adapté pour l'achat d'intrants ou d'équipements ;

- mise au point de systèmes de culture ou de méthodes d'aménagement et d'occupation de l'espace permettant le maintien ou l'augmentation de la jachère (des parcours, ou des parcs) dans les zones où elle est encore pratiquée ;
- mise au point de systèmes de culture intégrant la pastèque dans les zones où elle est pratiquée ;
- définition des itinéraires techniques permettant à moyen terme, d'améliorer et de maintenir la fertilité des terres et adaptés aux moyens des exploitations ou à la politique agricole en cours ;
- définir des normes d'équilibre visant une bonne intégration des systèmes de productions animales et végétales selon les types d'exploitations.



Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

ISRA - CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES - BP.199 - ☎ (221) 941.29.16 - FAX (221) 941.29.02 - KAOLACK
(Sénégal)

Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles dans la région de Kaolack

Communication activité GRN PAR 3-6 ISRA/NRBAR/CRA-Kaolack

*Atelier de présentation des résultats Agriculture/GRN/Elevage à Kolda du 17 au 20
février 1998*

Par

Maniével SENE y
Ousseynou DIOUF x
Djiby DIOUF x
François DIOH
Biranc T. NDIAYE

1. - Introduction

Les modèles de systèmes de culture (systèmes légers, systèmes semi-intensifs et intensifs) n'ont pas empêché la dégradation des terres cultivées, la baisse des rendements voire de la qualité des produits (arachide d'huilerie et bouche). Ces modèles n'ont pas favorisé une gestion durable de l'environnement, et sont devenus alors un facteur important de fragilisation des ressources naturelles (par déboisement, dessouchage, érosion et acidification). En effet ces systèmes à caractère productiviste ont échappé aux objectifs et aux capacités des producteurs. Ainsi ils n'ont pas été développés. Par conséquent il est nécessaire de les réadapter.

Pour cela, il faut au préalable connaître le fonctionnement des exploitations agricoles (objectifs, contraintes stratégiques, moyens, choix de production, choix stratégiques, performances techniques et économiques), l'état actuel de l'agriculture et des environnements par le biais d'études régionales (à l'échelle de petites régions : terroirs). L'intérêt des études régionales de l'agriculture et des écosystèmes à petite échelle (terroir ou ensemble de terroirs, bassins versants, vallées, forêts ou parcs), réside dans l'identification d'axes prioritaires de recherche ou de recherche/développement pour les différents secteurs de production.

C'est pourquoi, l'étude du fonctionnement des exploitations agricoles, est l'un des thèmes qui constituent le programme de recherches défini dans le plan stratégique du CRA de Kaolack. L'activité qui fait l'objet de cette communication rentre dans ce cadre. En effet les objectifs visés par l'étude sont :

- détermination du fonctionnement des exploitations agricoles ;
- élaboration d'une typologie et analyse du fonctionnement des exploitations agricoles par type ;
- définition d'orientations pour des actions de recherches ou de développement.

2. - Matériels et méthodes

2.1 - Présentation de la démarche

La démarche consiste à identifier des groupes d'exploitations assez semblables entre elles pour les mêmes caractéristiques, et donc redevables des mêmes types d'actions techniques. Les caractéristiques essentielles de fonctionnement sont la surface exploitée, la combinaison des productions, la composition de la famille et ou des ménages, et les modalités de conduite des productions.

Il faut au préalable faire des enquêtes en exploitations paysannes, permettant d'avoir des informations relatives aux productions et leurs conduites. Ce type de renseignements n'est pas suffisant dans les statistiques agricoles disponibles, qui ne permettent pas ainsi de mettre en évidence le fonctionnement des exploitations. En effet, les statistiques concernant par exemple les systèmes de culture ne sont pas disponibles.

- Pour chaque enquête on collecte des données sur l'état actuel et passé du système de production et on reconstitue le processus de prise de décision du paysan. On reconstitue le fonctionnement de chaque exploitation.
- L'élaboration d'une typologie consiste à agréger les exploitations selon leur fonctionnement et ce, par regroupements successifs. Les critères de regroupement dépendent de la région (milieu naturel, environnement socio-économique,) et des systèmes de productions mis en œuvre (diversité des combinaisons de productions au sein des exploitations et gamme des niveaux d'intensification).

2.2 - Choix des villages d'enquêtes et des exploitations

Les villages d'enquêtes sont situés dans trois des quatre sous zones agro-écologiques de la région agricole du bassin arachidier du sud. Les trois petites régions sont le bassin arachidier ancien, la zone agricole et pastorale, et la zone de polyculture. Le choix des villages de Sagnanème et de Médina Kébé a été guidé par le seul fait qu'ils soient des sites d'expérimentations du programme du CRA de Kaolack. Toutes les exploitations agricoles de ces deux villages ont été étudiées. Dans la troisième zone, le choix successif des communautés rurales, des villages et des exploitations a été fait selon un tirage au hasard sans remise pour chaque échelle. Les échantillons d'étude sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Localisation géographique des villages exploitations de l'échantillon d'étude

	Département	Communauté rurale	Village	Effectif exploitations
Bassin arachidier ancien	Kaolack	Keur Socé	Sagnanème	31
Zone agricole et pastorale	Kaffrine	Boulel	Médina Kébé	30
Zone de polyculture	Nioro	Thyssé Kaymor	Kaymor	19
			Ten Peul	15
			Darou Khoudoss	10
			Ndimb Taba	5
	Paoskoto		Bamba	7
			Firgui	16
			Keur Djim	5
		Santhie Mamour Ndary	16	
Total				154

3. - Analyses des types de fonctionnement

Quatorze types sont définis en annexe. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau qui suit.

Tableau 2 : Caractéristiques des types

Zone	Types	Nombre exploit.	Actifs	Surface cultivée	Cheptel trait	Cheptel prod. bovins	Cheptel prod. Petits ruminants	Résultats
1	A1	18	6	5	1	0	5	Faibles
1	B1	10	8	9,5	3	12	7	Moyens
1	C1	2	6	23	5	40	14	Très bons
2	A2	8	4	7,5	0	0	4	Faibles
2	B2	7	5	18	3	7	14	Bons
2	C2	10	9	34	5	4	9	Bons
2	D2	5	10	40,5	10	12	16	Très Bons
2	E2	1	17	62	19	40	75	Moyens
31	A3	8	4	2,4	2	1	3	Moyens
31	B3	6	4	19,2	6	3	10	Bons
31	C3	20	5	8	2	0	1	Très faibles
32	A4	22	7	4	2	1	3	Faibles
32	B4	11	10	16	0	0	2	Médiocres
32	C4	6	4	6	4	20	18	Bons

Le groupe A1 correspond aux exploitations à surface agricole totale de 8 à 12 ha dont 4 à 5 ha cultivée sur des sols pauvres soumis à l'érosion. La limitation de la surface cultivée répond au souci de maîtrise des parcelles par une main d'oeuvre sous équipée. Les systèmes de culture sont très diversifiés et le cheptel faible et réduit aux petits ruminants. La vente de bétail destinée à la résorption du déficit céréalier permanent, a fortement réduit les effectifs de petits ruminants et le pouvoir d'achat des exploitations. Ainsi les amendements sont légers. Toutefois grâce à l'appui de CARITAS, les paysans ont accès à une fumure minérale légère et à la culture de pastèque ce qui permet d'améliorer les productions et les revenus.

Le type B1 à une surface totale de 15 ha et une sole cultivée moyenne de 8 à 11 ha. On note une forte diversification des cultures avec des amendements organiques soutenus, et de la fumure minérale sous l'appui de CARITAS. L'élevage de production est mixte et important. Le cheptel de trait est bien dimensionné par rapport au faible niveau d'équipement. Les rendements sont faibles pour l'arachide et les céréales mais les revenus sont importants avec la pastèque.

Concernant le type C1, ce sont des exploitations à grandes surfaces agricoles (27 ha dont 23 cultivées) avec un très important élevage mixte de bovins et de petits ruminants. Les systèmes de culture pratiqués sont intensifs, diversifiés et à dominance céréaliers. Ce niveau d'intensification est soutenu par des amendements organiques intenses, un équipement agricole adéquat et la sole de jachère. Ainsi les résultats sont bons.

Dans le type A2, les surfaces agricoles sont faibles à moyennes avec un élevage faible sans animaux de trait et limité aux petits ruminants. Les systèmes de culture sont moyennement diversifiés avec une conduite extensive. Les fortes contraintes (érosion et baisse fertilité, sous équipement, main d'oeuvre, faibles capacités d'investir) rencontrées par les exploitations du type font que les résultats sont faibles.

Le type B2 correspond aux exploitations à surfaces agricoles limitées à 8 ha. On note un recours à l'emprunt ou à la location saisonnière de parcelles, qui ont conduit les surfaces cultivées à 18 ha en moyenne. Toutefois les exploitations ont pu développé un élevage de production mixte important, un équipement diversifié (même si il est vieux) et un effectif d'animaux de trait suffisant. Par conséquent les systèmes de cultures sont peu diversifiés avec des amendements organiques soutenus. Cela leur confère un pouvoir d'achat satisfaisant, des productions suffisantes et des revenus corrects.

De grandes exploitations composent le type C2. Les surfaces agricoles sont de 43 ha dont 34 en culture. Des systèmes de culture diversifiés avec jachère sont associés avec un élevage de production mixte. Par ailleurs la pratique de fumure organique légère, et le niveau d'équipement satisfaisant permettent l'accès à des résultats corrects.

Au sein du type D2, on rencontre de grandes exploitations de 41 à 69 ha dont 35 à 46 destinés à la sole de culture. Les systèmes de culture sont fortement diversifiés et associés à un grand élevage mixte. Avec un pouvoir d'achat conséquent, les exploitations ont accès à la fumure minérale en plus des amendements organiques permis par le cheptel. On remarque aussi les efforts importants consentis pour les investissements sur l'équipement. Le pouvoir d'achat est renforcé par le soutien de membres familiaux émigrés dans les pays occidentaux. Les résultats atteints sont très bons.

Le groupe E2 est constitué d'une grande exploitation de 65 ha appartenant à un marabout. Les systèmes de culture sont diversifiés et extensifs. En effet, l'équipement agricole est important et diversifié, le cheptel de trait nombreux, la main d'oeuvre importante en plus de l'aide des populations. L'élevage de production transhumant empêche un amendement organique intense des terres. Les rendements sont faibles mais les productions suffisantes.

Les exploitations du type A31 à faibles surfaces agricoles, ont recours à l'emprunt de terres pour répondre à l'objectif de sécurité alimentaire et d'augmentation des productions. Cela est soutenu par une diversification certaine des cultures dominée par les céréales. L'élevage de production, exclusivement à petits ruminants permet l'accès limité aux intrants (engrais et semences) et la pratique d'amendement organique léger des soles à céréales.

Le type B31 dispose de surfaces agricoles importantes de 16 à 21 ha. Les paysans ont recours à la location de terres à d'autres paysans pour 27 % de leurs surfaces cultivables. Ainsi ils adaptent la surface cultivée aux moyens réels de l'exploitations. La diversification des cultures, la pratique d'un niveau d'intensification moyen (fumure minérale sur toutes les cultures et amendement organique), répondent aux objectifs doubles de sécurité alimentaire et d'augmentation des revenus. Ces objectifs sont renforcés par un élevage mixte de bovins et de petits ruminants assurant la production de fumier et l'augmentation du pouvoir d'achat. La location des terres est également un atout à ce sujet.

Les exploitations qui composent le C31 pratiquent un système de culture diversifié avec des surfaces moyennes de 6 à 10 ha. Elles ont un pouvoir d'achat et d'investissement très faible dû à la forte réduction du cheptel de production qui est limité aux petits ruminants. Il n'y a pas de pratique de fumure. Leur marge de manoeuvre est faible.

Les exploitations du type A32 ont des surfaces faibles de 3 à 5 ha compensées par l'emprunt saisonnier de parcelles par 57 % des paysans, ou la location de matériel agricole par échange. Ces exploitations sont bien équipées depuis le programme agricole. Les parcelles prêtées sont souvent dégradées et éloignées. Les systèmes de culture sont peu diversifiés et les apports de fumure minérale et organique sont faits sur le mil et le maïs, conformément à l'objectif de sécurité alimentaire. L'élevage de production comme de trait est faible mais mixte. Il permet l'amendement organique des terres qui sont soumises à l'érosion, et l'achat de semences et d'engrais.

Le type B32 dispose de surface agricole importante de 16 ha et de beaucoup de main d'œuvre. Les cultures ne sont pas diversifiées et il n'y pas d'élevage de bétail (trait et production). Les paysans font recours à l'emprunt de bétail de trait auprès des proches. On note l'apport de fumure minérale (par le biais du groupement) pour le mil à des doses légères, mais pas de fumures organiques. Les systèmes de culture pratiqués ne permettent pas l'obtention de bons rendements et le maintien de la fertilité des terres qui sont très pauvres.

Le groupe du type C32 ont des surfaces agricoles de 5 à 10 ha fortement amendées par la fumure organique issue d'un important élevage de production mixte. Les objectifs d'augmentation des revenus et des productions, de réduction de charges de travail, correspondent aux pratiques de systèmes de culture diversifiés, et au grand effort consenti dans l'équipement durant le programme agricole. Ces exploitations ont des capacités d'investissements et d'intensification conséquentes.

4. - Conclusion

D'une manière globale dans la région au plan structurel, on note que dans les différents types, les équipements sont vieux, même s'il arrive que parfois que les effectifs soient importants. Ils sont généralement acquis depuis le programme agricole. Les agriculteurs rencontrent de grandes difficultés pour l'acquisition de nouveaux équipements à l'exception du type E2. D'ailleurs le niveau d'équipement est faible si l'on se réfère aux normes définies par HAVARD (1986) présentées dans le tableau 2. En effet aucune exploitation n'atteint les normes, et certains équipement n'existent même pas chez les paysans.

Tableau 3 : Normes de jugement du niveau d'équipement

Type équipement	Normes (nombre ha par unité)	Ratio
Semoir super-éco monorang	4	0,25
Semoir polyculteur	12	0,083
Houe occidentale	3	0,33
Houe sine	3,5	0,286
Houe sine gréco	4	0,25
Ariana	6	0,17
Polyculteur	8	0,125
Souleveuse	5	0,20
Charrette asine	7,5	1,133
Charrette équine	10,5	0,095
Charrette bovine à petit plateau	10,5	0,095
Charrette bovine à grand plateau	15	0,067

Ces difficultés sont dues au problème de crédit et à la faiblesse des capacités d'investissement des exploitations. Ce sont les mêmes raisons qui limitent l'utilisation des semences certifiées de qualité et des engrais minéraux. Les exploitations encadrées par CARITAS et celles bénéficiant d'un contrat de production avec certaines sociétés agro-industrielles (NOVASEN, SONAGRAINES) et exceptionnellement celles du type E2 utilisent de l'engrais. La pratique consistant à faire des réserves personnelles de semences est très généralisée. Le cheptel de petits ruminants qui en principe est destiné à l'achat de semences ou d'engrais ou d'équipement (aux investissements), est surtout utilisé pour combler le déficit vivrier (sécurité alimentaire) ou à d'autres besoins sociaux. Dans le cas d'élevage important, la vente occasionnelle de bovins est une alternative au crédit d'investissements.

Les doses d'engrais sont assez faibles (100 kg/ha) et atteignent rarement les 2/3 de la dose normale de 150 kg/ha recommandée en fumure légère. Elles sont destinées de préférence aux céréales. Les exploitations bénéficiant d'un cheptel de trait et de production conséquent, font recours à des amendements organiques soutenus de leurs terres. Comme l'indiquent les schémas de fonctionnement, cet aspect est parfois très déterminant sur les résultats techniques (rendements et productions brutes).

Par ailleurs certaines recommandations suivantes peuvent être formulées :

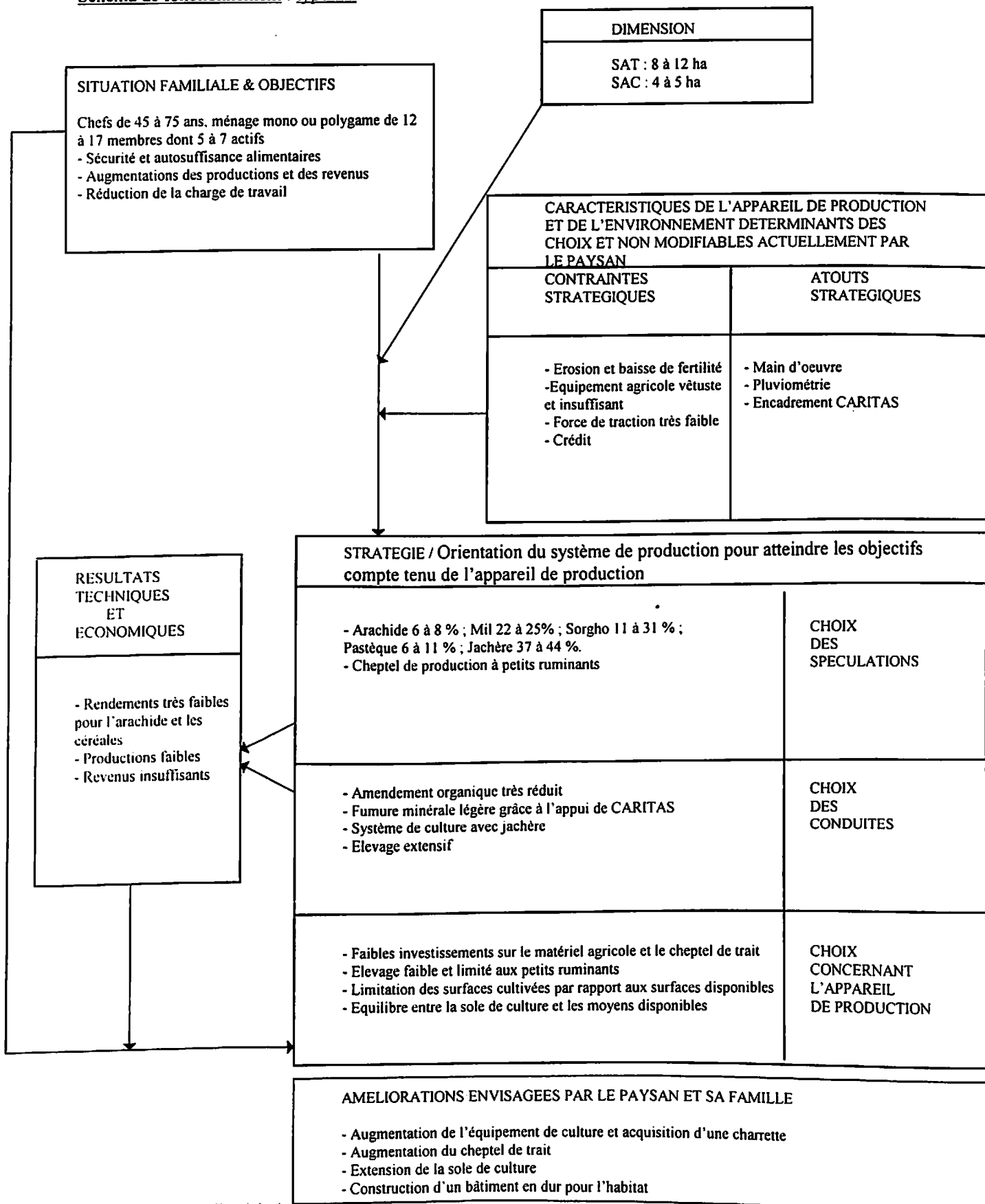
- des actions de développement sont urgentes pour le renouvellement et le renforcement des équipements (en respectant les normes de ratio établies équipement/ha) qui sont vieux et souvent insuffisants pour maîtriser la sole cultivée, surtout pour les grandes exploitations ;
- le développement de l'utilisation de semences certifiées de qualité pour toutes les cultures est très nécessaire. Les semences utilisées proviennent pour la plus grande majorité de réserves personnelles constituées par les paysans, dont les qualités sont faibles ;
- orientations favorisant le développement d'un élevage mixte composé de bovins et de petits ruminants. Les bovins serviront à :

- fournir une partie du cheptel de trait,
- produire de la matière organique pour l'amendement des sols,
- augmenter les capacités d'investissement,

Les rôles des petits ruminants seront d'assurer l'achat de semences et d'engrais ou de faire face à d'autres besoins sociaux, en dehors de la production de fumier.

- définition et mise en place d'un système de crédit adapté pour l'achat d'intrants ou d'équipements ;
- mise au point de systèmes de culture ou de méthodes d'aménagement et d'occupation de l'espace permettant le maintien ou l'augmentation de la jachère (des parcours, parcs) dans les zones où elle est encore pratiquée ;
- définition des itinéraires techniques permettant, à moyen terme, d'améliorer et de maintenir la fertilité des terres et adaptés aux moyens des exploitations ou à la politique agricole en cours ;
- mise au point de systèmes de culture intégrant la pastèque dans les zones où elle est pratiquée ;
- définition de normes d'équilibre visant une bonne intégration des systèmes de productions animales et végétales selon les types d'exploitations.

Schéma de fonctionnement : type A1



Problèmes détectés sur l'exploitation

- Très faibles capacités d'investissements entrainant des ventes fréquentes de bétail pour l'achat de nourriture, de semences, et par là, une forte réduction du bétail.

Schéma de fonctionnement : type B1

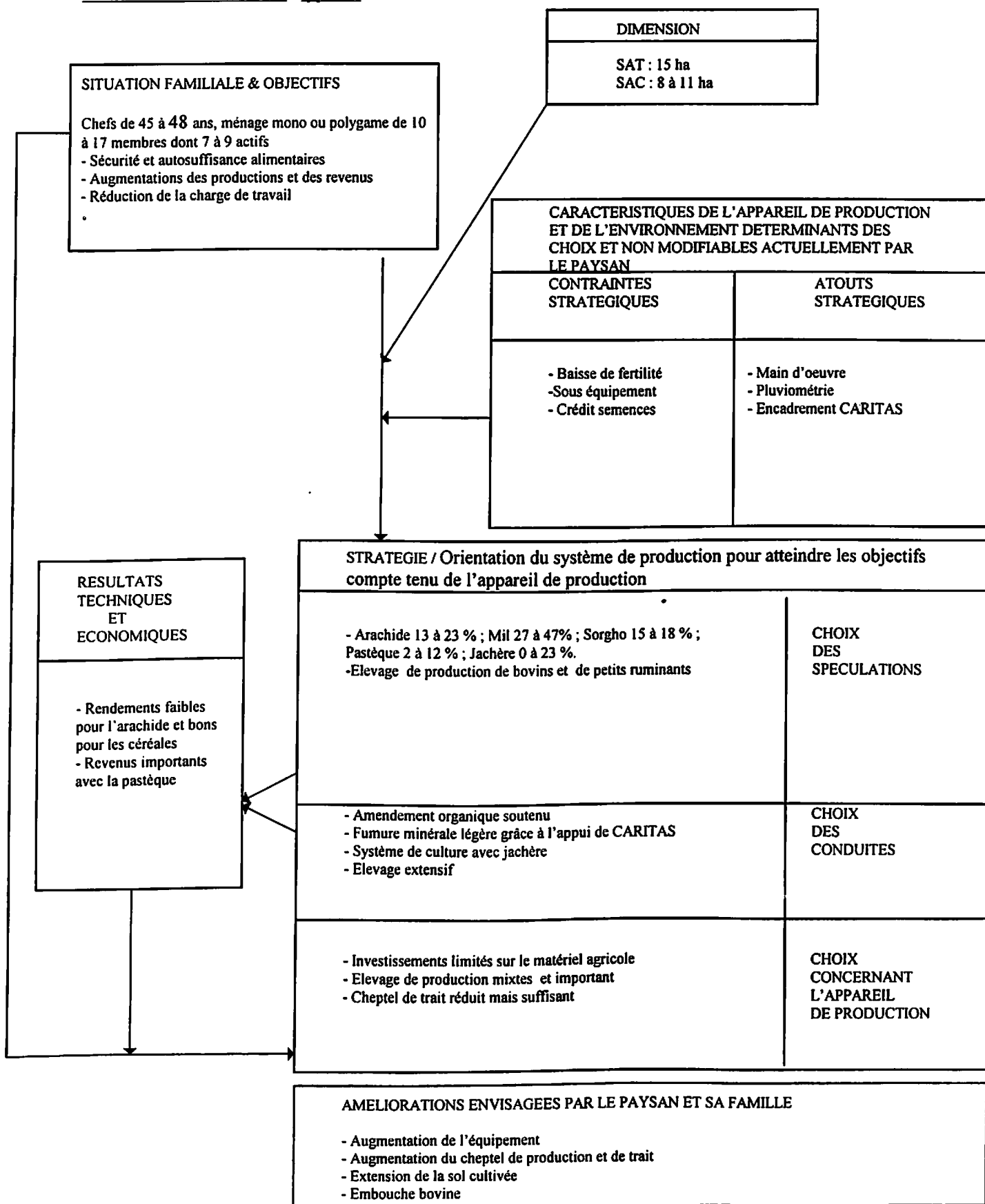
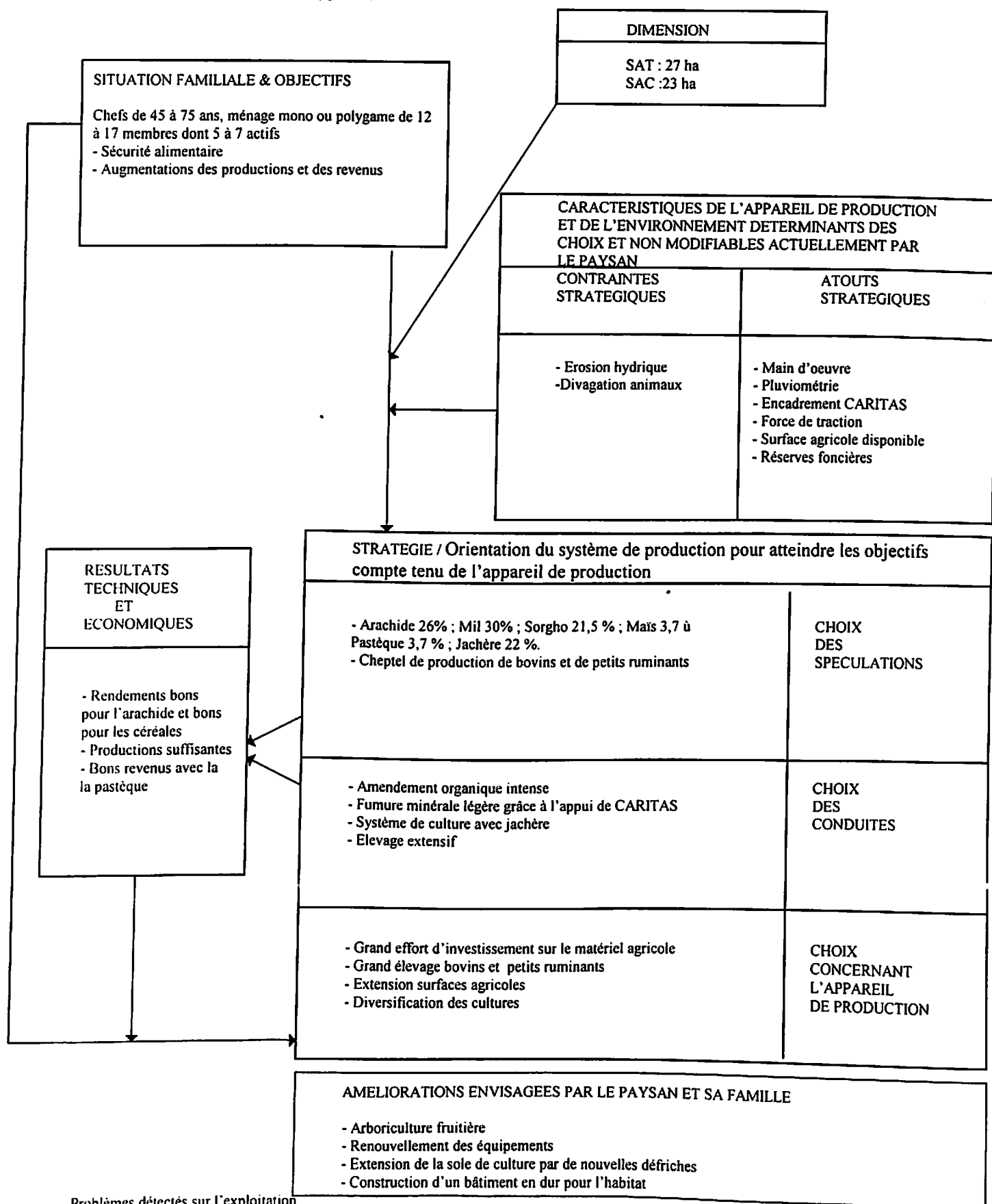
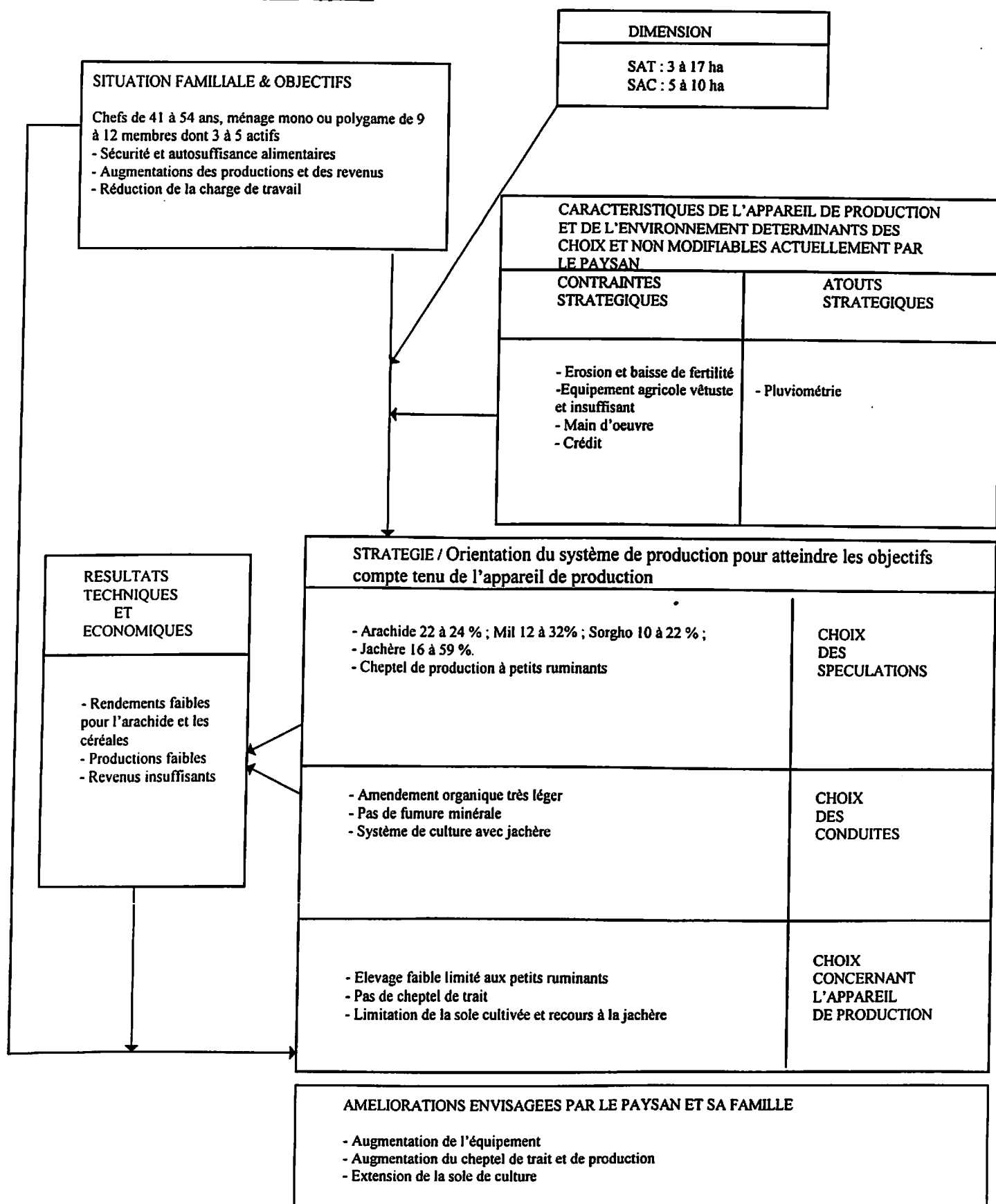


Schéma de fonctionnement : type C1



Problèmes détectés sur l'exploitation

Schéma de fonctionnement : type A2



Problèmes détectés sur l'exploitation

- Très faibles capacités d'investissements pour acquisition d'équipement et de cheptel. Difficultés d'amendement organique des sols

Schéma de fonctionnement : type B2

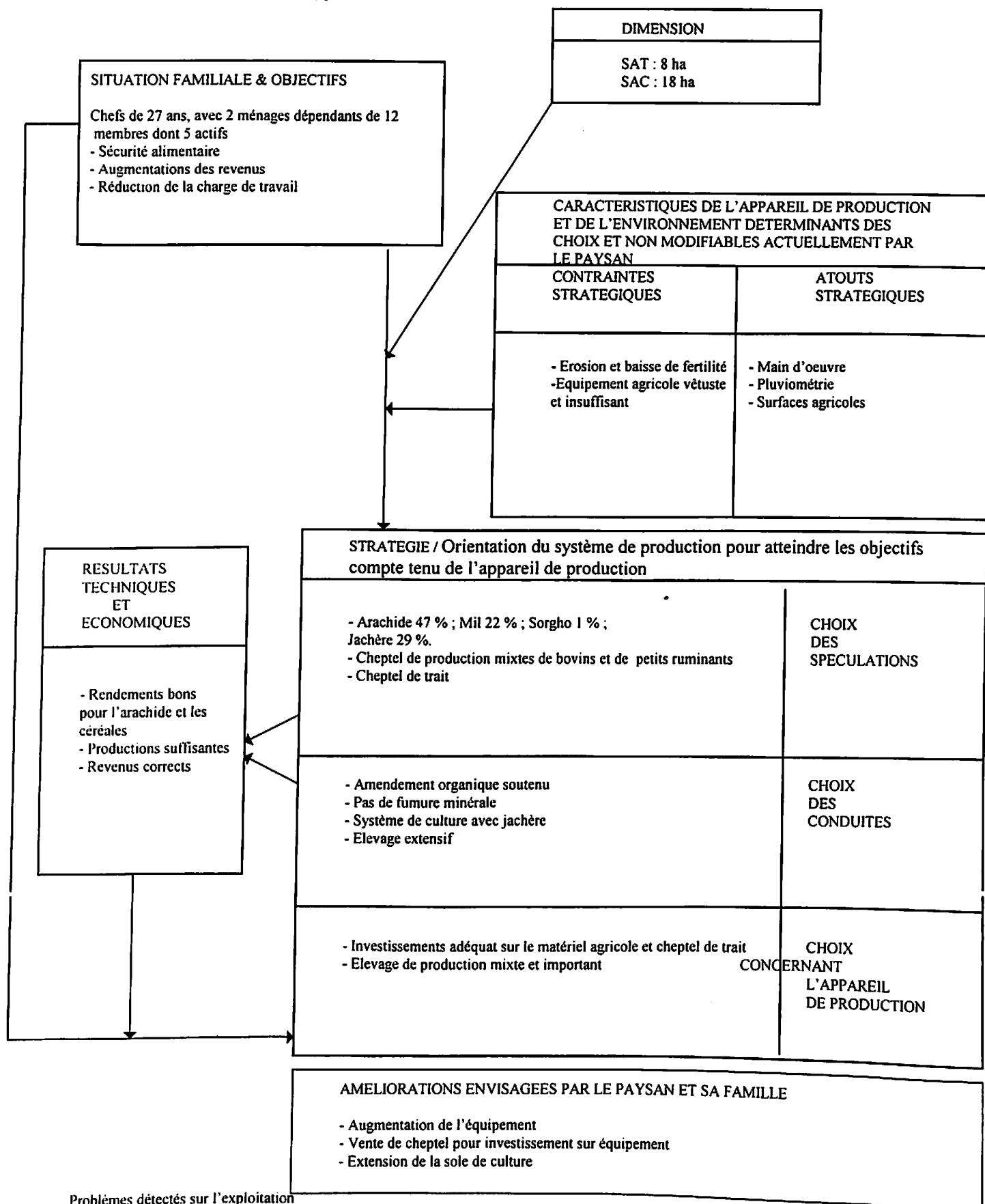
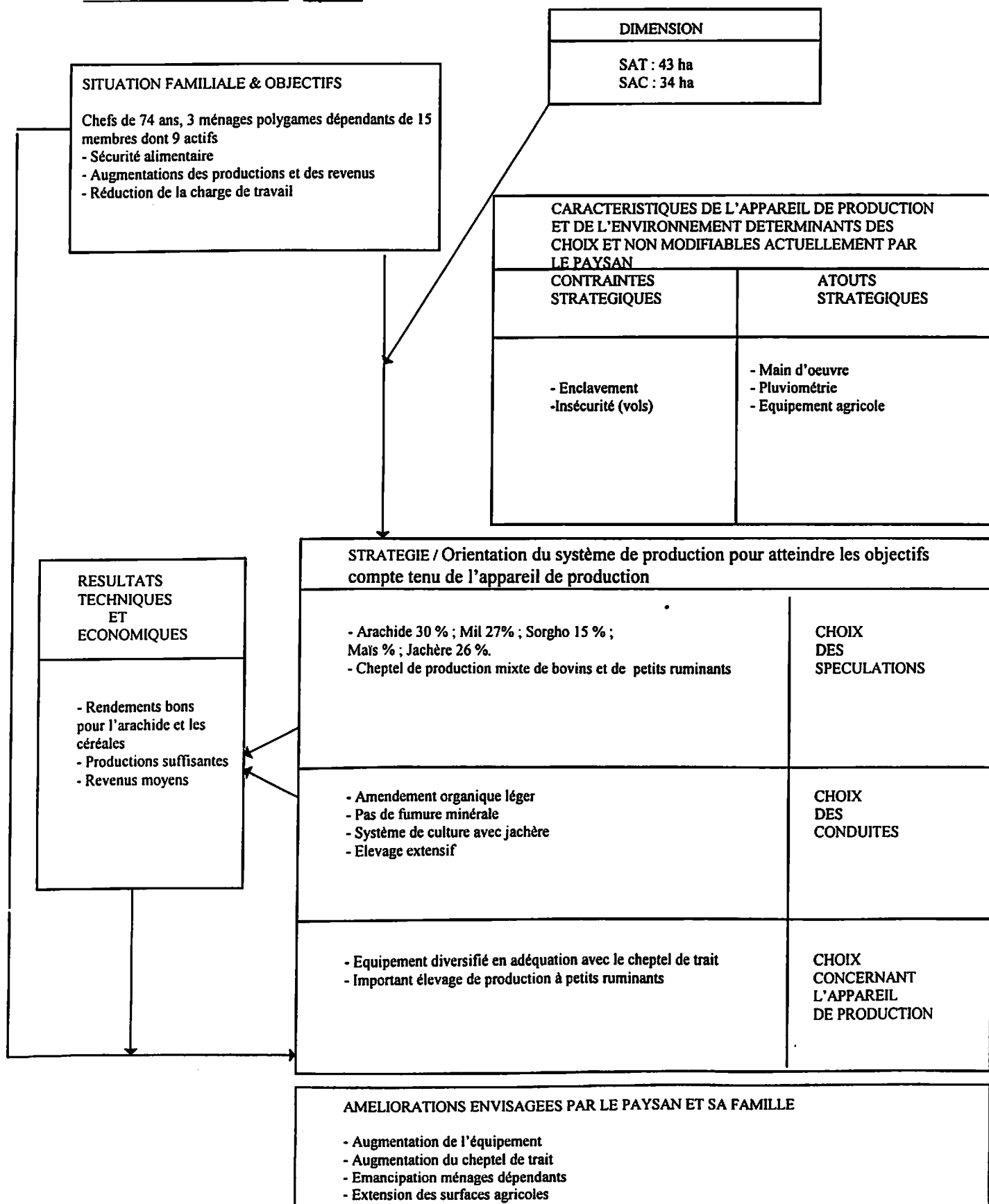
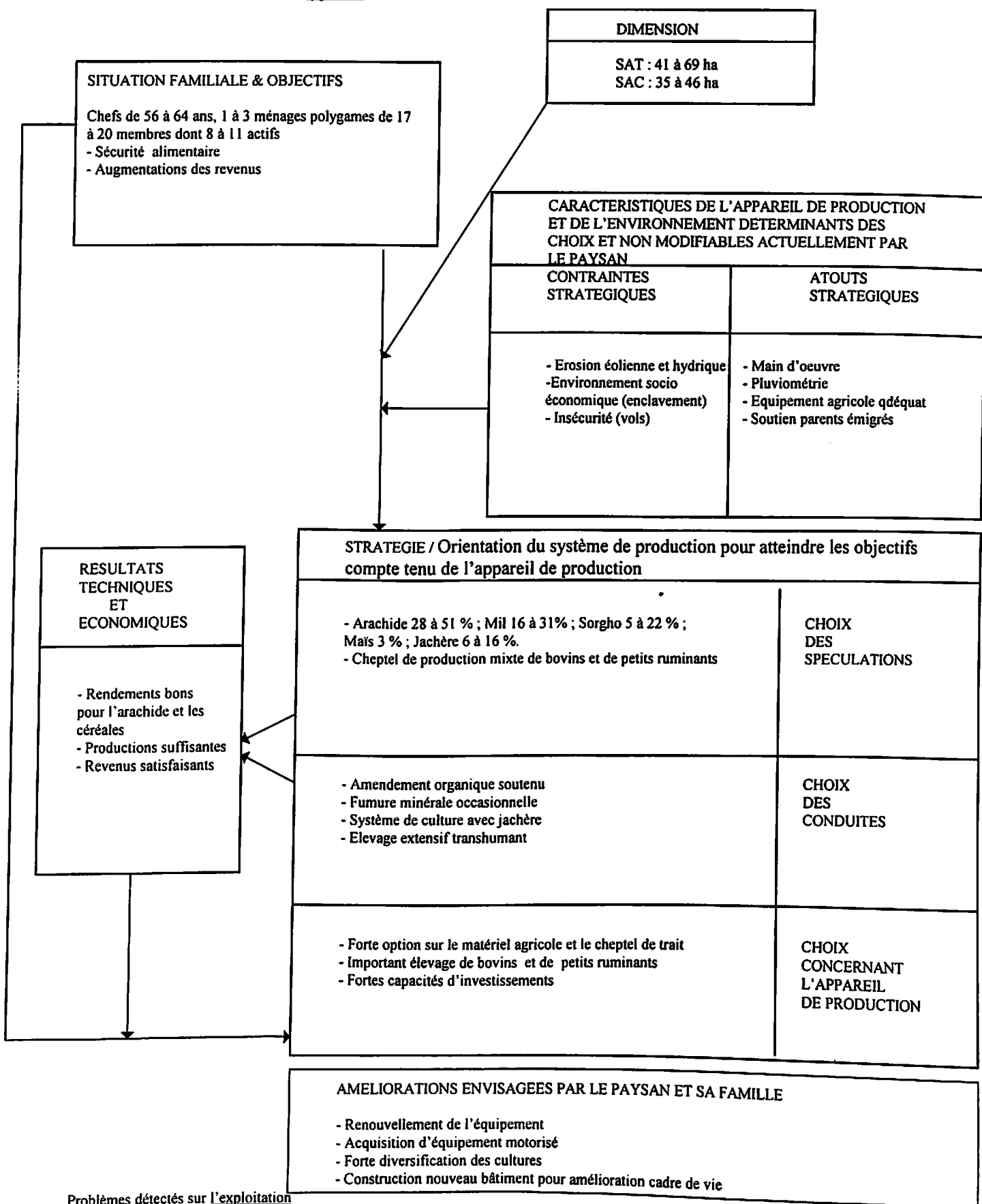


Schéma de fonctionnement : type C2



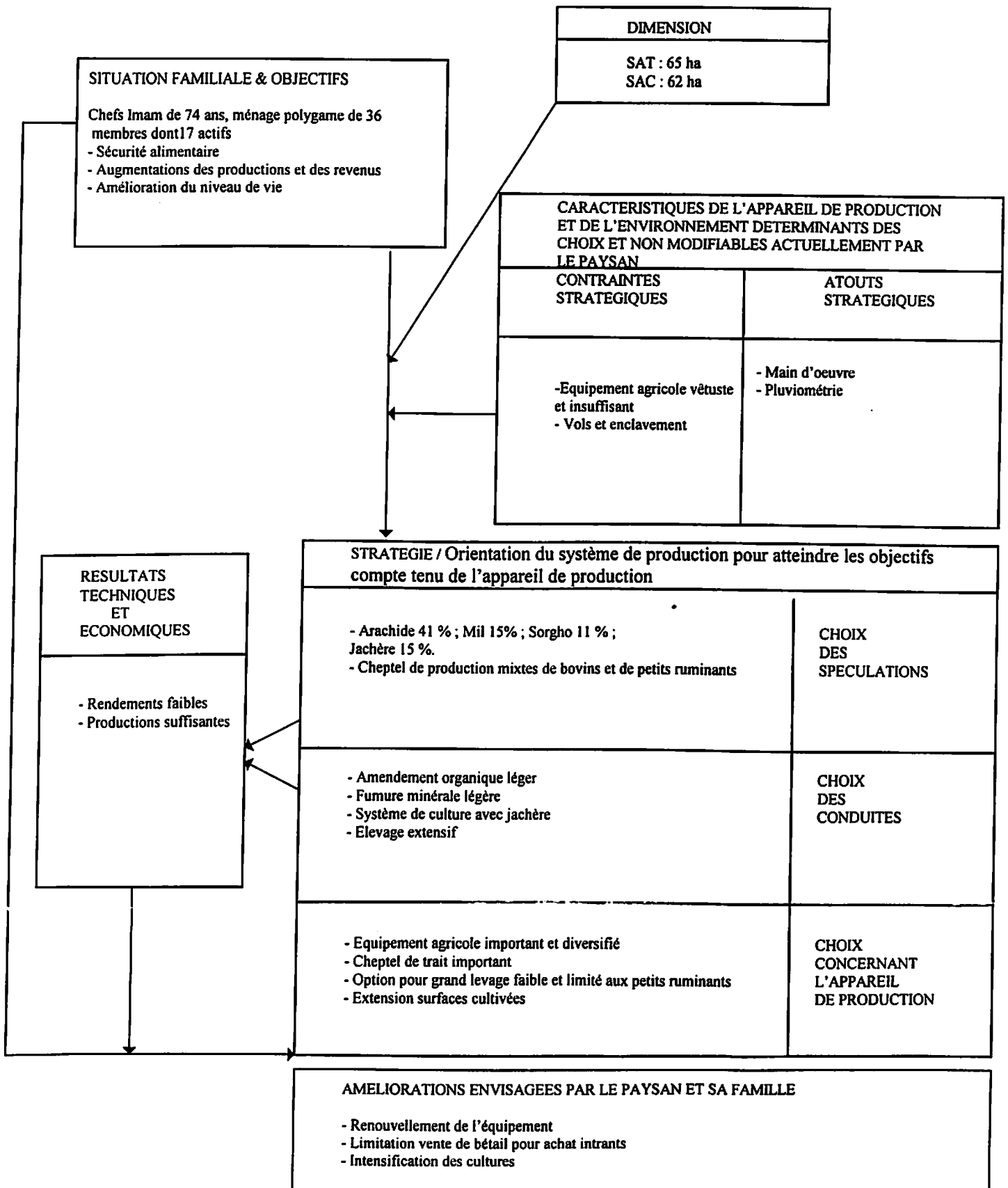
Problèmes détectés sur l'exploitation

Schéma de fonctionnement : type D2



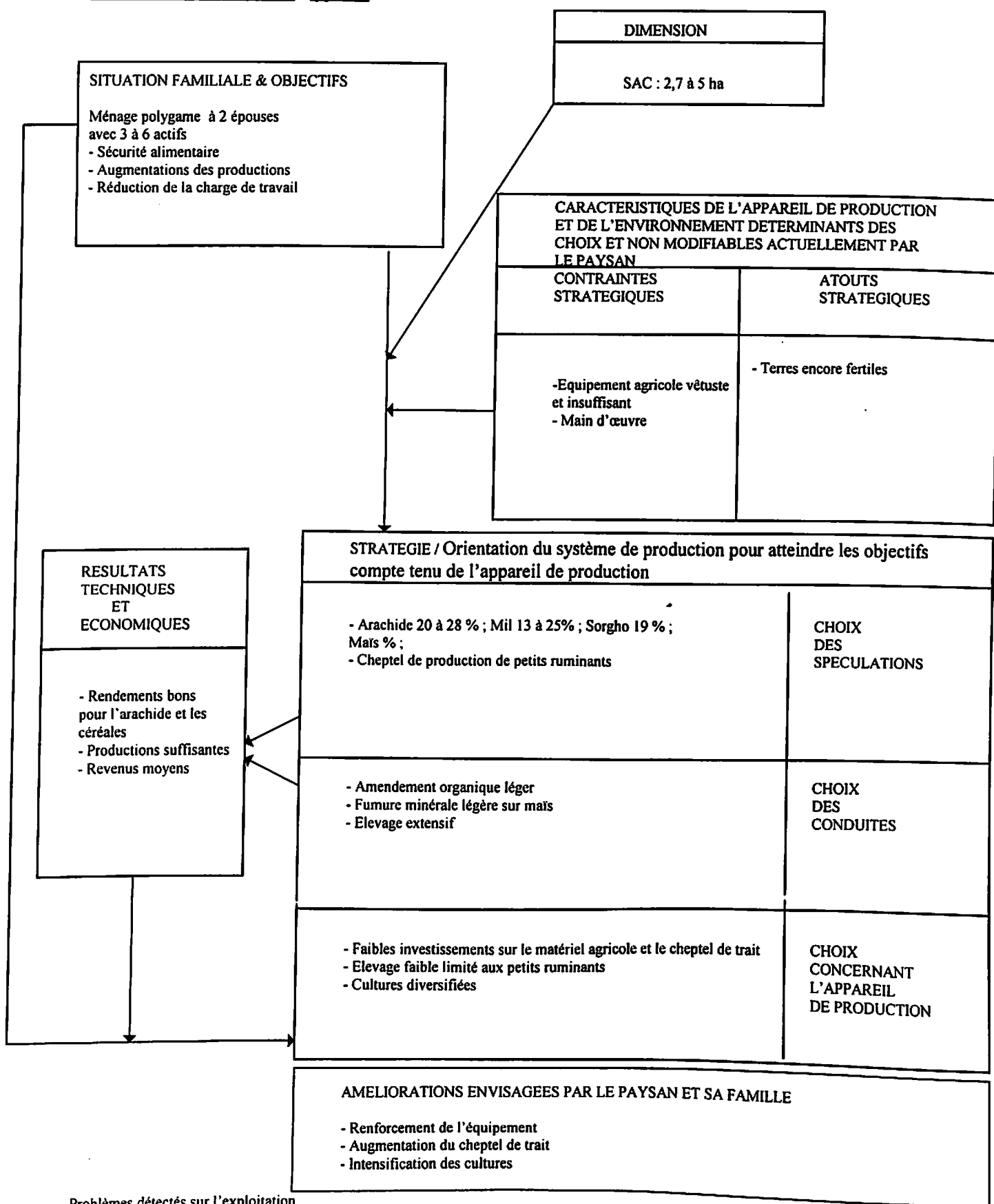
Problèmes détectés sur l'exploitation

Schéma de fonctionnement : type E2



Problèmes détectés sur l'exploitation

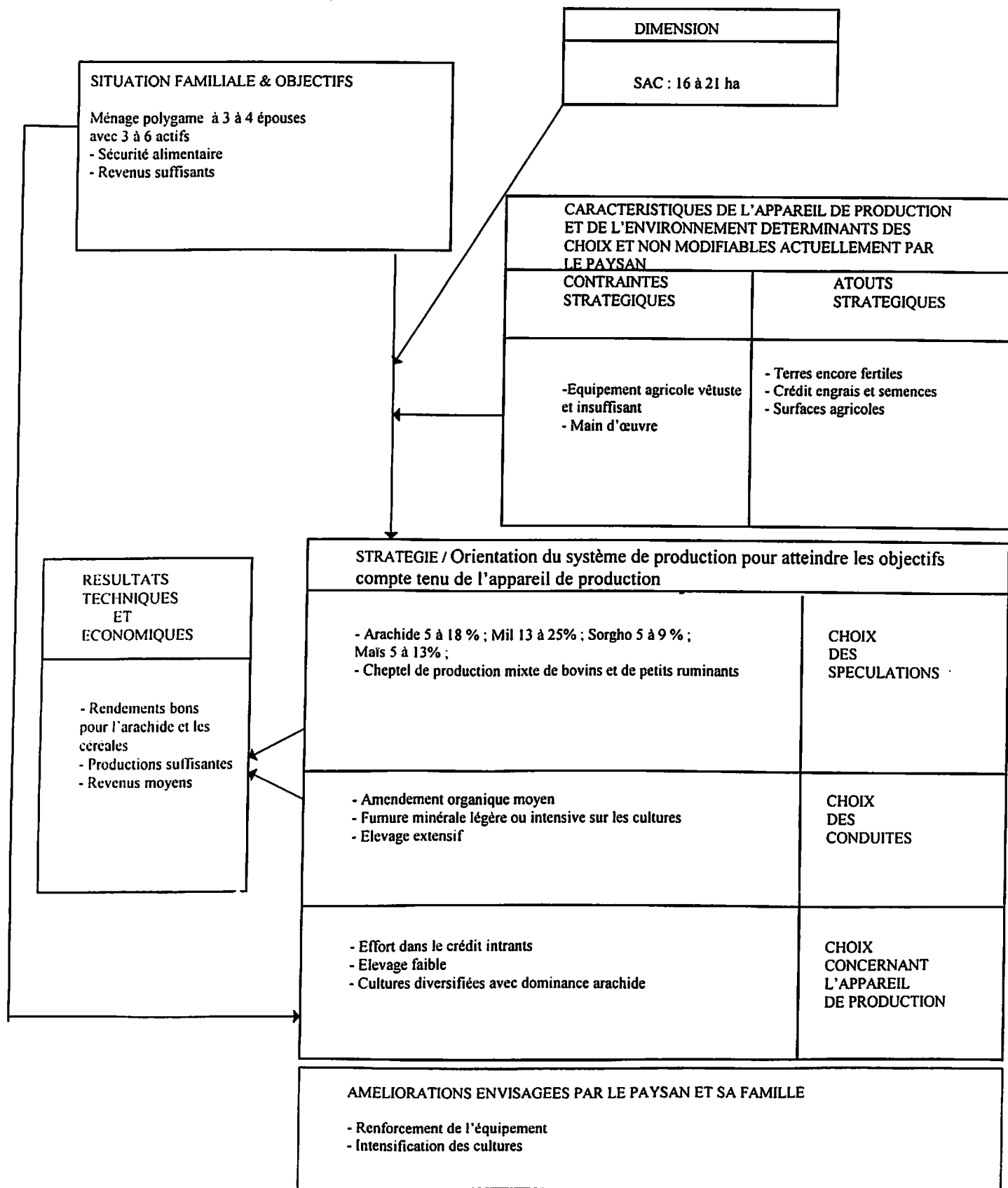
Schéma de fonctionnement : type A3



Problèmes détectés sur l'exploitation

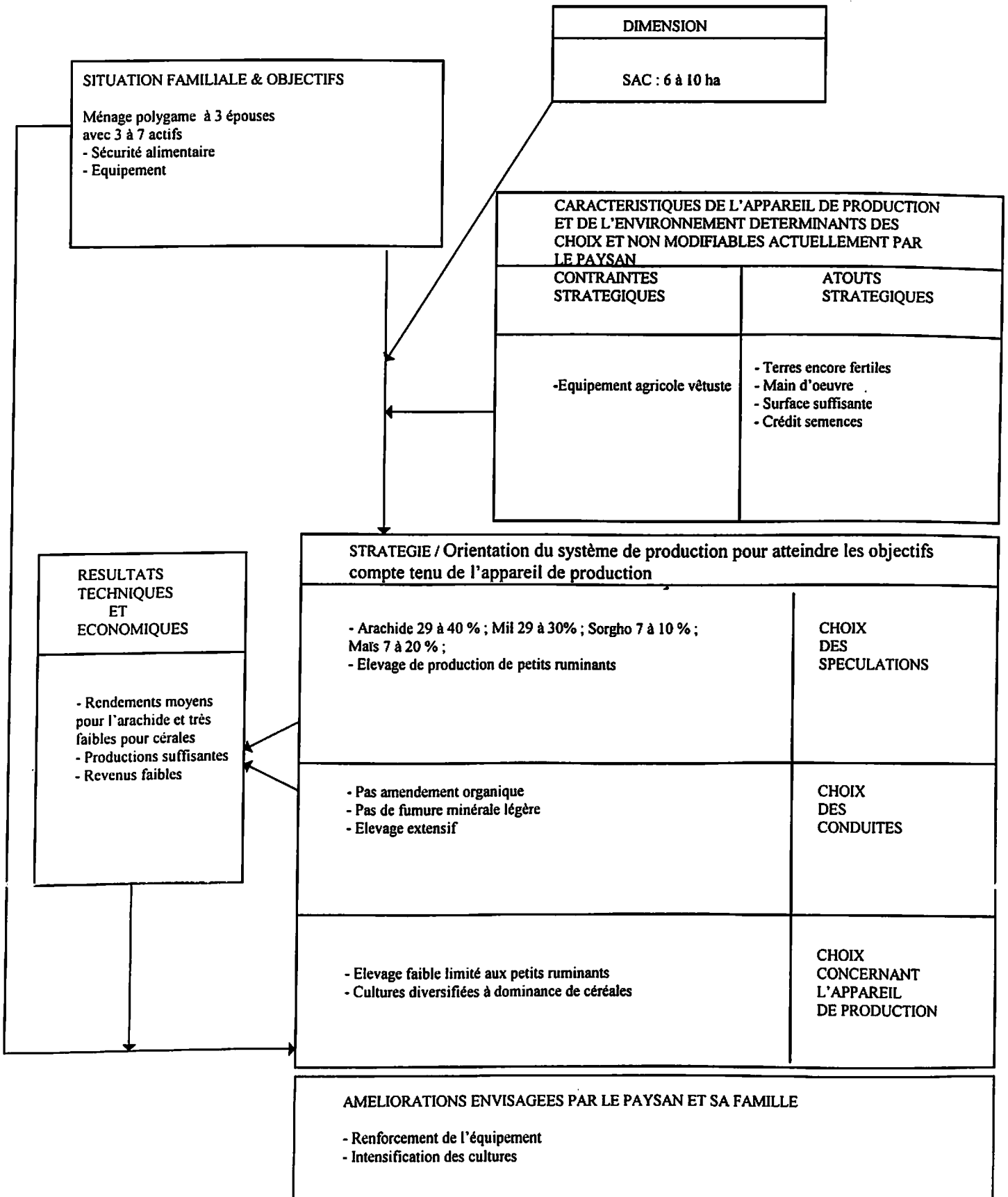
- Faibles capacités d'investissements entraînant des ventes fréquentes de bétail pour l'achat de semences.

Schéma de fonctionnement : type B3



Problèmes détectés sur l'exploitation

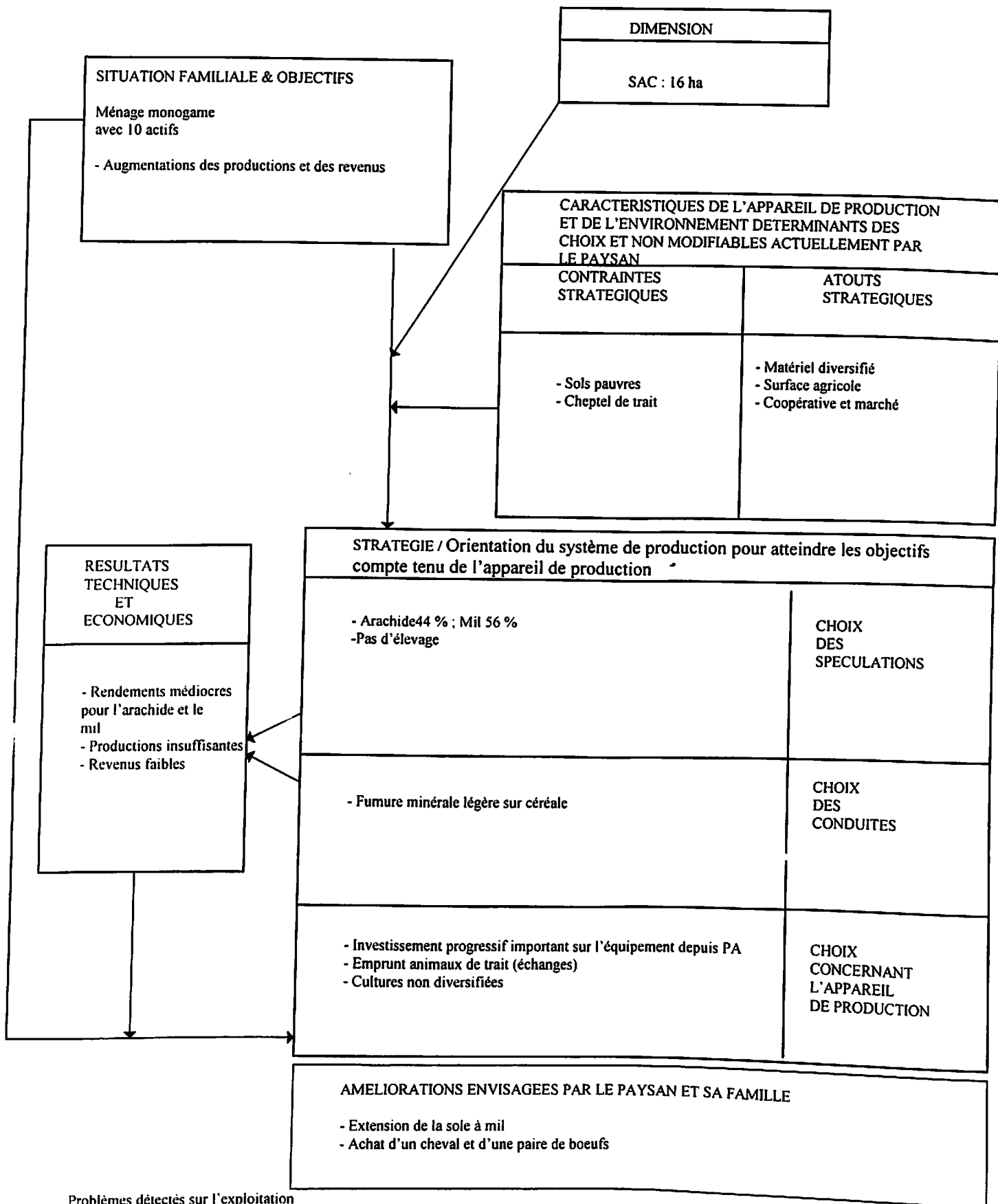
Schéma de fonctionnement : type C3



Problèmes détectés sur l'exploitation

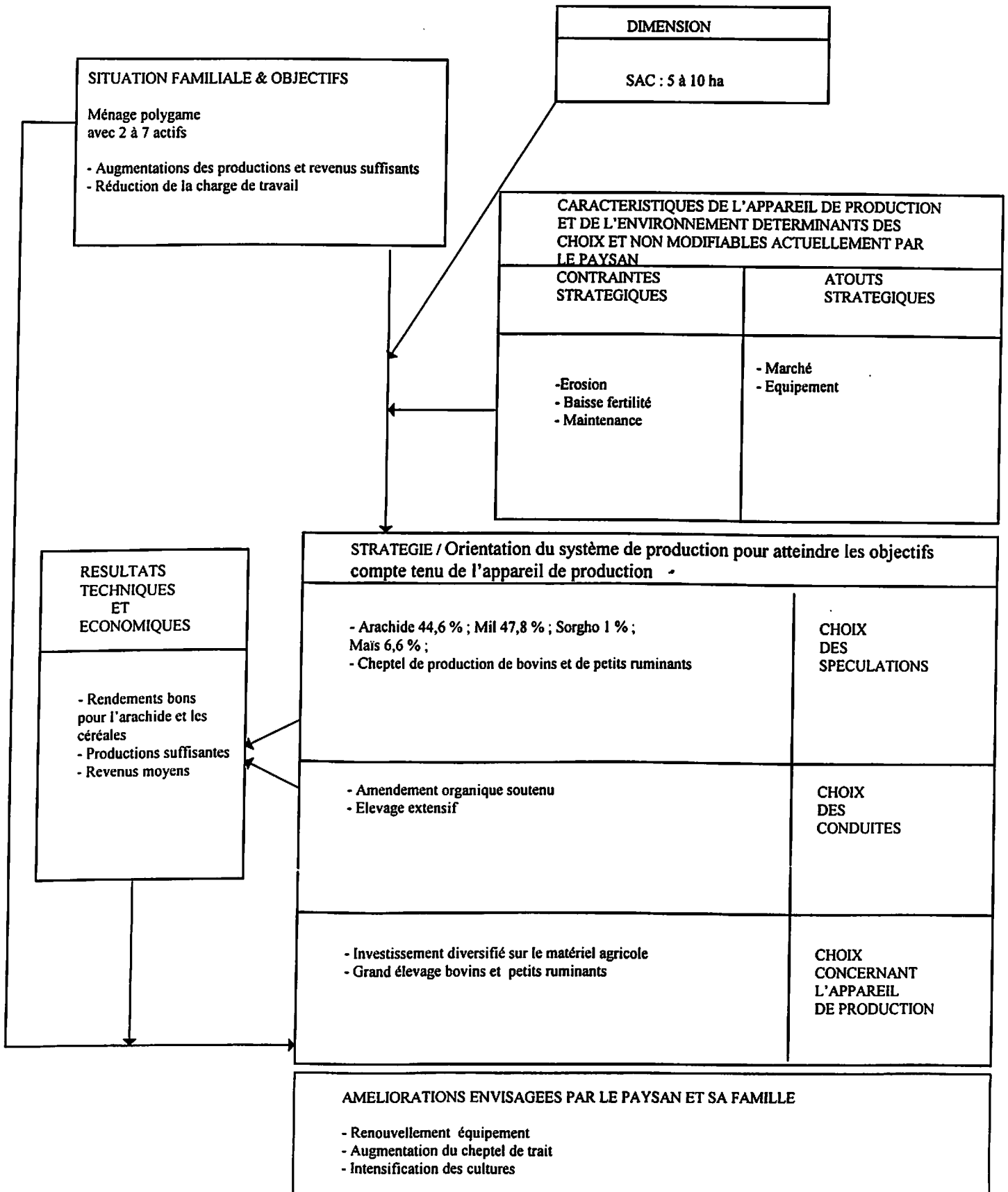
- Très faibles capacités d'investissements

Schéma de fonctionnement : type B4



Problèmes détectés sur l'exploitation

Schéma de fonctionnement : type C4



Problèmes détectés sur l'exploitation

Tableau 4 : Effectif, et caractéristiques de l'appareil de production des exploitations de Médina Kébé

Paysans (Nom Prénoms) ou exploitations	Effectif total	Actifs	Surface agricole	Equipement	Effectif bétail
Mor KEBE	20	13	65,5	4 HS, 6 SE, 1 ARARA, 1 CHRE, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	14 OV. 4 BOVTR. 3 EQ.
El Hadji Kabe KEBE	17	10	70	10 HS, 2 SE, 1 CHRE, 1 CHTE BOV. 2 CHTE EQ.	16 OV. 6 BOVTR. 10 EQ.
Abdou DIOP	9	3	6	2 HS, 1 SE,	2 OV. 2 CAP.
El Hadji Ibra KEBE n°1	19	11	50	6 HS, 7 SE, 1 ARARA, 1 CHRE, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	4 BOV. 12 OV. 2 EQ.
El Hadji Makébé KEBE	26	14	64	5 HS, 6 SE, 1 ARARA, 1 CHRE, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	4 BOV. 28 OV. 8 BOVTR. 4 EQ.
El Hadji Ousmane DIOP	36	22	71	7 HS, 8 SE, 2 ARARA, 3 CHRE, 2 CHTE BOV. 2 CHTE EQ.	40 BOV. 75 OV. 4 BOVTR. 15 EQ.
Aliou KEBE	11	4	3	1 HS, 1 SE	9 OV.
El Hadji Modou FAYE	15	10	43	1 HS, 1 SE, 1 ARARA, 1 CHTE EQ.	6 OV. 1 EQ.
Ibra Kébé n°2	17	10	40	5 HS, 6 SE, 1 ARARA, 1 CHRE, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	4 BOV. 12 OV. 4 BOVTR. 10 EQ.
El Hadji Abdou Faye	24	12	18	5 HS, 5 SE, 3 ARARA, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	5 BOV. 3 OV. 4 BOVTR. 5 EQ.
Abdou KANTE	12	6	16,5	1 HS, 1 SE	2 OV. 1 EQ.
Mbaye DIA	14	6	15	1 HS, 2 SE, 1 ARARA, 1 CHRE, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	9 OV. 2 EQ.
Omar KEBE	19	11	23	3 HS, 5 SE, 1 ARARA, 1 CHRE, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	2 BOV. 17 OV. 4 BOVTR. 3 EQ.
Djibril KEBE	16	6	11,5	3 HS, 4 SE, 2 ARARA, 1 CHTE EQ.	1 BOV. 11 OV. 1 BOVTR.
Ma Dâme SALL	12	9	16	1 HS, 2 SE 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	7 BOV. 14 OV. 2 BOVTR. 1 EQ.
Kabe DIOP	11	6	19	2 HS, 2 SE, 1 ARARA, 1 CHTE BOV. 1 CHTE EQ.	2 BOV. 6 OV. 2 EQ.
Mayoro KEBE	14	6	17,5	1 HS, 2 SE, 1 ARARA, 1 CHTE BOV.	4 BOV. 9 OV. 2 BOVTR. 3 EQ.

Tableau 5 : Effectif, et caractéristiques de l'appareil de production des exploitations de Sagnanème

Paysans (NomPrénoms) ou exploitations	Effectif total	Actifs	Surface agricole	Equipement	Effectif bétail
Mignane GUEYE	6	3	8	1 HS, 1 SE	2 EQ, 1 AZ
Mamadou BA	9	4	10	1 HS, 1 SE	2 EQ, 1 AZ
Babacar GUEYE	11	2	10	1 HS, 1 SE	1 EQ
Latyr GUEYE	16	7	12,75	2 HS, 1 SE, 1 ARARA, 1 CHTE	2 EQ
Doua SANE	12	10	7	1 HS, 1 SE	1 EQ
Amadou NDIAYE				1 HS	1 EQ, 1 AZ
Seydou SY	13	7	15,5	1 HS, 1 SE	
Mamadou DIALLO	12	9	12	2 HS, 1 HO, 3 SE, 1 CHTE EQ	2 EQ, 1 AZ
Seydou BA	16	11	10	1 HS, 1 SE	1 EQ, 1 AZ
Alpha GADIO	20	12	11	1 HS, 1 SE	2 EQ, 1 AZ
Samba DIALLO	4	2	3	1 HS, 1 SE, 1 CHTE EQ	2 EQ, 1 AZ
Samba THIAM	13	7	6,50	1 HS, 1 SE	1 EQ

HS: Houe Sine; SE : Semoir; HO : Houe occidentale; AZ : Azin; EQ : Equin ;CHRE : Charrue; CHTE : Charrette; BOV : Bovin (e); EQ : Equin (e) BOVTR : Bovin de trait; OV : Ovin; CAP : Caprin;

ANNEXE 2

MISE AU POINT DE NOUVELLES TECHNOLOGIES EN AGRICULTURE ET GRN

- 2 . 1 Amélioration des parcours des zones d'élevage du Sénégal par l'utilisation de phosphates naturels (R06)
- 2 . 2 Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en zone subhumide du Sénégal : la haute Casamance (R07)
- 2 . 3 Utilisation des espèces légumineuses pour redresser le statut organique des sols en BMC (R08)
- 2 . 4 Evaluation de modèles de sélection à noyau ouvert pour les bovins au Sénégal (Ph.D)
- 2 . 5 Mise au point de techniques et méthodes pour l'amélioration des productions agricoles « amélioration du taurin Ndama par le schéma génétique à noyau ouvert (R22)
- 2 . 6 Détermination de la période de semis et de la densité de peuplement des légumineuses fourragères annuelles en association avec le maïs (R23)
- 2 . 7 Effet d'une protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne sur les performances au travail du taurin Ndama en monoboeuf et en paire (PAR4-13)

2 . 1 Amélioration des parcours des zones d'élevage du Sénégal par l'utilisation de phosphates naturels (R06)

Amélioration des parcours des zones d'élevage du Sénégal par
utilisation de phosphates naturels

Par

Dr Amadou Tamsir DIOP - ISRA CRZ- Dahra

Dr Aminata BADIANE - DG ISRA

Dr Safiétou Touré FALL - ISRA-LNERV

Dr Adama FAYE - DG ISRA

1. Introduction

La faiblesse de la teneur en phosphore des fourrages des pâturages naturels du Sénégal est un facteur limitant très important dans l'amélioration des productivités animales.

Pendant ce temps, le Sénégal est un gros producteur de phosphates avec 2 gisements en exploitation (Taïba et Thiès) et un autre situé dans le département de Matam (Région de Saint Louis) qui pourrait l'être dans les années à venir.

Dans le domaine de l'élevage, des essais de supplémentation par utilisation de phosphates naturels sont menés par le Service d'Alimentation du LNERV. Les premiers résultats indiquent qu'ils auraient peu d'influence sur la productivité pondérale. Des essais ont été aussi menés pour voir leurs effets sur la reproduction.

Les travaux effectués sur la fertilisation phosphatée dans diverses régions du monde montrent que cette technique s'avère efficace pour l'amélioration des parcours. Aussi, elle est largement utilisée en Australie et dans certaines régions européennes.

La présente activité de recherche financée dans le cadre des conventions ISRA.NRBAR vise à définir les effets de l'utilisation des phosphates naturels sur les pâturages du Sénégal.

2. Matériels et méthodes

2.1. Les sites expérimentaux

Le Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Kolda en Zone soudanienne et le Ranch de Doli en région sahélierne sèche à soudano-sahélienne ont servi de sites d'accueil.

Au niveau du CRZ, la parcelle A a été identifiée du fait qu'elle était la moins accidentée, très peu dense du point de vue des ligneux et relativement accessible. Les mêmes critères ont

été retenus au niveau de Doli où nous avons eu cependant plus de difficulté à trouver un site. L'implantation a pu se faire au niveau de la parcelle dite Ndiaga.

Durant l'année 1994, une pluviométrie de 525,5 mm a été enregistrée au niveau de Doli et de 1 231,5 mm à Kolda.

2.2. Déroulement des essais

La mise en place des essais a eu lieu du 05 au 09 juillet 1994 pour Kolda et du 11 au 15 juillet pour Doli. Les travaux ont duré trois années.

Nous avons utilisé deux types de phosphates naturels provenant des gisements de Thiés (tricalcique et alumino-calcique) et un de Taïba (tricalcique).

Sur les terrains nettoyés au préalable et sans travail du sol, des parcelles de 150 m² (15m*30m) ont été délimitées. Un dispositif en blocs à 2 facteurs (doses et type de phosphate) a pu être mis en place avec des niveaux d'apport allant de 0 à 600 pour Kolda et de 0 à 500 pour Doli. L'épandage s'est fait de façon manuelle.

2.3. Prélèvements des sols

Au niveau des 2 sites, cinq carottes ont été prélevées par parcelles avec une tarière à une profondeur de 20 cm. Le tout a été mélangé dans un récipient et un échantillon moyen a été prélevé. Cette opération avait pour but de caractériser les parcelles avant épandage des phosphates et en fin de saison des pluies au moment de l'étude de la végétation herbacée.

2.4. Prélèvements des espèces végétales herbacées

La végétation herbacée a été étudiée à la fin des saisons des pluies, au mois de Novembre pour Doli et en début Décembre à Kolda.

La méthode des points quadrats de Daget et Poissonnet a été utilisée pour la composition floristique. A cet effet, deux lignes de 20 m ont été placées en diagonale sur chaque parcelle.

Au même moment, 20 échantillons de phytomasse aérienne sont prélevés sur des placettes de 1 m². L'ensemble de la biomasse est mélangé et un prélèvement est fait pour la détermination de la matière sèche (MS) et l'étude de la valeur bromatologique.

3. Résultats et discussions

Année 1

Effet de l'apport de phosphates naturels sur la composition chimique des sols

Après épandage, les sols des parcelles du CRZ de Kolda sont demeurés acides et les teneurs en phosphore assimilable n'ont pas aussi évolué et il en est de même à Doli.

Effet de l'apport de phosphate sur la végétation

Sur la composition floristique des herbacées

L'analyse de la composition floristique au niveau du Ranch de Doli indique que sur l'ensemble des parcelles, *Zornia glochidiata* est la plus répandue suivie de *Schoenefeldia gracilis* puis d'*Aristida mutabilis*. Les relevés de végétation herbacée effectués dans d'autres sites indiquent aussi une dominance de ces espèces sur l'ensemble de la Zone sylvopastorale.

Au niveau des parcelles de Kolda, l'analyse de la composition floristique indique que les espèces végétales les plus répandues sont *Andropogon pseudapricus* (Graminées), *Panicum walense* (graminée), *Desmodium laxiflorum* (Légumineuse) et *Vigna racemosa* (Légumineuse). La présence de ces différentes espèces ne semble pas du tout liée à la dose de phosphate. Les espèces graminéennes sont aussi importantes que les Légumineuses.

Effet de l'apport de phosphates sur la phytomasse aérienne

L'observation de l'évolution de la phytomasse aérienne totale ne permet pas de conclure à un effet phosphate.

Effet de l'apport de phosphates sur la valeur nutritive des herbacées

Si les résultats ne permettent pas de déceler une évolution de la teneur des fourrages herbacées en phosphore ou en calcium pour le phosphate de Thiés (Th) et celui de Taïba (Tb), le phosphal indique une réponse à Doli au niveau du P₂O₅ ($R^2 = 0,776$; $n = 6$) et du rapport phosphocalcique ($R^2 = 0,8274$; $n = 6$).

Année 2

Effet de l'apport de phosphates naturels sur la composition chimique des sols

Si au niveau de Doli, les résultats d'analyse ne donnent pas une différence significative entre les traitements, à Kolda, il est noté une amélioration des caractéristiques chimiques et physico-chimiques des sols ayant été l'objet de traitement. Les pH sont devenus faiblement acides et pour tous les traitements confondus, les pH varient entre 5,6 et 6,2. Le complexe absorbant s'est enrichi en calcium (teneurs comprises entre 0,8 et 2 meq/100g). Les teneurs en matière organique des sols ont significativement augmenté.

L'utilisation du Test de Newman et Keuls pour analyser les deux types de phosphates (Taïba et Thiés) au niveau de Kolda indique des différences significatives entre traitements au seuil de 5% en ce qui concerne la teneur en phosphore et en calcium à partir de la dose 300 kg/ha de P₂O₅.

Effet de l'apport de phosphate sur la végétation

Sur la composition floristique des herbacées

L'observation des résultats ne donne pas de variations au niveau de la composition floristique au niveau du Ranch de Doli. Sur l'ensemble des parcelles, *Schoenefeldia gracilis* est la plus répandue suivie de *Zornia gracilis*.

Il en est de même au niveau du CRZ de Kolda où *Andropogon pseudapricus* (Graminée) est l'espèce la plus répandue suivie de *Panicum valenza* (Graminée).

Effet des phosphates sur la phytomasse aérienne

L'observation des résultats n'indique pas pour les différentes doses de phosphates utilisés une tendance pouvant indiquer un effet traitement. Toutefois, elle permet toutefois de se rendre compte qu'au niveau de Doli, le phosphal donne un meilleur rendement. Ceci est d'ailleurs confirmé par la comparaison multiple des moyennes qui donne une différence significative entre le rendement moyen de ce phosphate (1 884 kg de MS/ha) et des deux autres (en moyenne 1 353 kg de MS/ha pour Tb et 1 344 kg de MS/ha pour Th).

Effet de l'apport de phosphates sur la valeur nutritive des herbacées herbacées

A Kolda, on note une augmentation de la teneur en P_2O_5 notamment avec le Phosphate de Thiès ($R^2= 0.6513$; $n= 7$) qui serait aussi d'une diminution du rapport phospho-calcique ($R^2=0.6766$; $n=7$). La teneur en Calcium à Doli semble aussi en baisse avec l'apport de Phosphal ($R^2= 0.8377$; $n= 6$).

Année 3 (1996)

Effet de l'apport de phosphates naturels sur la composition chimique des sols

Un sensible écart entre les réponses du témoin et l'ensemble des traitements phosphatés est noté pour les teneurs en phosphate assimilable et les teneurs en Calcium du complexe absorbant des sols. Par contre, le pH est resté faiblement acide et varie entre 5,6 et 5,9 pour l'ensemble des traitements. Ces résultats confirment ceux obtenus l'année dernière (1995) sur le même site. Les résultats montrent aussi une similarité des réponses entre les phosphates de Thiès et de Taïba.

Effet de l'apport de phosphate sur la végétation

Sur la composition floristique des herbacées

L'observation des résultats ne permet pas de déceler des variations au niveau de la composition floristique au niveau du Ranch de Doli (Sud de la Région Sylvopastorale du Sénégal). Sur l'ensemble des parcelles, *Schoenefeldia gracilis* est la plus répandue suivie de *Zornia gracilis*.

Il en est de même au niveau du CRZ de Kolda où *Andropogon pseudapricus* (Graminée) est l'espèce la plus répandue suivi de *Panicum valense* (Graminée).

Effet des phosphates sur la phytomasse aérienne

Comme pour les années précédentes, l'observation des résultats n'indique pas pour les différents phosphates utilisés une tendance pouvant indiquer un effet traitement.

Effet de l'apport de phosphates sur la valeur nutritive des herbacées

L'effet de l'apport de phosphates sur la teneur en phosphore des fourrages a continué à se manifester au niveau de Kolda ($R^2= 0,6319$; $n=7$ pour Tb); il a aussi commencé à bien se préciser au niveau de Doli ($R^2= 0,8206$ pour Tb et $R^2= 0,7689$ pour Th). Le rapport phosphocalcique diminue aussi avec l'apport de phosphate de Taïba à Doli ($R^2= 0,5352$; $n=3$) et à Kolda ($R^2=0,5918$; $n=7$).

4. Conclusion

L'analyse des données de trois années de suivi nous permet de tirer les premières appréciations que voici:

- l'effet de l'application des phosphates naturels a été noté au niveau du sols dans la région sud à partir de la deuxième année avec une dose de 300 kg de P₂O₅/ha;
- l'effet sur la composition floristique et sur la biomasse ne s'est pas révélé significatif même à la suite de la 3ème année:
- la teneur des fourrages en P₂O₅ a connu une différence significative la 2ème année à Kolda et moins à Doli où sa variation du fait de l'application se précise par la suite;
- le rapport phosphocalcique des fourrages évolue aussi dès la 2ème année à Kolda

**INTRODUCTION DE LA CULTURE FOURRAGERE
DE LEGUMINEUSES ANNUELLES EN MILIEU
PAYSAN EN VUE DE L'AMELIORATION DES
PRODUCTIONS CEREALIERES ET ANIMALES
EN HAUTE CASAMANCE AU SENEGAL (V23)**

Par Ambroise DIATTA¹, Papa Nuhine DIEYE¹, Massirin SAVANE¹, Daniel
BABENE¹ et Hady DIAO²

1. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)

2. Organisation de Formation et d'Appui au Développement (OFAD NAFOORE)

Communication à l'atelier ISRA/NRBAR de présentation des résultats
sur le thème « Agriculture/GRN-Elevage dans les régions de Basse et
Moyenne Casamance et de Sénégal Oriental et Haute Casamance

Kolda, 17-20 Février 1998

Centre de Recherches Zootechniques de Kolda

INTRODUCTION DE LA CULTURE FOURRAGERE DE LEGUMINEUSES ANNUELLES EN MILIEU PAYSAN EN VUE DE L'AMELIORATION DES PRODUCTIONS CEREAALIERES ET ANIMALES EN HAUTE CASAMANCE AU SENEGAL (V23)

I. INTRODUCTION

En Haute Casamance, le développement de la production céréalière par l'accroissement de la maïsiculture de plein champ et la riziculture de plateau occupe une place importante pour l'atteinte des objectifs nationaux d'autosuffisance alimentaire. En productions animales, le Plan d'Action de l'Elevage (MDR/MCRA, 1988) recommande pour la zone, la production de ruminants maigres ou engraisés, l'intensification de la sélection et de la production de bovins Ndama en race pure et surtout l'intégration agriculture-élevage par le biais de la traction animale.

Toutefois, le développement de la production céréalière ne peut être assuré de façon durable dans un contexte de faible utilisation des engrais chimiques et de raccourcissement du temps de jachère. En élevage, le système d'alimentation des ruminants domestiques, basé essentiellement sur l'exploitation des pâturages naturels et la vaine pâture des résidus de récolte ne peut contribuer de façon décisive à l'atteinte des objectifs affichés de production animale et d'intégration agriculture-élevage.

Aussi, la Société de Développement des Fibres Textiles (SODEFITEX) à Tambacounda et l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) à Kolda entreprennent-ils ensemble depuis 1988, mais chacun dans son domaine de compétence, des actions d'intensification des productions agricoles et d'intégration agriculture-élevage par :

- l'embouche paysanne et la production de lait particulièrement en saison sèche ;
- l'amélioration de l'appétit au travail des animaux de trait ;
- la production de fumier de qualité et sa valorisation ;
- la constitution de réserves fourragères (foin de brousse et résidus de récolte : pailles de céréales et fane d'arachide) et de concentré (graine de coton, sons de céréales et tourteau de sésame).

Ces actions d'intensification des productions agricoles et d'intégration agriculture-élevage en cours peuvent être renforcées par l'introduction des légumineuses fourragères annuelles en culture pure et en rotation avec les autres cultures. En effet, les légumineuses ont la faculté d'enrichir le sol en azote et de maintenir et/ou d'améliorer ainsi sa fertilité et de produire également un fourrage de qualité car riche en énergie et en azote. Parmi les légumineuses fourragères annuelles identifiées en Casamance, on peut citer : le soja fourrager, les variétés fourragères 58-74 et 66-35) et mixtes (59-12 et 60-1) de niébé, la dolique et le pois mascate. Cependant, seul le niébé fourrager a fait l'objet d'une diffusion très limitée et portant essentiellement sur la production fourragère. Il apparaît ainsi nécessaire de porter l'effort de recherche en cultures fourragères sur l'introduction en milieu réel des légumineuses

ayant déjà prouvé en station. La collaboration avec les ONG et/ou OP permet de multiplier les sites d'essais et de procéder déjà à une pré vulgarisation des résultats. C'est dans ce cadre que le Projet de Recherche Agricole Basée sur la Gestion des Ressources Naturelles (NRBAR) a été sollicité en 1997 pour financer la présente étude intitulée « Introduction de légumineuses fourragères annuelles en milieu paysan en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en Haute Casamance au Sénégal ». Elle a pour :

- objectifs généraux (i) d'améliorer la production grainière des céréales en général et du maïs en particulier cultivées en rotation avec les légumineuses fourragères annuelles grâce à l'enrichissement des sols en éléments fertilisants et les productions animales par la production importante en saison des pluies d'un fourrage de qualité à utiliser en saison sèche et (ii) de contribuer ainsi à la préservation des ressources naturelles ;
- objectifs spécifiques (i) de suivre l'évolution de la fertilité des sols sous cultures fourragères, (ii) d'évaluer les rendements en grains des céréales de la rotation, la production de fourrage et sa valeur alimentaire, les productions animales liées à la consommation du fourrage, la contribution du fourrage à la baisse du coût du poste alimentation dans les essais de supplémentation d'animaux en saison sèche, l'impact de l'innovation sur l'économie des exploitations agricoles et la préservation des ressources naturelles et (iii) de proposer aux utilisateurs un système fourrager à base de légumineuse fourragère annuelle.

Cette étude exécutée en collaboration avec les Groupements d'intérêt Economique (GIE) des villages de Sare Kanta, Thiaracounda et Salamata regroupés au sein de l'Organisation de Formation et d'Appui au Développement (OFAD NAFOORE), se compose de 3 volets : agronomie, zootechnie et socioéconomie. Le travail effectué dans le cadre du volet agronomie et les résultats préliminaires obtenus constituent l'essence de la présente communication.

II. MATERIEL ET METHODES

Cette étude démarrée en 1997, est réalisée des les villages de Salamata, Thiaracounda et Sare Kanta. Ces 3 villages sont situés dans les communautés rurales de Bagadadji, Dabo et Mampatim, dans la sous préfecture de Dabo et dans le département de Kolda. Ils ont entre autres caractéristiques :

- Salamata : village peuplé à 98% de Peulhs « Gabou » qui sont des pasteurs et situé à 20 km de Kolda ;
- Thiaracounda : village peuplé à 100% de Peulhs, agropasteurs sédentaires et distant de 50 km de Kolda ;
- Sare Kanta : village peuplé à 60% de Peuls « Foulacounda » et à 40% de Mandingues qui sont des agriculteurs et situé à 100 km de Kolda.

En 1997, une pluviométrie de 1 071,2 mm a été enregistrée au CRZ de Kolda entre mai et octobre ; elle est ainsi légèrement supérieure aux 1 016,5 mm, moyenne annuelle enregistrée entre 1962 et 1996 à Kolda. Ces hauteurs de pluie donnent une idée des quantités de pluie qui seraient enregistrées dans les différents villages si des pluviomètres y avaient été placés.

Le matériel végétal est constitué de niébé fourrager variété 58-74 et de la dolique.

Dans chaque village, 4 parcelles de 50 m x 50 m (2 500 m²) chacune ont été choisies en accord avec les propriétaires et clôturées avec du fil de fer barbelé. A l'intérieur de chaque parcelle, 3 parcelles élémentaires de 9 m x 9 m (81 m²) sont délimitées afin de recevoir les 2 légumineuses et la 3^{ème} parcelle est laissée en jachère. Le restant de chaque parcelle a servi de remplissage avec le niébé variété 58-74.

Pour le suivi de l'évolution de la fertilité du sol, des échantillons de sol ont été prélevés suivant 3 profondeurs : 0-15, 15-30 et 30-45 cm. Chaque échantillon moyen a été constitué après mélange et homogénéisation de 9 prélèvements effectués à la tarière le long de 2 diagonales de l'unité expérimentale. Ainsi, pour chaque parcelle, 9 échantillons moyens ont été constitués. Tous les échantillons ont été envoyés au Laboratoire Central d'Analyse de l'ISRA à Bambey.

Le dispositif expérimental se compose des 3 villages et dans chaque village d'un dispositif en blocs aléatoires complets comprenant 4 blocs. Chaque bloc correspond à une parcelle et comprend 3 unités expérimentales de 9 m x 9 m (81 m²) et de 8,50 m x 8,25 m (70,125 m²) de dimensions utiles. La répartition des objets dans les blocs s'est faite de manière complètement aléatoire et indépendamment d'un bloc à un autre et d'un village à l'autre par l'utilisation de la table des permutations au hasard de 3 éléments (LELLOUCH et Coll., 1974). Les objets des 2 facteurs espèces et lieux ont été numérotés comme suit :

- espèces :

1. jachère (témoin) ;
2. niébé variété 58-74 ;
3. dolique ;

- lieux :

1. Sare Kanta (SK) ;
2. Salamata (SL) ;
3. Thiaracounda (TH).

Le travail du sol a été réalisé par les paysans avec leurs moyens habituels : labour à la charrue avec des paires de bœufs précédé au besoin par un grattage superficiel à la « Houe Sine ». Le travail du sol a chaque fois été suivi d'un planage des parcelles à l'aide de râteaux et de binettes et de l'épandage de l'engrais composé NPK 15-15-15 à raison de 150 kg/ha.

Le semis des légumineuses a été réalisé suivant des écartements de 50 cm entre les lignes et de 25 cm sur les lignes à raison de 2-3 graines par poquet.

Les entretiens ont porté sur la lutte contre les adventices (2 sarclo-binages nécessaires et effectués sur 8 des 12 parcelles), le remplacement des poquets manquants, le complètement des poquets incomplets et le démariage des poquets trop denses. La densité de peuplement recherchée est de 160 000 plants/ha (2plants/poquet).

Les observations essentielles ont porté sur la caractérisation initiale du sol des différentes parcelles, l'évaluation des rendements en fourrage et la détermination de la valeur bromatologique du fourrage par analyse chimique. Pour le fourrage, un échantillon moyen de 1,0-1,5 kg de matière verte par village et par légumineuse a été constitué et séché à l'étuve à 70°C jusqu'à poids constant pour la détermination des matières sèches. Les pourcentages de matières sèche et les rendements en fourrages ont ensuite été déterminés par calcul. Les échantillons ont été envoyés à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture à Thiès pour analyse.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Caractérisation initiale du sol et valeur bromatologique des fourrages

Les résultats des analyses ne sont pas encore disponibles.

III.2. Rendements en fourrages

Après le séchage des échantillons à l'étuve, les pourcentages moyens de matière sèche ci-après ont été obtenus :

- Sare Kanta :

1. niébé variété 58-74 : 30,252% ;
2. dolique : 31,132% ;

- Salamata :

1. niébé variété 58-74 : 31,250% ;
2. dolique : 33,333% ;

- Thiaracounda :

1. niébé variété 58-74 : 31,034%
2. dolique : 31,795%.

Les rendements obtenus et exprimés en kg de matière verte par 70,125 m² (kg mv/70,125 m²) et en tonnes de matière sèche par hectare (t ms/ha) figurent dans le tableau 1.

Tableau 1 : Rendements obtenus en fourrages (kg mv/70,125 m² et t ms/ha)

Blocs Villages-Espèces	1		2		3		4	
	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha
1. SK								
1. 58-74	233,700	10,082	221,500	9,556	223,100	9,625	319,300	13,775
2. dolique	127,400	5,638	59,900	2,659	33,900	1,505	83,200	3,694
2. SL								
1. 58-74	110,000	4,902	216,800	9,661	80,400	3,583	75,500	3,365
2. dolique	15,600	0,742	22,500	1,070	-	-	-	-
3. TH								
1. 58-74	213,600	9,453	207,400	9,179	202,500	8,962	280,700	12,422
2. dolique	72,000	3,265	42,300	1,918	22,200	1,007	122,900	5,572

Des problèmes de levée de la dolique ont été rencontrés dans les 3 sites et également à Kolda dans le cadre d'une activité de production de semence. En plus des attaques des plantules par des insectes à la levée, la mauvaise qualité des semences utilisées constitue la principale cause de cette mauvaise. Aussi, les rendements obtenus sont nettement en dessous de ceux attendus. En 1995, à la station de Kolda, dans le cadre d'un essai mené avec des légumineuses fourragères annuelles, les rendements en fourrage suivants ont été obtenus en une coupe (DIATTA et Coll., 1996):

- dolique variété highworth : 4,598 t ms/ha (23,58% de ms) ;
- dolique variété rongai : 4,601 t ms/ha (22,72% de ms) ;

- niébé variété 58-74 : 5,796 t ms/ha (18,85% de ms) ;
- niébé variété 66-35 : 7,224 t ms/ha (20,35% de ms).

Avec le niébé, la levée a été correcte. Cette situation explique les rendements corrects obtenus à Sare Kanta, Thiaracounda et dans la parcelle 2 de Salamata. A Salamata, les faibles rendements obtenus avec le niébé dans les parcelles 1, 3 et 4 sont dus à un manque d'entretien (parcelle 1) et un retard dans le semis et également à un manque d'entretien (parcelles 3 et 4). A Sare Kanta et à Thiaracounda les rendements moyens s'élèvent respectivement à 10,760 et 10,004 t ms/ha en une coupe réalisée en début de saison sèche.

Dans les 3 villages, les remplissages effectués ont donné toujours avec le niébé 58-74, les productions ci-après (kg mv) :

- Sare Kanta : 21 857,400 kg mv à 30,252% de ms ;
- Thiaracounda : 17 314,300 kg mv à 31,034% de ms ;
- Salamata : 4683,700 kg mv à 31 250% de ms.

Ce fourrage et celui issu des essais proprement dits seront utilisés dans le cadre d'essais de supplémentation en saison sèche des chèvres des GIE de Sare Kanta, Thiaracounda et Salamata (volet zootechnie).

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Du fait des problèmes de levée rencontrés avec la dolique, les résultats globaux escomptés n'ont pas été atteints. Il apparaît dès lors nécessaire de poursuivre les essais agronomiques de cette étude sur au moins 2 autres campagnes afin d'obtenir des résultats fiables. Ceux obtenus avec le niébé variété 58-74, même s'ils nécessitent confirmation, nous confortent dans la voie empruntée afin d'arriver rapidement à mettre au point un système fourrager à base d'une légumineuse annuelle à proposer aux utilisateurs.

BIBLIOGRAPHIE

DIATTA Ambroise, DIALLO Abdoul Aziz et BABENE Daniel - Evaluation d'espèces fourragère et production de semences. ISRA/SOHC/Kolda, 1996.

LELLOUCH Joseph et PHILIPPE Lazar - Méthodes statistiques et expérimentations biologiques. Statistique en biologie et médecine. Flammarion Médecine Sciences, 1974.

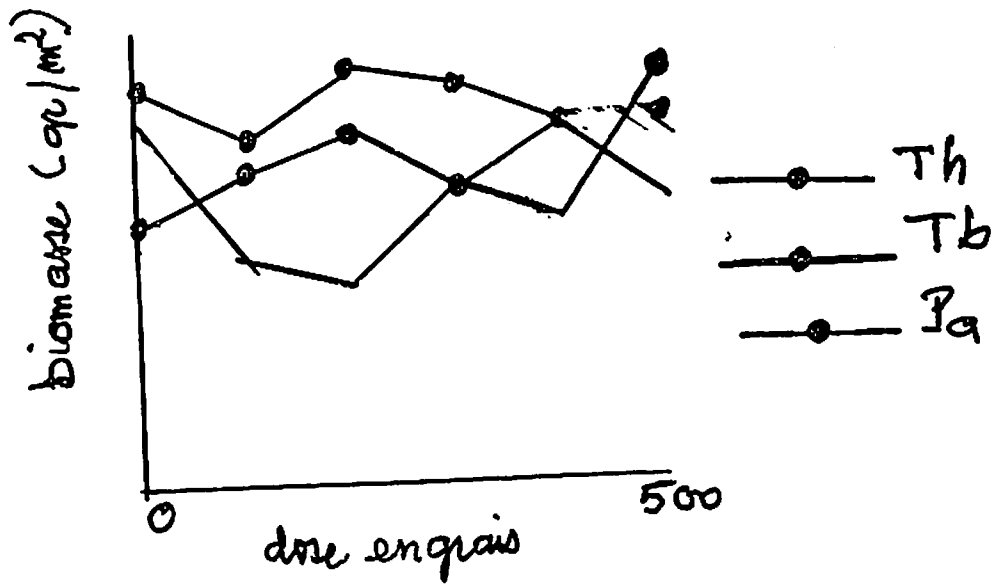
MDR/MCRA (Ministère du Développement Rural/Ministère Chargé des Ressources Animales). Le plan d'action pour l'Elevage, 1998.

Relation valeur nutritive des fourrages et la dose de phosphate

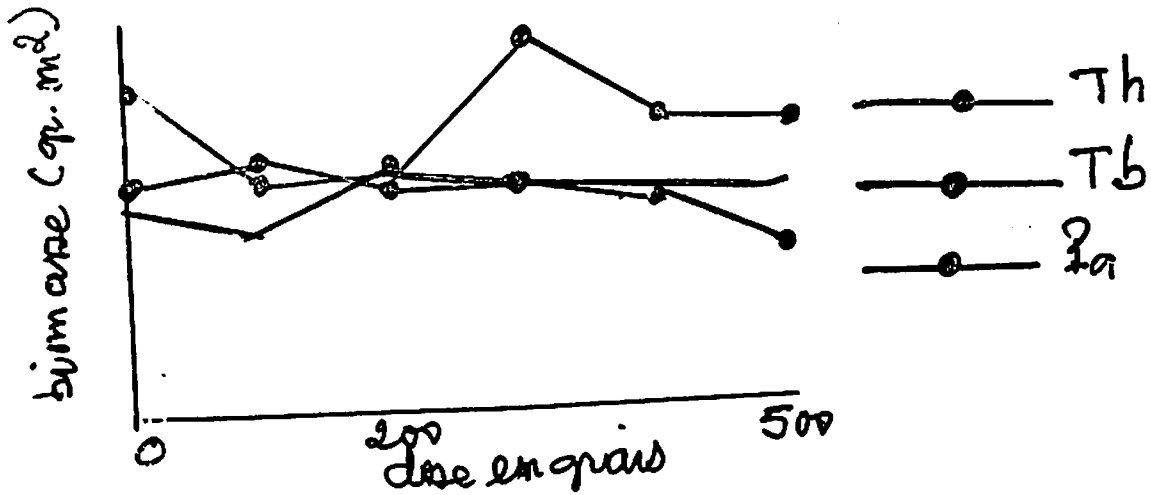
			R ²		
			Tn	Tb	Pa
1994	Doli	P ₂ O ₅ Ca Ca/P			0,776 0,8274
	Kolda	P ₂ O ₅ Ca Ca/P	0,3124		
1995	Doli	P ₂ O ₅ Ca Ca/P			0,8377
	Kolda	P ₂ O ₅ Ca Ca/P	0,6513	0,3195	0,3456
1996	Doli	P ₂ O ₅ Ca Ca/P	0,7669	0,8206	0,2876
	Kolda	P ₂ O ₅ Ca Ca/P	0,3308	0,6316 0,5352	

Evolution biomasse à Doki

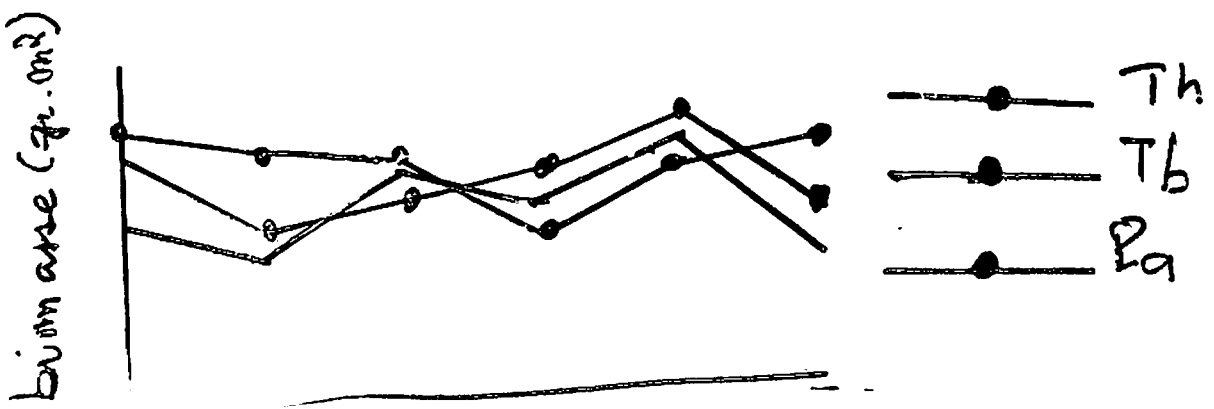
1994



1995



1996



Resu et alii et alii existimant

1. Comparation chimique des sols
2. V₂ g et atom. Fibrae
* Comparation fibrosa
* Diffomane (a) hieune
* V₂ luel pu hieune
• P₂O₅ • Ca
• Descriptio phospho calci que

Prélevements

• Sols = 0 à 20 cm

* Végétation

• Composition floristique
quadat (de Daquit
et Lisonnet

• Biomasse

20 échantillons
⇒ Valeur nutritive

Déroulement des essais

Date de démarrage

Vol da

Dose

Types de phosphates naturels

* Tricalcique de Thiss (T_A)

* Tricalcique de Taïba (T_B)

* Aluminocalcique (P_A)

Disposition

6 blocs à 2 facteurs

(dose, type de phosphate)

Parcelles de 5m x 30m = 150m²

Descriptions des sites d'essai

	Doli	Wald
Situation	Ranch de la SODEP	ISRA/CR 2
Pluie	400-500 mm	1000-1200 mm
Climat	Sahelo soudanien	soudanien
Végétation	herbacées = surtout annuelles (de type Zornia, Strophanthia Panicum + palmiers	Herbaciées : présence d'annuelle mais aussi de juncus Andropogon + capiteux
Sol		

Pythomane caérienne

- Aucune différence significative entre traitements
- Supériorité du phosphore à Bali

Espèces herbacées dominantes relevées
sur les différentes parcelles au niveau
du CRZ de Kolda à la fin de la saison
des pluies 1995

	Th	Tb
0	A. pseu P. wal C. ret	A. pseu A. con T. lin
100	A. pseu P. wal A. con	A. con P. wal
200	A. pseu P. wal A. con	A. pseu P. wal T. lin
300	A. pseu A. con T. lin	A. pseu A. con T. lin
400	A. pseu T. lin A. con	A. pseu A. con T. lin
500	A. pseu A. con T. lin	A. pseu P. wal C. ret
600	A. pseu A. con T. lin	A. pseu P. wal C. ret

Especei herbacei (dominantes) relevées sur les différentes parcelles au niveau de Doli à la fin de la saison des pluies
1995

Date Kg P ₂ O ₅ / ha	Especei dominantes		
	T _h	T _b	P _a
0	Z. glochi diata S. gracilis A. ment abrius	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum	S. gracilis O. bariicum Z. glochi diata
100	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum
300	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum	S. gracilis Z. glochi diata E. thymela	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum
400	S. gracilis Z. glochi diata E. thymela	S. gracilis Z. glochi diata E. thymela	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum
500	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum	S. gracilis O. bariicum Z. glochi diata
700	S. gracilis Z. glochi diata E. grandiflora	S. gracilis Z. glochi diata E. thymela	S. gracilis Z. glochi diata O. bariicum

Composition floristique des herbacées

Au eune defference entre tim vîn
et par ailleurs tr autres (durant
les 3 années de povi

Teneur en P₂O₅ des sols
1995 (deux années après)

Traitements	% en P ₂ O ₅ (moyen PPM)
T ₀	11,50 a
T ₁	15,64 a
T ₂	14,80 a
T ₃	18,48 b
T ₄	18,55 bc
T ₅	20,62 c
T ₆	23,37 d

1996 (Trois années après)

	Kolda		Dori		
	T _h	T _b	T _h	T _b	P _a
0	10,7	10,58	5,21	3,53	4,29
100	14,1	15,18	6,13	7,97	7,57
200	13,7	12,19	9,35	7,82	6,59
300	14,4	14,45	6,13	5,83	12,9
400	12,9	16,33	4,91	9,51	6,61
500	14,7	15,18	8,74	18,39	6,59
600	12,3	12,19	-	-	-

Variations de la teneur en P₂O₅ des sols

	1994		1995		1996	
	Doli	Kolda	Doli	Kolda	Doli	Kolda
	0 variation			Variation à partir de 200 Kg	Ecart possible entre terrain et parcelles traitées	

Matériel et méthodes d'études

1. Sites expérimentaux
2. Développement des essais
3. Prélèvement des sols
4. Prélèvement de la végétation
Herb - cée

R 06

Institut Sénégalais de Recherches
Agricoles

Direction de Recherches sur
la Santé et les Productions
Animales

Centre de Recherches Zootechniques
de Dahra

Amélioration des parcours des zones d'élevage du
Sénégal par utilisation des phosphates naturels

(Rapport d'étape de l'année 1)

par

Dr Amadou Tamsir DIOP
Mme Aminata BADIANE
Mr Dominique FRIOT
Mr Adama FAYE
Dr Safiétou Touré FALL

R 06

Avril 1995

1. Introduction

Ce rapport d'étape est élaboré dans le cadre de la Convention NRBAR "Amélioration des parcours des zones d'élevage du Sénégal par utilisation de phosphates naturels. Il y est fait mention en premier lieu des méthodes de travail, ensuite des résultats obtenus et enfin des perspectives.

2. Déroulement des essais

2.1. Les sites expérimentaux

Le Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Kolda en zone soudanienne et le Ranch de Doli en région sahélienne sèche à soudano-sahélienne humide ont servi de sites d'accueil aux essais.

Au niveau du CRZ, la parcelle A a été identifiée du fait qu'elle était la moins accidentée, très peu dense du point de vue ligneux et relativement accessible. Les mêmes critères ont été retenus au niveau de Doli où nous avons eu cependant plus de difficulté à trouver un site. L'implantation a pu se faire au niveau de la parcelle dite NDiaga.

Durant l'année 1994, une pluviométrie de 528,5 mm a été enregistrée au niveau de Doli et de 1231,5 mm à Kolda.

2.2. Dispositif expérimental

La mise en place des sites d'essais a eu lieu du 05 au 09 juillet 1994 pour Kolda et du 11 au 15 juillet 1994 pour Doli.

Nous avons utilisé des phosphates naturels provenant des gisements de Thiés (tricalcique et alumino-calciq) et de Taïba (tricalcique).

Sur des terrains nettoyés au préalable et sans travail du sol, des parcelles de 150 m² (5m*30m) ont été délimitées. De façon aléatoire, un apport de 0, 100, 200, 300, 400, 500 et 600 kg de P205 répétés en 3 blocs a été réalisé. L'épandage a été fait de façon manuelle.

2.3. Prélèvements et mesures

2.3.1. Prélèvement de sol

Au niveau des 2 sites, cinq carottes ont été prélevées par parcelles avec une tarière. Le tout a été mélangé dans un récipient et un échantillon moyen prélevé. Cette opération avait pour but de caractériser les parcelles avant l'épandage des phosphates et en fin de saison des pluies au moment de l'étude de la végétation herbacée.

Si à Kolda, les prélèvements de sols ont été effectués à une profondeur de 0 - 10 cm et 10 - 20 cm, à Doli, un seul niveau de prélèvement (0 - 10 cm) a été réalisé. En effet, nous avons estimé que la cinétique de dégradation pourrait être appréhendée à partir des résultats de Kolda.

2.3.2. Prélèvements des espèces végétales herbacées

La végétation herbacée a été étudiée à la fin de la saison des pluies 1994, (du 2 au 15 novembre 1994 pour Doli et du 07 au 12 décembre 1994 pour Kolda).

La méthode des points quadrats de Daget et Poissonnet a été utilisée pour la composition floristique. A cet effet, deux lignes de 20 m ont été placées en diagonale sur chaque parcelle.

Au même moment, 20 échantillons de phytomasse aérienne ont été prélevés sur des placettes de 1m². L'ensemble de la biomasse a été mélangé et un tri a été opéré sur un échantillon afin de séparer les Graminées, les Légumineuses et les Phorbes. Par la suite, un prélèvement a été fait pour la détermination de la matière sèche (MS) et l'étude de la valeur bromatologique.

3. Résultats et discussions

3.1. Effet de l'apport de phosphate sur la composition floristique

L'analyse de la composition floristique au niveau de Doli indique que sur l'ensemble des parcelles, *Zornia glochidiata* est la plus répandue, suivi de *Schoenefeldia gracilis* puis d'*Aristida mutabilis* (tableau 1). Les relevés de végétation herbacée effectués dans d'autres sites indiquent une dominance de ces espèces sur l'ensemble de la Zone Sylvopastorale.

Tableau 1: Espèces herbacées dominantes relevées sur les différentes parcelles au niveau de Doli en fin de saison des pluies

Dose (kg P205 /ha)	Espèces dominantes		
	Th	Tb	Pa
0	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>D.hagerupii</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>
100	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>
200	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>
300	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>
400	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i> <i>D.hagerupii</i>
500	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>A.mutabilis</i>	<i>Z.glochidiata</i> <i>S.gracilis</i> <i>D.hagerupii</i>

Th = Phosphate tricalcique de Thiés

Tb = Phosphate tricalcique de Taïba

Pa = phosphate alumino-calcique de Thiés (Phosphal)

3.1. Effet des phosphates sur la phytomasse aérienne

Même si les résultats d'analyse de variance simple et par blocs complets (tableau 2) sont significatifs dans la plupart des cas, l'observation de l'évolution de la phytomasse aérienne totale (figure 1) ne permet pas de conclure à un effet phosphate et il en est de même de la biomasse par composante végétale (figure 2).

Tableau 2: Effet des phosphates naturels sur la biomasse aérienne (analyse de variance)

	par blocs			simple		
	Th	Tb	Pa	Th	Tb	Pa
Doli	F(5;252) =3,28 **	F(5;252) =3,11 **	F(5;252) =0,94 NS	F(5;264) =2,85 *	F(5;264) =2,88 *	F(5;264) =0,77 NS
Kolda	F(6;294) =4,3 **	F(6;294) =15,98 **	-	F(6;308) =2,62 *	F(6;308) =9,83 **	-

* significatif à 5p100
 ** significatif à 1p100 ou plus

Figure 1: Evolution de la phytomasse aérienne totale des pâturages naturels après épandage de différents phosphates naturels.

Doli

Kolda

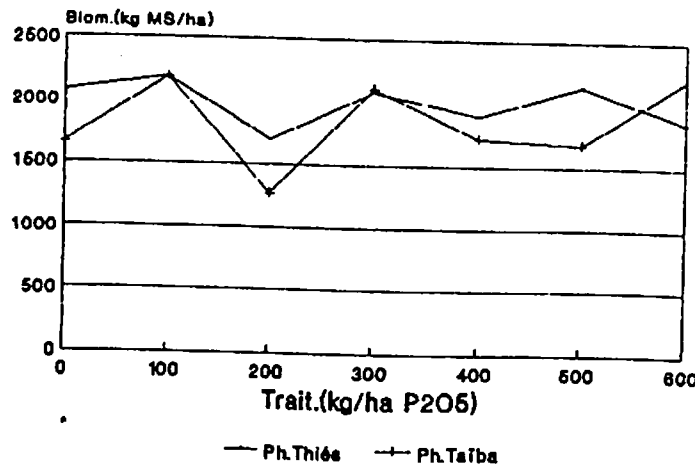
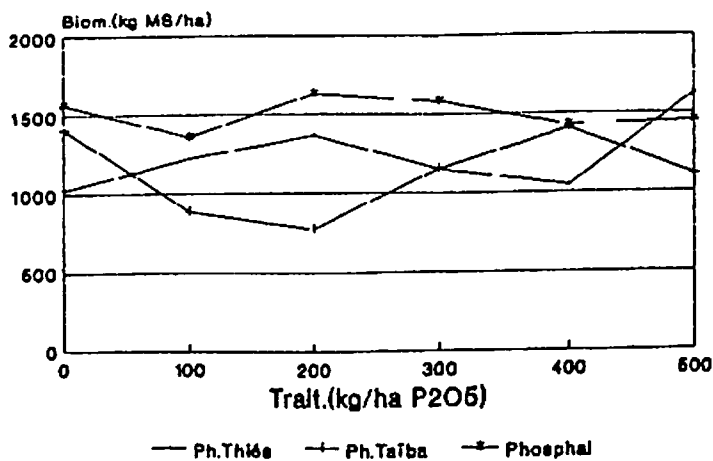
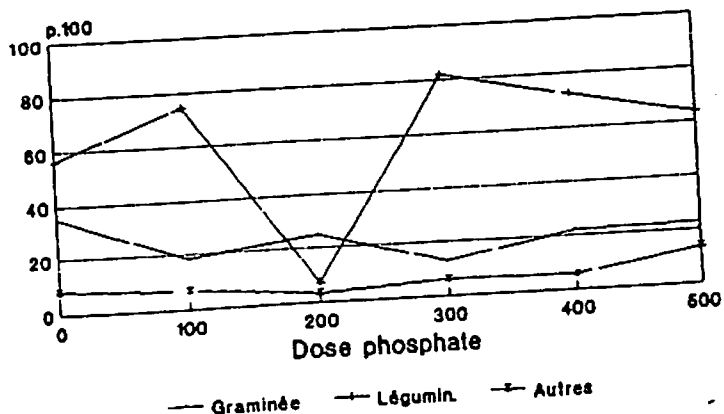


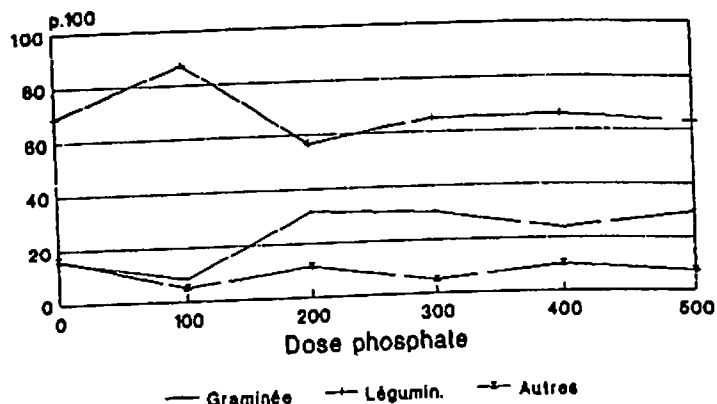
Figure 2: Evolution de la phytomasse aérienne par composante végétale après épandage de différents types de phosphates naturels

Doli

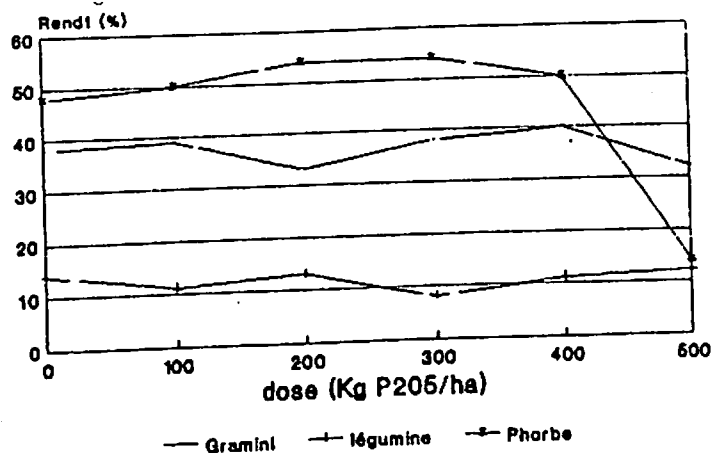
Phosphate tricalcique de Thiés (Th)



Phosphate tricalcique de Taïba (Tb)

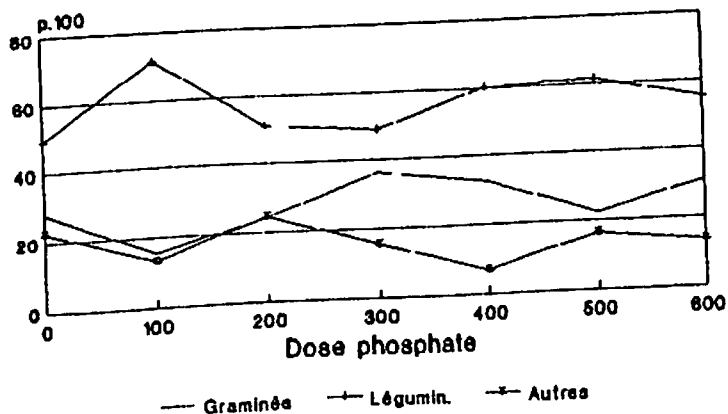


Phosphate aluminocalcique (Pa)

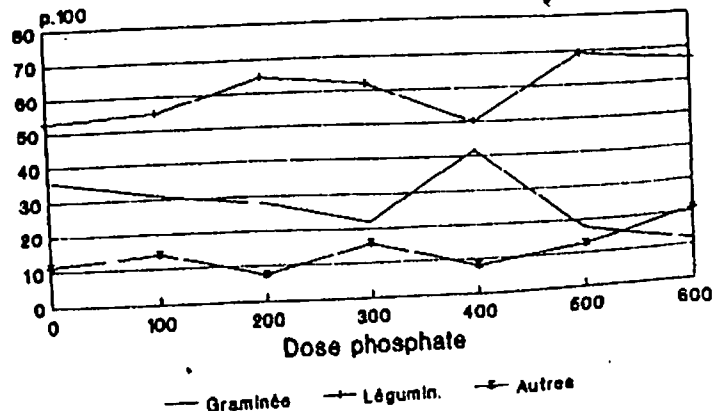


Kolda

Phosphate tricalcique de Thiés (Th)



Phosphate tricalcique de Taïba (Tb)



3.2. Effet de l'apport de phosphates naturels sur la composition chimique des sols et la valeur nutritive des herbacées des pâturages naturels

Les échantillons de sols et de fourrages ont été déposés au niveau du Laboratoire d'analyse chimique des sols du CNRA de Bambey et ceux de fourrages, au niveau du LNERV (Service d'alimentation). Il se trouve cependant qu'au niveau de Bambey, le Labo était mobilisé dans le cadre de la réhabilitation et qu'au LNERV, le Labo de chimie était en cours de réfection. Ceci n'a donc pas permis pour l'instant d'être en possession des résultats d'analyse de sols et de fourrages.

4. Perspectives de Recherches

Les premiers résultats n'indiquent pas un effet phosphate au niveau de la composition floristique et de la biomasse en première année. L'analyse des sols et des fourrages sera donc limitée dans un premier temps à l'élément "phosphate" sous ses différentes formes et sur une partie des échantillons. Par la suite, selon les résultats, il sera envisagé de faire le reste.

R06

Institut Sénégalais de Recherches
Agricoles

Direction de Recherches sur
la Santé et les Productions
Animales

Direction de recherches sur
les cultures et Systèmes
Pluviaux

Amélioration des parcours des zones d'élevage du Sénégal par utilisation
de phosphates naturels

Rapport final de l'année 1

Par

Dr Amadou Tamsir DIOP
Mme Aminata BADIANE
Mr Dominique FRIOT
Mr Adama FAYE
Dr Safiétou TOURE FALL

Décembre 1995

1. Introduction

Cette action de recherche financée dans le cadre des conventions ISRA/NRBAR a pour objectif de voir l'effet des phosphates naturels sur les parcours des zones d'élevage. Les essais ont eu lieu au niveau du Ranch de Doli en zone Sylvopastorale du Sénégal et au niveau du CRZ de Kolda en Zone subhumide. Les premiers résultats obtenus à la fin de la saison des pluies 1994 (l'épandage ayant eu lieu en début de la saison des pluies de cette année) sont indiqués dans le présent rapport.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Les sites expérimentaux

Le Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Kolda en zone soudanienne et le Ranch de Doli en région sahélienne sèche à soudano-sahélienne humide ont servi de sites d'accueil aux essais.

Au niveau du CRZ, la parcelle A a été identifiée du fait qu'elle était la moins accidentée, très peu dense du point de vue ligneux et relativement accessible. Les mêmes critères ont été retenus au niveau de Doli où nous avons eu cependant plus de difficulté à trouver un site. L'implantation a pu se faire au niveau de la parcelle dite NDiaga.

Durant l'année 1994, une pluviométrie de 528,5 mm a été enregistrée au niveau de Doli et de 1231,5 mm à Kolda.

2.2. Déroulement des essais

La mise en place des sites d'essais a eu lieu du 05 au 09 juillet 1994 pour Kolda et du 11 au 15 juillet 1994 pour Doli.

Nous avons utilisé des phosphates naturels provenant des gisements de Thiés (tricalcique et alumino-calcique) et de Taïba (tricalcique).

Sur des terrains nettoyés au préalable et sans travail du sol, des parcelles de 150 m² (5m*30m) ont été délimitées. De façon aléatoire, un apport de 0, 100, 200, 300, 400, 500 et 600 kg de P205 répétés en 3 blocs a été réalisé. L'épandage a été fait de façon manuelle

2.3. Prélèvements et mesures

2.3.1. Prélèvement de sol

Au niveau des 2 sites, cinq carottes ont été prélevées par parcelles avec une tarière. Le tout a été mélangé dans un récipient et un échantillon moyen prélevé. Cette opération avait pour but de caractériser les parcelles avant l'épandage des phosphates et en fin de saison des pluies au moment de l'étude de la végétation herbacée.

Si à Kolda, les prélèvements de sols ont été effectués à une profondeur de 0 - 10 cm et 10 - 20 cm, à Doli, un seul niveau de prélèvement (0 - 10 cm) a été réalisé. En effet, nous avons estimé que la cinétique de dégradation pourrait être appréhendée à partir des résultats de Kolda.

*Commentaire
combien de
parcels
1/150
6/2*

2.3.2. Prélèvements des espèces végétales herbacées

La végétation herbacée a été étudiée à la fin de la saison des pluies 1994, (du 2 au 15 novembre 1994 pour Doli et du 07 au 12 décembre 1994 pour Kolda).

La méthode des points quadrats de Daget et Poissonnet a été utilisée pour la composition floristique. A cet effet, deux lignes de 20 m ont été placées en diagonale sur chaque parcelle.

Au même moment, 20 échantillons de phytomasse aérienne ont été prélevés sur des placettes de 1m². L'ensemble de la biomasse a été mélangé et un tri a été opéré sur un échantillon afin de séparer les Graminées, les Légumineuses et les Phorbes. Par la suite, un prélèvement a été fait pour la détermination de la matière sèche (MS) et l'étude de la valeur bromatologique.

3. Résultats et discussions

3.1. Effet de l'apport de phosphate sur la végétation

3.1.1. Sur la composition floristique des herbacées

L'analyse de la composition floristique au niveau du Ranch de Doli (Sud de la Région Sylvopastorale du Sénégal) indique que sur l'ensemble des parcelles, *Zornia glochidiata* est la plus répandue, suivi de *Schoenefeldia gracilis* puis d'*Aristida mutabilis* (tableau 1). Les relevés de végétation herbacée effectués dans d'autres sites indiquent une dominance de ces espèces sur l'ensemble de la Zone Sylvopastorale.

Tableau 1: Espèces herbacées dominantes relevées sur les différentes parcelles au niveau de Doli à la fin de la saison des pluies 1994

Dose (Kg P205 ha)	Espèces Th	dominantes Tb	Pa
0	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>D. hagerupii</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>
100	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>
200	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>
300	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>
400	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i> <i>D. hagerupii</i>
500	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>A. mutabilis</i>	<i>Z. glochidiata</i> <i>S. gracilis</i> <i>D. hagerupii</i>

Th = Phosphate tricalcique de Thiés

Tb = Phosphate tricalcique de Taïba

Pa = phosphate alumino-calcique de Thiés (Phosphal)

L'analyse de la composition floristique des parcelles de Kolda indique que les espèces les plus répandues sont (tableau 2) *Andropogon pseudapricus* (Graminée), *Panicum walense* (Graminée), *Desmodium laxiflorum* (Légumineuse) et *Vigna racemosa* (Légumineuse). La présence de ces différentes espèces ne semblent pas du tout liée à la dose de phosphate. Les espèces graminéennes sont aussi importantes que les Légumineuses.

Tableau 2: Espèces herbacées dominantes relevées sur les différentes parcelles au niveau du CRZ de Kolda à la fin de la saison des pluies 1994

Dose (Kg P205/ha)	Espèces		dominantes Tb
	Th		
0	A.pseudapricus V. racemosus D. laxiflorum		P. walense V. racemosus A. pseudapricus
100	A.pseudapricus P. walense V. racemosus		V. racemosus A.pseudapricus P. walense
200	V. racemosus P. walense D. laxiflorum		P. walense V. racemosus A.pseudapricus
300	V. racemosus A.pseudapricus D. laxiflorum		V. racemosus A.pseudapricus P. walense
400	V. racemosus A.pseudapricus D. laxiflorum		A.pseudapricus P. walense V. racemosus
500	V. racemosus P. walense A.pseudapricus		V. racemosus P. walense D. laxiflorum
600	V. racemosus P. walense D. laxiflorum		A.pseudapricus V. racemosus P. walense

3.1.2. Effet des phosphates sur la phytomasse aérienne

Même si les résultats d'analyse de variance simple et par blocs complets (tableau 3) sont significatifs dans la plupart des cas, l'observation de l'évolution de la phytomasse aérienne totale (figure 1) ne permet pas de conclure à un effet phosphate et il en est de même de la biomasse par composante végétale (figure 2).

Tableau 3: Effet des phosphates naturels sur la biomasse aérienne (analyse de variance)

Site	par blocs			simple		
	Th	Tb	Pa	Th	Tb	Pa
Doli	F(5;252) = 3,28 **	F(5;252) = 3,11 **	F(5;252) = 0,94 NS	F(5;264) = 2,85 *	F(5;264) = 2,88 *	F(5;264) = 0,77 NS
Kolda	F(6;294) = 4,3 **	F(6;294) = 15,98 **	-	F(6;308) = 2,62 *	F(6;308) = 9,83 **	-

* significatif à Sp100

** significatif à 1p100 ou plus

Figure 1: Evolution de la phytomasse aérienne totale des pâturages naturels après épandage de différents phosphates naturels.

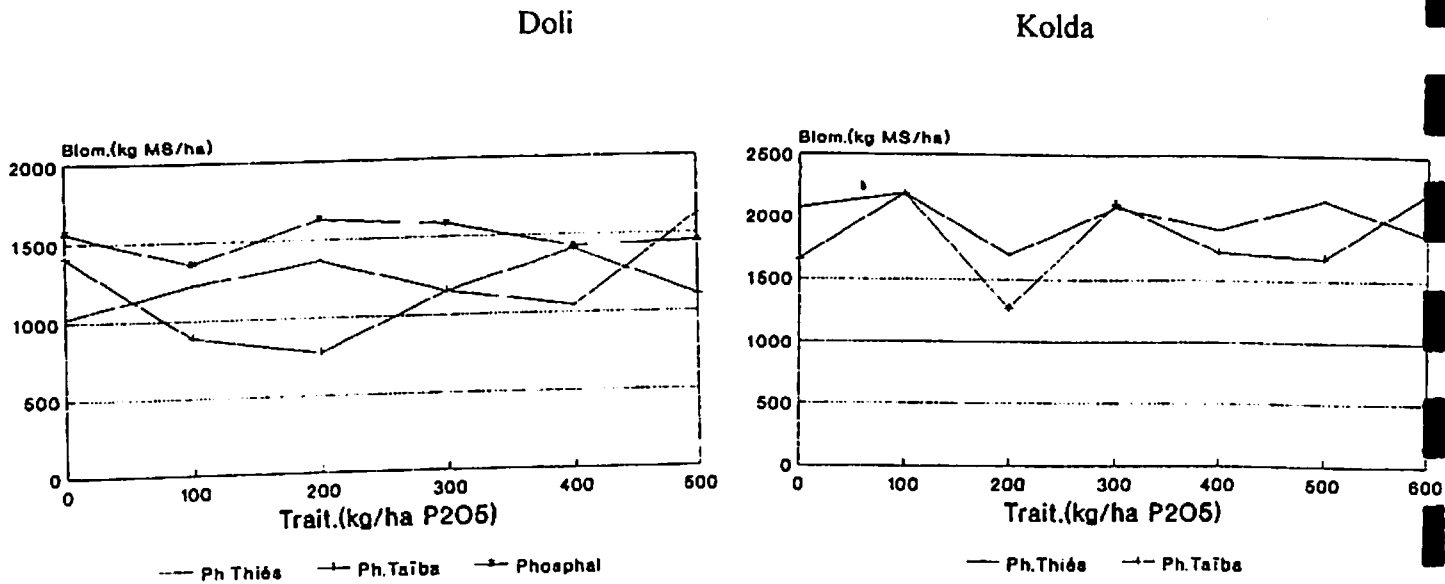
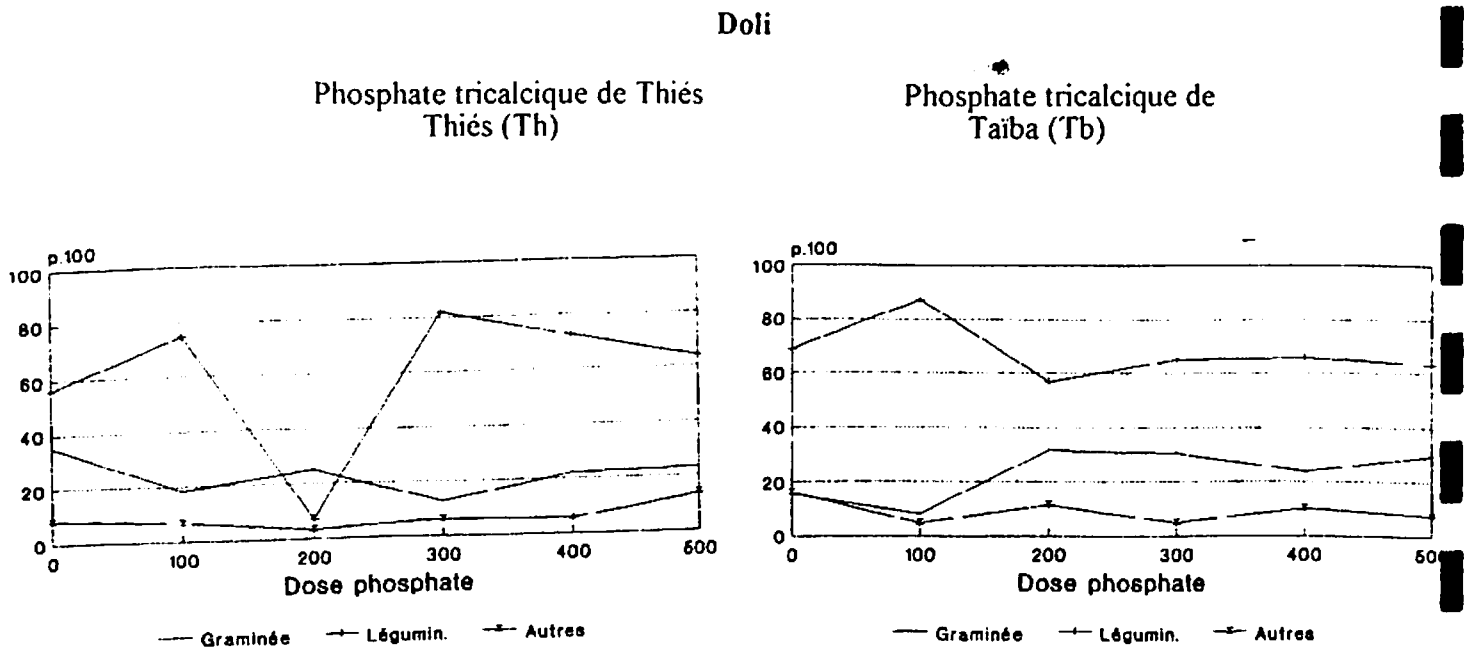
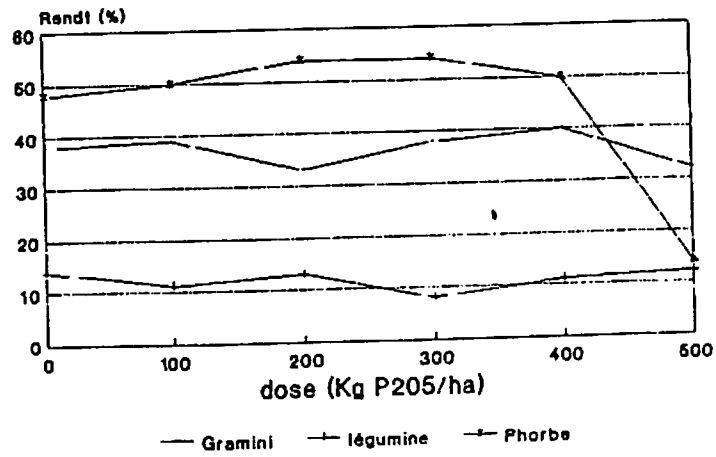


Figure 2: Evolution de la phytomasse aérienne par composante végétale après épandage de différents types de phosphates naturels



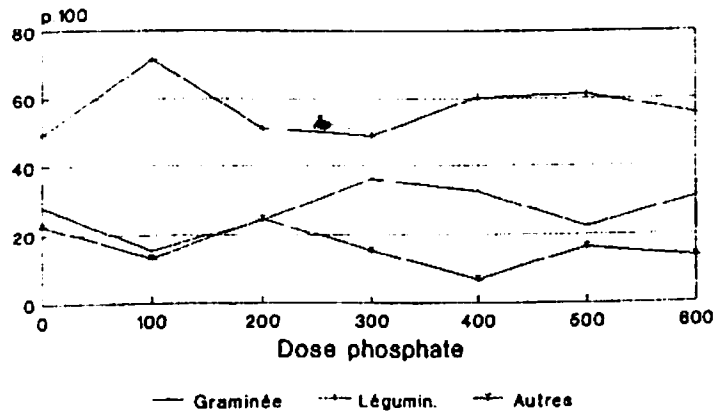
re

Phosphate aluminocalcique (Pa)

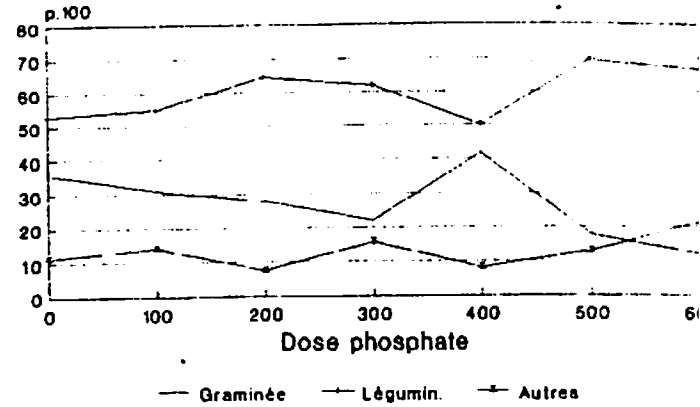


Kolda

Phosphate tricalcique de Thiés (Th)



Phosphate tricalcique de Taïba (Tb)



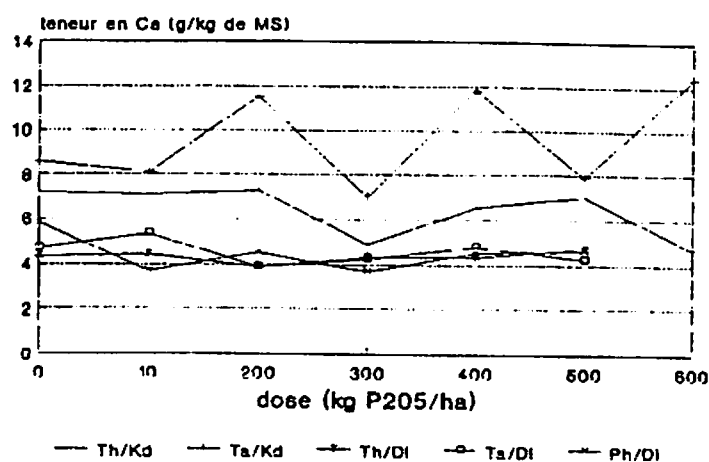
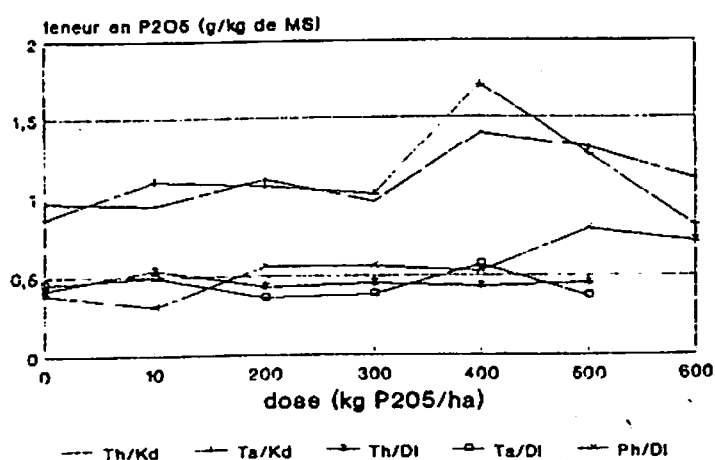
3.1.3. Effet de l'apport de phosphates sur la valeur nutritive des herbacées

Les résultats d'analyse chimique (figure 3) ne permettent pas de déceler une évolution de la teneur des fourrages herbacées en phosphore ou en calcium.

Figure 3: Evolution de la teneur en phosphore et en calcium des fourrages après épandage de différents types de phosphates naturels

a. Teneur en phosphore

b. Teneur en calcium



3.2. Effet de l'apport de phosphates naturels sur la composition chimique des sols

3.2.1. Caractérisation physicochimiques des sols avant épandage des phosphates naturels

*Au niveau du CRZ de Kolda

Une caractérisation physico-chimique de sol de départ a été effectuée sur un ensemble de 84 échantillons représentant les traitements phosphatés.

Les résultats obtenus indiquent que.

- les sols présentent des pH faibles, donc acides dans les 2 horizons respectifs;
- la texture sableuse est caractérisée par un faible pourcentage en argile et limon, les sables totaux représentent environ plus de 80% de la granulométrie totale;
- les teneurs en phosphore sont très faibles et à ce niveau, nous pouvons dire qu'ils sont à la

limite du seuil de déficience en phosphore. Les teneurs varient entre 8 et 16 ppm en surface (horizon 0-10 cm) 3 et 13 ppm en profondeur (10-20 cm) avec deux exceptions près. Ceci démontre l'importance de l'utilisation de phosphate dans ces sols de pâturages.

* Au niveau des parcelles du ranch de Doli

Ces caractéristiques physico-chimiques des sols de départ de Ranch Doli ont été déterminé sur 54 échantillons (horizon 0-20 cm)

Les résultats obtenus indiquent que:

- les sols présentent des pH faiblement acides;
- la texture est sableuse, caractérisée par les teneurs en sables totaux de plus de 85 %;
- les teneurs en phosphore sont extrêmement faibles et ont atteint le seuil de déficience (<15 ppm).

3.2.2. Caractérisation physicochimiques des sols après épandage des phosphates naturels

Les sols des parcelles du CRZ de Kolda sont demeurés acides et les teneurs en phosphore assimilable n'ont guère varié et il en est de même à Doli

4. Perspectives de Recherches

Les premiers résultats n'indiquent pas en première année un effet phosphate ni au niveau des sols, ni au niveau de la végétation herbacée.

Les apports en phosphates naturels (Phospal, Phosphate Taïba de Thiès) n'ont guère amélioré les teneurs en P du sol, ni influer sur la composition floristique et la biomasse des herbacées.. Nous pouvons comprendre que les formes utilisées ne libèrent pas facilement le phosphore dans le sol. Donc des réponses intéressantes ne pourront certainement être obtenues qu'après plusieurs années.

2 . 2 Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en zone sub-humide du Sénégal : la haute Casamance (R07)

**Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en
vue
de l'amélioration des productions céréalières et animales en
zone subhumide du Sénégal : la Haute Casamance (R07)**

**Par Ambroise DIATTA¹, Papa Nuhine DIEYE¹, Massirin SAVANE¹, Daniel
BABENE¹ et Paul ANAMOSA²**

- 1. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)**
- 2. Projet de Recherche Agricole Basée sur la Gestion des Ressources Naturelles
(NRBAR)**

**Communication à l'atelier ISRA/NRBAR de présentation des résultats
sur le thème « Agriculture/GRN-Elevage dans les régions de Basse et
Moyenne Casamance et de Sénégal Oriental et Haute Casamance**

Kolda, 17-20 Février 1998

Centre de Recherches Zootechniques de Kolda
Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en
vue
de l'amélioration des productions céréalières et animales en
zone subhumide du Sénégal : la Haute Casamance (R07)

I. INTRODUCTION

En Haute Casamance, le développement de la production céréalière par l'accroissement de la maïsiculture de plein champ et la riziculture de plateau occupe une place importante pour l'atteinte des objectifs nationaux d'autosuffisance alimentaire. En productions animales, le Plan d'Action de l'Élevage (MDR/MCRA, 1988) recommande pour la zone, la production de ruminants maigres ou engraisés, l'intensification de la sélection et de la production de bovins Ndama en race pure et surtout l'intégration agriculture-élevage par le biais de la traction animale.

Toutefois, le développement de la production céréalière ne peut être assuré de façon durable dans un contexte de faible utilisation des engrais chimiques et de raccourcissement du temps de jachère. En élevage, le système d'alimentation des ruminants domestiques, basé essentiellement sur l'exploitation des pâturages naturels et la vaine pâture des résidus de récolte ne peut contribuer de façon décisive à l'atteinte des objectifs affichés de production animale et d'intégration agriculture-élevage.

Aussi, la Société de Développement des Fibres Textiles (SODEFITEX) à Tambacounda et l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) à Kolda entreprennent-ils ensemble depuis 1988, mais chacun dans son domaine de compétence, des actions d'intensification des productions agricoles et d'intégration agriculture-élevage par :

- l'embauche paysanne et la production de lait particulièrement en saison sèche ;
- l'amélioration de l'aptitude au travail des animaux de trait ;
- la production de fumier de qualité et sa valorisation ;
- la constitution de réserves fourragères (foin de brousse et résidus de récolte : pailles de céréales et fane d'arachide) et de concentré (graine de coton, sons de céréales et tourteau de sésame).

Ces actions d'intensification des productions agricoles et d'intégration agriculture-élevage en cours peuvent être renforcées par l'introduction des légumineuses fourragères ou mixtes en cultures associées avec les céréales. En effet, les légumineuses ont la faculté d'enrichir le sol en azote et de maintenir et/ou d'améliorer ainsi sa fertilité et de produire également un fourrage de qualité car riche en énergie et en azote. C'est dans ce cadre que le Projet de Recherche Agricole Basée sur la Gestion des Ressources Naturelles (NRBAR) a été sollicité en 1995 pour financer la présente étude intitulée « Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en zone subhumide du Sénégal : la Haute Casamance ». Elle a pour :

- objectifs généraux (i) d'améliorer la production grainière du maïs en culture dérobée avec des légumineuses fourragères annuelles grâce au maintien et/ou à l'amélioration de la fertilité du sol et les productions animales par une plus grande production d'un fourrage de meilleure qualité que les pailles des céréales en culture pure et (ii) de contribuer ainsi à la préservation de l'environnement ;

- objectifs spécifiques (i) de suivre l'évolution de la fertilité des sols sous cultures associées. (ii) d'évaluer l'effet des associations sur les rendements en grains de maïs, l'enrichissement du sol en éléments fertilisants et/ou leur maintien, la production de fourrage et sa valeur alimentaire, les productions animales liées à la consommation du fourrage, la contribution du fourrage à la baisse du coût du poste alimentation dans les essais de supplémentation d'animaux stabulés en saison sèche, l'impact de l'innovation sur l'économie des exploitations agricoles et la préservation des ressources naturelles et (iii) de proposer aux utilisateurs un système fourrager basé sur la culture associée maïs-légumineuse fourragère annuelle.

Cette étude se compose ainsi de 3 volets : agronomie, zootechnie et socioéconomie. Le travail effectué dans le cadre du volet agronomie et les résultats partiels s'y rapportant sont présentés dans la présente communication.

II. MATERIEL ET METHODES

Cette étude prévue d'être réalisée en 1^{ère} année en station, a été déplacée dans le village de Ndangane situé à 13 km au Sud de Kolda. Ce village fait partie de ceux suivis par l'ISRA de Kolda.

Au cours des 3 années d'expérimentation, 886,2 mm (1995), 1 052,0 mm (1996) et 1 071,2 mm de pluie (1997) ont été enregistrés à l'ISRA de Kolda, soit une moyenne annuelle de 1 003,1 mm. Celle-ci est légèrement inférieure aux 1 016,5 mm, moyenne annuelle enregistrée à Kolda entre 1962 et 1996.

Le matériel végétal est constitué de la variété de maïs Jaune de Bambey et de 3 légumineuses : niébé variétés fourragère 58-74 et mixte 59-12 et de la dolique. En 1997, la variété mixte de niébé n'a pas été utilisée par manque de semences.

Les essais agronomiques réalisés au cours des 3 années, ont été mis en place à Ndangane dans un des champs de case de Omar KANDE. La parcelle d'essais d'une superficie de 4 116 m² est située à la lisière des champs de case. Elle a été cultivée en maïs en 1994. Les essais proprement dits ont couvert chaque année une surface de 1 410 m² (30 m x 47 m) ; les 2 706 m² restants constituent la surface de remplissage.

Pour le suivi de l'évolution de la fertilité du sol sous les différents traitements, 5 échantillons de sol par unité expérimentale de 5 m x 10 m (50 m²) sont prélevés à la tarière à la profondeur de 0-20 cm le long de 2 diagonales. Après mélange et homogénéisation, un échantillon moyen est constitué par parcelle unitaire. Les prélèvements ont lieu chaque année avant la mise en place des essais et après les récoltes. A chaque prélèvement, 16 échantillons moyens sont ainsi constitués et envoyés au Laboratoire Central d'Analyses de l'ISRA à Bambey.

En 1^{ère} année, le travail du sol s'est fait en 2 passages : travail superficiel à la « Houe Sine » et labour ensuite à la charrue à l'aide de paires de bœufs. En 2^{ème} et 3^{ème} années, les travaux du sol ont été réalisés au tracteur par un passage unique du pulvérisateur à disques.

Au cours des 3 années, les essais ont été réalisés sur la même parcelle rectangulaire de 1 410 m² (30 m x 47 m) selon le même dispositif en blocs aléatoires complets comprenant 4 blocs. Chaque bloc comprend 4 unités expérimentales de 50 m² (5 m x 10 m) chacune. La répartition des traitements dans les blocs s'est faite de manière complètement aléatoire et indépendamment d'un bloc à un autre par l'utilisation de la table des permutations au hasard de 4 éléments (LELLOUCH et Coll., 1974). Les traitements ont été numérotés comme suit :

1. maïs variété Jaune de Bambey (JDB) en culture pure (témoin) ;
2. maïs variété JDB-niébé variété 58-74 ;
3. maïs variété JDB-niébé variété 59-12 ;
4. maïs variété JDB-dolique.

Le maïs a été semé suivant des écartements de 75 cm entre les lignes et de 25 cm sur les lignes à raison de 2 grains par poquet. Chaque parcelle élémentaire compte 7 lignes de semis comprenant chacune 40 poquets. Les légumineuses ont été semées sur les mêmes lignes de semis que le maïs et suivant un écartement de 25 cm à raison de 2-3 graines par poquet. Chaque poquet de légumineuses était équidistant des 2 poquets de maïs qui l'entourent. En 1^{ère} année, les légumineuses ont été semées 56 jours après le semis du maïs réalisé le 25 juillet. En 2^{ème} et 3^{ème} années, les légumineuses ont chaque fois été semées 30 jours après les semis du maïs effectués les 16 et 1^{er} juillet respectivement.

Les entretiens ont porté sur la lutte contre les mauvaises herbes (2 sarco-binages), le remplacement des poquets manquants du maïs et des légumineuses, le comblement des poquets incomplets de légumineuses et au démariage des poquets trop denses de maïs et de légumineuses. Les densités de peuplement recherchées sont 53 200 plants/ha (1 plant/poquet) pour le maïs et 106 400 plants/ha (2 plants/poquet) pour les légumineuses.

Les observations essentielles ont porté sur la caractérisation initiale du sol, le suivi de l'évolution de sa fertilité sous les effets des différents traitements, l'évaluation des rendements en grains de maïs et en fourrages et la détermination de la valeur bromatologique des fourrages par analyse chimique. Concernant les grains de maïs, la pesée des récoltes a été réalisée après égrenage et les rendements déterminés par calcul. Pour les fourrages, 2 échantillons moyens d'environ 0,5 à 1 kg de matière verte ont chaque fois été constitués par traitement, séchés à l'étuve à 70°C jusqu'à poids constant en vue de la détermination des matières sèches. Celles-ci et les rendements en fourrages ont été ensuite déterminés par calcul. Enfin, pour chaque traitement, un échantillon moyen de fourrage a été constitué et l'ensemble envoyé à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) à Thiès pour analyse.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats des analyses de sol

Les résultats de la caractérisation initiale du sol et des prélèvements après les récoltes de 1^{ère} et en début de l'essai de 2^{ème} années des principaux paramètres sont donnés dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1 : Caractérisation initiale du sol

Blocs et trait. Paramètres	A				B				C				D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
$\%_{100}$ carb tot	4.57	4.29	4.65	5.15	5.35	4.41	5.31	5.04	5.35	4.80	4.76	4.68	4.80	4.96	5.23	5.35
$\%_{100}$ azote total	0.55	0.48	0.57	0.55	0.64	0.47	0.54	0.62	0.63	0.50	0.47	0.54	0.40	0.60	0.56	0.53
Rapport C/N	8	9	8	9	8	9	10	8	8	10	10	9	12	8	9	10
$\%_{100}$ P ₂ O ₅ total	0.252	0.432	0.257	0.335	0.310	0.270	0.282	0.297	0.277	0.257	0.267	0.292	0.282	0.287	0.275	0.292
P ₂ O ₅ assimil (ppm)	19.32	15.64	22.08	15.64	20.24	11.96	19.32	13.80	26.68	14.72	22.08	10.12	19.30	20.24	14.72	14.72

Tableau 2 : Caractérisation du sol après les récoltes de la 1^{ère} année

Blocs et trait. Paramètres	A				B				C				D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
$\%_{100}$ carb tot	4.25	5.47	3.75	4.06	6.68	4.73	5.08	4.65	4.53	5.31	4.26	4.65	5.23	5.23	5.04	5.67
$\%_{100}$ azote total	0.50	0.57	0.38	0.40	0.63	0.50	0.52	0.47	0.55	0.58	0.45	0.59	0.60	0.55	0.52	0.67
Rapport C/N	9	9	10	10	11	9	10	10	8	9	9	9	9	9	10	9
$\%_{100}$ P ₂ O ₅ total	0.295	0.323	0.249	0.246	0.331	0.274	0.227	0.261	0.254	0.261	0.238	0.249	0.261	0.272	0.272	0.326
P ₂ O ₅ assimil (ppm)	20.70	26.22	21.62	14.26	20.70	15.64	23.92	16.56	18.86	17.48	15.18	14.26	19.78	18.86	18.40	17.94

Tableau 3 : Caractérisation du sol en début d'essai de la 2^{ème} année

Blocs et trait. Paramètres	A				B				C				D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
$\%_{100}$ carb tot	4.27	3.60	3.52	5.05	4.97	3.17	4.85	4.70	4.38	4.58	3.84	4.78	4.54	4.31	4.74	5.09
$\%_{100}$ azote total	0.43	0.32	0.35	0.55	0.49	0.32	0.46	0.49	0.47	0.44	0.41	0.61	0.47	0.56	0.48	0.62
Rapport C/N	10	11	10	9	10	10	10	9	9	10	9	8	10	10	10	8
$\%_{100}$ P ₂ O ₅ total	0.245	0.212	0.209	0.271	0.255	0.228	0.266	0.274	0.245	0.247	0.236	0.297	0.264	0.262	0.262	0.305
P ₂ O ₅ assimil (ppm)	20.24	21.16	19.78	32.66	23.46	21.16	23.00	24.38	27.14	25.76	27.60	25.76	26.68	34.04	28.52	29.90

En 1^{ère} année, l'analyse de la variance à 2 critères de classification effectuée n'a mis en évidence qu'une différence significative que pour le phosphore assimilable alors qu'après les récoltes de la 1^{ère} année, cette même analyse n'a mis en évidence aucune différence

significative. Par contre pour les résultats d'analyse de sol en début d'essai de la 2^{ème} année, une différence significative entre les moyennes en azote total et également une différence hautement significative entre les moyennes en phosphore total (DIATTA et Coll., 1996 et 1997). Pour l'azote total, la méthode de NEWMAN et KEULS a mis en évidence 2 groupes de moyennes homogènes : 1 groupe de 3 moyennes comprenant le maïs en culture pure et les 2 associations maïs-niébé avec une moyenne variant entre 0.41 et 0.47% et 1 groupe de 1 moyenne comprenant l'association maïs-dolique avec une moyenne de 0.57%. Pour le phosphore total, la méthode de NEWMAN et KEULS a mis en évidence les mêmes 2 groupes homogènes : 1 groupe de 3 moyennes comprenant le maïs en culture pure et les 2 associations maïs-niébé avec une moyenne variant entre 0.237 et 0.252 % et 1 groupe de 1 moyenne comprenant l'association maïs-dolique avec une moyenne de 0.287%.

III.2. Rendements en grains de maïs et en fourrage de 1^{ère} année

Les rendements en grains de maïs et en fourrage de la 1^{ère} année sont repris dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Rendements en grains de maïs de la 1^{ère} année (kg/50 m² et t/ha)

Blocs Traitements	A		B		C		D	
	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha
1. maïs cult pure	8,000	1,600	1,600	0,320	4,500	0,900	10,500	2,100
2. maïs-nié 58-74	2,000	0,400	4,200	0,840	12,700	2,540	7,500	1,500
3. maïs-nié 59-12	6,200	1,240	5,100	1,020	9,500	1,900	4,500	0,900
4. maïs-dolique	4,000	0,800	6,000	1,200	3,000	0,600	6,500	1,300

Tableau 5 : Rendements en fourrage de la 1^{ère} année (kg mv/50 m² et t ms/ha)

Blocs Traitements	A		B		C		D	
	kg mv 50 m ²	t ms/ha	kg mv 50 m ²	t ms/ha	kg mv 50 m ²	t ms/ha	kg mv 50 m ²	t ms/ha
1. maïs cult pure	10,400	1,133	10,000	1,089	15,600	1,699	15,200	1,655
2. maïs-nié 58-74	11,400	0,979	14,000	1,202	21,700	1,863	21,300	1,829
3. maïs-nié 59-12	18,200	1,911	19,100	2,006	16,500	1,733	15,600	1,638
4. maïs-dolique	18,900	1,721	15,900	1,448	12,600	1,147	14,800	1,347

Les pourcentages de matière sèche ayant permis de déterminer les rendements en t ms/ha sont les suivants :

traitement 1 : 54.45% ;
traitement 2 : 42.93% ;

traitement 3 : 52.50% ;
traitement 4 : 45.52% .

Les résultats de l'analyse de la variance à 2 critères de classification réalisée à partir des rendements en grains exprimés en tonnes par hectare et des rendements en fourrage exprimés en tonnes de matière sèche par hectare sont repris dans les tableaux 6 et 7.

Tableau 6 : Comparaison des 4 traitements pour la production de grains de maïs : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Traitements (a)	3	0,281	0,094	0,20		
Blocs (b)	3	1,223	0,408			
Trait-blocs (ab)	9	4,130	0,459		0,677	56,567%
Totaux	15	5,634				

Tableau 7 : Comparaison des 4 traitements pour la production de fourrage : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Traitements (a)	3	0,482	0,143	1,23		
Blocs (b)	3	0,126	0,042			
Trait-blocs (ab)	9	1,047	0,116		0,341	22,363%
Totaux	15	1,655				

La comparaison des valeurs observée et théorique de la variable F montre qu'il n'existe aucune différence significative entre les rendements moyens en grains de maïs et en fourrage des 4 traitements car pour 3 et 9 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,86.$$

Les rendements en grains de maïs restent dans l'ensemble faibles pour tous les traitements comparativement à ceux qui sont obtenus en culture traditionnelle mais acceptables : 0,5-0,8 t/ha (MEMENTO de l'AGRONOME, 1991). Cette faiblesse s'explique par l'épuisement de la parcelle du fait des cultures continues, du non parage des animaux sur la parcelle durant la saison sèche 1994-1995 et de la non application d'engrais minéral et de l'urée en particulier en vue de permettre aux légumineuses d'exprimer leur pouvoir fertilisant du sol en azote par la fixation symbiotique. Les attaques de singes ont également contribué à la baisse des rendements. Entre les 4 traitements, l'introduction en cultures dérobées des légumineuses n'a pas entraîné une réduction du rendement en grains de maïs pour l'ensemble de l'essai.

Les rendements en fourrage sont relativement faibles pour les mêmes raisons que celles avancées pour les rendements en grains de maïs. En plus de celles-ci, le broutage des légumineuses par les petits ruminants du village a considérablement affecté les rendements en fourrage et particulièrement la contribution des légumineuses aux rendements. On note cependant que les rendements moyens des associations sont légèrement plus élevés que ceux du maïs en culture pure.

III.3. Rendements en grains de maïs et en fourrage de 2^{ème} année

Les rendements en grains de maïs et en fourrage de la 2^{ème} année sont repris dans les tableaux 8 et 9.

Tableau 8 : Rendements en grains de maïs de la 2^{ème} année (kg/50 m² et t/ha)

Blocs Traitements	A		B		C		D	
	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha
1. maïs cult pure	13,500	2,700	10,200	2,040	13,500	2,700	10,500	2,100
2. maïs-nié 58-74	16,300	3,260	17,000	3,400	14,800	2,960	12,000	2,400
3. maïs-nié 59-12	12,500	2,500	11,000	2,200	8,500	1,700	12,200	2,440
4. maïs-dolique	15,000	3,000	11,500	2,300	13,000	2,600	11,500	2,300

Tableau 9 : Rendements en fourrage de la 2^{ème} année (kg mv/50 m² et t ms/ha)

Blocs Traitements	A		B		C		D	
	kg mv /50 m ²	t ms/ha	kg mv /50 m ²	t ms/ha	kg mv /50 m ²	t ms/ha	kg mv /50 m ²	t ms/ha
1. maïs cult pure	26,000	4,349	20,500	3,345	21,500	3,596	21,000	3,513
2. maïs-nié 58-74	70,500	8,371	60,500	7,184	89,000	10,568	98,500	11,696
3. maïs-nié 59-12	48,000	6,430	50,500	6,764	66,000	8,841	58,000	7,769
4. maïs-dolique	47,500	6,071	45,500	5,815	34,500	4,409	44,500	5,687

Les pourcentages de matière sèche ayant permis de déterminer les rendements en t ms/ha sont les suivants :

traitement 1 : 83,634% ;

traitement 3 : 66,975% ;

traitement 2 : 59,370% ;

traitement 4 : 63,904%.

Les résultats de l'analyse de la variance à 2 critères de classification réalisée à partir des rendements en grains exprimés en tonnes par hectare et des rendements en fourrage exprimés en tonnes de matière sèche par hectare sont repris dans les tableaux 10 et 11.

Tableau 10 : Comparaison des 4 traitements pour la production de grains de maïs : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Traitements (a)	3	1,397	0,466	3,96*	0,343	13,518%
Blocs (b)	3	0,656	0,219			
Trait-blocs (ab)	9	1,059	0,118			
Totaux	15	3,112				

Tableau 11 : Comparaison des 4 traitements pour la production de fourrage : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Traitements (a)	3	74,089	24,696	16,44***	1,223	18,780%
Blocs (b)	3	4,688	1,563			
Trait-blocs (ab)	9	13,517	1,502			
Totaux	15	92,293				

Pour la production de grains de maïs, la comparaison des valeurs observée et théorique de la variable F montre qu'il existe une différence significative entre les rendements moyens en grains de maïs des 4 traitements car pour 3 et 9 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,86.$$

Concernant toujours la production de grains de maïs, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir, au niveau 0,05 et pour 9 degrés de liberté, 2 groupes homogènes : 1 groupe de 3 moyennes comprenant le maïs en culture pure et les associations maïs-niébé 59-12 et maïs-dolique avec des moyennes variant entre 2,210 et 2,550 t/ha et 1 groupe de 3 moyennes également comprenant le maïs en culture pure et les associations maïs-dolique et maïs-niébé 58-74 avec des moyennes variant entre 2,385 et 3,005 t/ha.

Pour la production de fourrage, la comparaison des valeurs observées et théoriques de la variable F montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les rendements moyens des 4 traitements car pour 3 et 9 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,86 : F_{0,99} = 6,99 \quad \text{et} \quad F_{0,999} = 13,9.$$

Concernant toujours cette production de fourrage, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir au niveau 0,05 et pour 9 degrés de liberté 3 groupes homogènes :

- 1 groupe de 2 moyennes comprenant le maïs en culture pure et l'association maïs-dolique avec des moyennes respectives de 3,701 et 5,496 t ms/ha ;
- 1 groupe de 2 moyennes comprenant les associations maïs-dolique et maïs-niébé 59-12 avec des moyennes respectives de 5,496 et 7,451 t ms/ha ;
- 1 groupe de 1 moyenne comprenant l'association maïs-niébé 58-74 avec une moyenne de 9,455 t ms/ha.

Au niveau 0,01 et pour 9 degrés de liberté, la même méthode fait ressortir 3 groupes homogènes :

- 1 groupe de 2 moyennes comprenant le maïs en culture pure et l'association maïs-dolique avec des moyennes respectives de 3,701 et 5,496 t ms/ha ;
- 1 groupe de 2 moyennes comprenant les associations maïs-dolique et maïs-niébé 59-12 avec des moyennes respectives de 5,496 et 7,451 t ms/ha ;
- 1 groupe de 2 moyennes comprenant l'association maïs-niébé 59-12 et maïs-58-74 avec des moyennes respectives de 7,451 et 9,455 t ms/ha.

En 2^{ème} année, les associations maïs-dolique et maïs-niébé variété 58-74 ont donné les rendements moyens en grains de maïs les plus élevés avec respectivement 2,550 et 3,005 t/ha. En production fourragère, ce sont les associations maïs-niébé variété 59-12 et maïs-niébé variété 58-74 qui ont donné les rendements en fourrage les plus élevés avec respectivement 7,451 et 9,455 t ms/ha. Le grain de maïs étant le produit principal visé dans ces cultures associées et étant donné que les associations maïs-dolique et maïs-niébé variété 59-12 se retrouvent dans les mêmes groupes homogènes avec des rendements moyens en fourrage respectifs de 5,496 et 7,451 t ms/ha, on peut considérer que les 2 meilleures associations pour la production de grain de maïs et de fourrage sont les associations maïs-dolique et maïs-niébé variété 58-74.

III.4. Rendements en grains de maïs et en fourrage de 3^{ème} année

Les rendements en grains de maïs et en fourrage de la 2^{ème} année sont repris dans les tableaux 12 et 13. Le traitement maïs-niébé variété 59-12 ne figure pas dans l'essai de 3^{ème} année par rupture de semence du niébé.

Tableau 12 : Rendements en grains de maïs de la 3^{ème} année (kg/50 m² et t/ha)

Blocs Traitements	A		B		C		D	
	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha	kg/50 m ²	t/ha
1. maïs cult pure	8,400	1,680	10,200	2,040	10,600	2,120	14,000	2,800
2. maïs-nié 58-74	2,800	0,560	1,400	0,280	13,300	2,660	10,400	2,080

Blocs (b)	3	2,332	0,777			
Trait-blocs (ab)	6	7,741	1,240		1,136	23,201%
Totaux	11	73,367				

Pour la production de grains de maïs, la comparaison des valeurs observée et théorique de la variable F montre qu'il n'existe aucune différence significative entre les rendements moyens en grains de maïs des 3 traitements car pour 2 et 6 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 5,14.$$

Pour la production de fourrage, la comparaison des valeurs observées et théoriques de la variable F montre qu'il existe une différence hautement significative entre les rendements moyens des 3 traitements car pour 2 et 6 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 5,14 ; F_{0,99} = 10,9 \quad \text{et} \quad F_{0,999} = 27,0.$$

Concernant toujours cette production de fourrage, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir, aux niveaux 0,05 et 0,01 et pour 6 degrés de liberté, les mêmes 2 groupes homogènes :

- 1 groupe de 2 moyennes comprenant le maïs en culture pure et l'association maïs-dolique avec des moyennes respectives de 3,120 et 3,428 t ms/ha ;
- 1 groupe de 1 moyenne comprenant l'association maïs-niébé 58-74 avec une moyenne de 8,139 t ms/ha.

En 3^{ème} année, l'association maïs-niébé variété 58-74 a donné le rendement moyen en grain de maïs le plus faible du fait de ses rendements particulièrement faibles dans les blocs A et B. Ce rendement qui occupe la 3^{ème} et dernière place est de 1,395 t/ha contre 1,600 t/ha pour l'association maïs-dolique et 2,160 t/ha pour le maïs en culture pure.

En production fourragère en 3^{ème} année, la même association maïs-niébé variété 58-74 a donné le rendement moyen de loin le plus élevé avec 8,139 t ms/ha. Elle suivie loin derrière par l'association maïs-dolique avec 3,428 t ms/ha et cette dernière de près par la culture pure de maïs avec 3,120 t ms/ha.

En 3^{ème} année, sur la base des productions de grain de maïs et de fourrage, l'association maïs-niébé fourragère variété 58-74 demeure la meilleure association.

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les moyennes des paramètres utilisés pour le suivi de l'évolution de la fertilité du sol et les rendements moyens en grains de maïs en fourrages sont repris dans les tableaux 16 et 17.

Tableau 16. Moyennes des paramètres utilisés pour le suivi de l'évolution de la fertilité du sol

Paramètres & N° Prélèvements Traitements	Carbone total (‰)		
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
Traitement 1 : maïs en culture pure	4,27	5,17	4,54
Traitement 2 : maïs-niébé var 58-74	4,62	5,19	3,92
Traitement 3 : maïs-niébé var 59-12	4,99	4,53	4,24
Traitement 4 : maïs-dolique	5,06	4,61	4,91
Paramètres & N° Prélèvements Traitements	Azote total (‰)		
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
Traitement 1 : maïs en culture pure	0,56	0,57	0,47
Traitement 2 : maïs-niébé var 58-74	0,51	0,55	0,41
Traitement 3 : maïs-niébé var 59-12	0,54	0,47	0,43
Traitement 4 : maïs-dolique	0,56	0,53	0,57
Paramètres & N° Prélèvements Traitements	Rapport C/N		
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
Traitement 1 : maïs en culture pure	9	9	10
Traitement 2 : maïs-niébé var 58-74	9	9	10
Traitement 3 : maïs-niébé var 59-12	9	10	10
Traitement 4 : maïs-dolique	9	10	9
Paramètres & N° Prélèvements Traitements	Phosphore total (‰)		
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
Traitement 1 : maïs en culture pure	0,280	0,285	0,252
Traitement 2 : maïs-niébé var 58-74	0,312	0,283	0,237
Traitement 3 : maïs-niébé var 59-12	0,270	0,259	0,243
Traitement 4 : maïs-dolique	0,304	0,271	0,287
Paramètres & N° Prélèvements Traitements	Phosphore assimilable (ppm)		
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
Traitement 1 : maïs en culture pure	21,39	20,01	24,38
Traitement 2 : maïs-niébé var 58-74	15,64	19,55	25,53
Traitement 3 : maïs-niébé var 59-12	19,55	19,78	24,73
Traitement 4 : maïs-dolique	13,57	15,76	28,18

Tableau 17 : Rendements moyens en grains de maïs (t/ha) et en fourrage (t ms/ha) en 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} années

Grains de maïs et fourrage Traitements	Grains de maïs			Fourrage		
	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année
Traitement 1 : maïs cult pure	2,230	2,385	2,160	1,394	3,701	3,120
Traitement 2 : maïs-nié 58-74	1,320	3,005	1,395	1,468	9,455	8,139
Traitement 3 : maïs-nié 59-12	1,265	2,210	-	1,822	7,451	-
Traitement 4 : maïs-dolique	0,975	2,550	1,600	1,416	5,496	3,428

Concernant les paramètres utilisés pour le suivi de l'évolution de la fertilité du sol, on observe entre le 1^{er} et le 3^{ème} prélèvements, une tendance générale à la baisse des moyennes des paramètres de carbone total, d'azote total et de phosphore total et cela pour l'ensemble des 4 traitements. Pour le rapport C/N, on note une certaine stabilisation pour tous les traitements alors que pour le phosphore assimilable, une hausse générale est observée pour l'ensemble des traitements. Cet accroissement de la teneur du sol en phosphore assimilable est plus marqué dans les associations et plus particulièrement dans les associations maïs-niébé variété 58-74 (9,89 ppm) et maïs-dolique (14,61 ppm).

Pour la production de grains de maïs, une augmentation générale des rendements moyens a été observée en 2^{ème} année surtout dans les associations. En 3^{ème} année par contre, une chute très nette des mêmes rendements a surtout été notée dans les associations maïs-niébé 58-74 et maïs-dolique. L'épuisement progressif de certains éléments fertilisant du sol, dont d'ailleurs certains de ceux retenus pour le suivi de l'évolution de la fertilité, du fait de la culture continue et des besoins plus élevés en éléments nutritifs des associations (densité de peuplement supérieure), est certainement à l'origine de cette situation.

Pour la production de fourrage, l'association maïs-niébé variété 58-74 a donné en 2^{ème} et 3^{ème} années, des rendements moyens satisfaisants de 8,8 t ms/ha.

Les résultats obtenus en production de grains de maïs montrent que les associations effectuées n'ont pas réduit de manière significative les rendements en grains de maïs par rapport à la culture pure du maïs. Elles ont conduit par contre à une augmentation hautement à très hautement significative de la production de fourrage particulièrement avec le niébé fourrager variété 58-74. Sur la base des résultats agronomiques actuellement disponibles et en attendant les autres résultats du suivi de l'évolution de la fertilité et des volets zootechnie et socioéconomie, l'association maïs-niébé variété 58-74 est la mieux indiquée pour une production mixte grains de maïs et de fourrage. Il apparaît ainsi nécessaire de démultiplier les essais de cette association dans plusieurs sites en milieu paysan en vue de confirmer ces premiers résultats. obtenir des données fiables sur les 2 autres volets de zootechnie et de

socioéconomie et de mettre au point un système fourrager basé sur la culture associée maïs-niébé variété 58-74 à proposer aux utilisateurs.

BIBLIOGRAPHIE

DAGNELIE Pierre - Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Vol. II. Presses Agronomiques de Gembloux (Belgique), 1978.

DIATTA Ambroise, FAYE Adama, ANAMOSIA Paul, DIOP Omar, DIALLO Abdoul Aziz et BABENE Daniel - Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en zone subhumide du Sénégal : la Haute Casamance. Rapport de 1^{ère} année. Projet de Recherche Agricole Basée sur la Gestion des Ressources Naturelles (NRBAR). ISRA-USAID-CID, 1996

DIATTA Ambroise, DIEYE Papa Nuhine, FAYE Adama, ANAMOSIA Paul, DIALLO Abdou Aziz BABENE Daniel - Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en zone subhumide du Sénégal : la Haute Casamance. Rapport de 2^{ème} année. Projet de Recherche Agricole Basée sur la Gestion des Ressources Naturelles (NRBAR). ISRA-USAID-CID, 1997.

LELLOUCH Joseph et PHILIPPE Lazar - Méthodes statistiques et expérimentations biologiques. Statistique en biologie et en médecine. Flammarion Médecine Sciences, 1974.

MDR/MCRA (Ministère du Développement Rural/Ministère Chargé des Ressources Animales. Le Plan d'Action pour l'Elevage, juin 1988.

MEMENTO de l'AGRONOME - 4^{ème} édition. Collection « Techniques Rurales en Afrique ». Ministère de la Coopération et du Développement de la République Française, 1991.

**INTRODUCTION DE LA CULTURE FOURRAGERE
DE LEGUMINEUSES ANNUELLES EN MILIEU
PAYSAN EN VUE DE L'AMELIORATION DES
PRODUCTIONS CEREALIERES ET ANIMALES
EN HAUTE CASAMANCE AU SENEGAL (V23)**

Par Ambroise DIATTA¹, Papa Nuhine DIEYE¹, Massirin SAVANE¹, Daniel
BABENE¹ et Hady DIAO²

1. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)
2. Organisation de Formation et d'Appui au Développement (OFAD NAFOORE)

**Communication à l'atelier ISRA/NRBAR de présentation des résultats
sur le thème « Agriculture/GRN-Elevage dans les régions de Basse et
Moyenne Casamance et de Sénégal Oriental et Haute Casamance**

Kolda, 17-20 Février 1998

REPUBLICQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

UNITE REGIONALE DE RECHERCHES
SENEGAL ORIENTAL-HAUTE CASAMANCE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
DE KOLDA

207

**VALORISATION DU POTENTIEL PASTORAL POUR LE
DEVELOPPEMENT DE SYSTEMES CEREALIERES PERFORMANTS ET
VIABLES EN ZONE SUB-HUMIDE DU SENEGAL : LA HAUTE CASAMANCE**

**INFLUENCE DU PARCAGE ET DU FUMIER D'ETABLE
SUR LES RENDEMENTS EN GRAINS ET EN PAILLE
DES CEREALES MAIS ET MIL**

**PROJET DE RECHERCHE AGRICOLE BASEE SUR LA GESTION
DES RESSOURCES NATURELLES (NRBAR)**

RAPPORT DE TROISIEME ANNEE

Ambroise DIATTA, Abdoul Aziz DIALLO et Daniel BABENE

AVRIL 1997

VALORISATION DU POTENTIEL PASTORAL POUR LE DEVELOPPEMENT DE SYSTEMES CEREALIERS PERFORMANTS ET VIABLES EN ZONE SUB-HUMIDE DU SENEGAL : LA HAUTE CASAMANCE

INFLUENCE DU PARCAGE ET DU FUMIER D'ETABLE SUR LES RENDEMENTS EN GRAINS ET EN PAILLE DES CEREALES MAIS ET MIL

I. INTRODUCTION

Le projet de recherche intitulé « Valorisation du potentiel pastoral pour le développement de systèmes céréaliers performants et viables en zone sub-humide du Sénégal (la Haute Casamance) et financé par NRBAR comporte un volet agronomique. En 1ère année d'exécution (1994), ce volet n'a été que partiellement réalisé par l'équipe de chercheurs du Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Kolda car le chercheur du Centre de Recherches Agricoles (CRA) de Tambacounda en charge de ce volet n'a pu continuer le travail après sa participation aux enquêtes. Avec le renforcement de l'équipe du CRZ en chercheurs, ce volet, qui porte essentiellement sur la valorisation par la fertilisation des cultures avec le fumier issu de la stabulation de vaches lactantes et de boeufs de trait en saison sèche en comparaison avec la matière organique d'origine animale du parcage de bovins a été exécuté en 1995 et 1996. En effet, en Haute Casamance, le parcage des bovins dans les champs de cultures est une pratique courante de fertilisation des cultures. A l'approche de la saison des pluies, les bouses desséchées et les restants de tiges de céréales sont rassemblés en petits tas, brûlés et les cendres épandues sur les champs. L'introduction de la stabulation en saison sèche dans les exploitations agricoles permet la production d'un fumier de qualité dont l'épandage sur les champs de céréales peut contribuer à accroître les rendements en grains et en paille.

L'action de recherche exécutée dans le cadre de ce volet agronomique a pour objectif de comparer l'effet du parcage et du fumier sur les rendements en grains et en paille (fourrage) des céréales maïs et mil.

II. MATERIEL ET METHODES

II. 1. Situation géographique et caractéristiques de la zone d'étude

Pour cette étude, l'ensemble des villages et exploitations agricoles situés dans le département de Kolda et pratiquant la stabulation de bovins en saison sèche était ciblé. Les 3 principales céréales cultivées dans la zone que sont le maïs, le mil et le sorgho étaient retenues. Cependant l'insuffisance du fumier produit à la fin de la stabulation a amené à limiter le travail seulement dans 4 villages pour 5 exploitations et cultures en 1995 et aux mêmes 4 villages et 4 exploitations et cultures en 1996. Ces villages font partie de ceux suivis par l'ISRA/Kolda.

Les pluviosités 1995 et 1996 à Kolda sont respectivement de 886,2 et 1052,0 mm à l'ISRA et de 959,4 et 1064,5 mm à l'ASECNA (Tableaux 1 et 2). Entre 1989 et 1994, seules les 2 années 1990 et 1991 ont été moins pluvieuses à l'ISRA avec respectivement 787,4 et 729,9 mm. Pour les autres années, les quantités de pluies ci-après ont été enregistrées.

1989 : 1063,8 mm	1993 : 1187,4 mm
1992 : 1172,8 mm	1994 : 1238,0 mm.

II. 2. Matériel végétal et matière organique

Le matériel végétal est constitué de 2 céréales, maïs et mil alors que la matière organique d'origine animale est issue du parcage de bovins sur une partie des parcelles d'essais et du fumier de stabulation de vaches lactantes durant la saison sèche.

Tableau 1 : Pluviosités (mm) 1995 et 1996 à l'ISRA-CRZ/Kolda

Mois/ Années	Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
1						13.0	2.0	0.5		23.0		
2							29.0			8.0		
3				7.5			1.5		11.5	3.0		
4							2.0	71.0				3.5
5					5.6		18.0	17.0		26.5	6.5	
6							10.0	4.5		24.0		
7				19.5	70.0	4.5		0.7	37.0	7.5	4.3	
8				0.7		14.0						
9					1.0	23.0						
10						136.0			39.0			
1-10				27,7	76,6	190,5	62,5	93,7	87,5	92,0	10,8	3,5
11					12.0		40.0	2.0	3.0	1.5		
12					1.0		4.0				25.0	
13					9.0		42.0			19.0		
14			8.0	14.0		2.5	23.0	20.0	18.0	8.5		
15							4.0	24.0		8.0		3.5
16							11.0		7.0	0.8	2.2	7.5
17						13.0	6.0		20.0			
18							11.0	14.0	22.0	10.5		
19	9.5				4.6			22.0	3.0			
20				31.0		28.0		8.5				11.0
11-20	9,5		8,0	45,0	26,6	43,5	141,0	90,5	73,0	48,3	27,2	22,5
21					5.5		25.0	2.0	43.0			
22							11.0	33.0	11.8	25.0		
23				0.5	9.0	14.0	10.0	3.5				
24							7.0	12.0	9.0			
25							2.5					17.0
26					15.0		4.0	1.0				
27			58.0		2.5					9.0		
28			21.5			27.0	22.0	48.0	14.7	24.0		
29					18.0	5.0	2.5	1.5				
30		8.0			65.0	44.5		2.0		38.0		
31				5.0		75.0	6.5					
21-31		8,0	79,5	5,5	115,0	165,5	90,5	103,0	78,5	96,0		17,0
TOTAL	9,5	8,0	87,5	78,2	218,2	399,5	294,0	287,2	239,0	236,3	38,0	43,0

CUMUL	9,5	8,0	97,0	86,2	315,2	485,7	609,2	772,9	848,2	1009,3	886,2	1052,0
-------	-----	-----	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	--------

Tableau 2 : Pluviosités (mm) 1995 et 1996 à l'ASECNA/Kolda

Mois/ Années	Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	
1						12,7	4,0		0,2	27,1			
2								23,4	3,0	2,9	3,1		
3				5,2				0,5		2,8	1,8		
4									55,1	0,5	0,2		4,0
5					5,1		22,9	17,2	25,5	32,3	0,6		
6						5,0	1,0	5,0	3,0	24,9	18,3		
7				16,5	74,1					41,2	5,9	6,0	
8			0,1	6,2	15,1	6,0				1,7			
9						21,8				0,3			
10					0,8	125,9	0,1						
1-10			0,1	27,9	95,1	171,4	51,9	80,3	78,1	95,3	24,9	4,0	
11					17,0		42,3			1,5			
12					0,4		3,8	1,9	0,3		27,3		
13			0,2		13,6		48,7		21,5	11,2	0,2		
14			7,2	13,0			22,3	19,2		8,5		15,3	
15						0,9	7,6	32,0	0,2	14,0		3,2	
16							14,4		4,9		4,3	7,9	
17							7,9		39,8				
18						9,5	7,8	18,0	5,5	6,6			
19	6,5				1,6			21,2	11,0			1,9	
20				18,2	3,9	22,0	0,3	9,6	3,7				
11-20	6,5		7,4	31,2	36,5	32,4	155,3	101,9	86,9	41,8	31,8	28,3	
21			1,0		4,5		19,3	11,9	48,3				
22			1,1				14,0	35,8	14,7	24,5			
23			13,5		3,0		14,5	2,1					
24				0,2		10,3	9,5	14,0	19,2				
25					0,6		0,8					18,5	
26					15,6	12,8	2,0	1,5		4,5			
27			82,5		1,9	14,9		14,1		26,1			
28			28,5		10,5	7,3	24,4	51,3	9,9				
29					32,7	12,8	6,1	4,4	2,2				
30		2,2		13,0		41,5				52,5			
31						77,5	4,6	0,3					
21-31		2,2	126,6	13,2	68,8	177,1	95,2	135,4	94,3	107,6		18,5	

TOTAL	6,5	2,2	134,1	72,3	200,4	380,9	302,4	317,6	259,3	244,7	56,7	46,8
CUMUL	6,5	2,2	140,6	74,5	341,0	455,4	643,4	773,0	902,7	1017,7	959,4	1064,5

II. 3. Méthodes

II. 3. 1. Choix des cultures et des parcelles

Le choix des cultures a été exclusivement réalisé par les paysans et celui des parcelles avec la participation de l'ISRA. Chaque parcelle de 50 m x 50 m (2500 m²) choisie a été subdivisée en 3 sous-parcelles dont 2 de 15 m x 50 m chacune et la 3ème de 20 m x 50 m. Les 2 sous-parcelles de mêmes dimensions ont accueilli les 2 doses de fumier d'étable et la 3ème a servi au parcage des animaux.

II. 3. 2. Caractérisation pédologique des parcelles et du fumier

En vue de disposer d'une caractérisation pédologique initiale des parcelles d'essais et d'évaluer l'effet des traitements sur les rendements des céréales, des échantillons de sol ont été prélevés avant le parcage. Sur chacune des 3 sous-parcelles, 1 échantillon moyen de sol a été constitué à partir de 4 échantillons prélevés à la profondeur de 0-20 cm. Les 4 échantillons ont été prélevés tous les 10 m dans le sens de la longueur de chaque sous-parcelle et à partir de leur milieu respectif dans le sens de la largeur.

Pour le fumier, 1 échantillon moyen par étable a également été constitué en vue de sa caractérisation. Tous les échantillons de sol et de fumier ont ensuite été envoyés au Laboratoire Central d'Analyses du CNRA de Bamby.

II. 3. 3. Travail du sol, implantation et entretien

Le travail du sol, le smis et l'entretien des essais ont été entièrement réalisés par les paysans, chacun suivant ses pratiques habituelles.

II. 3. 4. Dispositif expérimental

C'est un dispositif en blocs particulier. En effet, chaque parcelle expérimentale de 50 m x 50 m (0,25 ha) a été divisée en 2 parties inégales de 20 m x 50 m (1000 m²) et de 30 m x 50 m (1500 m²). Sur la partie mesurant 20 m x 50 m, les animaux sont parqués. Elle a ensuite été subdivisée en 4 sous-parcelles de 12,5 m x 20 m chacune (4 blocs) après les levées. A l'intérieur chacune de ces dernières, l'unité expérimentale de 10 m x 10 m (100 m²) est délimitée.

La partie mesurant 30 m x 50 m a été divisée en 2 parties égales de 15 m x 50 m chacune pour recevoir les doses ISRA et paysannes du fumier d'étable. Comme dans le cas précédent, chacune des 2 parties a été subdivisée en 4 sous-parcelles et c'est à l'intérieur de celles-ci que les unités expérimentales ont été délimitées.

Les objets ont été numérotés comme suit :

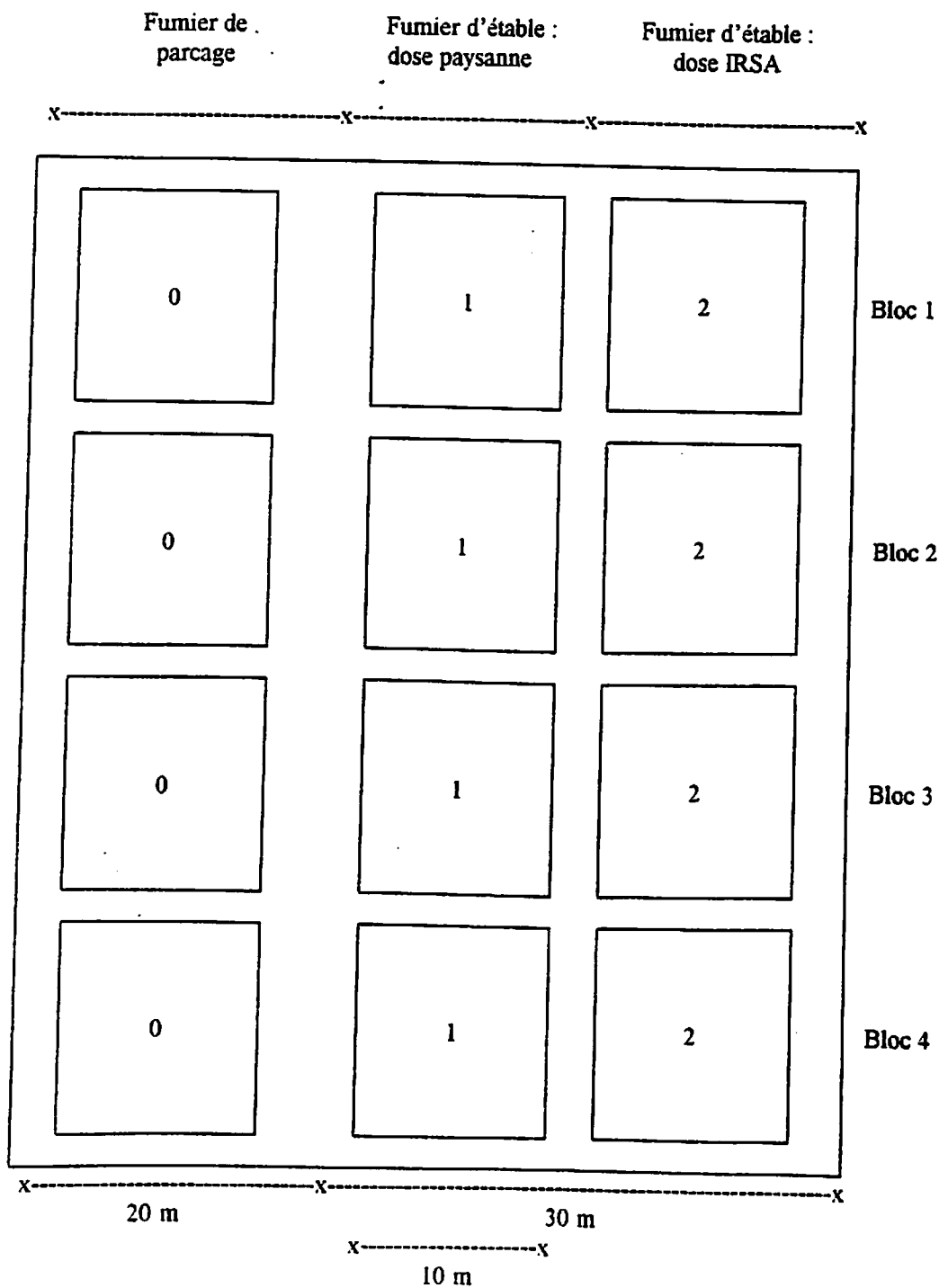
0. fumier de parcage;
1. fumier d'étable à la dose du paysan;
2. fumier d'étable à la dose ISRA : 10 t/ha.

Le parcage n'a pas permis une répartition au hasard des traitements au sein des blocs. Le plan des essais est représenté par la figure 1.

Les parcsages ont été réalisés à partir du mois de mai suivant des effectifs et des temps de parcage variables. Les doses de fumier d'étable appliquées par les paysans sont :

- Médina Koundié (Samba KANDE) sur mil : 40 t/ha en 1995 et 10,4 t/ha en 1996;
- Sare Boido (Thierno Aly DIALLO) sur mil : 10,7 t/ha en 1996;
- Ndangane (Omar KANDE) sur maïs : 16,7 t/ha en 1995 et 8 t/ha en 1996;
- Sare Samboudiang (Saïdou DIAMANKA) sur maïs : 6,7 t/ha en 1995 et 8,6 t/ha en 1996.

Figure 1 : Plan des essais



dispositif inacceptable!

Il apparaît ainsi que les quantités de fumier épandues par les paysans ont varié entre la 1ère et la 2ème années au niveau de chaque paysan et entre les paysans. Cette situation peut s'expliquer par les moyens de mesure utilisés au cours de ces 2 années, les moyens de transport du fumier des étables aux parcelles d'essais, les disponibilités du fumier et l'expérience de tout en chacun en matière de fertilisation .

En 1996, la pesée des doses paysannes et leur transport ont été réalisés par l'ISRA. Il a été demandé à chaque paysan d'isoler la quantité de fumier à épandre afin de permettre à l'ISRA d'effectuer les pesées et le transport de ce fumier des étables aux parcelles d'essais. Ainsi, les pesées de 1996 ont été plus précises que celles de 1995 et la contrainte de transport levée. Il ne subsistait alors que 2 grands facteurs de variation que sont la disponibilité en fumier et l'expérience de chaque paysan. Ainsi en 1996, les doses paysannes ont varié entre 8 et 10,7 t/ha contre 4,7 et 40 t/ha en 1995. La dose paysanne moyenne en 1996 est de 9,4 t/ha contre 17 t/ha en 1995 et plus proche de celle de l'ISRA qui est de 10 t/ha.

II 3. 5. Observations

Les observations ont essentiellement porté sur les rendements en grains et en paille (fourrage) des 2 céréales maïs et mil et sur les compositions chimiques du sol et du fumier.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III 1. Résultats de deuxième année

III 1. 1. Caractérisation du fumier

La composition des 3 échantillons de fumier est donnée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Composition chimique du fumier (en %)

Composants Villages et exploitations	N	P	K	Ca	Mg
Ndangane : O. KANDE	2,05	0,262	1,460	1,320	0,640
Sare Samboudiang : S. DIAMANKA	1,33	0,179	1,050	0,560	0,260
Medina Koundie : S. KANDE	1,59	0,241	1,340	0,970	0,450

4.66

En comparaison avec les chiffres publiés par le Mémento de l'Agronome (1991) qui sont de 2 % N, 1,5 % P₂O₅, 4 % CaO et 1 % MgO pour le fumier de bovin produit à l'étable, on peut affirmer que les 3 fumiers analysés sont de qualité moindre. Cette situation s'explique par le type de stabulation caractérisé par un manque de paillage et une tendance à l'ensablement du fumier.

III 1. 2. Caractérisation initiale du sol

Les résultats des analyses des échantillons de sol sont repris dans le tableau 4.

La classification des sols cultivés en 4 grandes catégories suivant 4 zones de pH eau (NDIAYE, 1992) indique les sols de la parcelle de Sare Samboudiang et de la sous-parcelle 2 de Medina Koundie sont très acides car leur pH eau est inférieur à 5,5. Ceux des sous-parcelles 0 et 1 de Medina Koundie sont acides car leur pH eau est compris entre 5,6 et 6,5 alors que ceux de Ndangane se situent au voisinage de la neutralité car leur pH eau est compris entre 6,6 et 7,2.

Selon le Mémento de l'Agronome (1991), la somme des bases échangeables (S) des sols des différentes parcelles peut être qualifiée de très faible ($S < 2$) et faible ($2 < S < 5$), la capacité d'échange cationique (T) de très faible ($T < 5$) et le taux de saturation (V) de fort ($60 < V < 90$) à très fort ($90 < V < 100$).

La texture des sols des 3 parcelles d'essais peut être qualifiée de sablo-argileuse (Mémento de l'Agronome, 1991). Ces sols peuvent également être qualifiés de relativement fertiles car le rapport C/N varie entre 8 et 11 et se situe entre 7 et 13 (Mémento de l'Agronome).

Tableau 4 : Résultats des analyses de sol de la caractérisation initiale

Traitements	Sare Samboudiang			Ndangane			Medina Koundie		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Humidité	5,20	5,35	5,45	6,55	6,65	6,70	6,15	5,90	5,10
pH	4,70	4,80	5,00	5,80	5,95	6,00	4,75	4,85	4,20
% argile (< 2 µm)	10,3	11,3	10,8	11,8	8,3	9,8	12,8	13,0	12,8
% limon (2-20 µm)	5,3	5,8	5,5	5,8	4,3	4,8	6,0	6,3	6,0
% sable (20-50 µm)	9,5	10,6	10,1	12,0	8,0	11,1	8,6	8,1	7,8
% sable (50-200 µm)	29,8	28,5	30,4	40,0	41,3	41,1	25,9	23,2	24,2
% sable (200-2000 µm)	45,2	43,8	43,3	30,5	37,8	33,4	46,5	49,2	49,1
% carbone total	3,59	4,45	3,91	5,39	4,37	5,23	4,53	4,22	4,77
% azote total	0,40	0,44	0,44	0,58	0,51	0,52	0,52	0,54	0,42
Rapport C/N	9	10	9	9	8	10	9	8	11
P ₂ O ₅ assimilable (ppm)	15,64	21,16	11,96	18,40	15,56	15,64	18,40	15,64	12,88
Ca (meq/100 g)	1,28	1,52	1,48	2,52	2,01	2,15	1,12	1,03	0,72
Mg (meq/100 g)	0,23	0,30	0,32	1,17	0,88	0,94	0,73	0,69	0,37
Na (meq/100 g)	0,001	0,018	0,001	0,012	0,001	0,002	0,010	0,010	0,001
K (meq/100 g)	0,070	0,103	0,109	0,229	0,171	0,175	0,265	0,265	0,136
Somme (S)	1,58	1,94	1,91	3,93	3,06	3,27	2,12	1,99	1,23
Total (T)	2,20	2,58	2,02	3,62	3,35	3,16	2,87	2,87	1,45

V = S/T x 100	72	75	94	-	91	-	74	69	85
---------------	----	----	----	---	----	---	----	----	----

III. 1. 3. Rendements en grains et en paille

Les rendements en grains et en paille obtenus figurent dans le tableau 5.

Tableau 5 : Rendements en grains (t/ha) et en paille (t ms/ha)

Villages & Traitements Blocs	GRAINS (T/HA)								
	Sare Sambouidiang (maïs)			Ndangane (maïs)			Medina Koundie (mil)		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1	1,600	1,650	1,100	1,100	1,800	1,750	2,100	2,050	0,900
2	2,050	1,950	2,520	2,550	2,250	2,460	1,600	1,650	1,300
3	1,680	1,800	1,850	2,420	2,260	2,690	1,700	1,550	1,550
4	1,250	2,100	1,250	2,370	2,800	2,110	1,950	2,250	1,600
Total	6,580	7,500	6,720	8,440	9,110	9,010	7,350	7,500	5,350
Moyenne	1,645	1,785	1,680	2,110	2,276	2,253	1,838	1,875	1,338
Villages & Traitements Blocs	PAILLE (T MS/HA)								
	Sare Sambouidiang (maïs)			Ndangane (maïs)			Medina Koundie (mil)		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1	2,279	2,079	1,752	1,139	1,303	1,993	7,873	7,576	3,501
2	2,084	2,041	2,872	2,549	2,289	2,701	7,291	7,451	5,454
3	1,696	1,965	1,963	2,450	2,205	3,098	8,963	8,200	4,390
4	1,808	2,248	2,092	2,210	2,558	2,193	10,053	6,488	4,545
Total	7,867	8,333	8,679	8,348	8,355	9,985	34,180	29,715	17,890
Moyenne	1,967	2,083	2,170	2,087	2,089	2,496	8,545	7,429	4,472

Les analyses de variance effectuées aussi bien pour les rendements en grains que pour ceux en paille n'ont montré que des différences hautement significatives entre les rendements moyens en paille de mil à Medina Koundie. A Sare Samboudiang et à Ndangane, on observe cependant une légère supériorité des rendements en grains et en paille des traitements des parcelles ayant reçu le fumier d'étable aux doses paysannes et ISRA. Par contre à Medina Koundie, le parage l'emporte sur la dose ISRA pour le grain et sur les doses ISRA et paysannes de fumier pour la paille. Cette situation à Medina Koundie s'explique par l'existence d'un gradient de fertilité très net en faveur de la sous-parcelle ayant reçu le parage.

III. 2. Résultats de troisième année

Les résultats de 3ème année portent essentiellement sur les rendements en grains et paille.

III. 2. 1. Rendement en grains de maïs et de mil

Les rendements en grains obtenus et exprimés en tonnes par hectare (t/ha) figurent dans le tableau 6.

Tableau 6 : Rendements en grains (t/ha)

Vil. & Trait.	S.Samboudiang (maïs)			Ndangane (maïs)			Medina Koundie (mil)			Sare Boïdo (mil)		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1	0,400	0,450	0,450	1,450	0,850	0,900	2,000	2,300	0,900	0,650	0,450	0,350
2	0,500	0,400	0,250	2,150	1,300	1,050	2,100	1,800	1,200	0,350	0,400	0,450
3	0,120	0,300	0,450	2,350	1,530	1,030	1,500	1,800	1,000	0,400	0,500	0,650
4	0,250	0,550	0,600	2,700	1,450	1,850	1,750	2,000	1,600	0,450	0,650	0,450

III. 2. 2. Analyse statistique des rendements en grains

Le dispositif expérimental de cette étude est un dispositif particulier en ce sens que les traitements sont répartis au sein des blocs selon un ordre préétabli pour des raisons pratiques. Selon DAGNELIE (1981), la répartition non aléatoire ne prête guère de conséquence et que l'analyse de la variance peut valablement être appliquée comme si l'affectation des traitements aux unités expérimentales a été réalisée de façon totalement aléatoire et indépendamment d'un bloc à un autre.

L'analyse de la variance à 2 critères de classification permet de comparer les rendements en grains au niveau de chaque exploitation. Pour cette analyse, nous reprenons les rendements figurant dans le tableau 6 que nous représentons dans le tableau 7.

Tableau 7 : Comparaison des 3 traitements pour la production de grains : réalisation de l'analyse de la variance

SARE SAMBOUDIANG (Maïs)							
Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i
Traitement 0		0,400	0,500	0,120	0,250	1,270	0,318
Traitement 1		0,450	0,400	0,300	0,550	1,700	0,425
Traitement 2		0,450	0,250	0,450	0,600	1,750	0,438
$X_{.j}$		1,300	1,150	0,870	1,400	$X_{..} = 4,720$	$\bar{x}_{..} = 0,393$
NDANGANE (Maïs)							
Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i
Traitement 0		1,450	2,150	2,350	2,700	8,650	2,163
Traitement 1		0,850	1,300	1,530	1,450	5,130	1,283
Traitement 2		0,900	1,050	1,030	1,850	4,830	1,208
$X_{.j}$		3,200	5,500	4,910	6,000	$X_{..} = 18,610$	$\bar{x}_{..} = 1,551$
MEDINA KOUNDIE (Mil)							
Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i
Traitement 0		2,000	2,100	1,500	1,750	7,350	1,834
Traitement 1		2,300	1,800	1,800	2,000	7,900	1,975
Traitement 2		0,900	1,200	1,000	1,600	4,700	1,175
$X_{.j}$		5,200	5,100	4,300	5,350	$X_{..} = 19,950$	$\bar{x}_{..} = 1,663$
SARE BOIDO (Mil)							
Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i

Traitement 0	0,650	0,350	0,400	0,450	1,850	0,463
Traitement 1	0,450	0,400	0,500	0,650	2,000	0,500
Traitement 2	0,350	0,450	0,650	0,450	1,900	0,475
$X_{.j}$	1,450	1,200	1,550	1,550	$X_{..} = 5,750$	$\bar{x}_{..} = 0,479$

Les calculs réalisés à partir des données du tableau 7 ont donné les résultats suivants :

- Sare Samboudiang (maïs) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 2,069 & SCE_a = 0,035 & SCE_{ab} = 0,125 & ET = 0,144 \\
 C = 1,857 & SCE_b = 0,053 & SCE_t = 0,213 & CV = 36,664 \%
 \end{array}$$

- Ndangane (maïs) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 32,789 & SCE_a = 2,256 & SCE_{ab} = 0,334 & ET = 0,238 \\
 C = 28,861 & SCE_b = 1,338 & SCE_t = 3,928 & CV = 15,211 \%
 \end{array}$$

- Medina Koundie (mil) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 35,303 & SCE_a = 1,464 & SCE_{ab} = 0,451 & ET = 0,274 \\
 C = 33,167 & SCE_b = 0,221 & SCE_t = 2,136 & CV = 16,496 \%
 \end{array}$$

- Sare Boïdo (mil) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 2,893 & SCE_a = 0,003 & SCE_{ab} = 0,107 & ET = 0,137 \\
 C = 2,755 & SCE_b = 0,027 & SCE_t = 0,137 & CV = 27,880 \%
 \end{array}$$

Les résultats des analyses de la variance sont repris dans le tableau 8.

Tableau 8 : Comparaison des 3 traitements pour la production de grains : tableau d'analyse de la variance

Sare Samboudiang (maïs)

Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecarts (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	0,035	0,017	0,84		
Blocs (b)	3	0,053	0,018	0,85		
Traitements-Blocs (ab)	6	0,125	0,021		0,144	36,664 %
TOTAUX	11	0,213				

Ndangane (maïs)

Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecarts (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	2,256	1,128	20,27**		
Blocs (b)	3	1,338	0,446	8,02*		
Traitements-Blocs (ab)	6	0,334	0,056		0,238	15,211 %
TOTAUX	11	3,928				

Medina Koundie (mil)

Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecarts (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	1,464	0,732	9,73*		
Blocs (b)	3	0,221	0,074	0,98		
Traitements-Blocs (ab)	6	0,451	0,075		0,274	16,496 %
TOTAUX	11	2,136				

Sare Boïdo (mil)

Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecarts (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	0,003	0,001	0,08		
Blocs (b)	3	0,027	0,009	0,51		
Traitements-Blocs (ab)	6	0,107	0,018		0,134	27,880 %
TOTAUX	11	0,137				

La comparaison des valeurs observées à celles théoriques de la variable F conduit à :

- l'acceptation de l'hypothèse d'égalité des rendements moyens des 3 traitements au niveau de signification de 5 % car pour 2 et 6 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

- Sare Samboudiang (maïs) :

$$- F_a = 0,84 \quad \text{et} \quad F_{0,95} = 5,14;$$

- Sare Boïdo (mil) :

$$- F_a = 0,08 \quad \text{et} \quad F_{0,95} = 5,14;$$

- au rejet de l'hypothèse d'égalité des rendements moyens des 3 traitements aux niveaux de signification de 5 % et 1 % car pour 2 et 6 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

- Ndangane (maïs) :

$$- F_a = 20,27; \quad F_{0,95} = 5,14 \quad \text{et} \quad F_{0,99} = 10,9;$$

- Medina Koundie (mil) :

$$- F_a = 9,73 \quad \text{et} \quad F_{0,95} = 5,14.$$

Cette analyse de la variance met en évidence l'inexistence de différence significative entre les rendements moyens en grains des 3 traitements à Sare Samboudiang et à Sare Boïdo et l'existence de différences significatives et hautement significatives entre les rendements moyens en grains des 3 traitements respectivement à Medina Koundie et à Ndangane. A Ndangane et à Medina Koundie, l'analyse de la variance ne précise cependant pas les rendements moyens pour lesquels ces différences sont observées. La méthode de NEWMAN et KEULS va apporter ces précisions.

A Ndangane (maïs), les plus petites amplitudes significatives sont au niveau 0,05 et pour 6 degrés de liberté (DAGNELIE, 1978) :

pour 2 populations : 0,408;

pour 3 populations : 0,512.

Les moyennes observées se classent comme suit :

\bar{x}_2	\bar{x}_1	\bar{x}_0
1,208	1,283	2,163

Pour 3 populations :

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_2 = 0,955 > 0,512.$$

Ce résultat confirme la conclusion de l'analyse de la variance.

Pour 2 populations :

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0,075 < 0,408;$$

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_1 = 0,880 > 0,408.$$

Le 1er groupe de 2 moyennes peut être considéré comme homogène alors que le second ne peut l'être.

En soulignant d'un trait les rendements moyens en grains qui ne diffèrent pas significativement, on obtient :

\bar{x}_2	\bar{x}_1	\bar{x}_0
1,208	1,283	2,163

A Ndangane (maïs) toujours, les plus petites amplitudes significatives sont au niveau 0.01 et pour 6 degrés de liberté (DAGNELIE, 1978) :

pour 2 populations : 0,618;

pour 3 populations : 0,747.

Pour 3 populations :

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_2 = 0,955 > 0,747.$$

Ce résultat confirme la conclusion de l'analyse de la variance.

Pour 2 populations :

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0,075 < 0,618;$$

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_1 = 0,880 > 0,618.$$

Le 1er groupe de 2 moyennes peut être considéré comme homogène alors que le second ne peut l'être.

En soulignant d'un trait les rendements moyens en grains qui ne diffèrent pas de manière hautement significative, on obtient :

\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_0
1,208	1,283	2,163

Aux niveaux de signification de 5 et 1 %, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir 2 groupes homogènes :

- 1 groupe de 2 moyennes comprenant les doses paysanne et ISRA de fumier d'étable avec des rendements moyens en grains de maïs respectifs de 1,208 et de 1,283 t/ha;
- 1 groupe d'une moyenne comprenant le parcage avec un rendement moyen en grains de maïs de 2,163 t/ha.

A Medina Koundie (mil), les plus petites amplitudes significatives sont au niveau 0,05 et pour 6 degrés de liberté (DAGNELIE, 1978) :

pour 2 populations : 0,474;

pour 3 populations : 0,595.

Les moyennes observées se classent comme suit :

\bar{x}_2	\bar{x}_0	\bar{x}_1
1,175	1,834	1,975

Pour 3 populations :

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0,800 > 0,595.$$

Ce résultat confirme la conclusion de l'analyse de la variance.

Pour 2 populations :

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_2 = 0,659 > 0,474;$$

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_0 = 0,141 < 0,474.$$

Le 1er groupe de 2 moyennes ne peut pas être considéré comme homogène alors que le second peut l'être.

En soulignant d'un trait les rendements moyens en grains qui ne diffèrent pas significativement, on obtient :

\bar{x}_2	\bar{x}_0	\bar{x}_1
1,175	1,834	1,975

Au niveau de signification de 5 %, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir 2 groupes homogènes :

- 1 groupe de 2 moyennes comprenant le parcage et la doses paysanne de fumier d'étable avec des rendements moyens en grains de mil respectifs de 1,834 et de 1,975 t/ha;

- 1 groupe d'une moyenne comprenant la dose ISRA de fumier d'étable avec un rendement moyen en grains de mil de 1,175 t/ha.

III. 2. 3. Rendements en paille

Les rendements en paille obtenus et exprimés en kg de matière verte par parcelle de 100 m² (kg mv/100 m²) figurent dans le tableau 9.

Tableau 9 : Rendements en paille (kg mv/100 m²)

Vil. & Trait. Blocs	S.Samboudiang (maïs)			Ndangane (maïs)			Medina Koundie (mil)			Sare Boïdo (mil)		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1	23,0	19,5	21,5	17,5	7,5	17,5	243,0	247,0	198,5	129,0	123,5	109,5
2	13,0	17,0	15,0	25,0	13,5	16,5	296,0	263,5	139,5	130,0	124,5	136,5
3	19,5	16,5	11,5	37,5	16,5	17,5	289,5	246,5	174,5	122,0	132,5	137,0
4	13,5	10,5	15,0	36,0	17,0	23,0	275,5	207,0	160,0	133,5	124,5	131,5

Les pourcentages moyens de matière sèche obtenus sont :

- Sare Samboudiang (maïs) :

0 : 75,841 %;

- Medina koundie (mil) :

0 : 59,415 %;

1 : 79,736 %;

2 : 84,274 %;

- Ndangane (maïs) :

0 : 83,451 %;

1 : 76,953 %;

2 : 79,704 %;

1 : 66,975 %;

2 : 65,816 %;

- Sare Boïdo (mil) :

0 : 70,733;

1 : 65,799;

2 : 72,300.

Les rendements en paille obtenus et exprimés en tonnes de matière sèche par hectare (t ms/ha) sont repris dans le tableau 10.

Tableau 10 : Rendements en paille (t ms/ha)

Vil. & Trait Blocs	S.Samboudiang (maïs)			Ndangane (maïs)			Medina Koundie (mil)			Sare Boïdo (mil)		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1	1,744	1,555	1,812	1,460	0,577	1,395	14,438	16,543	13,064	9,125	8,126	7,917
2	0,986	1,356	1,264	2,086	1,039	1,315	17,587	17,648	9,148	9,195	8,192	9,869
3	1,479	1,316	0,969	3,129	1,270	1,395	17,201	16,509	11,485	8,629	8,718	9,905
4	1,024	0,837	1,264	3,004	1,308	1,833	16,369	13,863	10,531	9,443	8,192	9,507

III. 2. 4. Analyse statistique des rendements en paille

Comme pour les rendements en grains, l'analyse de la variance à 2 critères de classification permet de comparer les rendements en paille (fourrage) au niveau de chaque exploitation. Pour cette analyse, nous reprenons les rendements figurant dans le tableau 10 que nous représentons dans le tableau 11.

Tableau 11 : Comparaison des 3 traitements pour la production de paille : réalisation de l'analyse de la variance

SARE SAMBOUDIANG (Maïs)			

Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i
Traitement 0		1,744	0,986	1,479	1,024	5,233	1,308
Traitement 1		1,555	1,356	1,316	0,837	5,064	1,266
Traitement 2		1,812	1,264	0,969	1,264	5,309	1,327
	X_j	5,111	3,606	3,764	3,125	$X_{..} = 15,606$	$\bar{x}_{..} = 1,301$

NDANGANE (Maïs)							
Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i
Traitement 0		1,460	2,086	3,129	3,004	9,679	2,420
Traitement 1		0,577	1,039	1,270	1,308	4,194	1,049
Traitement 2		1,395	1,315	1,395	1,833	5,938	1,485
	X_j	3,432	4,440	5,794	6,145	$X_{..} = 19,811$	$\bar{x}_{..} = 1,651$
MEDINA KOUNDIE (Mil)							
Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i
Traitement 0		14,438	17,587	17,201	16,369	65,595	16,399
Traitement 1		16,543	17,648	16,509	13,863	64,563	16,141
Traitement 2		13,064	9,148	11,485	10,531	44,228	11,057
	X_j	44,045	44,383	45,195	40,763	$X_{..} = 174,386$	$\bar{x}_{..} = 14,532$

SARE BOÏDO (Mil)							
Traitements	Blocs	1	2	3	4	X_i	\bar{x}_i
Traitement 0		9,125	9,195	8,629	9,443	36,392	9,098
Traitement 1		8,126	8,192	8,718	8,192	33,228	8,307
Traitement 2		7,917	9,869	9,905	9,507	37,198	9,300
$X_{.j}$		25,168	27,256	27,252	27,142	$X_{..} = 106,818$	$\bar{x}_{..} = 8,902$

Les calculs réalisés à partir des données du tableau 11 ont donné les résultats ci-dessous :

- Sare Samboudiang (maïs) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 21,357 & SCE_a = 0,008 & SCE_{ab} = 0,229 & ET = 0,195 \\
 C = 20,296 & SCE_b = 0,824 & SCE_t = 1,061 & CV = 15,027 \%
 \end{array}$$

- Ndangane (maïs) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 39,015 & SCE_a = 3,927 & SCE_{ab} = 0,814 & ET = 0,368 \\
 C = 32,706 & SCE_b = 1,568 & SCE_t = 6,309 & CV = 22,306 \%
 \end{array}$$

- Medina Koundie (mil) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 2628,591 & SCE_a = 72,594 & SCE_{ab} = 17,989 & ET = 1,732 \\
 C = 2534,206 & SCE_b = 3,801 & SCE_t = 94,383 & CV = 11,915 \%
 \end{array}$$

- Sare Boïdo (mil) :

$$\begin{array}{llll}
 T = 956,265 & SCE_a = 2,202 & SCE_{ab} = 2,171 & ET = 0,601 \\
 C = 950,840 & SCE_b = 1,052 & SCE_t = 5,424 & CV = 6,757 \%
 \end{array}$$

Les résultats des analyses de la variance sont repris dans le tableau 12.

Tableau 12 : Comparaison des 3 traitements pour la production de paille ; tableau d'analyse de la variance

Sare Samboudiang (maïs)						
Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecarts (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	0,008	0,004	0,10		
Blocs (b)	3	0,824	0,275	7,19*		
Traitements-Blocs (ab)	6	0,229	0,038		0,195	15,027 %
TOTAUX	11	1,061				

Ndangane (maïs)						
Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecarts (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	3,927	1,963	14,48**		
Blocs (b)	3	1,568	0,523	3,86		
Traitements-Blocs (ab)	6	0,814	0,136		0,368	22,306 %
TOTAUX	11	6,309				
Medina Koundie (mil)						
Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecarts (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	72,594	36,297	12,11**		
Blocs (b)	3	3,801	1,267	0,42		

Traitements-Blocs (ab)	6	17,989	2,998		1,732	11,915 %
TOTAUX	11	94,383				
Sare Boïdo (mil)						
Sources de variation	Degrés De Liberté (DDL)	Somme des Carrés des Ecart (SCE)	Carrés Moyens (CM)	F	Ecart-Type (ET)	Coefficient de Variation (CV)
Traitements (a)	2	2,202	1,101	3,04		
Blocs (b)	3	1,052	0,351	0,97		
Traitements-Blocs (ab)	6	2,171	0,362		0,601	6,757 %
TOTAUX	11	5,424				

La comparaison des valeurs observées à celles théoriques de la variable F conduit à :

- l'acceptation de l'hypothèse d'égalité des rendements moyens des 3 traitements au niveau de signification de 5 % car pour 2 et 6 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

- Sare Samboudiang (maïs) :

$$- F_a = 0,10 \quad \text{et} \quad F_{0,95} = 5,14;$$

- Sare Boïdo (mil) :

$$- F_a = 3,04 \quad \text{et} \quad F_{0,95} = 5,14;$$

- au rejet de l'hypothèse d'égalité des rendements moyens des 3 traitements aux niveaux de signification de 5 % et 1 % car pour 2 et 6 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

- Ndangane (maïs) :

$$- F_a = 14,48; \quad F_{0,95} = 5,14 \quad \text{et} \quad F_{0,99} = 10,9;$$

- Medina Koundie (mil) :

$$- F_a = 12,11; \quad F_{0,95} = 5,14 \quad \text{et} \quad F_{0,99} = 10,9.$$

Cette analyse de la variance met en évidence l'inexistence de différence significative entre les rendements moyens en paille des 3 traitements à Sare Samboudiang et à Sare Boïdo et l'existence de différences hautement significatives entre les rendements moyens en paille des 3 traitements à Ndangane et à Medina Koundie. A Ndangane et à Medina Koundie, les analyses de la variance ne précisent cependant pas les

rendements moyens pour lesquels ces différences sont observées. La méthode de NEWMAN et KEULS va apporter ces précisions.

A Ndangane (maïs), les plus petites amplitudes significatives sont au niveau 0,05 et pour 6 degrés de liberté (DAGNELIE, 1978) :

pour 2 populations : 0,637;

pour 3 populations : 0,799.

Les moyennes observées se classent comme suit :

\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_0
1,049	1,485	2,420

Pour 3 populations :

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_1 = 1,371 > 0,799.$$

Ce résultat confirme la conclusion de l'analyse de la variance.

Pour 2 populations :

$$\bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 0,436 < 0,637;$$

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_2 = 0,935 > 0,637.$$

Le 1er groupe de 2 moyennes peut être considéré comme homogène alors que le second ne peut l'être.

En soulignant d'un trait les rendements moyens en paille qui ne diffèrent pas significativement, on obtient :

\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_0
1,049	1,485	2,420

A Ndangane (maïs) toujours, les plus petites amplitudes significatives sont au niveau 0,01 et pour 6 degrés de liberté (DAGNELIE, 1978) :

pour 2 populations : 0,965;

pour 3 populations : 1,166.

Pour 3 populations :

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_1 = 1,371 > 1,166.$$

Ce résultat confirme la conclusion de l'analyse de la variance.

Pour 2 populations :

$$\bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 0,436 < 0,965;$$

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_1 = 0,935 < 0,965.$$

Le 2 groupes de 2 moyennes peuvent être considérés comme homogènes.

En soulignant d'un trait les rendements moyens en paille qui ne diffèrent pas de manière hautement significative, on obtient :

\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_0
1,049	1,485	2,420

Au niveau de signification de 5 %, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir 2 groupes homogènes :

- 1 groupe de 2 moyennes comprenant les doses paysanne et ISRA de fumier d'étable avec des rendements moyens en paille de maïs respectifs de 1,049 et de 1,485 t ms/ha;
- 1 groupe d'une moyenne comprenant le parcage avec un rendement moyen en paille de maïs de 2,420 t ms/ha.

Au niveau de signification de 1 %, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir 2 groupes homogènes :

- 1 groupe de 2 moyennes comprenant les doses paysanne et ISRA de fumier d'étable avec des rendements moyens en paille de maïs respectifs de 1,049 et de 1,485 t ms/ha;
- 1 groupe de 2 moyennes également comprenant la dose ISRA de fumier d'étable et le parcage avec des rendements moyens en paille de maïs respectifs de 1,485 et de 2,420 t ms/ha.

A Medina Koundie (mil), les plus petites amplitudes significatives sont au niveau 0,05 et pour 6 degrés de liberté (DAGNELIE, 1978) :

pour 2 populations : 2,996;

pour 3 populations : 3,757.

Les moyennes observées se classent comme suit :

\bar{x}_2	\bar{x}_1	\bar{x}_0
11,057	16,141	16,399

Pour 3 populations :

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_2 = 5,342 > 3,757.$$

Ce résultat confirme la conclusion de l'analyse de la variance.

Pour 2 populations :

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 5,084 > 2,996;$$

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_1 = 0,258 < 2,996.$$

Le 1er groupe de 2 moyennes ne peut pas être considéré comme homogène alors que le second peut l'être.

En soulignant d'un trait les rendements moyens en paille qui ne diffèrent pas significativement, on obtient :

\bar{x}_2	\bar{x}_1	\bar{x}_0
11,057	16,141	16,399

A Medina Koundie (mil) toujours, les plus petites amplitudes significatives sont au niveau 0,01 et pour 6 degrés de liberté (DAGNELIE, 1978) :

pour 2 populations : 4,537;

pour 3 populations : 5,480.

Pour 3 populations :

$$\bar{x}_0 - \bar{x}_2 = 5,342 < 5,480.$$

Ce groupe de 3 moyennes peut être considéré comme homogène.

En soulignant d'un trait les rendements moyens en paille qui ne diffèrent pas de manière hautement significative, on obtient :

\bar{x}_2	\bar{x}_1	\bar{x}_0
11,057	16,141	16,399

Au niveau de signification de 5 %, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir 2 groupes homogènes :

- 1 groupe d'une moyennes comprenant la dose ISRA de fumier d'étable avec un rendement moyen en paille de mil de 11,057 t ms/ha;
- 1 groupe de 2 moyennès comprenant la dose paysanne de fumier d'étable et le parçage avec des rendements moyens en paille de mil respectifs de 16,141 et de 16,399 t ms/ha.

Au niveau de signification de 1 %, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir un seul groupe homogène comprenant les traitements. Il apparaît ainsi une sorte de contradiction entre les conclusions de l'analyse de la variance et de la méthode de NEWMAN et KEULS. On observe en effet une très légère supériorité de la plus petite amplitude significative pour 3 populations, 5,480 sur la différence de rendements moyens entre le parçage et la dose ISRA qui est de 5,342. De même d'ailleurs entre F observée qui est de 12,11 et F théorique au niveau 1 % qui est de 10,9 la différence, 1,21 est très faible. Ces 2 situations qui sont chacune proche à la fois de l'acceptation et du rejet des hypothèses nulles expliquent cette sorte de contradiction.

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les rendements moyens en grains et en paille de maïs et de mil obtenus dans les différentes exploitations et exprimés respectivement en tonnes par hectare (t/ha) et tonnes de matière sèche par hectare (t ms/ha) sont repris dans le tableau 13. En 1995 à Sare Boïdo, les épis des différentes parcelles ont été mélangés lors de la récolte. Ainsi, la décision a été prise de ne pas récolter les pailles, le grain de mil étant le principal produit visé dans cette étude.

Tableau 13 : Rendements moyens en grains (t/ha) et en paille (t ms/ha)

GRAINS DE MAÏS ET DE MIL (T/HA)								
Vill. & Années	S. Samboud. (maïs)		Ndangane (maïs)		Med. Koundie (mil)		Sare Boïdo (mil)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Trait. 0 (parçage)	1,645	0,318	2,110	2,163	1,838	1,834	-	0,463
Trait. 1 (dose pays.)	1,785	0,425	2,276	1,283	1,875	1,975	-	0,500

Trait. 2 (dose ISRA)	1,680	0,438	2,253	1,208	1,338	1,175	-	0,475
PAILLE DE MAÏS ET DE MIL (T MS/HA)								
Vill. & Années	S. Samboud. (maïs)		Ndangane (maïs)		Med. Koundie (mil)		Sare Boïdo (mil)	
Traitements	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Trait. 0 (parcage)	1,967	1,308	2,087	2,420	8,545	16,399	-	9,098
Trait. 1 (dose pays.)	2,083	1,266	2,089	1,049	7,429	16,141	-	8,307
Trait. 2 (dose ISRA)	2,170	1,327	2,496	1,485	4,472	11,057	-	9,300

En 1996, les rendements moyens en grains de maïs à Sare Samboudiang et en mil à Sare Boïdo ont été très faibles. Cette situation est due en partie aux mauvaises levées et en plus à Sare Samboudiang à l'insuffisance du sarclo-binage (1 au lieu 2). Les mêmes raisons évoquées pour les grains expliquent les faibles rendements en paille.

Entre 1995 et 1996, les rendements moyens en grains de maïs et mil ont baissé à Sare Samboudiang, à Ndangane et à Medina Koundie. On peut expliquer cette baisse par les mauvaises levées particulièrement à Sare Samboudiang et certainement aussi par la culture continue de la même céréale sur la même parcelle. En paille, la baisse est générale à Sare Samboudiang et à Ndangane mais par contre à Medina Koundie, les rendements moyens ont considérablement augmenté. On peut l'expliquer par un développement végétatif exceptionnel au détriment de la production de grains.

En 1995, une légère supériorité des rendements liés aux doses paysanne et ISRA de fumier d'étable sur ceux du parcage a été observée à Ndangane et Sare Samboudiang. Concernant le maïs en 1996 à Ndangane où l'essai a été conduit d'une manière satisfaisante, le parcage l'a emporté de manière hautement significative sur les doses paysanne et ISRA de fumier d'étable avec des rendements moyens respectifs de 2,163, 1,283 et 1,208 t/ha de grains. Pour la paille, le parcage l'a encore emporté de manière hautement significative sur les doses ISRA et paysanne de fumier d'étable avec des rendements moyens respectifs de 2,420, 1,485 et 1,049 t ms/ha. A Medina Koundie, la situation observée en 1995 et liée à une baisse de fertilité de la parcelle de parcage à celle de la dose ISRA, s'est confirmée. Pour les grains de mil, la dose paysanne et le parcage l'ont emporté de manière significative sur la dose ISRA avec des rendements moyens respectifs de 1,975, 1,834 et 1,175 t/ha. Pour la paille, le parcage et la dose paysanne l'ont encore emporté de manière hautement significative sur la dose ISRA avec des rendements moyens respectifs de 16,399, 16,141 et 11,057 t ms/ha.

Au vu des rendements moyens obtenus au cours de ces 2 années d'expérimentation, le parcage se confirme comme une bonne pratique de fertilisation des céréales maïs et mil dans un système de culture continue de la même céréale sur la même parcelle. Certes, une expérimentation plus rigoureuse et de moyenne à longue durée permettrait de se prononcer de façon très claire entre le parcage et le fumier d'étable.

En 1997, si la prolongation du projet demandée est obtenue, les mêmes essais seraient conduits dans les mêmes exploitations en vue de confirmer ou d'infirmer les tendances observées. En plus, une attention toute particulière serait requise pour le semis et le sarclo-binage et des échantillons de sol seront prélevés pour le suivi de l'évolution de la fertilité sous les 3 traitements.

BIBLIOGRAPHIE

MEMENTO DE L'AGRONOME - 4ème édition. Collection « Techniques Rurales en Afrique ». Ministère de la Coopération et du Développement de la République Française, 1991.

DAGNELIE Pierre - Théorie et Méthodes Statistiques. Applications Agronomiques. Vol. 2. Preses Agronomiques de Gembloux (Belgique), 1978.

DAGNELIE Pierre - Principes d'Expérimentation. Presses Agronomiques de Gembloux (Belgique), 1981.

NDIAYE Jean Pierre - Le rôle de l'analyse du sol dans la formulation de conseil de fumure minérale. ISRA, juin 1992, 40 p.

RO7

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

UNITE REGIONALE DE RECHERCHES
SENEGAL ORIENTAL/HAUTE CASAMANCE

VALORISATION DU POTENTIEL DES LEGUMINEUSES
FOURRAGERES EN VUE DE L'AMELIORATION DES
PRODUCTIONS CEREALIERES ET ANIMALES EN ZONE
SUB-HUMIDE DU SENEGAL (HAUTE CASAMANCE)

**PROJET DE RECHERCHE AGRICOLE BASEE
SUR LA GESTION DES RESSOURCES
NATURELLES (NRBAR)**

RAPPORT DE PREMIERE ANNEE

Ambroise DIATTA, Adama FAYE, Paul ANAMOSA,
Omar DIOP, Abdoul Aziz DIALLO et Daniel BABENE

FEVRIER 1996

ISRA/USAID/CID

ISRA/SO-HC/KOLDA Tél : 96 11 52 Fax : 96 11 52

MAJORISATION DU POTENTIEL DES LEGUMINEUSES
FOURRAGERES EN VUE DE L'AMELIORATION DES
PRODUCTIONS CEREAALIERES ET ANIMALES EN ZONE
SUB-HUMIDE DU SENEGAL (HAUTE CASAMANCA)

INTRODUCTION

En Haute Casamance, le développement de la production céréalière par l'accroissement de la maïsiculture de plein champ et la riziculture de plateau occupe une place importante pour l'atteinte des objectifs nationaux d'autosuffisance alimentaire. En productions animales, le Plan d'Action de l'Elevage recommande pour la zone, la production de ruminants maigres ou engraisés, l'intensification de la sélection et de la production de bovins Ndama en race pure et surtout l'intégration agriculture-élevage.

Toutefois, le développement de la production céréalière ne peut être assuré de façon durable dans un contexte de faible utilisation des engrais chimiques et de raccourcissement du temps de jachère. En élevage, le système alimentaire des ruminants domestiques, basé essentiellement sur l'exploitation des pâturages naturels et la vaine pâture des résidus de récolte ne peut contribuer de façon décisive à l'atteinte des objectifs de production animale et d'intégration agriculture-élevage affichés.

Aussi, la Société de Développement des Fibres Textiles (SODEFITEX) de Tambacounda et l'Institut Sénégalais de recherches Agricoles (ISRA) de Kolda entreprennent-ils ensemble depuis 1988, mais chacun dans son domaine de compétence, des actions d'intensification des productions agricoles et animales par :

- la constitution de réserves fourragères (foin de brousse et résidus de récolte) et de concentré (graine de coton) ;
- la stabulation de saison sèche (vaches lactantes, boeufs de trait, bovins maigres) et de valorisation du fumier d'étable.

Ce modèle d'intensification de l'élevage et de son intégration à l'agriculture peut être renforcé par l'introduction des légumineuses fourragères ou mixtes en cultures associées avec les céréales. En effet les légumineuses ont la faculté d'enrichir le sol en azote et de maintenir ainsi sa fertilité et de produire

également en quantité un fourrage de haute qualité. la valorisation de ce potentiel dans le cadre d'un renforcement des systèmes de production mixte dominants en Haute Casamance constitue l'objet de la présente étude.

Cette étude a pour :

- objectifs généraux (i) d'améliorer la production grainière du maïs grâce à l'enrichissement du sol en azote et les productions animales par une plus grande production d'un fourrage de meilleure qualité et (ii) de contribuer ainsi à la préservation de l'environnement ;
- objectifs spécifiques (i) de suivre l'évolution de la fertilité des sols sous cultures associées, (ii) d'évaluer l'effet des associations sur le rendement en grains de maïs, l'enrichissement du sol en azote par la comparaison des rendements en grains de céréales, la production de fourrage et sa valeur alimentaire, la contribution du fourrage à l'amélioration de certaines productions animales, la contribution du fourrage à la baisse du coût du poste alimentation dans les tests de modèles de stabulation, l'impact de l'innovation sur l'économie des exploitations agricoles, l'impact de l'innovation sur la gestion des ressources naturelles et (iii) d'indiquer la meilleure association.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Situation géographique et caractéristiques de la zone d'ETUDE

Cette étude prévue d'être réalisée en première année en station a été déplacée dans le village de Ndangane situé à 13 km au Sud de Kolda. Ce village fait partie de ceux suivis par l'ISRA/Kolda.

La pluviométrie 1995 est de 886,2 mm pour l'ISRA/Kolda contre 959,4 mm pour l'ASECNA/Kolda (tableaux 1 et 2). Entre 1989 et 1994 seules les deux années 1990 et 1991 ont été moins pluvieuses à l'ISRA/Kolda avec respectivement 787,4 mm et 729,9 mm. Pour les autres années les quantités de pluie ci-après ont été enregistrées :

1989 : 1063,8 mm	1993 : 1187,4 mm
1992 : 1172,8 mm	1994 : 1238,0 mm.

II.2. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de la variété de maïs JAUNE DE BAMBEY et de trois légumineuses : niébé variété fourragère 58-74 et mixte 59-12 et Lablab purpureus (L) Sweet ou Dolichos lablab.

Tableau 1 : Pluviosité (mm) 1995 à l'ISRA Kolda

- MOIS	JANV.	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
DATES -												
1								2,0				
2								29,0				
3								1,5	11,5			
4								2,0				
5							5,6	18,0		6,5		
6								10,0				
7							70,0		37,0	4,3		
8												
9							1,0					
10									39,0			
1-10							76,6	62,5	87,5	10,8		
11							12,0	40,0	3,0			
12							1,0	4,0		25,0		
13							9,0	42,0				
14						8,0		23,0	18,0			
15								4,0				
16								11,0	7,0	2,2		
17								6,0	20,0			
18								11,0	22,0			
19					9,5		4,6		3,0			
20												
11-20					9,5	8,0	26,6	141,0	73,0	27,2		
21							5,5	25,0	43,0			
22								11,0	11,8			
23							9,0	10,0				
24								7,0	9,0			
25								2,5				
26							15,0	4,0				
27						58,0	2,5					
28						21,5		22,0	14,7			
29							18,0	2,5				
30							65,0					
31								6,5				
21-30-31						79,5	115,0	90,5	78,5			
TOTAL					9,5	87,5	218,2	294,0	239,0	38,0		
CUMUL					9,5	97,0	315,2	609,2	848,2	886,2		

Tableau 2 : Pluviosité (mm) 1995 à l'ASSECNA de Kolda

- MOIS DATES -	JANV.	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1								4,0	0,2			
2								23,4	2,9			
3								0,5	2,8			
4									0,5			
5							5,1	22,9	25,5	0,6		
6								1,0	3,0	18,3		
7							74,1		41,2	6,0		
8						0,1	15,1		1,7			
9									0,3			
10							0,8	0,1				
1-10						0,1	95,1	51,9	78,1	24,9		
11							17,0	42,3				
12							0,4	3,8	0,3	27,3		
13						0,2	13,6	48,7	21,5	0,2		
14						7,2		22,3				
15								7,6	0,2			
16								14,4	4,9	4,3		
17								7,9	39,8			
18								7,8	5,5			
19					6,5		1,6		11,0			
20							3,9	0,3	3,7			
11-20					6,5	7,4	36,5	155,3	86,9	31,8		
21						1,0	4,5	19,3	48,3			
22						1,1		14,0	14,7			
23						13,5	3,0	14,5				
24								9,5	19,2			
25							0,6	0,8				
26							15,6	2,0				
27						82,5	1,9					
28						28,5	10,5	24,4	9,9			
29							32,7	6,1	2,2			
30												
31								4,6				
21-30-31						126,6	68,8	95,2	94,3	-		
TOTAL					6,5	134,1	200,4	302,4	259,3	56,7		
CUMUL					6,5	140,6	341,0	643,4	902,7	959,4		

II.3. Méthodes

II.3.1. Choix de la parcelle d'essai

L'essai a été mis en place à Ndangane, dans un des champs de case de Omar KANDE. La parcelle d'essai d'une surface de 4116 m² est située à la lisière des champs de case. Elle a été cultivée en maïs en 1994. L'essai proprement dit couvre une superficie de 1410 m² (30 m x 47 m).

II.3.2. Caractérisation pédologique

En vue de suivre l'évolution de la fertilité des sols sous les cultures associées et évaluer leur effet fertilisant, 16 échantillons moyens de sol ont été prélevés à la tarière le 13 Juillet 1995 à la profondeur de 0-20 cm. Sur chaque parcelle élémentaire de 5 m x 10 m (50 m²), 5 échantillons sont prélevés le long des deux diagonales et mélangés dans une bassine. Après l'homogénéisation, un échantillon moyen est prélevé. Les analyses ont été effectuées par le Laboratoire Centrale d'Analyses de l'ISRA/Bambey.

II.3.3. Travail du sol

La parcelle a d'abord été débroussaillée en fin de saison sèche lors des grands travaux de préparation des champs avant de l'être une seconde fois le 16 Juillet 1995.

Le travail du sol s'est fait également en deux passages ; travail superficiel à la "HOUE SINE" le 17 Juillet à l'aide de 2 paires de boeufs de trait pour détruire surtout la végétation et le labour à la charrue le 23 Juillet à l'aide de 3 paires de boeufs.

II.3.4. Dispositif expérimental

Pour cette première année, l'essai en champ a été réalisé sur une surface de 1410 m² (30 m x 47 m) selon un dispositif en blocs aléatoires complets comprenant 4 blocs. Chaque bloc comprend 4 unités expérimentales de 5 m x 10 m (50 m²) chacune. L'essai a été ceinturé par une allée de 2m de large. Entre les unités, les allées sont larges de 1 ou 2 m.

Les traitements ont été numérotés comme suit :

1. maïs pur (témoin)
2. maïs x niébé variété 58-74
3. maïs x niébé variété 59-12
4. maïs x Lablab purpureus.

La répartition des traitements s'est faite par l'utilisation de la table des permutations au hasard de 4 éléments (LELLOUCH et Coll, 1974). Le plan de l'essai est représenté à la page suivante (figure 1).

Le restant de la parcelle a constitué le remplissage et a été consacré aux trois associations maïs-légumineuses.

II.3.5. Mode d'implantation

Le semis du maïs a été réalisé le 25 Juillet 1995 suivant des écartements de 75 cm entre les lignes et de 25 cm sur les lignes. Chaque parcelle élémentaire comprend 7 lignes de semis, longue chacune de 10 m.

Les légumineuses ont été semées le 20 Septembre 1995 sur les lignes de maïs suivant un écartement de 25 cm. Elles étaient ainsi écartées de 75 cm entre les lignes et de 25 cm sur les lignes en alternance avec les pieds de maïs.

Le semis de remplissage du maïs a été réalisé le 28 Juillet par traction animale et à la manière paysanne et celui des légumineuses manuellement le 22 Septembre

II.3.6. Entretien

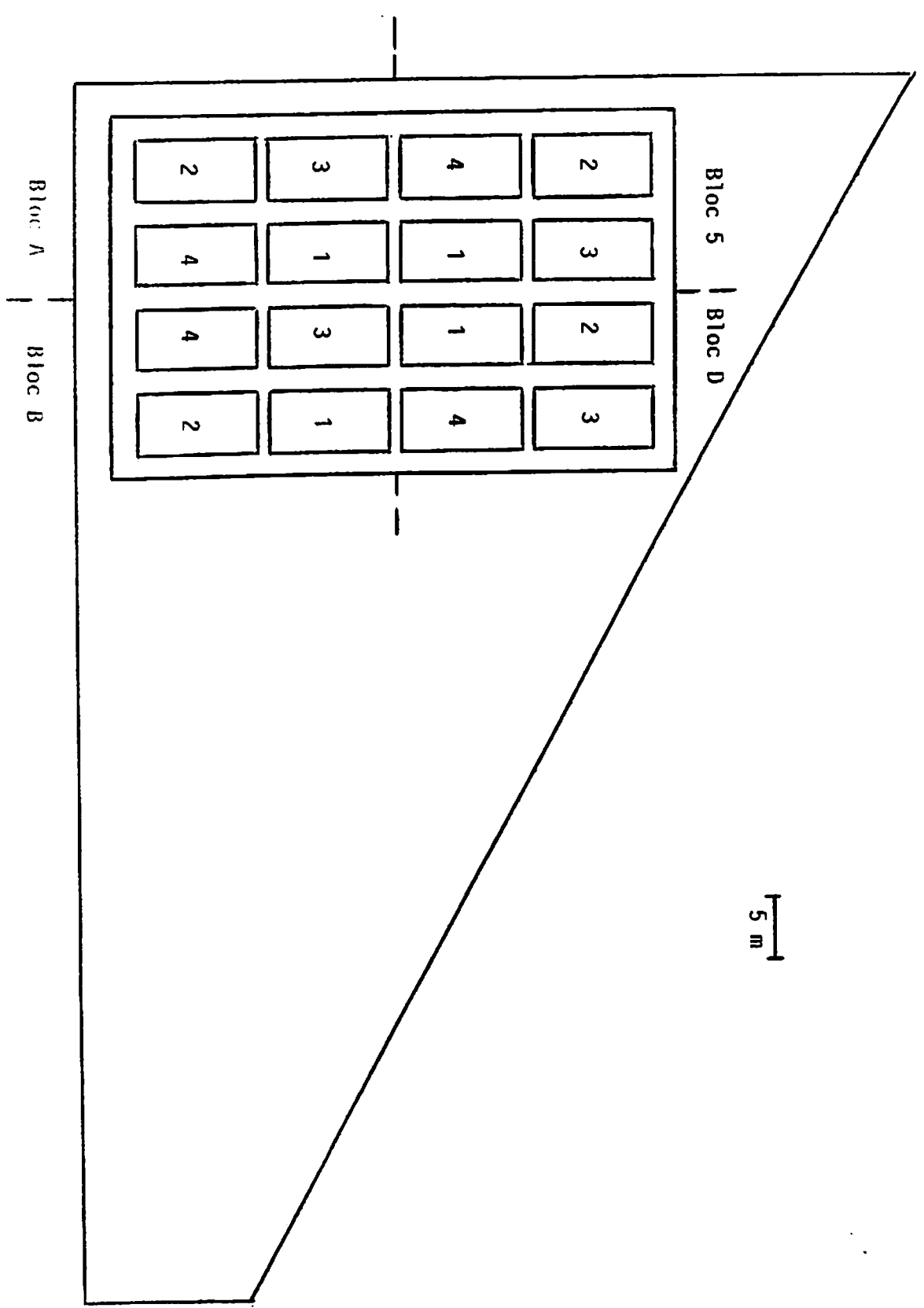
L'entretien a consisté au :

- sarclo-binage à la "HOUE-SINE" à l'aide de 2 paires de boeufs le 11 Août 1995 ;
- sarclo-binage à la binette le 19 Août 1995 ;
- démariage du maïs à un pied par poquet les 25 et 26 Août 1995 ;
- sarclo-binage à la binette le 19 Septembre pour l'essai et du 20 au 24 septembre pour le remplissage.

II.3.7. Observations

Au cours de cette première année, les observations ont porté essentiellement sur la caractérisation initiale du sol, la phénologie du maïs et des légumineuses et les rendements en grains de maïs et en fourrage.

Figure 1 : Plan de l'expérience



III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. Caractérisation initiale du sol

Sur chaque parcelle élémentaire, un échantillon moyen de sol, constitué à partir de cinq sous-échantillons, a été prélevé à la profondeur de 0-20 cm en vue de la détermination de l'hétérogénéité de la parcelle d'essai. Les paramètres suivants ont été analysés au Laboratoire Central d'Analyses du Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Bambey :

pH (eau)	% carbone total
pH (Kcl)	% azote total
% argile	% P total (P_2O_5)
% limon	P assimilable ($\mu\text{g/g}$)
% sable (2-50 μm)	Complexe absorbant (meq/100g)
% sable (50-200 μm)	Ca, Mg, Na, K et total
% sable (200 - 2000 μm)	

Les résultats des analyses sont repris dans le tableau 3.

Tableau 3 : Résultats des analyses de sol

- Blocs et traitements Paramètres -	BLOC A				BLOC B				BLOC C				BLOC D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
pH eau	6,84	6,60	6,94	6,76	6,66	6,46	6,73	6,85	7,13	6,64	6,59	6,35	6,81	6,73	6,62	6,59
pH KCl	5,74	5,40	5,91	5,75	5,60	5,22	5,68	5,81	6,01	5,60	5,46	5,27	5,64	5,70	5,56	5,45
% argile	12,3	12,8	11,0	13,3	16,3	18,0	13,3	13,3	10,5	12,3	11,0	18,3	14,5	12,3	11,5	14,8
% limon	5,8	6,0	5,5	6,3	7,8	8,5	6,3	6,3	5,0	6,0	5,5	8,5	6,8	6,0	5,5	6,8
% sable 2-50 µm	11,7	10,1	10,4	11,3	11,8	11,6	11,8	10,7	11,9	13,3	12,1	11,6	10,8	11,8	12,0	12,1
% sable (50-200 µm)	37,7	39,3	39,1	37,9	33,1	31,9	35,9	37,5	41,0	37,7	40,2	31,6	36,9	40,0	38,9	36,1
% sable (200-2000 µm)	32,5	31,7	33,8	31,0	31,1	30,2	32,4	32,2	31,4	30,8	31,4	30,2	30,7	30,1	32,2	30,3
% carbone total	4,57	4,29	4,65	5,15	5,35	4,41	5,31	5,04	5,35	4,80	4,76	4,68	4,80	4,96	5,23	5,35
% azote total	0,55	0,48	0,57	0,55	0,64	0,47	0,54	0,62	0,63	0,50	0,47	0,54	0,40	0,60	0,56	0,53
Rapport C/N	8	9	8	9	8	9	10	8	8	10	10	9	12	8	9	10
% P ₂ O ₅	0,252	0,432	0,257	0,335	0,310	0,270	0,282	0,297	0,277	0,257	0,267	0,292	0,282	0,287	0,275	0,292
P ₂ O ₅ assimilable (ppm)	19,32	15,64	22,08	15,64	20,24	11,96	19,32	13,80	26,68	14,72	22,08	10,12	19,30	20,24	14,72	14,72
Ca (meq/100g)	1,54	1,36	1,56	2,09	1,99	1,47	1,80	2,01	1,62	1,82	1,68	1,81	1,63	1,72	1,84	1,90
Mg (meq/100g)	0,91	0,74	1,02	1,05	1,16	1,13	1,01	1,03	1,04	1,01	0,88	1,05	1,03	1,07	0,85	1,07
Na (meq/100g)	0,007	0,018	0,010	0,015	0,008	0,013	0,011	0,023	0,006	0,016	0,019	0,014	0,020	0,012	0,013	0,013
K (meq/100g)	0,355	0,356	0,275	0,251	0,320	0,413	0,445	0,274	0,460	0,264	0,329	0,285	0,386	0,341	0,250	0,282
Somme (S)	2,81	2,47	2,86	3,41	3,42	3,03	3,27	3,34	3,13	3,11	2,91	3,16	3,07	3,14	2,95	3,26
Total (T)	2,99	2,84	3,12	4,34	3,99	3,41	3,30	3,80	3,72	3,89	3,52	3,83	3,77	3,25	3,54	3,77
V = S/Tx100	94	87	92	78	86	89	99	88	84	80	83	82	81	97	83	87

III.2 Analyse statistique des résultats des analyses de sol

L'analyse de la variance à deux critères de classification a été réalisée pour chacun des paramètres étudiés. Le modèle utilisé est repris dans le tableau 4. En cas de différence significative, la méthode de DUNCAN a permis de préciser parmi les moyennes considérées, celles qui diffèrent significativement.

Tableau 4 : Modèle de tableau d'analyse de la variance

SOURCE DE VARIATION	Degré de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F
Facteur a (traitements)	t - 1	SCEa	OMa	Fa
Facteur b (blocs)	i - 1	SCEb	OMb	Fb
Interaction ab (erreur)	(t-1) (i-1)	SCEab	OMab	
TOTAUX	ti - 1	SCEt		

Les moyennes générales des différents paramètres sont les suivants :

pH (eau)	: 6,67	% P ₃ O ₅ total	: 0,292
pH (Kcl)	: 5,62	P ₂ O ₅ (µg/g total)	: 17,54
% argile	: 13,4	Complexe absorbant /meq/100g	
% limon	: 6,42	Ca	: 1,74
% sable (2-50 µm)	: 10,9	Mg	: 1,00
% sable (50-200 µm)	: 37,2	Na	: 0,014
% sable (200-2000 µm)	: 31,4	K	: 0,331
% carbone total	: 4,92	Total absorbant	: 3,08
% azote total	: 0,54		

Les analyses de variance effectuées n'ont mis en évidence que quatre différences significatives. Celles-ci concernent le pourcentage de sable (200-2000 µm), le phosphore assimilable et un élément du complexe absorbant le Ca.

Pour le pourcentage de sable (200-2000 µm) des différences significatives ont été observées entre traitements et entre blocs pour des niveaux de signification respectif de 1,9 et 5 %. Cependant, le coefficient de variation étant très faible, 2,1 %, les effets probables sur les traitements installés, seront minimes. la méthode de DUNCAN précise les traitements et blocs qui diffèrent significativement (Tableau 5).

Tableau 5 : Analyses de DUNCAN pour le pourcentage de sable (200 - 2000 µm)

Variable	Moyenne et rang (95 %)	Variable	Moyenne et rang (95 %)
Bloc A	32,25 A	Traitement 1	32,45 A
Bloc B	31,48 AB	Traitement 2	31,42 B
Bloc C	30,95 B	Traitement 3	30,92 B
Bloc D	30,83 B	Traitement 4	30,70 B
Coefficient de variation		2,10 %	

Concernant le phosphore assimilable et le Ca, des différences significatives ont été observées entre les traitements pour des niveaux de signification respectifs de 4,8 et 9,0 %. La méthode de DUNCAN précise également les traitements qui diffèrent significativement. Pour le phosphore assimilable, le niveau de différence entre les valeurs extrêmes (58 %) peut affecter la production des légumineuses et du maïs. Pour le Ca, ce niveau (23 %) n'affectera pas les productions ni des légumineuses ni du maïs (tableau 6).

Tableau 6 : Analyses de DUNCAN pour les concentrations de phosphore assimilable et du Ca absorbant.

Phosphore assimilable		Ca absorbant	
Variable	Moyenne et rang (95 %)	Variable	moyenne et rang (95%)
Traitement 1	21,39 A	Traitement 1	1,952 A
Traitement 2	19,55 AB	Traitement 2	1,720 AB
Traitement 3	15,64 BC	Traitement 3	1,695 AB
Traitement 4	13,57 C	Traitement 4	1,593 B
Coefficient de variation = 20,50 %		Coefficient de variation = 10,15	

III.3. Rendements en grains de maïs

Les rendements en grains obtenus et exprimés en kilogrammes par parcelles sont repris dans le tableau 7.

Tableau 7 : Rendements en grains obtenus (kg/50m² et t/ha)

- Blocs Traitements -	A		B		C		D	
	kg/50m ²	t/ha	kg50m ²	t/ha	kg/50m ²	t/ha	Kg/50m ²	t/ha
1. maïs pur	8,000	1,600	1,600	0,320	4,500	0,900	10,500	2,100
2. maïs x N. 58-74	2,000	0,400	4,200	0,840	12,700	2,540	7,500	1,500
3. maïs x N. 59-12	6,200	1,240	5,100	1,020	9,500	1,900	4,500	0,900
4. maïs x D. lablab	4,000	0,800	6,000	1,200	3,000	0,600	6,500	1,300

III.4. Analyse statistique des rendements en grains de maïs

L'analyse de la variance à 2 critères de classification permet de comparer les traitements entre eux. Pour cette analyse, les rendements obtenus et exprimés en t/ha sont repris dans le tableau 8.

Tableau 8 : Comparaison des 4 traitements pour la production de grains de maïs réalisation de l'analyse de la variance

- Blocs Traitements -	A	B	C	D	X. _i	X. _i
Traitement 1	1,600	0,320	0,900	2,100	4,920	1,230
Traitement 2	0,400	0,840	2,540	1,500	5,280	1,320
Traitement 3	1,240	1,202	1,900	0,900	5,060	1,265
Traitement 4	0,800	1,200	0,600	1,300	3,900	0,975
X. _j	4,040	3,380	5,940	5,800	X.. _i =19,160	x.. _i =1,198

Les calculs réalisés à partir des données du tableau 8 ont donné les résultats suivants :

$$\begin{array}{llll}
 T = 28,578 & SCE_a = 0,281 & SCE_{a,b} = 4,130 & ET = 0,677 \\
 C = 22,944 & SCE_b = 1,223 & SCE_t = 5,634 & CV = 56,567 \% .
 \end{array}$$

Les résultats de l'analyse de la variance sont repris dans le tableau 9.

Tableau 9 : Comparaison des 4 traitements pour la production de grains de maïs : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté (DDL)	somme des carrés des écarts (SCE)	Carrés moyens (CM)	F	Ecart/Type (ET)	Coefficient de variation (CV)
Traitement (a)	3	0,281	0,094	0,20		
Blocs (b)	3	1,223	0,408	0,39		
Traitement-blocs (ab)	9	4,130	0,459		0,677	56,567 %
TOTAUX	15	5,634				

La comparaison des valeurs observées et théoriques de la variable F conduit à l'acceptation de l'hypothèse d'égalité des rendements moyens en grains des 4 traitements au niveau de signification de 5 % car pour 3 et 9 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_a = 0,20 ; F_b = 0,89 \text{ et } F_{0,95} = 3,86.$$

III.5. Rendements en fourrage

Les rendements en fourrage (paille de maïs et paille + fourrage de légumineuses) obtenus et exprimés en kg de matière verte (MV) par 50 m² sont repris dans le tableau 10.

Pour la détermination des pourcentages de matières sèches, 2 échantillons de 500g de fourrage ont été prélevés et séchés à l'étuve à 70 °C jusqu'à poids constant. Les pourcentages moyens de matières sèches (ms) des 4 traitements sont les suivants :

$$\begin{array}{ll}
 \text{traitement 1} = 54,45 & \text{traitement 3} = 52,50 \\
 \text{traitement 2} = 42,93 & \text{traitement 4} = 45,52.
 \end{array}$$

Les rendements en fourrage exprimés en t/ha sont également repris dans le tableau 10.

Tableau 10 : Rendements en fourrage obtenus (kg mv/50m² et tms/ha)

- Blocs Traitements -	A		B		C		D	
	kg mv/50m ²	tms/ha	kg mv/50m ²	tms/ha	kg mv/50m ²	tms/ha	kg mv/50m ²	tms/ha
1. maïs pur	10,400	1,133	10,000	1,089	15,600	1,699	15,200	1,655
2. maïs x N. 58-74	11,400	0,979	14,000	1,202	21,700	1,863	21,300	1,829
3. maïs x N. 59-12	18,200	1,911	19,100	2,006	16,500	1,733	15,600	1,638
4. maïs x D. 1ablab	18,900	1,721	15,900	1,448	12,600	1,147	14,800	1,347

III.6 Analyse statistique des rendements en fourrage

L'analyse de la variance à 2 critères de classification permet de comparer les traitements entre eux. pour cette analyse, les rendements obtenus et exprimés en tms/ha sont repris dans le tableau 11

Tableau 11 : Comparaison des 4 traitements pour la production de fourrage : réalisation de l'analyse de la variance.

- Blocs Traitements -	A	B	C	D	X. _i	X. _i
Traitement 1	1,133	1,089	1,699	1,655	5,576	1,394
Traitement 2	0,979	1,202	1,863	1,829	5,873	1,468
Traitement 3	1,911	2,006	1,733	1,638	7,288	1,822
Traitement 4	1,721	1,448	1,147	1,347	5,663	1,416
X. _j	5,744	5,745	6,442	6,469	X. _{..} =24,400	x. _{..} =1,525

Les calculs réalisés à partir des données du tableau 11 ont donné les résultats suivants :

$$\begin{array}{l}
 T = 38,865 \\
 C = 37,210
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 SCE_a = 0,482 \\
 SCE_b = 0,126
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 SCE_{ab} = 1,047 \\
 SCE_t = 1,655
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 ET = 0,341 \\
 CV = 22,363 \%
 \end{array}$$

Les résultats l'analyse de la variance sont repris dans le tableau 12.

Sources de variation	Degrés de liberté (DDL)	somme des carrés des écarts (SCE)	Carrés moyens (CM)	F	Ecart/Type (ET)	Coefficient de variation (CV)
Traitement (a)	3	0,482	0,143	1,23		
Blocs (b)	3	0,126	0,042	0,36		
Traitement-blocs (ab)	9	1,047	0,116		0,341	22,363 %
TOTAUX	15	1,655				

La comparaison des valeurs observées et théoriques de la variable F conduit à l'acceptation de l'hypothèse d'égalité des rendements moyens en fourrage des 4 traitements au niveau de signification de 5 % car pour 3 et 9 degrés de liberté on a DANGELIE, 1978) :

$$F_a = 1,23 ; \quad F_b = 0,36 \text{ et } F_{0,95} = 3,86.$$

La caractérisation pédologique initiale de la parcelle d'essai dès la première année, permettra de suivre l'évolution des différents composants analysés sous les effets des différents traitements. Les futurs prélèvements et analyses d'échantillons de sol permettront d'identifier la ou les meilleures associations maïs-légumineuses.

Les rendements en grains de maïs restent dans l'ensemble faibles pour tous les traitements comparativement à ceux qui sont obtenus en cultures traditionnelles maïs acceptables : 0,5-0,8 t/ha (MOMENTO DE L'AGRONOME, 1991). Ils s'expliquent par un certain épuisement de la parcelle du fait des cultures continues, du non parage d'animaux sur cette parcelle durant la saison sèche 1994-1995 et de la non application d'engrais minéral et de l'urée en particulier en vue de permettre aux légumineuses d'exprimer leur potentiel fertilisant du sol en azote par la fixation symbiotique. Les attaques de singes ont également contribué à la baisse des rendements. Entre les 4 traitements, l'introduction en cultures dérobées des 2 variétés de niébé et de D.lablab n'a pas entraîné une réduction du rendement en grains pour l'ensemble de l'essai.

Les rendements en fourrage sont relativement faibles pour les mêmes raisons que celles avancées pour les rendements en grains. En plus de celles-ci, le broutage des légumineuses par les petits

ruminants du village a considérablement affecté les rendements en fourrage et particulièrement la contribution des légumineuses aux rendements. la clôture partielle de la parcelle d'essai et de son extension en branchages d'épineux n'a pas permis de les mettre hors de portée des petits ruminants. Ainsi, la production globale de fourrage ayant été faible, les analyses de fourrages et d'expérimentation en alimentation ont été remises pour la 2e année. Le fourrage produit sera utilisé néanmoins par le propriétaire de la parcelle pour la supplémentation de ses vaches lactantes en stabulation pendant la saison sèche 1995-1996. Entre les 4 traitements, aucune différence significative de rendement n'a été observée. On note cependant des rendements moyens légèrement plus élevés pour les 3 associations maïs-légumineuses. De plus, ce fourrage issu des associations est de meilleure qualité que la parcelle de maïs.

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Pour cette première année d'exécution, seul le volet agronomie a été entièrement réalisé. Cette exécution a permis de disposer d'une caractérisation pédologique initiale de la parcelle d'essai et d'obtenir des rendements indicatifs en grains et en fourrages dans des conditions difficiles. Les rendements obtenus n'ont pas permis de se prononcer sur la ou les meilleures associations sur les plans des productions grainière et fourragère de ces associations.

Les volets économie et la production et de zootechnie n'ont pu être réalisés du fait du démarrage tardif de la convention pour le premier et de la faible production de fourrage pour le second. l'économiste associé a néanmoins effectué une mission sur Kolda pour une meilleure connaissance de la convention et du travail en cours afin de prendre toutes les dispositions utiles pour la deuxième année.

Pour la seconde année, le volet agronomique se poursuivra sur le site de Ndangane. Les parcelles d'essai et son extension seront entièrement clôturés en branchage d'épineux afin d'éviter le broutage des légumineuses par les petits ruminants. Un gardiennage contre les singes sera assuré. Ainsi, les résultats qui seraient obtenus permettraient de se prononcer dès la 2e année sur la ou les meilleures associations. Les analyses pédologiques à effectuer également permettront de comparer les associations et d'identifier la ou les meilleures associations sur le plan de l'enrichissement du sol en azote.

Le volet économie de la production démarrera en même temps que le volet agronomie et le volet zootechnie sera exécuté dès le démarrage des expérimentations sur la stabulation en début d'année 1997.

BIBLIOGRAPHIE

LELLOUCH Joseph et PHILIPPE Lazar - Méthodes statistiques et expérimentations biologiques. Statistique en biologie et en médecine. Flammarion Médecine Sciences, 1974.

DAGNELIE Pierre - Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Vol.2. Presses Agronomiques de Gembloux, 1978.

MEMENTO DE L'AGRONOMIE - 4e édition. Collection "Techniques rurales en Afrique". Ministère de la Coopération et du Développement de la République Française, 1991.

2 . 3 Utilisation des espèces légumineuses pour redresser le statut organique des sols en BMC (R08)

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENÉGA LAIS
DE RECHERCHES AGRICOLES

CENTRE DE DJIBELOR

ATELIER DE PRESENTATION DES RESULTATS :

« Agriculture GRN – Elevage dans les régions de Basse et Moyenne Casamance (BMC), et du Sénégal Oriental et Haute Casamane (SOHC) »,
du 17 au 20 Février 1998.

ACTIVITE :

Utilisation des espèces ligneuses pour redresser le statut organique et la fertilité des sols en Basse et Moyenne Casamance.

PRESENTE PAR : SOULEYE BADIANE
CHERCHEUR BMC DJIBELOR
B.P. 34 : TEL : 991 12 05 991 10 11
FAX : 991 12 93

TABLE DES MATIERES

Matières	Pages
Page de garde.....	1
Résumé.....	2
I- Introduction.....	3
II- Sélection d'espèces pour la culture en couloirs.....	3
2.1- Localisation de l'essai.....	3
2.2- Matériel et méthodes.....	3
2.2.1- Production de plants.....	4
2.2.2- Plantation.....	4
2.2.3- Paramètres suivis et analyse statistique.....	4
2.3- Résultats des essais d'adaptation des espèces.....	4
III- Essai de décomposition de la matière organique de quelques espèces ligneuses utilisées en agroforesterie en Casamance.....	7
3.1- Matériel et méthodes.....	7
3.2- Résultats et discussions.....	8
3.2.1- Décomposition des émondes.....	8
3.2.2- Libération des éléments minéraux par les émondes.....	10
3.2.3- Discussion.....	11
3.2.4- Discussions générales.....	12
IV- Conclusion.....	12

INFLUENCE DE QUELQUES ESPECES LIGNEUSES SUR LE REDRESSEMENT DU STATUT ET DE LA FERTILITE DES SOLS DE PLATEAU EN BASSE ET MOYENNE CASAMANCE

I- Justification.....	13
II- Objectif.....	13
III- Méthodologie.....	13
3.1- La revue des données secondaires.....	14
3.2- Le diagnostic participatif thématique sur la fertilité des champs de plateau.....	16
3.3- La définition et la mise en place des méthodes d'intervention.....	16
IV- ANALYSE DES RESULTATS ET EVALUATION DES ACTIVITES.....	17
4.1- Etude de l'histoire des parcelles.....	17
4.2- Caractéristiques pédologiques et écologiques des parcelles retenues.....	18
4.2.1- Description des profils pédologiques à Djimande et à Soutou.....	18
4.2.1.1- Profil de Djimande.....	18
4.2.1.2- Profil de Soutou.....	19
4.3- Plantation et suivi des paramètres de croissance et de productivité des espèces ligneuses.....	20
4.4- Evaluation des rendements.....	21
4.5- Réactions et feed-back des producteurs.....	23
V- CONCLUSION.....	24
VI- DIFFICULTES RENCONTREES.....	25
VII- BIBLIOGRAPHIE.....	25

DEBUT DE PRESENTATION DES RESULTATS « Agriculture - CDD - Elevage dans les régions de Basse et Moyenne Casamance (BMC), et du Sénégal Oriental et Haute Casamance (SOHC) », du 17 au 20 Février 1998.

ACTIVITES : *Utilisation des espèces ligneuses pour redresser le statut organique et la fertilité des sols en Basse et Moyenne Casamance*

Mots clefs:

Culture en couloirs, sélection, émonde, production biomasse, matière organique, décomposition, libération d'éléments nutritifs.

Résumé:

La culture en couloir a été introduite dans la région de Ziguinchor en 1985 tant en station qu'en milieu réel pour tester l'aptitude du LEUCAENA LEUCOCEPHALA et de 13 variétés de GLIRICIDIA SEPIUM à s'adapter et à produire de la biomasse dans un système de culture mixte arbre - céréale en Casamance.

A l'issue de ce teste, 5 variétés de GLIRICIDIA SEPIUM (ILG55, ILG52, ILG59, ILG50 et HYB.) ainsi que le LEUCAENA leucocephala se sont révélées adaptées au milieu avec plus de 90 % de taux de survie et une bonne production de biomasse.

Cependant, le Leucaena, avec une production de plus de 25 kg de biomasse foliaire fraîche par 10 m. linéaire d'arbres plantés à 50 cm, est de loin le meilleur producteur.

Une question essentielle de la culture en couloirs est la capacité des espèces utilisées dans le système à produire beaucoup de biomasse riche en éléments nutritifs et facilement décomposable.

L'essai sur la vitesse de décomposition de plusieurs espèces ainsi que sur la libération d'éléments nutritifs a été réalisé à Djibélor Des sacs en nylon de 1 mm de maille ont été utilisés.

L'étude a montré que la biomasse de Leucaena enfouie ou épandue, se décomposait presque totalement au bout de 2 mois et que l'A. mangium donnait le plus faible taux de décomposition.

L'ordre est Leucaena > Gliricidia > Cassia siamea > A. holosericea > A. mangium

Les quantités d'éléments nutritifs libérées par ces espèces suivent le même ordre.

Les contraintes liées à l'adoption de la technologie sont d'ordre socio-économiques (réaménagement du calendrier cultural, culture itinérante encore pratiquée etc..)

En conclusion, la culture en couloirs est une technologie qui peut donner beaucoup de satisfaction dans la région naturelle de la Casamance qui connaît beaucoup de problème de fertilité et de gestion de la matière organique des sols.

L'utilisation des arbres ligneux pour redresser le statut organique et la fertilité des sols en Basse et Moyenne Casamance : Projet NRBAR (R-08)

INTRODUCTION

L'utilisation des arbres pour redresser la fertilité des sols a commencé en Casamance depuis 1985, avec l'introduction des cultures en couloirs associant les cultures céréalières, surtout le maïs et les espèces ligneuses fixatrices d'azote. En station, *Leucaena leucocephala* et 13 variétés de *Gliricidia sepium* ont été testés pour étudier leur aptitude à s'adapter et à produire suffisamment de biomasse dans la zone agroécologique de Basse Casamance.

A l'issue de cette introduction, *Leucaena leucocephala* et 3 variétés de *Gliricidia sepium* (ILG55, ILG52 et ILG59), qui ne sont pas statistiquement différentes les unes des autres, se sont révélées particulièrement adaptées aux conditions de la région avec un taux de survie de 90 % et une bonne production de biomasse foliaire (25 kg de biomasse fraîche sur 10 m. avec un taux d'humidité de 60%). Ces espèces ont été introduites en milieu paysan dans tous les départements de la région.

La vitesse de décomposition des émondes de certaines espèces ainsi que la libération d'éléments nutritifs au sol particulièrement : l'azote, le phosphore, le potassium et le carbone ont fait l'objet de suivi.

Une étude sur les doses d'épandage et d'enfouissement des émondes de plusieurs espèces a été conduite avec la patate douce.

L'activité NRBAR, intitulée : utilisation des ligneux pour redresser le statut organique et la fertilité des sols en Basse et Moyenne Casamance a pour but de transférer les résultats d'acquis de la recherche aux producteurs en basse et Moyenne Casamance.

II - SELECTION D'ESPECES POUR LA CULTRE EN COULOIRS .

2.1- Localisation

L'essai est localisé dans le Centre de Recherches Agricoles de Djibélor, situé à 4 km à l'Ouest du centre ville de Ziguinchor. De latitude 12°28'N et de longitude 16°16'W, le point d'essai est situé à 26 m. au dessus de la mer. La pluviométrie moyenne depuis l'installation de l'essai est de 1000 mm. avec des variations entre 900 mm et 1200 mm. Les températures moyennes annuelles maxima et minima sont respectivement 25,7 °C et 14,7 °C. L'humidité relative moyenne annuelle est de 68,9 % et l'évapotranspiration moyenne mensuelle est de 153,95 mm/jour. Le terrain est situé sur le bas plateau classé parmi les sols colluviaux, faibles en matière organique (1 à 1,5 %) et en éléments minéraux. L'azote du sol varie entre 0,056 % et 0,088 % dans l'horizon 0-20 cm. et le PH est supérieur à 5,20.

2.2- Matériels et Méthodes

C'est un essai de sélection composé 13 de provenances de *Gliricidia sepium* (HYB, ILG. 50, ILG. 52, ILG. 54, ILG. 55, ILG. 56, ILG. 57, ILG. 58, ILG. 59, ILG. 60, ILG. 61, ILG. 62, ILG. 63) et *Leucaena leucocephala*. L'objectif est la sélection des espèces les plus aptes à croître rapidement dans les conditions de la Casamance et à produire beaucoup de biomasse pour fertiliser les sols.

2.2.1- Production de plants

Les graines ont été trempées à l'eau chaude pendant 24 heures puis semées dans des gaines en plastique perforées de dimensions 12 cm X 25 cm. à raison de 2 graines par gaine. Le démarrage a lieu une semaine après germination. Le séjour en pépinière a duré 3 mois environ avant plantation.

2.2.2- Plantation:

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc complet totalement randomisé avec 3 répétitions. La longueur de chaque ligne de plantation est de 10 m. La distance entre les plants sur la ligne est de 50 cm. et celle entre les lignes 4 m. La plantation a lieu en août 1985

2.2.3- Paramètres suivis et analyse statistique

Chaque mois après plantation, le taux de survie, la croissance en hauteur et le diamètre à la base ont fait l'objet de suivi. Le nombre de rejets et la production de biomasse total (tige et feuille) sont déterminés après coupe.

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel STATITCF

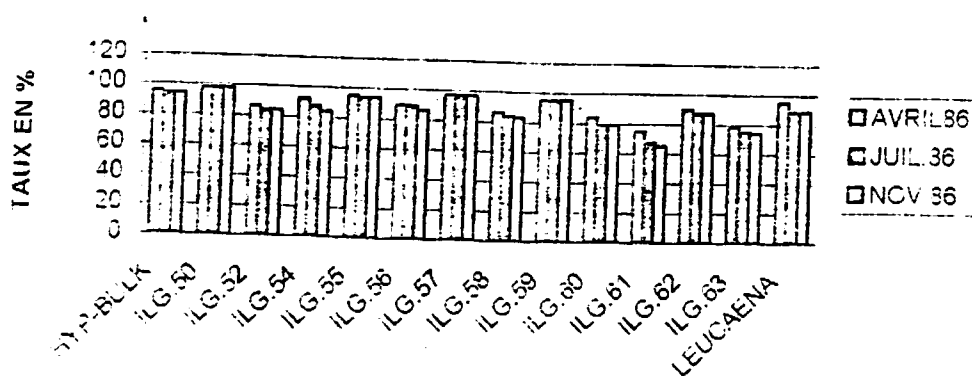
2.3- Résultats des essais d'adaptation des espèces

La production de plants du *Gliricidia sepium* et du *Leucaena leucocephala* en Casamance ne pose aucun problème. Les taux de germination obtenus sont excellents (90 à 100 %).

Après plantation, Les mensurations successives des 3 premiers mois n'avaient pas montré de différences significatives entre les espèces. Au neuvième mois après plantation (Avril 1986), le premier émondage est intervenu. Les plants sont coupés en Juillet et Novembre de la même année. Pour le taux de survie, il n'y a pas de différence significative entre les variétés de *Gliricidia*, ou entre les *gliricidia* et le *leucaena*. (FIG. 1).

Cependant, les variétés de *Gliricidia* retenues pour ce critère sont : ILG50, ILG57 et ILG59.

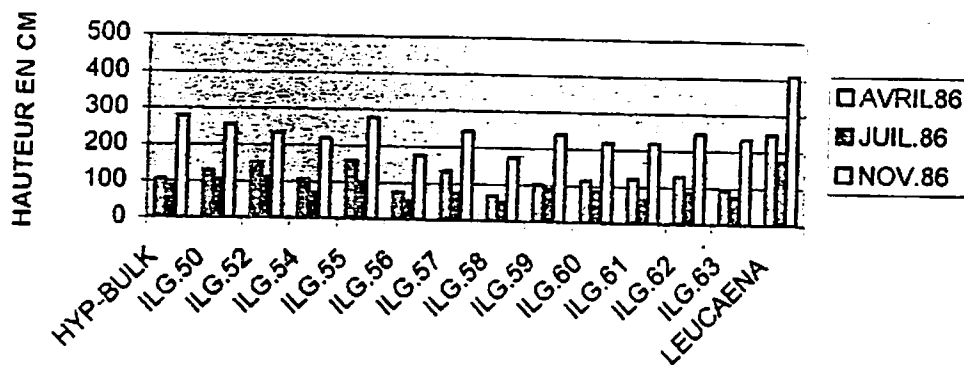
Fig.1: TAUX DE SURVIE DES ESPECES 18 MOIS APRES PLANTATION



L'analyse de variance de la variable croissance en hauteur à 9 mois après plantation a montré une différence significative entre les variétés de *Gliricidia* et le *leucaena*.

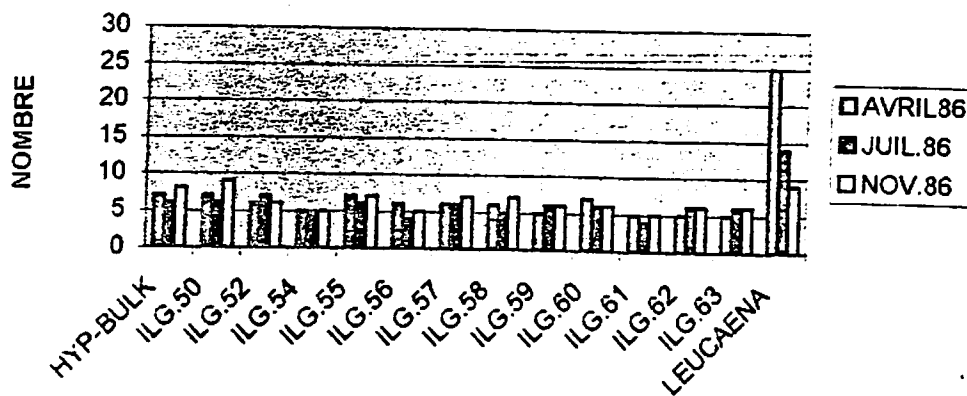
ILG50 et ILG57 sont les meilleures variétés. ILG58, ILG56, ILG63 sont les moins performantes. Les performances du *Leucaena* sont meilleures que celles du *gliricidia*. (FIG.2)

Fig.2: HAUTEUR MOYENNE 18 MOIS APRES PLANTATION



Les résultats montrent que si *gliricidia* donne 5 à 9 rejets par souche après émondage, *Leucaena* produit en général plus de 10 rejets par souche. (FIG.3).

Fig.3: NBRE DE BRINS 18 MOIS APRES PLANTATION



La production de biomasse pendant ces 3 émondages, donne un net avantage au *Leucaena* (177,8 Kg/10m/an) alors que parmi les *gliricidia*, les meilleures variétés sont ILG55 (111,5kg/10m/an), ILG52 (85,038kg/10m/an) de biomasse fraîche, suivis par ILG57, ILG59 et HYB. etc.. (FIG.4, 5, 6 et 7).

Les émondages ont été effectués sur la parcelle deux fois par an à partir de la deuxième année jusqu'à maintenant et les biomasses produites sont quantifiées. A chaque fois, La tendance de la première année se confirme. Finalement, les espèces ont été classées en faisant la somme des points qui leur sont attribués au niveau de chaque paramètre où les espèces reçoivent des points de 1 à 14.

Fig 4. ESSAI SELECTION GLIRICIDIA SP
BIOMASSE 1ère COUPE A 9 MOIS

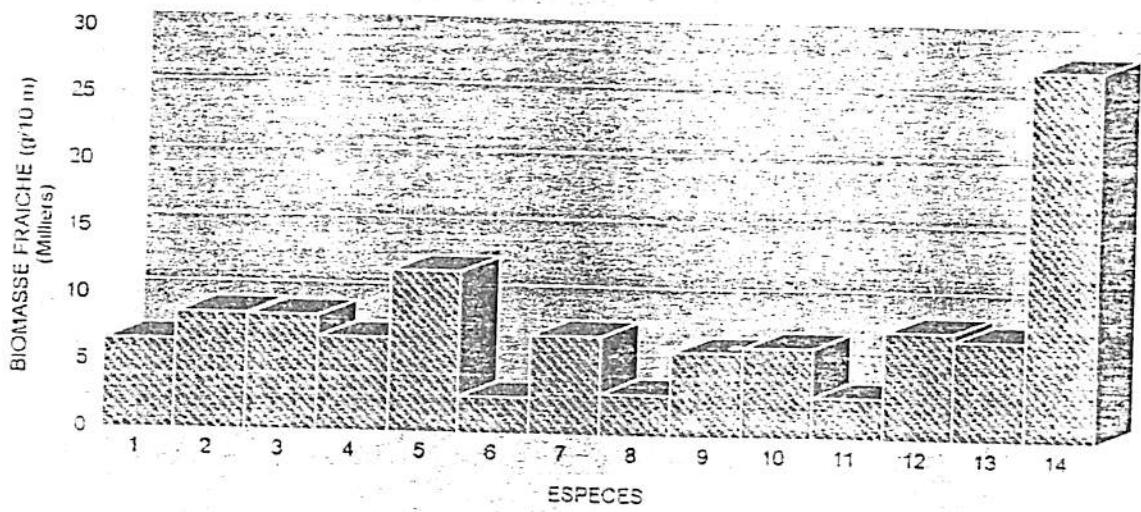


Fig.5: ESSAI SELECTION : GLIRICIDIA SP
BIOMASSE 2ème COUPE A 12 MOIS

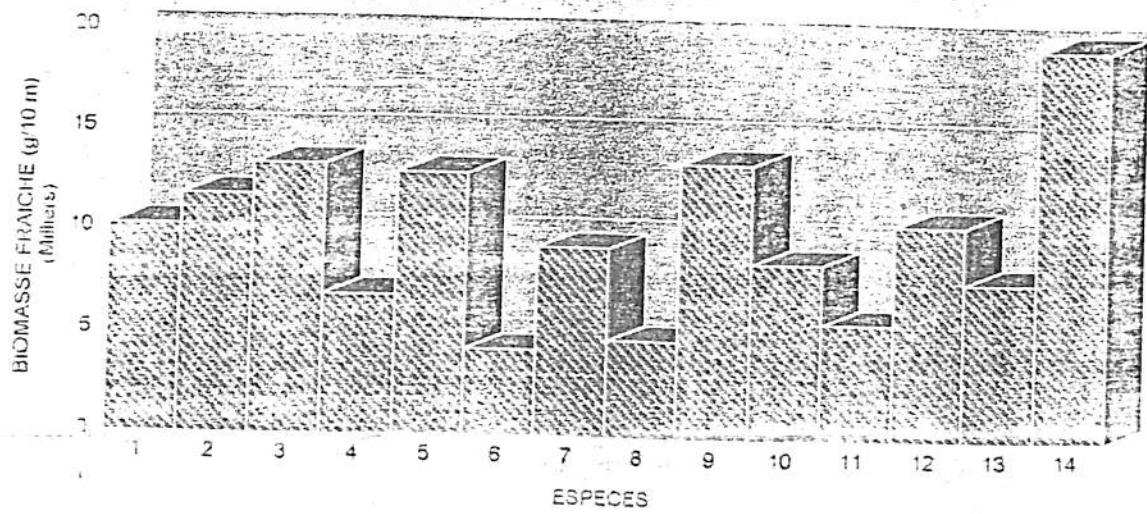


Fig 6: ESSAI SELECTION : GLIRICIDIA SP

BIOMASSE 4ème COUPE A 27 MOIS

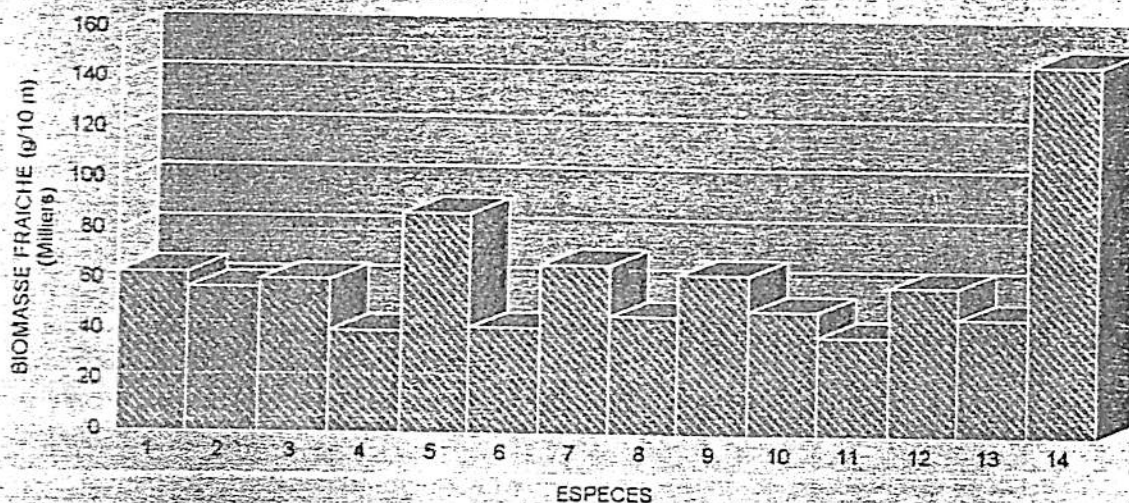
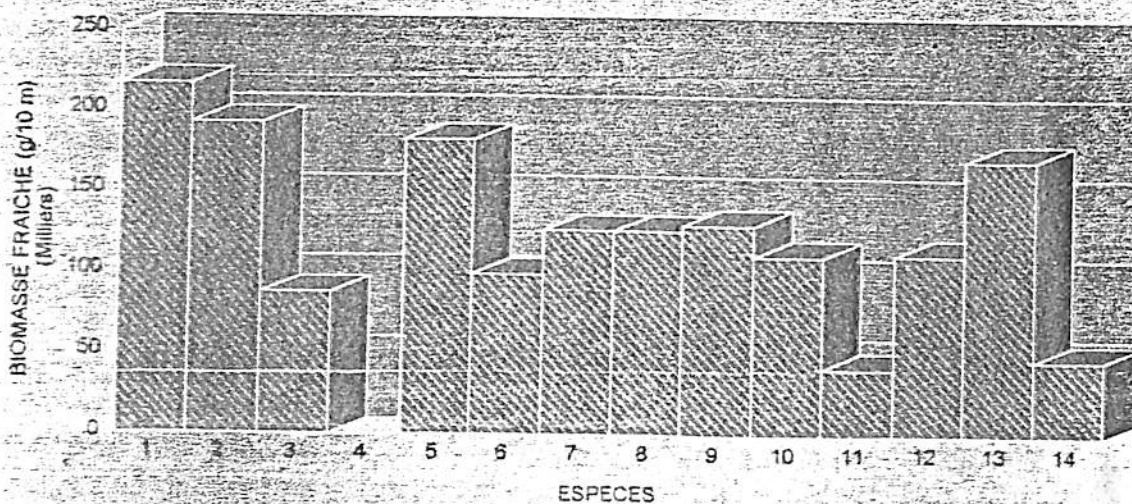


Fig 7: ESSAI SELECTION : GLIRICIDIA SP

BIOMASSE 5ème COUPE A 60 MOIS



Partant de ce résultat, un essai de confirmation a été installé en 1988 avec ILG55, ILG52, ILG57, ILG59. En même temps, des essais en milieu paysan ont été conduits de 1988 à 1990 dans les différents départements de la région avec *Gliricidia* ILG55 et le *Leucaena leucocephala* (Djembering pour Oussouye, Bodé et Boulador pour Bignona, Séléky et Mandina pour Ziguinchor. Le taux de survie, la croissance moyenne en hauteur et la production de biomasse dans les exploitations paysannes sont résumés dans le tableau suivant: Tableau N°1

Tableau 1. Paramètres des espèces en couloir en milieu paysan
 (évaluation de la production primaire)

Département	Paramètres Villages	Biomasse foliaire fraîche (kg)/10m		Taux survie %		Hauteur (cm)	
		LL	GS	LL	GS	LL	GS
Ziguinchor	Mandina	3.64	2.18	98	100	102	71
" "	Séléry	1.3	2.1	45*	96	47*	81
Oussouye	Djembering	3.4	2.40	90	89	2.90	1.75
Bignona	Bodé	3.85	2.58	89	98	1.80	1.2
" "	Boulandor	1.85	2.65	98	100	1.8	1.861

* = parcelles broutées par les animaux

Discussions :

Au vue des résultats, le *Gliricidia* et le *Leucaena sepium* sont 2 espèces adaptées en Casamance pour la culture en couloirs particulièrement dans les blocs maraichers où la production de biomasse est destinée à la fertilisation des cultures maraichères comme engrais de fond. Dans les champs de case, la biomasse est produite le long des clôtures puis exportée dans les champs. Le taux de survie et la croissance en hauteur de ces deux espèces sont presque identiques tant en station qu'en milieu paysan.

En milieu paysans, le calcul de la production de biomasse du *leucaena* est biaisé à cause du broutage par les animaux. Il reste à prouver que la biomasse produite par les ligneux est suffisante pour fertiliser les sols de plateau compte tenu de leur faible niveau de fertilité

III- ESSAI DECOMPOSITION DE LA MATIERE ORGANIQUE DE QUELQUES ESPECES LIGNEUSES UTILISEES EN AGROFORESTERIE EN CASAMANCE

L'objectif de cet essai est d'arriver à faire coïncider les pics de restitution des éléments nutritifs libérés lors de la décomposition de la biomasse à la phase cruciale de développement de la plante annuelle cultivée dans les couloirs.

3-1 Matériel et Méthodes

La décomposition de la biomasse des 5 espèces les plus utilisées dans le système de culture en couloirs en Casamance était l'objet de cette étude. Les espèces utilisées étaient: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Cassia siamea*, *Acacia holosericea* et *Acacia mangium*. L'essai était mené dans la Station DRPF de Diébélor décrite plus haut. La décomposition était étudiée dans 400 sacs en nylon de 1mm de maille et de dimensions 25 cm X 25 cm. Dans chaque sac, 125 g. de biomasse fraîche ont été pesés et minutieusement introduits pour éviter le tassement. En suite, les sacs ont été fermés par des agrafes. La teneur en eau de chaque type de biomasse (résidu) a été mesurée à l'aide d'un appareil à infrarouge.

La moitié des sacs (20%) était enfouis avec leur contenu à 10 cm de profondeur alors que l'autre moitié est étalée au sol de sorte qu'il y ait le maximum de contact entre les sacs et le sol. De juillet 1993 à octobre 1993, les prélèvements se faisaient toutes les deux semaines et de Novembre à Février, des prélèvements mensuels étaient effectués. A chaque date de prélèvement, 30 sacs étaient enlevés du sol, secoués pour enlever une partie du sol qui s'est collé sur les sacs et mis à l'étuve à 65°C pendant 48 heures. En suite, la biomasse restante est enlevée des sacs, pesée et broyée pour déterminer les cendres, l'azote, le phosphore, le potassium et le carbone. Les cendres ont été utilisées pour corriger l'excès de poids dû à la contamination du sol.

Le dispositif utilisé était un factoriel (2 facteurs) en bloc avec 3 répétitions. Les analyses foliaires ont été effectuées au laboratoire du CIRAD-CA à Montpellier où une étude de contrôle par la respirométrie des sols a été effectuée.

3-2 Résultats et discussions

3.2.1- Décomposition des émondes

La perte de poids au bout de 90 jours est de 90 %, 80 %, 65 %, et 62 % respectivement pour *Gliricidia* et *Leucaena*, *Cassia siamea*, *Acacia mangium* et *Acacia holosericea*. La rapide décomposition du *Gliricidia* et du *leucaena* est en relation avec leur haute teneur en azote par rapport aux autres espèces ce qui permet aux micro-organismes de trouver l'énergie nécessaire à leur activation. Le *Cassia siamea* occupe une position intermédiaire entre les *Acacia* à philodes ou *Raccosperma* et les *Gliricidia* ou *Leucaena*. Avant la fin de la saison des pluies, la plus part des sacs enfouis ou épanchés contenant du *Gliricidia* ou du *leucaena* étaient vides. Les valeurs figurant sur les graphiques représentent une moyenne de 3 répétitions. Parallèlement, il est apparu que les sacs enfouis se décomposent plus vite que les sacs épanchés (GRAPH. 7 et 8). Cette tendance est confirmée par l'essai sur la respirométrie des sols (GRAPH. 10) où les *Raccosperma* ont entraîné un dégagement de gaz carbonique faible sur les sols de bas plateau de la Casamance. Les courbes cumulées de la teneur en Carbone des *Raccosperma* se confondent pour *A. mangium* et *A. holosericea*.

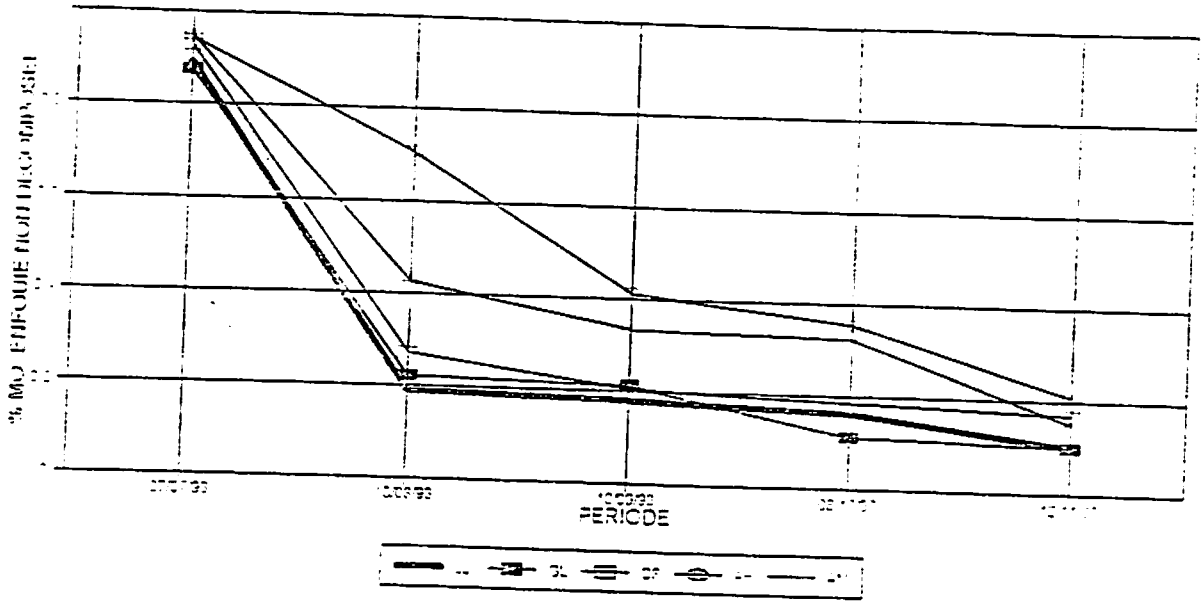


Fig. 3 DECOMPOSITION DE LA M.D.
 SPANON DE QUELQUES ESPECES D'INSECTES

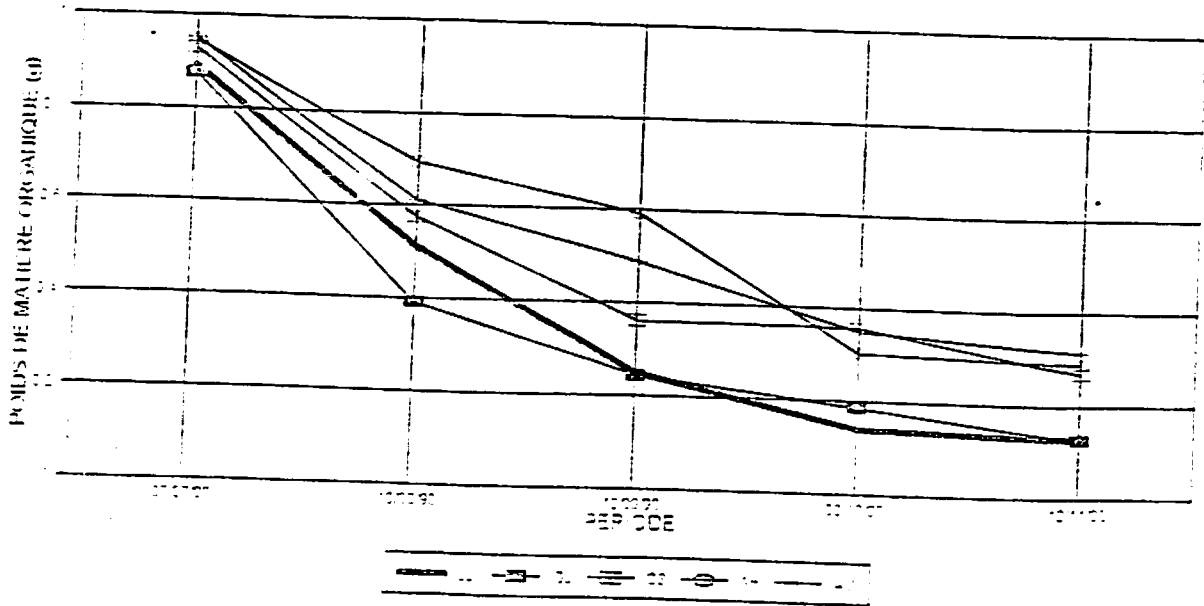
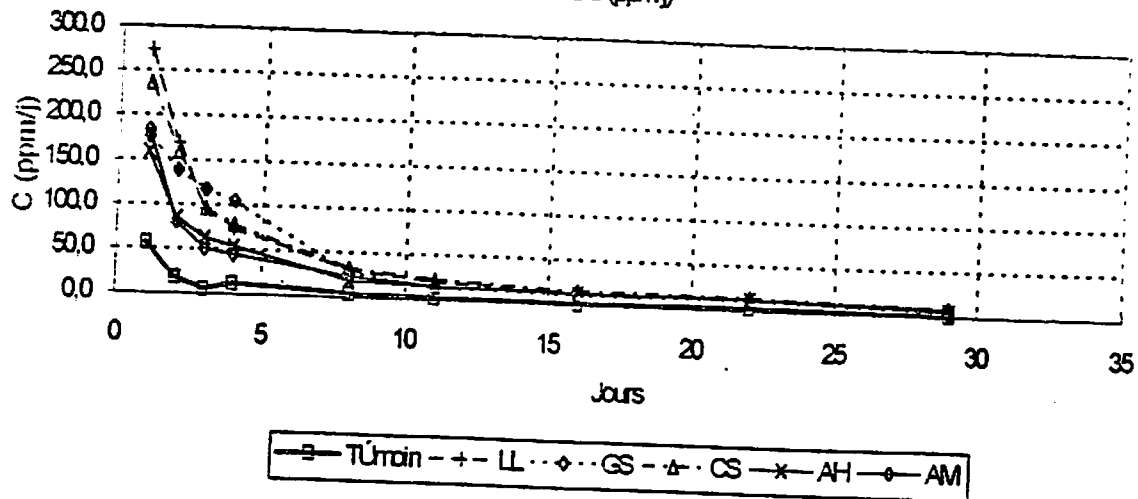


FIG. 10 DECOMPOSITION DE LA MATIERE ORGANIQUE DE QUELQUES ESPECES
LIGNEUSES / RESULTATS OBTENUS PAR RESPIROMETRIE AU LABORATOIRE
VITESSE C (ppm/j)



3.2.2- Libération des éléments minéraux par les émondages

La libération de l'azote enregistre un « flush » durant le premier mois de mis en place mais l'enfouissement donne une plus grande libération de l'azote que l'épandage. Le *Leucaena* et le *Gliricidia* sont les plus grands fournisseurs d'azote, le *Cassia siamea* est intermédiaire alors que les *acacia holosericea* et *mangium* fournissent moins d'azote Fig. 11 et 12.

BICMASSE EPANDUE -
EVOLUTION AZOTE MINERALISABLE

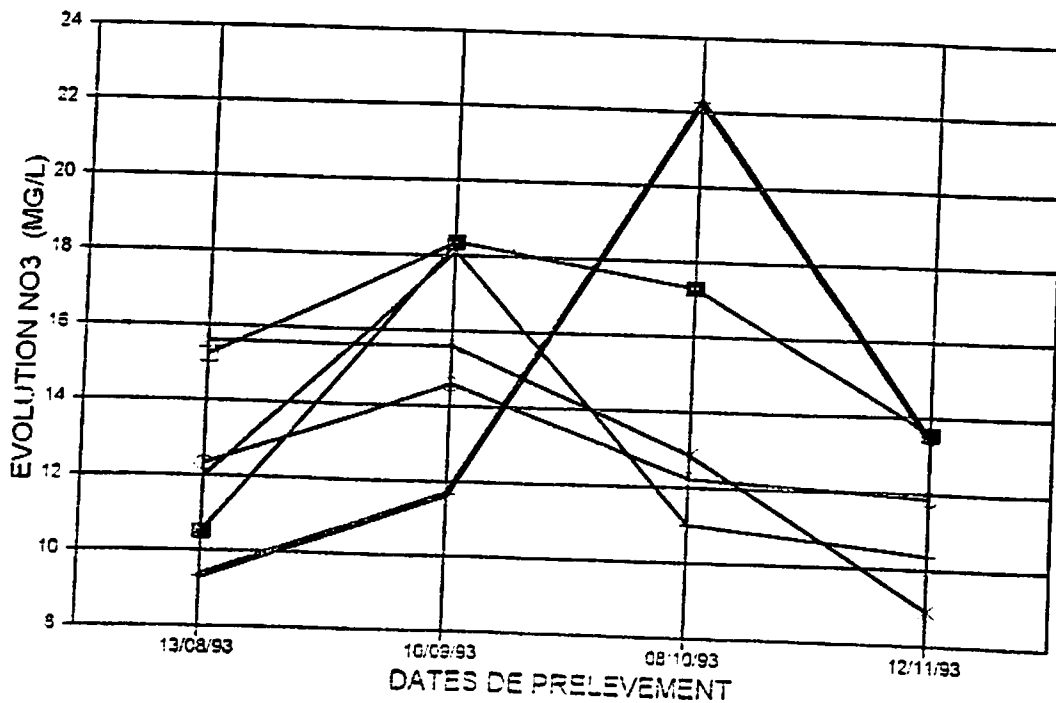
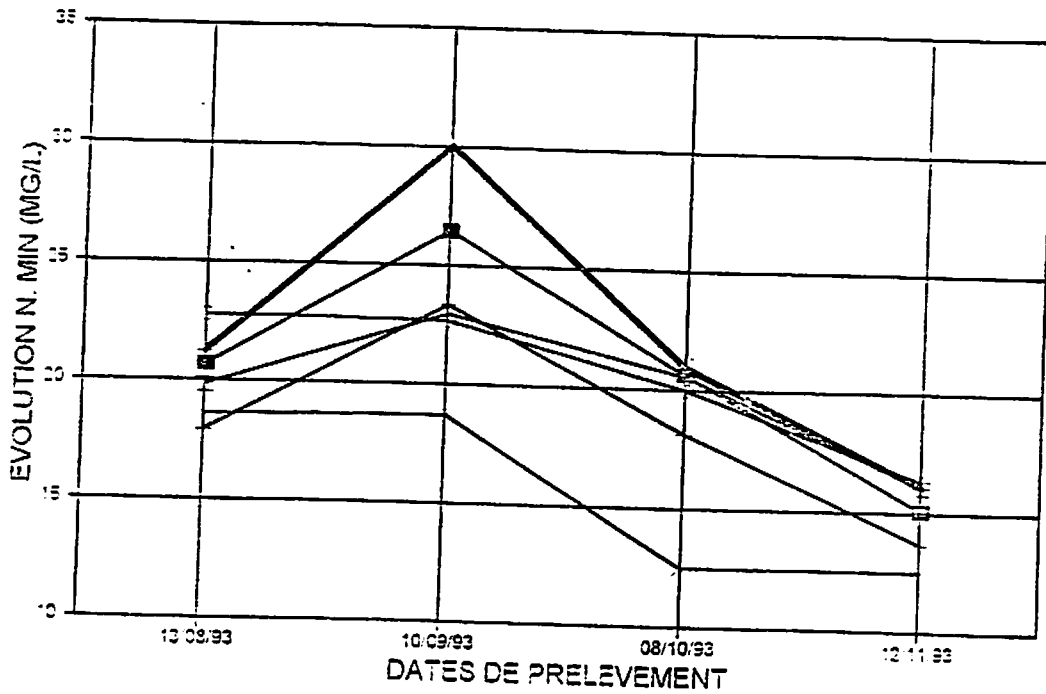


Figure 11

Figure 2

EVOLUTION AZOTE MINERALISABLE



Legend: Leucaena (solid line), Gliricidia (line with squares), Cassia siamea (line with circles), A. holosericea (line with diamonds), A. mangium (line with crosses), Control (line with asterisks).

Pour le Phosphore, de petites quantités sont libérées de manière irrégulière dans le temps par l'*A. mangium*. L'*A. holosericea* enregistre un flush dès le premier mois d'enfouissement ou d'épandage comme le *Gliricidia* et le *Leucaena*, alors que le *Cassia siamea* libère le phosphore de manière beaucoup plus progressive. Les espèces ont des teneurs en Potassium différentes et sont dans l'ordre : *Leucaena*, *Gliricidia*, *A. holo.*, *Cassia siamea* et l'*A. mangium*. On observe l'effet flush dès le premier mois d'enfouissement des émondes puis la libération de potassium est constants et égale pour toutes les espèces. Le même phénomène est observé pour l'épandage sauf que le *Cassia siamea* retarde d'un mois la libération du potassium par rapport à l'enfouissement.

3.2.3- Discussions

L'importance des résultats de ces 2 essais pour les cultures en couloirs dans la sous région est l'utilisation efficiente des émondes en fonction de l'exigence et du cycle de développement de la culture annuelle dans les couloirs. Ces résultats viennent confirmer ceux obtenus par Yamoah et al. (1986) surtout concernant la décomposition du *Gliricidia sepium* et la minéralisation de sa matière organique. Pour *Leucaena* et *Gliricidia*, 70 à 80 % de la biomasse enfouie se décomposent durant le premier mois d'enfouissement alors que pour l'épandage, 50 à 60 % de la biomasse se décomposent dans le même temps. Au bout de 4 mois, il restait à peine 10 % de matière organique non décomposée, piégée entre les mortes de sable. Les autres espèces ont une décomposition plus lente et plus progressive. Les *Acacia* sp. affichent des difficultés de décomposition dues à une forte teneur des feuilles en tannine et à une faible teneur en azote. Ainsi, le *A. mangium* entraîne un retard de 10 à 15 jours dans la décomposition de la biomasse enfouie par rapport à l'épandage.

Beaucoup de sacs étaient devenus vides au bout d'un mois. Concernant la restitution des éléments minéraux, l'enfouissement est plus efficace pour *Leucaena leucocephalla*, *Gliricidia sepium* et *Cassia siamea* avec plus de 60 % de leur teneur en azote lessivée au bout de un mois alors que *A. holosericea* et *A. mangium* ont restitué 40 % et 45 % respectivement au bout de 4 mois. Au niveau des résultats, le phosphore a des tendances plus difficiles à analyser mais l'enfouissement révèle que *A. holosericea* et *Gliricidia sepium* libèrent environ 65 % de leur teneur en phosphore au bout d'un mois alors que *Leucaena leucocephalla* ne libère que 40 % de sa teneur. La biomasse utilisée de *A. mangium* a une teneur en phosphore faible 0,049 % et n'en restitue que 16 % au bout de 4 mois.

Le Potassium est libéré au bout d'un mois à 93, 97, 96, et 74 pourcent respectivement par *Leucaena*, *Gliricidia*, *A. holosericea* et *A. mangium*. Le *Cassia siamea* libère 89 % de sa teneur au bout de 2 mois avec un mois de latence.

3.2.4- Discussions générales

L'essai sur la sélection de provenance a abouti à la diffusion de la provenance ILG55 dans toutes nos stations de recherches et en milieu paysan. D'autres espèces sont en train d'être testées pour la culture en couloirs en Casamance. Un essai sur la gestion de la matière organique des sols rouges de plateau dans un système de culture en couloirs est mis en place en 1994 dans la région de Ziguinchor. Ceci permettra de contrôler les différents niveaux d'information obtenus jusque là sur la gestion et la minéralisation de la matière organique.

Les sacs en nylon de différentes mailles ont été utilisés par plusieurs auteurs R.R. WEIL and W. KROONTJE(1979), G. J. HOUSE and R. E. STENNER(1987), C. F. YAMOA and AL.(1986) etc., pour étudier la décomposition de la matière organique. Le plus grand inconvénient d'utiliser les sacs est l'élimination d'un certain nombre d'organismes ou d'espèces pouvant intervenir dans le processus de décomposition à cause de la taille des mailles. Un autre problème est la contamination du sable qui se colle sur les feuilles ou les attaques de termites pouvant détruire complètement les sacs. Des procédés existent pour réduire l'influence de la contamination mais les termites font parti du milieu, il faut les intégrer.

IV- CONCLUSION

La région Sud du pays, avec une pluviométrie moyenne de 1200mm/an est une des régions les plus favorables pour la production de biomasse. Une très large gamme d'espèces peut s'y adapter. La culture en couloirs possède de grandes perspectives. Le *Leucaena leucocephalla*, *Gliricidia sepium* et autres espèces y sont adaptées et produisent beaucoup de biomasse. La décomposition de la matière organique et la restitution des éléments minéraux restent grandement influencés par le climat. La biomasse foliaire du *Leucaena* et du *Gliricidia* se décompose au bout d'un mois. Les autres espèces testées ont aussi donné satisfaction en 2, 3 ou 4 mois. Ce temps de décomposition correspond à la durée du cycle de culture des principales céréales cultivées dans la région. Les éléments minéraux restitués au sol, au cours de la décomposition permettent de relever le niveau de fertilité des sols et d'augmenter le rendement des cultures de manière substantielle.

Les résultats ci-dessus indiqués constituent la base de l'élaboration du projet NRBAR sur l'utilisation des espèces ligneuses pour redresser le statut organique et la fertilité des sols en Basse et Moyenne Casamance.

INFLUENCE DE QUELQUES ESPÈCES LIGNÉES SUR LE REDRESSÈMENT DU STATUT ORGANIQUE ET DE LA FERTILITÉ DES SOLS DE PLATEAU EN BASSE ET MOYENNE CASAMANCE

I- Justification

Les champs de plateau occupent une superficie importante en casamance. Pour maintenir la productivité des champs à un niveau acceptable, les producteurs pratiquent la jachère, l'écobuage, le transport de déchets ménagers dans les rizières et le parcage. Ce sont les seules sources de matière organique retournée au sol car, l'utilisation de l'engrais minéral est très faible. Ces différents apports organiques sont cependant insignifiants au point de vue quantité et qualité pour couvrir les superficies emblavées. Le développement de la traction animale, la croissance démographique et la perte de rizières suite à la sécheresse ont contribué au déboisement de la forêt et à l'extension des cultures de plateau. L'érosion hydrique se développe et menace le peu de rizières encore disponibles. L'utilisation des arbres peut contribuer à relever le degré de fertilité des sols et à lutter contre l'érosion hydrique.

II- Objectifs

L'objectif de ce projet d'appui aux chercheurs est de confirmer en milieu réel, les résultats obtenus en station ou à petite échelle et de procéder à un début de transfert des résultats en impliquant les partenaires paysans.

III- Méthodologie

Les outils suivants ont été utilisés :

- la revue des données secondaires sur les sols de plateau (superficies, contraintes, potentialités, tentatives de mise en valeur nationales ou régionales, contraintes globales), utilisation de cartes pédologiques et de photographies aériennes ont permis d'identifier et de localiser les sols de plateau dans le département de Bignona.
- le diagnostic participatif thématique sur la fertilité des sols de plateau.
- la définition et la mise en place des méthodes d'intervention (dispositif expérimental).
- l'analyse des résultats et l'évaluation des activités.

3.1- La revue des données secondaires

Les études sur les sols de plateau ont nécessité une importante revue bibliographique pour connaître les différentes caractéristiques des sols de plateau, leurs contraintes, leurs aptitudes et leur importance en terme de superficie.

En effet, la perte constante de plus de 10 000 ha de forêt par an, imputable à l'extension des cultures, aux parcours répétés des feux de brousse et au manque de régénération naturelle sont les contraintes majeures à la conservation et à l'amélioration de l'environnement agricole en Casamance (SOMINAC, 1980).

Les systèmes de production traditionnels identifiés dans la région (S.M.C. 1980) ont été classés en fonction de leur aptitude à la production de produits agricoles et de leur contribution à la conservation de l'environnement agricole.

les différents terroirs villageois. La stratégie mise en œuvre par les paysans pour atténuer certains effets négatifs de la sécheresse a privilégié la sécurisation de la production agricole par le développement de filières génératrices de revenus monétaires plutôt que d'intensification des cultures vivrières. On assiste à une extension des superficies cultivées en arachide et à une utilisation croissante des produits de la forêt: bois, fruits divers, huile, etc.

Dans les territoires villageois à dominance de plateau et particulièrement de sols rouges, le développement de la traction animale a favorisé l'extension des superficies arachidières au détriment de certaines céréales (maïs, riz) et a contribué à rompre l'équilibre précaire qui existait entre les activités agricoles et les autres activités comme l'élevage, la pêche et le commerce des produits de cueillette.

La mécanisation, en particulier la traction animale a favorisé la surexploitation des terres (appauvrissement en matières organique et en éléments nutritifs), occasionnant des phénomènes inquiétants d'érosion.

Des études ont été menées pour mieux comprendre l'évolution de ces sols et des tentatives d'amélioration ont été proposées. P. Sibon (1972, 1975) a montré que sur les sols rouges de plateau, les champs d'âges différents répondent différemment tant à la fertilisation minérale qu'organique.

S. Diatta (1972) a eu à se pencher sur la question en conduisant un essai sur la régénération des sols rouges de Casamance par le biais d'un amendement organique. Il conclut que la matière organique en particulier le fumier avait un effet positif et immédiat sur le redressement de la fertilité du sol.

Selon F. Ganry et G. Guiraud (1979), l'enfouissement est supérieur à l'épandage en terme d'économie d'azote et l'application d'azote minéral additionnel sous forme d'urée.

A la lumière de toutes ces publications, la fertilisation des sols de plateau demeure encore un problème.

3.2- Le diagnostic participatif thématique sur la fertilité des champs de plateau

Le diagnostic participatif est un outil puissant pour partager avec les ruraux leurs préoccupations, leurs contraintes au développement et en même temps pour recueillir leurs jugements à priori, sur les technologies qui leur sont proposées pour relever la baisse de fertilité des sols de plateau. Compte tenu du temps et des moyens disponibles, une enquête diagnostic basée sur la fertilité des champs de plateaux, les pratiques et les principales contraintes rencontrées par les producteurs a été organisée dans le département de Bignona. Le département a été étudié en considérant ces deux principales entités: Le Bluf et le Fogny. Dans chaque entité, 4 villages ont été choisis de manière aléatoire pour y mener un DP sectoriel afin de mieux se rapprocher de la réalité. (voir photo DP N° 1)

Photo DP. N°1. Assemblée villageoise pour discuter avec les populations



Photo : Soulye BADIANE

Il a été noté lors du DP que les pratiques actuelles des paysans pour solutionner la baisse de fertilité des champs de plateau sont: l'écobuage, le transport de déchets ménagers dans les rizières, le parcage, et la mise en jachère. Ce sont aussi les seules sources de matières organiques apportées au sol mais les quantités sont faibles. Assez souvent, les champs sont mis en jachère au bout de quelques années de culture (3 ou 4 ans). La jachère dure entre 2 et 4 ans et les sols sont remis en culture.

Selon les paysans, ces pratiques ne sont pas suffisantes pour empêcher la baisse de fertilité et l'érosion hydrique qui menace les rizières. Il faut cependant signaler qu'au niveau de la région, il existe 2 types de jachères. Les jachères dont les fonctions sont liées à la fertilité des sols et des jachères de production

Dans les villages où le diagnostic a été mené, les populations ont identifié les problèmes de culture au niveau du plateau. (tableaux: N°2 et 3)

Tableau N°2 : Caractéristiques des villages et les spéculations agricoles au niveau du plateau:

Villages	Population	Situation matériel agricole	Principales cultures de plateau	Observation
Djimande (Bluf)	719 hbts	Vétuste, demande de matériel	Arachide, sorgho et maïs, vergers	Cultures légumières
Bessire (Bluf)	820 hbts	Travaux manuels	Mil, sorgho, arachide	Mévente de la cueillette
Dianky (Bluf)	2 384 hbts	Non renouvelé depuis 1960	Arachide et mil	Elevage développé
Balandine (Fogny)	291 hbts	Non renouvelé depuis l'OCAD	Arachide, mil	Faible fertilité
Djirème (Fogny)	112 hbts	Presque inexistant	Mil, arachide, sorgho et maïs	Faible fertilité
Soutou (Fogny)	539 hbts	Traction animale développée	Mil et arachide	Faible fertilité
Djilacounda (Fogny)	692 hbts	inexistant	Mil et arachide	Faible fertilité
Nyassarang	723 hbts	Traction animale	Mil, arachide	Faible fertilité

Les enquêtes sectorielles ont montré que les principales spéculations sur le plateau sont le mil et le sorgho dans le Fogny avec une traction animale assez bien développée. La plupart du matériel agricole vient de la Gambie. Ce parc a besoin d'être renouvelé. Ils ont unanimement reconnu que les sols sont pauvres dans le Fogny.

Dans le Bluf, le travail manuel prédomine et l'arachide occupe la première place sur le plateau et la deuxième place des principales cultures après le riz.

Les rendements agricoles sur le plateau ont également été estimés par les populations ainsi que leurs contraintes

(Tableau N°3)

Tableau N°3 : Rendements moyens (Kg/ha) des cultures de plateau dans les différents villages en période de bonnes et de mauvaises récoltes

Villages	Arachide	Mil	Contraintes
Djimande (Bluf)	1 225 et 325	800 et 100	Faible niveau de fertilité, grandes parcelles de 2.5 ha d'arachide et 0.5 ha pour le mil, attaques de singes.
Bessire (Bluf)	800 et 500		Absence de débouchés pour les produits de cueillette, problèmes phytosanitaires
Dianky (Bluf)	1500 à 480	750 à 90	Animaux en divagation occasionnant des conflits, manque de semences d'arachide etc..
Balandine (Fogny)	980 et 500	1020 et 600	Elevage bien pratiqué, attaques de singes et d'oiseaux et de pucerons sur arachide
Djireme (Fogny)	650 à 200	500 à 10	Existence très marquée de l'érosion. Présence de striga dans les champs de mil
Soutou (Fogny)	1500 à 80	330 à 100	Matériel agricole importé de Gambie, attaques de singes, d'oiseaux et de pucerons, sur-salure des rizières, mauvaise répartition des pluies
Djilacounda (Fogny)	1400 à 300	700 à 50	Insuffisance de semences d'arachide
Nyassarang (Fogny)	1540 à 200	700 à 250	Ensablement des rizières et appauvrissement du plateau, insuffisance de semences, manque de pluies.

Il ressort de l'enquête que tous les villages souffraient d'un manque de semences d'arachide et d'attaques diverses dont la divagation des animaux.

Après avoir recensé tous les problèmes cités par les paysans au niveau des villages, un échantillon de 8 villages a été retenu puis réduit à 4 compte tenu des moyens et la facilité d'accès aux villages pour mener les activités du projet sur la fertilité.

3.3- la définition et la mise en place des méthodes d'intervention (dispositif expérimental)

3.3.1- Dispositif expérimental

Le dispositif a été élaboré et installé dans quatre villages et regroupe (5) cinq familles. Il s'agit de Soutou dans le Fogny, Djimande, Bessire, Dianky dans le Bluf. Cinq familles comptant plus de 60 actifs hommes et femmes réunis sont touchées par l'activité.

Le dispositif est un dispositif en bloc randomisé combiné aux sites et au temps avec trois (3) répétitions. Le facteur étudié est l'espèce ligneuse plantée en couloirs avec 5 niveaux que sont : 1. *Leucaena leucocephala* ; 2. *Gliricidia sepium* ; 3. *A. ninosericea* ; 4. *Cassia siamea*

La distance entre les plants sur la ligne est de 50 cm alors que celle entre les lignes est de 2 mètres. La longueur des lignes est de 20 m. Dans le bloc, chaque tranche est représentée par 4 lignes de plantation et les blocs sont séparés par une distance égale à 7 mètres.

Les parcelles sont emblavées selon la volonté des paysans.

Les espèces sont coupées et la biomasse enfouie dans les couloirs avec le kadiando selon la méthode traditionnelle.

Paramètres à étudier

- Etude de l'historique des parcelles ,
- Caractérisation pédologique et écologiques des parcelles ,
- Evaluation des rendements,
- Plantation et suivi des paramètres de croissance et de productivité des espèces ligneuses.
- Réactions et feed back des producteurs,

IV- ANALYSE DES RESULTATS ET EVALUATION DES ACTIVITES

4.1- Etude de l'historique des parcelles

La première année, toutes les parcelles étaient cultivées en arachide. Avant le défrichage, des observations ont été notées sur les parcelles.

A Dianky, la parcelle était cultivée en sorgho , c'est une parcelle régulièrement cultivée avec une rotation arachide – mil. Des arbres comme le *Adansonia digitata*, *Parkia biglobosa* et *ficus gnafalocarpa*. sont sur pied dans la parcelle. La parcelle était un ancien champs de case avec un puits .

A Bessire, la parcelle est une jachère de plus de 15 ans. La végétation ligneuse est composée de *Dialium guineense*, *Parkia biglobosa*, *Erythrophlaeum guineense*, *Icacina senegalensis*, *Anona senegalensis*, *Guiera senegalensis*, *Cassia siberiana*, *Prosopis africana*, *Dichrostachys glomerata* et *parinari excelsa*.

A Djimande, 2 parcelles ont été identifiées et suivies mais la composition floristique et le type de sol sont le même et la description se rapporte à un seul champs, où sont rencontrées les espèces suivantes : *Parkia biglobosa*, *Dialium guineensis*, *Icacina senegalensis*, *Anona senegalensis*, *Guiera senegalensis*, *Cassia siberiana*, *Prosopis africana*, *Dichrostachys glomerata* , *parinari exceisa*, *Acacia albida*, *Adansonia digitata* et *Borassus aethiopium*.. La parcelle 1 est régulièrement emblavée en arachide – mil depuis 1980, tandisque la parcelle 2 était une jachere âgée de 10 à 15 ans qui venait d'être défrichée en 1995.

A Soutou, c'est une jeune jachère de 5 à 10 ans qui venait d'être défrichée avec principalement *Guiera senegalensis* mélangé à *Anona senegalensis*, *Icacina senegalensis*, *Cassia siberiana*, *Prosopis africana*, *Acacia albida*, *Parkia biglobosa*, *Parinari machrophytia*, *Ceiba pentandra* et *borassus aethiopium*. Les sols ont été prélevés et analysés en 1995 sur sol de plateau à pente faible. (Photo N°2)

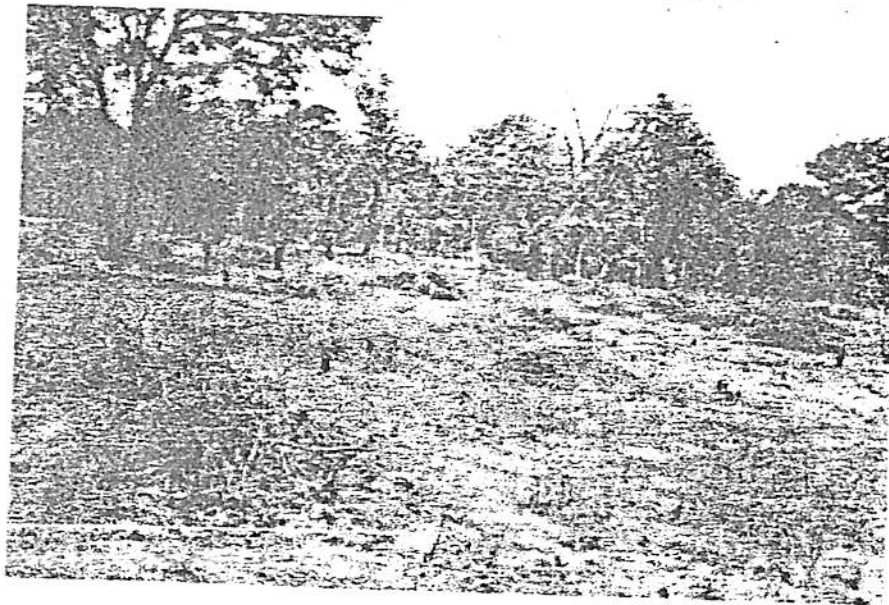


Photo : Badiane

Malgré l'abondance relative de la végétation, la diversité des espèces ligneuses est très pauvre et la teneur en éléments nutritifs faible (voir description du profil pédologique ci-dessous).

4.2- Caractéristiques pédologiques et écologiques des parcelles retenues

4.2.1- Description des profils pédologiques à Djimande et à Soutou

4.2.1.1- PROFIL DE DJIMANDE

- CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES

Le sol abritant l'essai contient plus de 82% de sables totaux jusqu'à 50 cm de profondeur. A partir de 50 cm, la texture devient argileuse avec une teneur en argile de l'ordre de 37% (horizon d'accumulation d'argile). La somme des bases n'est appréciable que pour le deuxième horizon. La teneur en matière organique est légèrement supérieure à 1% en surface et de l'ordre de 0.5% en profondeur. La somme des bases est très faible dans les 1^{er} et 3^{eme} horizons 4 et 2 milliéquivalents /100 g respectivement. Le PH est fortement acide dans tous les horizons, avec comme conséquence une acidité potentielle faible.

- DESCRIPTION DU PROFIL

Les parcelles de *Cassia siamea* sont bien en place, mais les feuilles de *leucaena leucocephala* ont été broutées. *Acacia holosericea* a été coupé mais n'a pas rejeté ;
Le profil est localisé à 2 km environ au sud du village, le long de la piste menant à tendouck et à 100 m à gauche de la piste, près du grand fromager.

Parcelle témoin avec beaucoup de rejets d'*acacia albida*, de *parkia biglobosa* et de *Icacina senegalensis*. Quelques ronciers bordent le champs.

Ronciers : mil-arachide, l'année sur billons. Profil sur plateau microrejetier plat

0-16cm

10YR5/8 sec brun jaunâtre / 5 YR 4/6 humide brun jaunâtre, texture sableuse, structure massive vers un litage (effet du labour ? la parcelle étant cultivée régulièrement). Horizon peu compact. nombreux débris végétaux. Transition nette vers

16-50cm

5YR 5/8 rouge jaunâtre, horizon frais, 5YR 4/6 humide rouge jaunâtre. Texture sablo - argileuse. structure massive, compact, nombreuses racines de 0.5 à 1 mm de diamètre. Présence de quelques poches de sable plus clair. Transition graduelle vers

50-102 cm

5YR 5/8 rouge jaunâtre, horizon frais, 5YR 4/6 humide, rouge jaunâtre. Texture argileuse, structure massive très compact avec très peu de racines.

Sol assez meuble en surface et compact à partir de 50cm. Sol ferrugineux tropical lessivé avec une teneur en azote faible.

3 échantillons ont été prélevés pour les analyses.

4.2.1.2- PROFIL DE SOUTOU

- Caractéristiques analytiques

Le sol de la parcelle se caractérise par une texture sableuse (plus de 82% de sables totaux dans les deux premiers horizons) des horizons de surface. Le troisième horizon contient 23% d'argile. Il se caractérise aussi par une faible teneur en matière organique (inférieure à 1%), une très faible teneur en bases échangeables (inférieure à 1 milliéquivalents/100 g dans tout le profil). Le taux de saturation en bases est aussi très faible et ne dépasse pas 12%. Le PH eau est légèrement acide en surface et acide en profondeur. L'acidité potentielle reste forte avec des différences entre PH eau et PH KCL de l'ordre de 2 unités.

- DESCRIPTION DE PROFIL

Profil à sortie Ouest du village à 10 m de la piste. Jachère dominée par *Guiera senegalensis* en fleurs avec quelques pieds de palmiers dispersés, des rôniers, *Icacina senegalensis*. Termitières épigées de couleur beige. Billon de la dernière culture en place.

Profil sur le plateau, sur faible pente.

0-13cm

10YR6/3 sec, gris brun clair, 10 YR 3/3 humide brun sombre, sableux à sablo-argileux, horizon légèrement humifère, structure massive, particulière en surface, peu compact, transition graduelle vers 13-37cm

13-37 cm

10 YR6/3 sec, brun pâle, 10YR 3/6 humide brun jaunâtre sombre, sableux à sablo-argileux, structure massive, compact, quelques racines lignifiées d'environ 1 mm. Transition graduelle vers

37-110 cm

10YR 5/6 sec, brun jaunâtre sombre, humide argileux, structure massive, très compact, présence de tâches noirâtres, quelques tâches rouille, présence de racines de 2 à 3 mm de diamètre, quelques

Le profil homogène dans l'ensemble au point de vue de la couleur. Sol profond très compact dans sa partie supérieure, frais vers le bas. Sol beige. 3 échantillons prélevés pour faire les analyses.

4.3- Plantation et suivi des paramètres de croissance et de productivité des espèces ligneuses

Le piquetage et la plantation ont eu lieu en août 1995 et la participation des populations a été effective dans toutes les opérations.

Photo N°3 : Parcelle de *Acacia holosericea* mise en jachère à Soutou

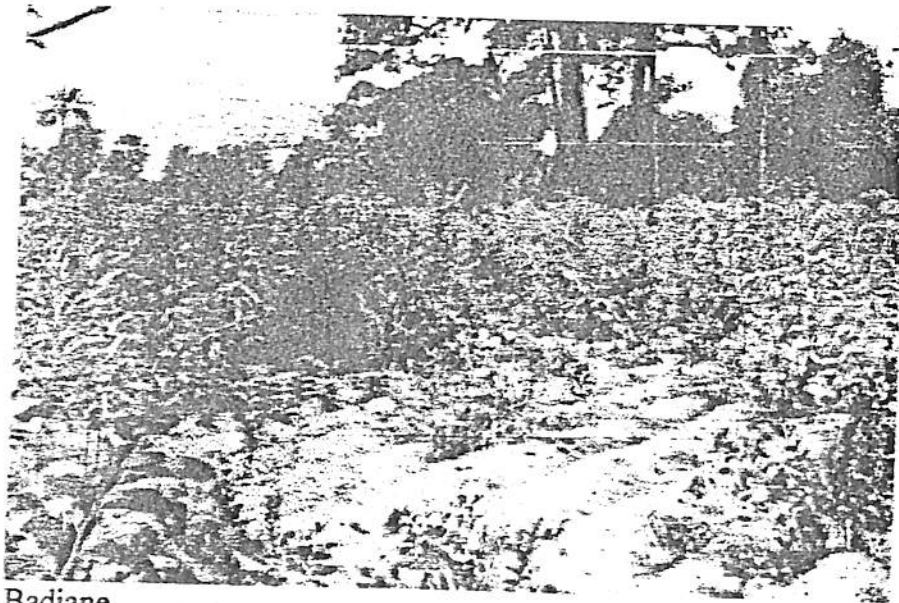


Photo : Badiane

La culture sur billons est une technique culturale locale qui s'adapte bien à la culture en couloirs où la biomasse produite doit être enfouie. L'enfouissement n'est donc pas un problème dans la région.

La parcelle de Djimandel a été cultivée en arachide et a fait l'objet de suivi. Les paramètres dendrométriques des arbres ont été suivis (taux de survie, croissance en hauteur, biomasse produite). Les rendements à l'hectare ont été calculés par la méthode des moindres carrés et la compétition entre arbres et lignes de cultures adjacentes a été évaluée.

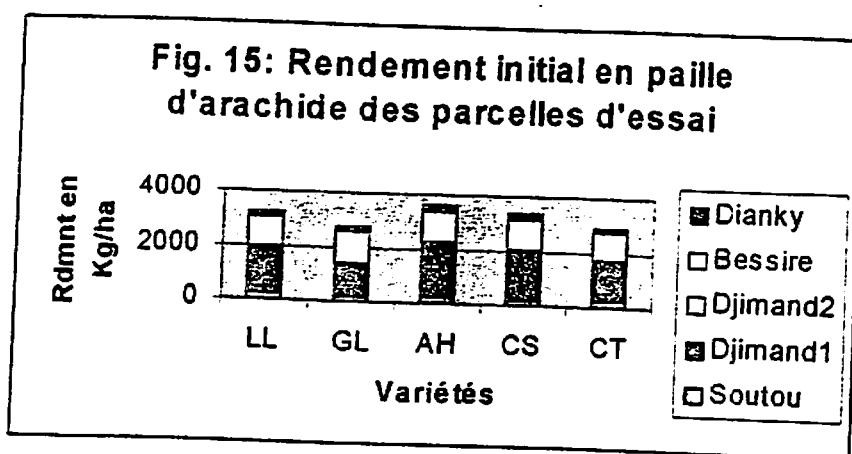
Pour les arbres, seule *Cassia siamea* reste sans problème avec une bonne croissance en hauteur (2.90 m en moyenne) et un taux de survie égale à 95 % dans la parcelle de Djimandel. Les autres parcelles qui ont bénéficié de moins de soins, le taux de survie est de 66 % environ. *Leucaena leucocephala* a été brouté pendant toute la saison sèche. Au moment de la mise en culture, il ne restait aucune feuille sur les arbres. *Gliricidia sepium* a bien rejeté après coupe mais *Acacia holosericea* a mal rejeté après la première coupe.

4.4- EVALUATION DES RENDEMENTS

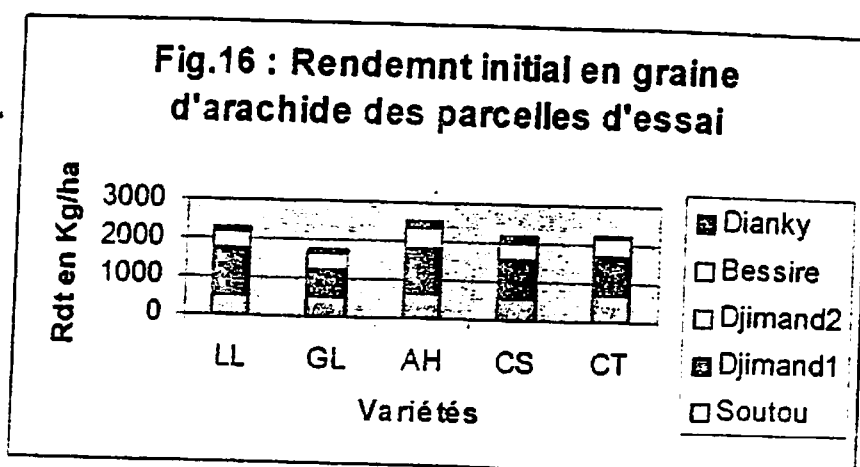
Les rendements sont évalués dans le couloir central par la méthode des moindres carrés. Au niveau de chaque traitement et chaque répétition, un carré de 2m de côté a été placé de manière aléatoire trois fois dans le couloir. Le résultat représente la moyenne des pesées.

Les rendements obtenus la première année de suivi sont représentés sur les figures N°15 et N°16 ci-dessous.

L'analyse de variance a montré une différence hautement significative entre les villages, mais il n'y a pas de différence significative entre les traitements.

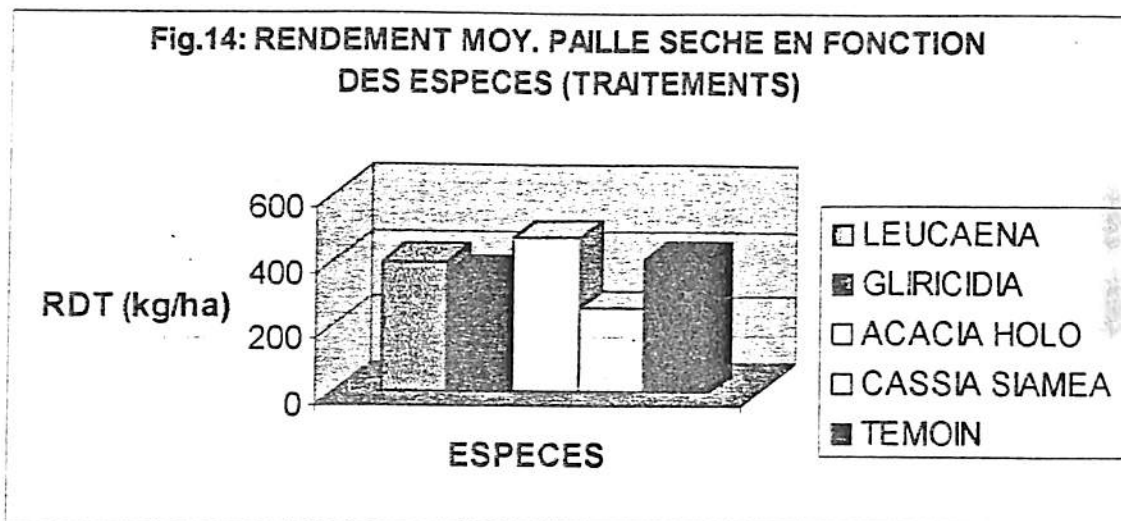


NB : La parcelle de Bessire a été presque abandonnée à cause de la mauvaise germination des semences d'arachide. A Dianky, les rendements grains n'ont pas été bons également. à cause du broutage dû à la divagation des bœufs du village mais aussi à de mauvaises semences. Seule la parcelle de Djimandel a été correctement suivie par son propriétaire en 1995. Le rendement initial des graines suit la même tendance que la production de paille.

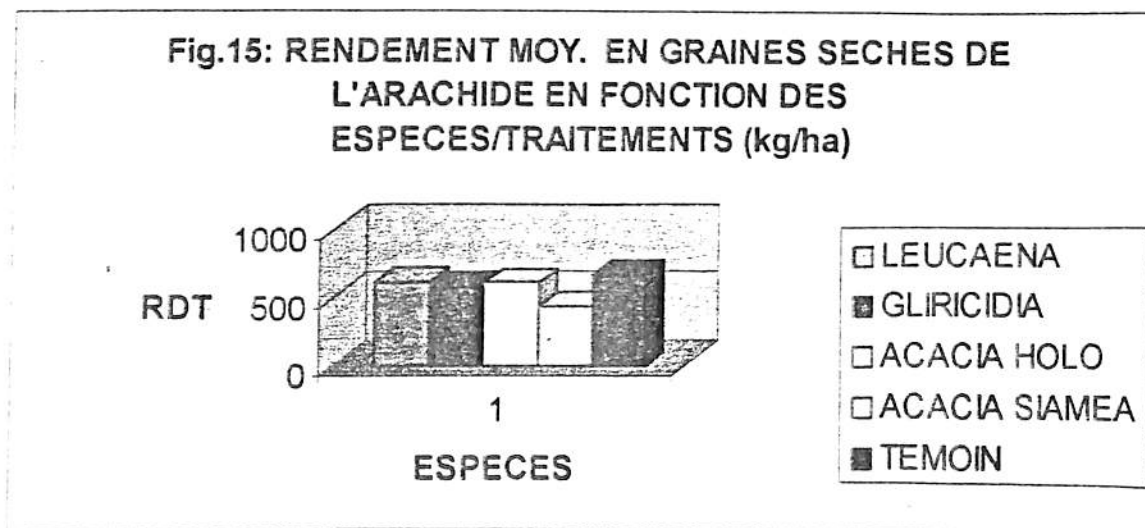


La parcelle de Djimandel a été cultivée en arachide et a fait l'objet de suivi en 1997.

Les rendements ont été calculés. Les rendements en paille d'arachide ont été plus faibles dans les parcelles de *Cassia siamea* que dans les parcelles avec les autres espèces. Cependant, l'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre les traitements (Fig. 14).

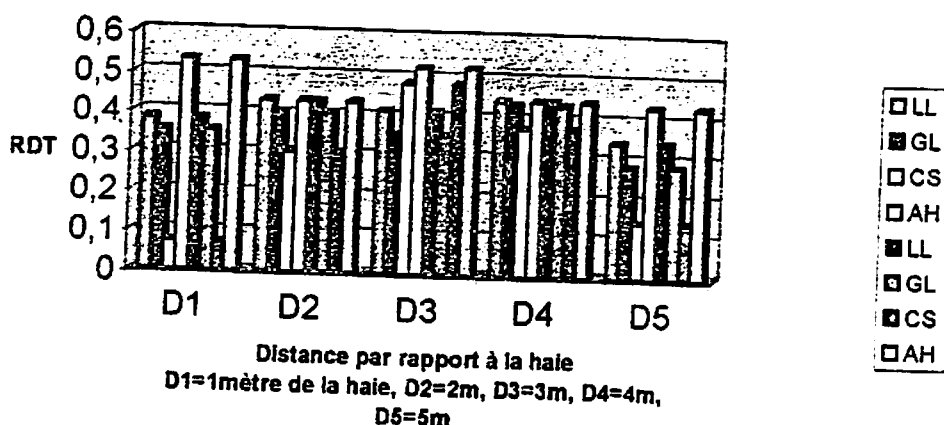


Pour les rendements en graines, la différence n'est pas significative entre les traitements, mais le plus faible rendement est enregistré au niveau des couloirs à *Cassia siamea*. Les témoins ou traitements sans arbres ont donné de meilleurs rendements que les traitements avec arbres (Fig. 15). Cela signifie que jusqu'à la deuxième année de culture, l'effet fertilisant des arbres n'est pas ressenti. Ces résultats ont été obtenus par F. Ganry (1994) en Côte d'Ivoire. Des études plus fines doivent être menées sur le sol pour apprécier le rôle conservatoire des arbres sur le maintien de la fertilité. Les sols sont également trop pauvres pour être améliorés en si peu de temps par les arbres.



L'influence de la haie sur les cultures adjacentes a été aussi évaluée pour chaque espèce. Le couloir de 5m est limité par 2 haies. A partir de la première haie du couloir central, des distances régulières de 1m ont été piquetées. Des échantillons sont prélevés par la méthode des moindres

**Fig.13: INFLUENCE DE LA HAIE SUR LES RENDEMENTS
DES CULTURES ADJACENTES (kg/ha)**



Un effet négatif des haies de cassia siamea sur les cultures adjacentes a été observé. Seule la ligne de culture au milieu du couloir a eu un bon rendement. Les haies de Gliricidia et de Leucaena semblent bénéfiques aux cultures adjacentes, car les rendements des lignes adjacentes sont en général supérieurs aux rendements des lignes du milieu. (voir Fig. 13)

4.5- Réactions et feed - back des producteurs

La technologie de culture en couloirs comporte une phase d'émondage et d'enfouissement de la biomasse fraîche pour fertiliser les sols. Cependant, les paysans pensent que le fait de couper et d'enfouir les feuilles et les brindilles à la fois, favorise le développement des termites qui détruisent les plants d'arachide. Pour éviter cela, ils préconisent de couper la biomasse au mois de mai, de la laisser séchée, de la secouer sur place ensuite et de séparer les feuilles des brindilles. Les brindilles lignifiées sont alors jetées hors exploitation avant le billonnage. Ceci permet d'éviter les dégâts causés par les termites..

V- CONCLUSION

La culture en couloirs en Casamance, malgré l'importance de la production de biomasse de certaines espèces utilisées n'a pas encore donné les effets escomptés en milieu réel ; Il faut encore poursuivre l'essai pour deux ou trois ans en mettant l'accent la mécanique des sols

VI- DIFFICULTES RENCONTREES

Le projet appui au chercheur [NRBAR (R-08)] a connu une année d'inactivité (1996) suite à l'arbitrage de Décembre 1996. Durant cette période, les paysans ont eu des comportements différents vis à vis de la technologie introduite.

Deux paysans (BESSIRE ET DIANKY) ont simplement abandonné leurs champs faute de suivi.

Deux paysans à Djimande ont emblavé leurs champs en arachide ou mil en respectant le protocole de l'essai conformément aux explications qui leur avaient été données. En fin, le paysan de Soutou a mis sa parcelle en jachère pour deux raisons:

- la parcelle n'était pas clôturée conformément au protocole d'accord,
- les populations du village avaient décidé de mettre en jachère toute la zone où se trouve implanter le projet.

Il faut signaler que *Leucaena leucocephala* a été complètement brouté par les animaux dans toutes les zones d'implantation.. *Acacia Holosericea* n'a pas bien répondu à la coupe bien que les quantités de biomasse récoltées lors de la première coupe soient importantes.

La clôture qu'on a avait envisagée d'acheter pour protéger les essais contre la dent du bétail n'a pas été achetée et les paysans le rappellent à chaque mission sur le terrain.

On a essayé de régler le problème de clôture en leur proposant des haies vives à la place de la clôture morte constituée de fils de fer barbelés. Pour cela, une visite de terrain a été organisée pour leur permettre de faire un choix avisé sur les espèces

VII- BIBLIOGRAPHIE

- 1- G. J. HOUSE(1987) : Decomposition of plants residues in no-tillage agroecosystems: Influence of litterbag mesh size and soil arthropods
- 2-R.R. WEIL and W. KROONTJE(1979) : Organic matter decomposition in a soil heavily amended with poultry manure.
- 3-C.F. YMOAH, A.A. AGBOOLA and MULONGOY (1986) : Decomposition, nitrogen release and weed control by pruning of selected alley cropping shrubs.
- 4- Sall et al. (1984)- L'approche système en Basse Casamance, ISRA, Avril 1984.
- 5- SOMIVAC (1979)- Plan Directeur du développement Rural pour la Casamance, avant projet, tomes I et II, Ziguinchor, septembre 1978.
- 6- P. Sibon (1972, 1975)- Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance.
- 7- F. Ganry et G. Guiraud (1979)- Mode d'application du fumier et bilan azoté dans un système mil-arachide sur sol sableux du Sénégal (Etude au moyen de l'azote-15)

R08

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE



INSTITUT SENEGALAIS

DE

RECHERCHES AGRICOLES

INFLUENCE DE QUELQUES ESPECES LIGNEUSES
SUR LE REDRESSEMENT DU STATUT ORGANIQUE
ET DE LA FERTILITE DES VIEUX CHAMPS
SUR SOL FERRALITIQUE EN CASAMANCE

NRBAR-R08

RAPPORT TECHNIQUE ANNUEL 1995

par

SOULEYE BADIANE

Chercheur principal

DIRECTION DES RECHERCHES SUR LES PRODUCTIONS FORESTIERES

Route des Pères Maristes - Parc Forestier de Hann

B.P. 2212 - Tél. (221) 32.32.19/32.16.38 - Fax (221) 32.96.17 - DAKAR (Sénégal)

INFLUENCE DE QUELQUES ESPECES LIGNEUSES
SUR LE REDRESSEMENT DU STATUT ORGANIQUE
ET DE LA FERTILITE DES VIEUX CHAMPS
SUR SOL FERRALITIQUE EN CASAMANCE

1 - INTRODUCTION

Les champs de plateau occupent une superficie importante en Casamance. Depuis les premières sécheresses, les paysans ont tendance à développer les cultures sèches parallèlement à la riziculture devenue moins génératrice de revenu monétaire. Par ailleurs, la traction animale se développe dans certaines zones ayant bénéficié du programme agricole, occasionnant une augmentation des superficies cultivées.

Pour maintenir la production à un niveau acceptable, les terres sont cultivées une ou deux années et mises en jachère pour une longue période (20 ans ou plus). C'est la culture itinérante.

Le terroir villageois est divisé en auréoles gravitant autour du village. Selon la stratégie d'occupation de l'espace villageois, les plus anciennes défriches sont localisées soit aux alentours immédiats des villages soit à la frontière avec les autres terroirs villageois.

Au point de vue organisation de l'espace villageois, des jachères horizontales et des jachères verticales peuvent être distinguées. Les jachères horizontales sont circonscrites à l'intérieur des auréoles, alors que les jachères verticales obéissent à l'organisation du terroir en zones de culture et en zones de pâture pendant la saison des pluies. Les jachères verticales sont généralement définies selon les quatre points cardinaux.

Les anciennes défriches situées à la limite des terroirs villageois sont dans la plus part des villages occupées par une végétation arborée agée de plus de 20 ans et leur mise en valeur agricole pose un grand problème de main d'œuvre. Néanmoins, ces jachères remplissent une fonction de cueillette importante. Les anciennes terres situées autour des villages font l'objet de culture continue avec apport de matière organique (fumier et/ou ordures ménagères).

Parmi les raisons évoquées pour mettre en jachère les terres, on peut retenir: la baisse de fertilité, le manque de main d'œuvre et/ou de semences et le déficit pluviométrique qui rend l'agriculture aléatoire.

La méthode accélérée de recherche participative (MARP) utilisée dans le cadre de ce travail vise à mieux identifier, à localiser les différents vieux champs et à décrire leur histoire en vue de mieux comprendre leur comportement et leur évolution après la mise en place du dispositif de recherche.

Au cours de ce travail, les différentes contraintes auxquelles les paysans font face depuis un certain nombre d'années sont aussi recensées ainsi que les rendements obtenus en bonne et mauvaise année tant pour l'arachide que pour le mil, principales cultures sur ce type de sol en Basse Casamance. Les faibles rendements obtenus au cours de cette année, confirment les données recueillies lors de la MARP. Les techniques d'amélioration du sol proposées dans ce projet, devrait permettre dans une large mesure, d'augmenter la production en améliorant les qualités physico-chimiques du sol.

2 - OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le premier objectif de cette étude est d'impliquer les populations dans l'identification des champs d'âges différents, d'utiliser au mieux le savoir local pour une bonne compréhension de la disposition dans l'espace et dans le temps de ces champs.

Le second objectif est de connaître l'importance de ces champs en terme de surface, les fonctions de production qui leur sont affectées, les techniques culturales qui y sont pratiquées, les contraintes rencontrées par les populations pour leur valorisation ainsi que les rendements obtenus.

Le troisième objectif est d'évaluer les effets bénéfiques du dispositif d'amélioration du statut organique et minéral du sol.

3 - METHODOLOGIE

3.1 - REVUE DES DONNEES SECONDAIRES

Cette étude sur les sols rouges de plateau a nécessité une importante revue bibliographique pour connaître leurs caractéristiques, leurs contraintes, leurs aptitudes et leur importance en terme de superficie dans la région.

Des cartes pédologiques et des photographies aériennes ont été utilisées pour bien localiser ces types de sols dans le département de Bignona. Ensuite, 8 villages situés sur les sols de plateau (Dianki, Bessire, Djimande, Balandine, Diacoye-Banga, Diongol, Soutou et Nyassarang) ont été choisis au hasard à partir de la carte au 1/200 000 des régions de Ziguinchor et Kolda de l'IGN, (2^{ème} édition, 1971).

Une étude monographique des villages portant sur le nombre d'habitants, le nombre de concessions, l'éthnie dominante, les routes d'accès, l'état des routes, a été faite par l'équipe avant de descendre sur le terrain.

3.2- Les rencontres dans les villages

Le travail de terrain a consisté à rencontrer les villageois et à recueillir les renseignements concernant les principales cultures, la distribution spatiale des champs en fonction des spéculations agricoles et de l'âge de défriche, les rendements agricoles par spéculation, les superficies moyennes, les contraintes, les tentatives de solutions pour lever les contraintes et les succès éventuels.

La typologie des exploitations a été faite par village, avec la participation des populations, pour connaître les catégories de personnes dans le village qui étaient capables d'adopter des innovations agroforestières.

Les critères de sélection étaient définis par les populations elles mêmes.

Les critères de richesse qui reviennent la plupart du temps dans les villages enquêtés sont:

- 1- la détention de beaucoup de terres,
- 2- la possession de troupeaux,
- 3- les relations sociales,
- 4- l'appui extérieur des enfants émigrés.

Partant de l'idée comme quoi, les familles les plus anciennes possèdent les terres les plus anciennes, une classification a été également faite en fonction de la durée des familles dans le village.

Les critères de classement sont:

- 1- les autochtones fondateurs,
- 2- les autochtones par alliance ou par parenté,
- 3- les étrangers résident,
- 4- les saisonniers.

Un questionnaire sur la possession des sols rouges de plateau par ces différentes catégories sociales a été aussi exploité et un classement a été fait.

La synthèse de ces trois classements devait nous indiquer avec assurance, les partenaires les plus souhaitables pour mener à bien l'expérimentation.

Après ces exercices très confidentiels, la carte du terroir villageois a été dressée par les villageois eux-mêmes avec un positionnement des jachères, des plus vieilles aux plus récentes, les zones de parcours, les rizières et les forêts (forêts classées ou jachères forestières et pré-forestières).

Ensuite, une explication détaillée du dispositif expérimental a été donnée aux populations. Une appréciation du nombre de parcelles pouvant être installées dans chaque village en fonction des différentes situations de champs a été faite.

Pour compléter les informations reçues à travers les causeries et au moment de la cartographie du terroir villageois, une visite des parcelles a été organisée selon un transect susceptible de recouper tous les types de champs.

Au retour de cette visite, un rendez-vous sous huitaine a été donné aux villageois pour le choix définitif des villages et des personnes pouvant faire partie du réseau que nous voulons monter grâce à une analyse attentive des informations collectées dans les villages et des moyens dont nous disposons.

3.3. ENTRETIENS

Le chercheur principal a rencontré les responsables de l'Amical des anciens du Dara (AMICAR) pour discuter des possibilités de collaboration entre les membres de l'organisation et le projet.

Ensuite, le chef de l'équipe a contacté les membres de l'AMICAR résidents dans les différents villages retenus pour l'enquête, afin de leur expliquer l'objectif du projet, le soutien qu'il faut apporter à la mission d'identification et les modalités d'organisation.

Cette occasion a été mise à profit pour discuter du planning des activités de l'équipe dans le village.

Ces voitures ont été utilisées pour le transport de l'équipe.

5.3. LOGISTIQUE

- Du 6 au 8 juin contact avec les responsables de Amicar,
- Du 13 au 14 juin 1995, tournée de contact avec les membres résidents de l'association Amicar,
- Du 15 au 19 juin 1995, déroulement de l'étude dans les différents villages.
- Le 20 juin journée de restitution dans les villages.

5.2. CALENDRIER DE TRAVAIL

- Soulaye BADIANE,
- Moussa NDIAYE,
- Babacar DIENG,
- Aziz DIEDHIOU,
- Moïse BASSENE,
- Bacary Sidi CAMARA,
- Forestier, Chef d'équipe (ISRA),
- Agric-zootechicien (DERBAC),
- Sociologue (ISRA),
- Observateur expérimenté (DERBAC)
- Observateur expérimenté (ISRA)
- Président de l'AMICAR.

L'équipe était composée de :

5.1. COMPOSITION DE L'EQUIPE

5 - ORGANISATION DE L'EQUIPE

Une synthèse des résultats d'enquête a été discutée avec les villageois et les différentes voies de collaboration ont été passées en revue.

- visites de courtoisies et salutations d'usage,
- entretiens semi structurés,
- profil historique du village,
- la carte du terroir pour apprécier les différentes auroles et la dynamique de l'occupation de l'espace,
- transect du terroir ou veridique naturel.

4 - PROCEDES ET OUTILS UTILISES DANS LES VILLAGES

- les vieux champs et l'espace géographique du village,
- stratégie villageoise de conquête de nouvelles terres,
- les vieux champs par rapport à l'âge du village,
- les vieux champs et leur mise en valeur: contraintes, rendements et les différentes spéculations agricoles,
- les actions mises en oeuvre pour maintenir leur productivité,
- les vieux champs et les stratégies de récupération ou de conservation paysannes.

La réflexion était axée sur les points suivants:

Une journée entière a été consacrée à la discussion des hypothèses relatives à la problématique des vieux champs dans les systèmes de culture en basse Casamance.

3.4. DISCUSSION EN EQUIPE

6 - CARACTERISTIQUES DES VILLAGES

6.1. LOCALISATION ET POPULATION

6.1.1 - VILLAGE DE DJIMANDE

Djimande, situé dans la zone agricole II de l'ISRA entre Diégoune et Tendouck, est limité à l'Est par Diégoune, à l'Ouest par Tendouck, au Nord par Thionck-Essyl et au Sud par Balingor. Il comprend cinq quartiers (Bassène, Batinding, Boudiabouh, Bandine et Bangay).

Le village est desservi par quatre pistes de production qui le relient aux différents grands villages et centres urbains du département. L'habitat est dispersé. Entre les quartiers, commencent les premières cultures d'arachide, de sorgho, de mil et de maïs en rotation avec des jachères de deux ans. Le village comprend 56 concessions et 94 ménages pour une population de 719 habitants.

6.1.2- VILLAGE DE BESSIRE

Bessire situé, dans la zone agricole II de l'ISRA, entre Kagnobon et Dianky est limité à l'Est par Kagnobon, à l'Ouest par Dianky, au Nord par Badiana et au Sud par Thionck-Essyl.

Le village possède un bois et une forêt sacrés ainsi que 3 quartiers: Djibal, Kalolaye et Myonne. L'espace inter-quartier est réservé au paturage et aux cultures de soudure (maïs, mil, patate etc...).

Il est relié au chef lieu de département par une piste de production carrossable en toute saison.

Le village comprend 83 concessions et 128 ménages pour une population de 899 habitants.

6.1.3 - VILLAGE DE DIANKY

Dianky situé, dans la zone agricole II de l'ISPA, entre Bessire et Kartiack est limité à l'Est par Bessire, à l'Ouest par Karthiack, au Nord par la rivière de Baïla et au Sud par Thionck-Essyl.

Le village appartient à la communauté rurale de Kartiack et à la sous-préfecture de Tendouck. On y compte 6 quartiers qui sont Badjilo, Kaléfaléf, Koueka, Kanio, Dioudiobol et babjidié. Les quartiers sont plus rapprochés que dans les autres villages et les cultures inter-quartiers commencent à disparaître. L'espace inter-quartier est réservé à la cueillette et au paturage.

La population du village est de 2 384 habitants et comprend 346 ménages répartis dans 171 concessions (Source : RGHP-88).

Ces trois villages sont d'un accès assez facile et se trouvent dans la zone où les produits forestiers non ligneux sont commercialisés (Dialium guineense, Parinari excelsa, Landolphia heudelotti, Saba senegalensis, Adansonia digitata etc..).

6.1.4 - VILLAGE DE SOUTOU

Le terroir de Soutou est limité à l'Est par la forêt classée de Mangoulène, à l'Ouest par la forêt classée de Kaparang, au Nord par le territoire de Nyassarang et au Sud par la forêt classée de Kaparan et celle de Tendième. Le village fait partie de la zone II de l'équipe système de production, de la communauté rurale de Tenghory.

La population du village est de 539 habitants réparties dans 78 concessions et 109 ménages. (Source : RGHP-88). Le village compte 7 quartiers (Baguineul, Mission, Guinoubor, Bafounouck, Fouloup, Centre et Kilinkite).

6.1.5- VILLAGE DE BALANDINE

Le village de Balandine est localisé dans la zone V du découpage de l'équipe système de Djibélor. Il est limité à l'Est par Djilacounda, à l'Ouest par la rivière de Baïla, au Nord par Diongol et au Sud par Kindieng et appartient à la communauté rurale de Suelle.

La population, au nombre de 291 habitants répartis dans 43 concessions et 48 ménages, est en majorité chrétienne.

La presque égalité des concessions et des ménages en nombre, traduit le caractère monogamique de cette communauté, ainsi que l'individualisation des systèmes d'habitat. Les unités d'habitation sont dispersées autour de dix (10) quartiers répartis sur une portion du marigot de Baïla. Ces quartiers sont Equike, Boucoutsane, Escale, Alaïré, Mission Niankitte, Kamombora, SindoumeuK, Djifanga et Kabataye un peu plus au Sud, sur le croisement de la route de Sindian et celle de Bignora. Le village fut un important comptoir commercial dans le dispositif colonial de la région de Casamance.

6.1.6 - VILLAGE DE DJIREME

Le village de Djirème est localisé dans la zone V du découpage de l'ISRA et dans la communauté rurale de Suelle. Le terroir villageois est limité à l'Est par Balandine, à l'Ouest par Boulighoye, au Nord par Brindiago, au Sud par Djilacounda.

Il y'a une centaine d'années, le village s'est déplacé vers les champs anciennement défrichés, situés à l'Est de la route Balandine - Brindiago, à cause semble-t-il d'un manque d'eau.

A l'Ouest on rencontre Boudiakène, Kaél, Kabun Kut et Etinghone. A l'Est se trouve le quartier de Emngone assez distant des autres quartiers. Chaque quartier est une unité de gestion territoriale. Les champs inter-quartiers sont importants en superficie. Ils constituent les champs de l'espace central. La population du village est évaluée à 112 habitants réparties dans 5 concessions et 16 ménages.

6.1.7 - VILLAGE DE DJILACOUNDA

Djilacounda se trouve dans la zone V définie par l'équipe système de production de la Casamance et appartient à la communauté rurale de Suelle. Le terroir est limité à l'Est par Diacoye Banga, à l'Ouest par Balandine, au Nord par Djirème et au Sud par Talloum.

Le village comprend 10 quartiers qui sont: Tandiano, Batinding, Ediegnor, Bataboutte, Sibagnotte, Saany, Bougnaye, Samacoume, Boutécol et Parc.

Les quartiers sont plus regroupés que dans les autres villages néanmoins, l'espace inter-quartiers est très important.

La population de Djilacounda est évaluée à 692 habitants réparties dans 57 concessions et 85 ménages (source: RGHP-88).

6.1.8 - VILLAGE DE NYASSARANG

Situé dans la zone II de l'équipe Système, et dans la communauté rurale de Tenghory, Nyassarang est limité à l'Est par la forêt classée de Boutolote, à l'Ouest par la vallée du marigot de Baïlla, au Nord par Essoto et au Sud par Soutou. Le village comprend quatre (4) quartiers situés au Sud de la piste Soutou-Diakine.

La population de Nyassarang s'élève à 283 habitants réparties dans 38 concessions et 56 ménages. La majorité de la population est catholique.

6.2- Le matériel agricole et les principales cultures

Le matériel agricole est soit vétuste ou absent dans les village du bluf, alors que dans le fogny, la traction animale est très développée bien que le matériel soit aujourd'hui vétuste. Dans cette zone, on rencontre du matériel en provenance de la Gambie.

Dans les villages du Bluf (Djimande, Dianky, Bessire), les principales spéculations par ordre d'importance sont: riz, arachide, mil et maïs.

Les nouvelles politiques agricoles qui ont conduit l'état à se désengager d'une part, les déficits pluviométriques d'autre part, ont beaucoup réduit les superficies cultivées en arachide et ont fait perdre les bonnes habitudes qui consistaient à garder les semences.

La variété d'arachide à cycle long est remplacée presque partout par le Bourcousse, variété à cycle plus court.

Dans les villages du Fogny (Soutou, Balandine, Djilacounda, djirème et Nyassarang), les principales spéculations par ordre d'importance sont: mil, arachide, riz.

6.3- Intégration élevage - agriculture

L'apport d'engrais ou de matière organique est faible ou inexistant dans les villages de l'échantillon. Les rendements tant en arachide qu'en mil sont véritablement bas, (Tableau n°1: caractéristiques des champs dans les villages). Le nombre de sarclage est faible dans l'ensemble des villages.

L'élevage des boeufs et des petits ruminants est pratiqué dans tous les villages de l'échantillon. L'élevage est de type familial, intégré à l'agriculture. Cependant, compte tenu de l'état de dégradation des sols sur le plateau, de leur étendue et du nombre de têtes disponibles dans la région, la fumure produite n'est pas suffisante pour relever la fertilité des sols. Les troupeaux de boeufs sont gardés pendant l'hivernage alors que les petits ruminants sont attachés. Pendant la saison sèche, c'est la vaine pâture. La jachère et les résidus de récolte sont les principales sources de fourrage.

Tableau N°1: Caractéristiques des champs dans les villages de l'échantillon

Villages	Taille parcelle	Rdt moy. arachide	Rdt moy. mil t/ha	Techn. culturale	Apport engrais	Nombre Sarclage
Djimande	0.5- 2.5	325 kg à 1 225 kg	100 kg à 800 kg	billons/manuel	faible ou nul	1
Bessire	0.5- 1.5	480 kg à 1 500 kg	90 kg à 700 kg	billons/manuel	faible m.o nul	0 à 1
Dianky	0.75-1.3	400 kg à 900 kg	250 kg à 800 kg	billons/manuel	parcage faible	1
Soutou	0.5-1.5	80 kg à 1 500 kg	100 kg à 330 kg	billons/traction	faible	1
Balandine	1.0-2.5	500 kg à 980 kg	600 kg à 1200 kg	billon/traction	faible	0 à 1
Djirème	0.5-1.0	0 kg à 650 kg	0 kg à 500 kg	billon/manuel	parcage faible	0 à 1
Djilacounda	0.5-0.8	300 kg à 1 400 kg	50 kg à 700 kg	manuel/traction	nul	0 à 1
Nassarang	0.5-1.0	200 kg à 540 kg	250 kg à 700 kg	billon/traction	nul	0 à 1

6.3- Situation des champs

A Djimande, trois différentes situations d'âge de défriche sont identifiées:

- l'espace inter-quartier qui est occupé par des champs d'ancienne défriche, âgées de plus de 40 ans et une jachère de 2 ans en rotation avec des cultures d'arachide, de mil, de sorgho et de maïs.

Une première auréole occupée par une réserve forestière ceinture le village sauf dans sa partie Est et Nord.

Une seconde auréole composée de rizières succède à la précédente. Les cultures périphériques occupent les parties situées au Sud-Ouest, à l'Ouest, au Nord et à l'Est. Celles-ci sont localisées sur deux bandes :

- une bande de trois kilomètres constitue les champs d'ancienne défriche de plus de 40 ans avec une jachère de plus de 10 ans. Dans cette partie, les principales spéculations sont l'arachide, le mil, le niébé et le fonio ;

- une seconde bande de culture constitue les champs de défriche de 10 ans au plus, d'une largeur de 3 km où sont cultivés l'arachide, le mil, le niébé et le fonio.

Ensuite, la forêt classée occupe la partie qui sépare le village des autres terrains villageois.

A Bessire, quatre situations d'âges de défriche sont identifiées :

- au nord, une bande constitue les champs récents de défriche de moins de 5 ans. Dans cette partie, les cultures menées sont le mil et le sorgho ;
- l'espace inter-quartier est constitué de champs d'ancienne défriche de plus de 40 ans avec une jachère de 2 ans suivie de cultures de mil et de sorgho ;
- au sud, une première bande constituée de champs de défriche de 10 ans au plus, large de 5 km est le domaine des cultures d'arachide, du mil, du sorgho et du maïs. Les cultures sont menées en suivant une alternance horizontale de jachère/culture. La partie en jachère servant au pâturage des animaux ;
- une seconde bande occupée par les champs d'ancienne défriche, de plus de 50 ans et une jachère de plus de 20 ans. Dans cette partie, les cultures étaient composées d'arachide, de mil, de niébé et de fonio. Elle n'est plus cultivée, c'est une jachère préforestière.

A Dianky, Les cultures de plateau sont situées au sud du village et dans cette partie, on distingue trois situations d'âges de défriche :

- la première zone, la plus proche du village, est constituée de champs d'ancienne défriche de plus de 20 ans et une jachère de 2 ans en rotation avec des cultures de mil et d'arachide ;
- une seconde zone occupée par des champs de défriche de 15 ans au plus où sont cultivés l'arachide et le mil ;
- une troisième zone constitue les champs de défriche de 10 ans.

Une rotation triennale de jachère-arachide-mil est observée entre les différentes zones.

A Soutou, toutes les terres ont été défrichées il y a plus de cinquante ans mais un système jachère-culture a permis de maintenir les rendements à un niveau raisonnable.

On distingue deux types de jachères: une jachère verticale, agée de plus de 20 ans, et une jachère horizontale de 1 à 5 ans.

En plus de l'espace inter-quartier très important, le village est entouré par plusieurs ceintures, traduisant l'occupation chronologique de l'espace villageois. Le défrichement a été opéré progressivement du village vers les frontières avec les autres villages.

A Balandine, la zone des cultures de plateau est localisée en grande partie entre la route de Bignona, Sindian et Djibidione. Le dispositif foncier se présente sous forme d'éventail. Quatre situations d'âges de défriche ont été identifiées :

- une zone avoisinante des quartiers où se situent les champs récents, avec des jachères de cinq (5) ans, constitue la première auréole. La dernière reprise des cultures y remonte en 1995. Les principales spéculations sont le mil, le sorgho et le maïs; L'arachide y occupe une mince portion ;
- la seconde auréole est occupée par les champs défrichés il y'a plus de vingt (20) ans avec deux espaces nettement différenciés;

*- l'espace autour du forage, caractérisé par des jachères de dix (10) ans.

*- l'espace accolé à la forêt sacrée, où les défriches ont moins de vingt ans.

- la quatrième auréole a été défrichée en 1982, avec une alternance de culture et de jachère; on y cultive l'arachide et le mil. Elle fait l'objet d'un partenariat de mise en valeur entre les habitants d Balandine et ceux de TALLOUM pour juguler les attaques des cultures par les singes.

A Djirème, le mil et le maïs sont cultivés dans les champs de l'espace central. Ces spéculations occupent une place secondaire après le riz.

L'arachide et le maïs sont localisés dans la première couronne périphérique qui représente une part importante des terres récentes.

Une seconde couronne de vieux champs vient juste après les champs d'arachide; Elle est destinée au mil.

Le mil demeure une culture, confinée soit dans les vieux champs où la baisse de fertilité est quasi courante, ou alors elle reste dans les champs proches des habitations (champs de case) où elle serait l'objet d'une fertilisation de proximité.

A Djilacounda, chaque quartier représente une unité spatiale autonome où dans la première auréole sont cultivées : mil, maïs, manioc, dans la deuxième auréole le mil succède aux jachères de 1 à 2 ans et la troisième auréole est occupée par une rotation jachère - arachide. La stratégie d'occupation du village a été de défricher les champs les plus lointains et de progresser lentement vers le village.

On rencontre successivement des jachères de plus de 40 ans , des jachères de 20 ans et des jachères de 10 ans ainsi que des jachères de 5 ans. Plus on s'éloigne du village, plus on rencontre des défriches anciennes.

Pour Nyassarang, le village est entouré de rizières au Nord comme au Sud. Sur la partie Sud, après les rizières, succèdent une forêt classée puis une jachère de plus de 20 ans entre coupée de champs d'arachide et de mil cultivés en 1994. C'est la zone de la jachère ancienne avec des incursions de culture qui sont fonction des possibilités des propriétaires terriens (disponibilité de semences, main d'oeuvre ou nouvel équipement agricole).

Ensuite, c'est la zone cultivée en arachide et/ou en mil de manière assez régulière avec des jachères de plusieurs catégories d'ages. Cette zone juxtapose les quartiers ou les champs inter-quartiers qui sont cultivés en mil ou laissés comme zone de paturage. Ces zones sont visibles tout autour du village sauf la forêt classée qui reste confinée sur la partie Sud. Les successions culturales sont de plusieurs types arachide-mil-jachère, arachide-jachère (2 ans)- arachide, mil-parquage-mil, jachère + parcage-mil.

Pour des raisons d'organisation, chaque année, une zone est affectée au pâturage de saison pluvieuse.

Dans l'ensemble de ces villages, les jachères jouent une importante fonction de cueillette (*Landolphia heudeloti*, *Saba senegalensis*, *Dialium guineensis*, *Parkia globosa*, *Adansonia digitata*, *Parinari excelsa*, *Aphania senegalensis*, *Parinari macrophala*, *Elaeis guineense*, *Carapa procera*, etc..).

6.4- Les facteurs favorables

Les producteurs semblent bien décidés à apporter leur concours et leur adhésion à la bonne exécution de l'essai. Les hommes et les femmes travaillent ensemble aussi bien sur le plateau que dans les rizières.

Il existe une bonne volonté de reconstituer le capital semencier

Des groupements de promotion féminine très dynamiques existent dans certains villages et s'adonnent à plusieurs activités dont le maraîchage, l'arboriculture, la commercialisation des produits forestiers non ligneux.

La présence de certaines personnes ressources membres d'association paysanne peut être un indicateur positif pour la mobilisation des populations et la prise en charge effective des actions qui vont être initiées dans les villages.

Beaucoup de paysans (78 personnes) se sont portés volontaires pour l'implantation du dispositif dans leurs champs. Ces volontaires sont répartis comme suit: Djimande 13; Bessire 9; Dianky 20; Balandine 10; Djirème 6; Djilacounda 3; Soutou 9; Nyassarang 8

6.5- Les Contraintes rencontrées par les paysans

La faible production des champs de plateau situés sur les sols rouges est liée aux facteurs climatiques (insuffisance de pluie), anthropiques (détérioration des sols et destruction de l'environnement), naturels (attaques de singes et/ou d'oiseaux, de pucerons), financiers ou organisationnels (non disponibilité de semences d'arachide) et sociaux (exode rural entraînant un manque de main d'oeuvre).

Des problèmes phytosanitaires et d'écoulement de la production ont été relevés dans les groupements.

L'éloignement de certaines zones de culture est un facteur qui limite les possibilités de gardiennage dont l'importance est plus que réelle dans la lutte contre les déprédateurs.

L'évolution rapide du striga dans le Fogy et sa présence dans le B'uf représente des menaces sérieuses pour la production agricole.

L'érosion hydrique et l'ensablement des rizières sont souvent dénotés dans les villages.

7 - ANALYSES DES RESULTATS D'ENQUETE

Le classement selon le niveau de richesse nous a permis de distinguer différents groupes qui sont:

Groupe I 4,5 % des exploitations
 Groupe II 30,2 % des exploitations
 Groupe III 42,7 % des exploitations
 Groupe IV 22,6 % des exploitations

Tableau N°2: Caractéristiques des groupes par niveau de richesse

Nombre	Pourcentage	Groupe	Eléments de caractérisation
2	4,5	Groupe I	Possession de terres, de bétail, de relations sociales et aide extérieure
16	30,2	Groupe II moins prospère	Possession de terres, peu de bétail, pas d'aide extérieure
32	42,7	Groupe III moins aisés	Possession terre, pas de bétail, pas aide extérieure, pas de relations sociales
12	22,6	Groupe IV pauvres	Pas de terres, peu de bétail, pas d'aide extérieure.

En moyenne 34,7 % de l'échantillon vivent bien, 42,7 % vivent le quotidien alors que 22,6 % sont pauvres.

Le classement par ancienneté a conduit à la catégorisation suivante:

Groupe I 61,3 % de l'échantillon
 Groupe II 23,5 % de l'échantillon
 Groupe III 10,2 % de l'échantillon
 Groupe IV 5,0 % de l'échantillon

Tableau N°3: Caractéristiques des groupes par ancienneté

Nombre	Pourcentage	Groupes	Eléments de caractérisation
32	61,3	Groupe I	Autochtones fondateurs
12	23,5	Groupe II	Autochtones par alliance
6	10,2	Groupe III	Etrangers résidents
2	5,0	Groupe IV	Saisonniers

Les autochtones représentent 84,8 % de l'échantillon, alors que les étrangers ne font que 15,2 %.

Le départ. L'immigration des enquêtes concernant les pratiques de la jachère sur les 303 groupes du plateau, ont montré que tous les autochtones, au sens large,

des villages de l'échantillon pratiquent la jachère particulièrement au niveau du plateau.

Les étrangers peuvent exploiter des terres précédemment mises en jachère par emprunt ou par location mais ne décident pas de la mise en jachère des terres. Cette décision peut émaner du propriétaire des terres ou de l'autorité villageoise ou chef traditionnel.

Les raisons évoquées sont: la faible résistance du sol à l'infiltration et à l'érosion hydrique superficielle, l'épuisement du sol dû aux cultures répétées. Cependant, les sols de plateau sont plus cultivés au Nord de Bignona qu'au Sud du département où des jachères forestières sont encore présentes sur le plateau.

La combinaison de ces informations nous a permis de sélectionner de manière confidentielle les partenaires de travail.

En plus, il est apparu au cours de l'enquête la nécessité de protéger toutes les parcelles contre le bétail surtout lors de la saison sèche.

Ces enquêtes nous ont permis de réajuster notre compréhension sur l'âge des vieux champs à savoir : l'intervalle de temps qui sépare la première mise en culture à nos jours. Cette vision a été modifiée et remplacée par l'âge de la dernière défriche car, dans la plupart des cas, les villageois n'ont pas gardé le souvenir de la période, encore moins de la date de la première mise en culture des champs. Par contre, l'âge des jachères est facile à reconstituer en faisant un recul dans le temps année après année. Nous avons travaillé donc sur les défriches de 0-5 ans, 5-10 ans, 10-15 ans et de plus de 15 ans.

Il ressort de l'enquête que dans presque tous les villages, la pénurie des semences d'arachide est générale et pour respecter les rotations arachide-mil ou autres céréales inscrites dans le protocole d'étude, il faut chercher des semences pour les paysans qui ont accepté de travailler avec le projet.

Certains villages retenus dans le cadre des enquêtes préliminaires étaient trop enclavés et des problèmes d'accès en voiture pouvaient se poser en saison pluvieuse (Djilacounda, Dirème). Dans d'autres villages, les champs visités n'avaient pas la superficie souhaitée ou n'entraient pas dans la catégorie d'âges ou des types de sols ciblés (Nyassarang).

Toutes ces nouvelles contraintes nous ont amené à réduire le nombre de villages et de paysans de l'échantillon initial. Ainsi, le nombre de villages retenus a été ramené à 5 et le nombre de paysans à 8. Cette analyse a été discutée avec les paysans qui ont bien accueilli la restriction tout en souhaitant que dans l'avenir, les villages éliminés soient intégrés dans d'autres activités ou dans d'autres projets de recherche car les populations sont disposées à collaborer avec le projet (cf. tableau 2).

Tableau 2 : villages et paysans retenus

NOM	PRENOM	VILLAGE	TYPE DE CHAMPS
Alassane	Coly	Djimande	culture continue
Ibrahima	Camara	Dianky	Jachère 0-5 ans
Jean Christophe	Sagna	Soutou	jachère 5-10ans
Bassirou	Badji	Djimande	jachère 10-15ans
Abiboulaye	camara	Bessire	jachère >15 ans
André	Badji	Balandine	culture continue
Rigobert	Badji	Balandine	jachère 0-5ans
Eugène	Badji	Balandine	jachère 5-10 ans
Julien Mamadou	Coly	Balandine	jachère>15 ans

3 - MISE EN PLACE DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL

3.1 - PRODUCTION DE PLANTS EN PEPINIERE

Le dispositif a nécessité la production de 4 100 plants par espèces soit un total de 16 400 plants.

Les espèces produites sont *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Cassia siamea*, *Acacia holosericea*.

3.2 - Modifications du dispositif expérimental

Le dispositif a été légèrement modifié pour se rapprocher le plus possible de la réalité de terrain et de l'environnement socio-économique des villages.

Compte tenu de la configuration du terrain et de la superficie utile, la distance entre les répétitions a été modifiée ou les répétitions ont été décalées les unes par rapport aux autres.

Le dispositif est un factoriel avec deux facteurs en blocs :

- facteur 1 : espèces à 5 niveaux.
 - niveau 1 : *Leucaena leucocephala*,
 - niveau 2 : *Gliricidia sepium*,
 - niveau 3 : *Cassia siamea*,
 - niveau 4 : *Acacia holosericea*,
 - niveau 5 : Témoin
- facteur 2 : Doses de fertilisation à 4 niveaux.
 - N1: 0 kg/ha,
 - N2: 50 kg/ha,
 - N3: 100 kg/ha,
 - N4: 150 kg/ha.

Soit 20 traitements avec 3 répétitions par village.

Ce changement du dispositif initialement proposé (split-plot) est dicté par le fait qu'il est pratiquement impossible de trouver des parcelles adjacentes, de différents âges se trouvant à des distances raisonnables. Nous considérons les âges comme des blocs.

Considérant la taille moyenne des parcelles (environ 1,5 ha), il serait difficile à un paysan de conduire une exploitation de taille supérieure à cette moyenne. Dans ce dispositif, chaque bloc (1,5 ha) correspondant à un type de champs donné, est confié à un paysan. La différence entre les blocs sera due à l'âge de défriche, à la nature du sol et à l'historique des parcelles.

L'apport unique de superphosphate autour des plants, initialement préconisée a été supprimé. Bien que ce'a pourrait constituer un plus à la croissance des arbres, il serait difficile de voir un paysan l'appliquer.

La plantation a été effectuée bloc après bloc pour tenir compte du calendrier des paysans. Cependant, chaque bloc est semé le même jour et planté entièrement le même jour.

Les semences ont été achetées par le projet et mises à la disposition des paysans en tenant compte du déficit semencier du département de Bignona.

La variété 006 a été achetée et distribuée aux paysans partenaires à raison de 90 kg par paysan, soit 720 kg de graines achetées.

L'objectif recherché pour la première culture, est de connaître le rendement des champs à l'instant T0.

Compte tenu du démarrage tardif du projet, les essais n'ont pu être installés que dans quatre (4) villages (Dianky, Bessine, Djimande et Soutou). Le nombre de paysans suivis s'éleve à cinq (5). (Tableau N°2).

3.3- Les données à mesurer

Pour les cultures, le rendement à l'hectare sera mesuré (graine, paille) En ce qui concerne les arbres, la hauteur moyenne, le taux de survie seront suivis la première année. Pour la deuxième année, en plus des paramètres ci-dessus mentionnés, la biomasse produite après émondage sera calculée par espèce et par traitement. La biomasse sera enfouie avant la seconde culture.

8.4 - LES ESPECES LIGNEUSES RENCONTREES DANS LES PARCELLES AU MOMENT DU DEFRICHAGE

8.4.1 - Parcelle de Bessine jachère âgée de plus de 15 ans (Abibou'aye Camara)

Cette parcelle est issue d'une jachère de plus de 15 ans. La végétation ligneuse est composée de *Dialium guineense*, *Parkia biglobosa*, *Erythrophlaeum guineense*, *Ipacina senegalensis*, *Annona senegalensis*, *Cassia sibiriana*, *Prosopis africana*, *Dichrostachys glomerata*, *Parinari excelsa*. C'est une jachère à dominance Combretacée.

8.4.2 - Parcelle de Djimande 2 jachère âgée de 10 - 15 ans (Bassirou Badji)

C'est une parcelle âgée de 10 à 15 ans à dominance *Parkia biglobosa* avec quelques *Cassia siberiana* et *Dialium guineense*.

8.4.3 - Parcelle de Soutou jachère âgée de 5 - 10 ans (Jean Christophe Sagna)

Parcelle de 5 à 10 ans de jachère avec principalement *Guiera senegalensis* mélangé à *Annona senegalensis*, *Icacina senegalensis*, *Cassia siberiana*, *Prosopis africana*, *Acacia albida*, *Prosopis africana*, *Parkia biglobosa*, *Parinari macrophyla*, *Ceiba pentandra*, *Elaeis guineensis* etc..

8.4.4 - Parcelle de Djimande 1 culture continue depuis 1980 (Alassane Coly)

C'est une parcelle cultivée de manière permanente depuis 1980 avec des rotations arachide-mil. Elle a été défrichée en 1980 après une jachère longue de plus de 20 ans. Les principales espèces qu'on y rencontre sont *Parkia biglobosa*, *Acacia albida*, *Adansonia digitata*, *Borassus aethiopicum* et *Icacina senegalensis*.

8.4.5 - Parcelle de Dianky jachère âgée de 0 - 5 ans (Ibrahima Camara)

Dans cette parcelle, les espèces rencontrées sont:

Khaya senegalensis, *Parinari macrophyla*, *Acacia albida*, *Adansonia digitata* etc.. Ce sont tous de grands arbres.

8.5 - PRELEVEMENTS DE SOL

Des prélèvements de sols ont été effectués sur toutes ces parcelles par traitement et par répétition, conformément au protocole initial. Des échantillons composites formés par les 3 répétitions seront préparés et envoyés au laboratoire de Djibélor où les analyses seront faites et porteront sur la teneur en M.O., l'azote, le phosphore, le potassium, le PH, la CEC. Les horizons suivants sont prélevés: 0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm; 15-20 cm.

8.6 - PLANTATION

Le piquetage a eu lieu fin juillet alors que la plantation est effectuée entre le 1er et le 8 août 1995. Deux mille (2 000) plants ont été plantés par paysan, soit au total 10 000 plants plantés dans les 4 villages retenus (Djimande, Bessire, Dianky et Soutou). Pour le village de Balandine, 6 000 plants avaient été transportés mais les paysans n'étaient pas prêts au moment des plantations. Le transport a été assuré par une camionnette d'une capacité de 500 plants environ et d'une Unimoc que l'Inspection des Eaux et Forêts.

La participation des populations a été effective dans toutes les opérations et dans tous les villages.

2.7- Suivi de la campagne 1995

Il n'y a pas eu de problèmes particuliers sur l'état sanitaire des cultures. L'engrais (6-20-10) a été épandu 2 semaines après plantation et 3 semaines après semis des arachides.

La levée de l'arachide était bonne dans toutes les parcelles sauf à Bessire où, on a constaté une fonte de semis due à de mauvaises graines. Compte tenu de cela, le paysan n'a pas apporté tous les soins nécessaires à l'entretien de la parcelle. Le sarclage était tardif à Dianky et à Soutou car, les paysans étaient pris par les rizières par contre, à Djimandel, la parcelle a été bien nettoyée à temps. L'absence de sarclage est une des causes de la baisse de rendement sur le plateau.

Néanmoins, la reprise des espèces ligneuses était bonne sur tous les champs. Les quelques pieds morts étaient remplacés en fin août 1995. Chaque mois, une mission de contrôle et de concertation avec les paysans était organisée pour s'enquérir des difficultés rencontrées par les paysans dans l'exécution du projet.

En décembre 1995, tous les arbres ont fait l'objet de suivi (taux de survie, mensuration en hauteur).

Du 7 au 16 Novembre 1995, la récolte des arachides a été organisée. Les rendements ont été estimés par la méthode des carrés de rendements. Pour cela, des carrés de 5 m X 5 m ont été déterrés par traitement et par répétition. Les carrés ont été prélevés dans les couloirs du milieu. Après déterrage, les gousses ont été séparées de la paille. Le poids humide total, le poids des gousses et celui de la paille ont été déterminés à l'aide d'une balance portative de type MBP et de portée 20 kg. Pour chaque traitement récolté, 10 % du poids ont été prélevés et pesés à l'état frais puis séché au soleil pendant une semaine. Le taux d'humidité gousse et paille a été déterminé et le rendement gousse et paille calculé. Ces résultats nous donnent une base de départ correspondant à T0.

Compte tenu du coût élevé des produits d'analyses et du budget du projet, seuls le PH, le carbone et l'azote ont pu être déterminés.

9 - Résultats des essais

9.1- Résultats des analyses de sol

9.1.1- Méthode d'analyse

Les données sont analysées par site à l'aide du logiciel STAT-ITCF pour déterminer la différence entre les traitements au niveau d'un même site (Analyse de Variance). Ensuite, les moyennes par traitement ont été utilisées pour déterminer la différence entre les sites par l'analyse de la variable discriminante.

3.1.2- Résultats du PH

Dans tous les sites, le pH du sol diminue avec la profondeur et varie de 5,70 à 4,60. (fig1: évolution du PH en fonction de la profondeur) .

Le PH de surface varie entre 5 pour Djimande2 (5 - 10 ans) et 5,3 Bessire (jachère de plus de 15 ans).

Au niveau d'un même site, il n'y a pas de différence significative entre les PH des sols où sont plantés les différents traitements surtout dans les parcelles à culture continue et dans les jachères de 5 à 10 ans. voir fig2. Le PH augmente avec l'âge des jachères

Par contre, il y'a interaction entre les sites et l'emplacement des traitements dans les jachères âgées de plus de 10 ans.

A Djimande2, le *Cassia siamea* semble bénéficier de conditions de PH plus favorables que les autres espèces.

A Bessire, *Leucaena leucocephala* est plus favorisé par le site.

3.1.3- Résultats de la teneur en carbone

La teneur en carbone est plus faible dans les champs à culture continue (Djimande 1). La teneur en carbone est plus élevée à Soutou (5- 10 ans), suivi par Djimande 2 (10- 15 ans).

Il y'a interaction entre les sites et la profondeur.

La faible teneur en carbone au niveau de la parcelle de Bessire (plus de 15 ans) est due à l'état de dégradation du sol.

La teneur en carbone diminue avec la profondeur.(fig.3)

Au seuil de 5 %, il y'a une différence significative entre les sites, entre les profondeurs et entre l'emplacement des différentes espèces au niveau d'un même site. (fig.4)

Si la teneur en carbone du champs de Soutou et celle de Djimande1, est relativement homogène, il n'en va pas de même pour les champs de Djimande2, Bessire et Dianky.

3.1.4- Résultats de l'azote du sol

La teneur en azote est plus élevée à Djimande 1 (culture continue) que dans les zones précédemment mises en jachère. Cela pourrait s'expliquer par le fait que certainement, le champs recevait de l'engrais minéral les années précédentes, ce que le propriétaire n'a pas révélé lors de l'enquête sur l'historique de la parcelle.

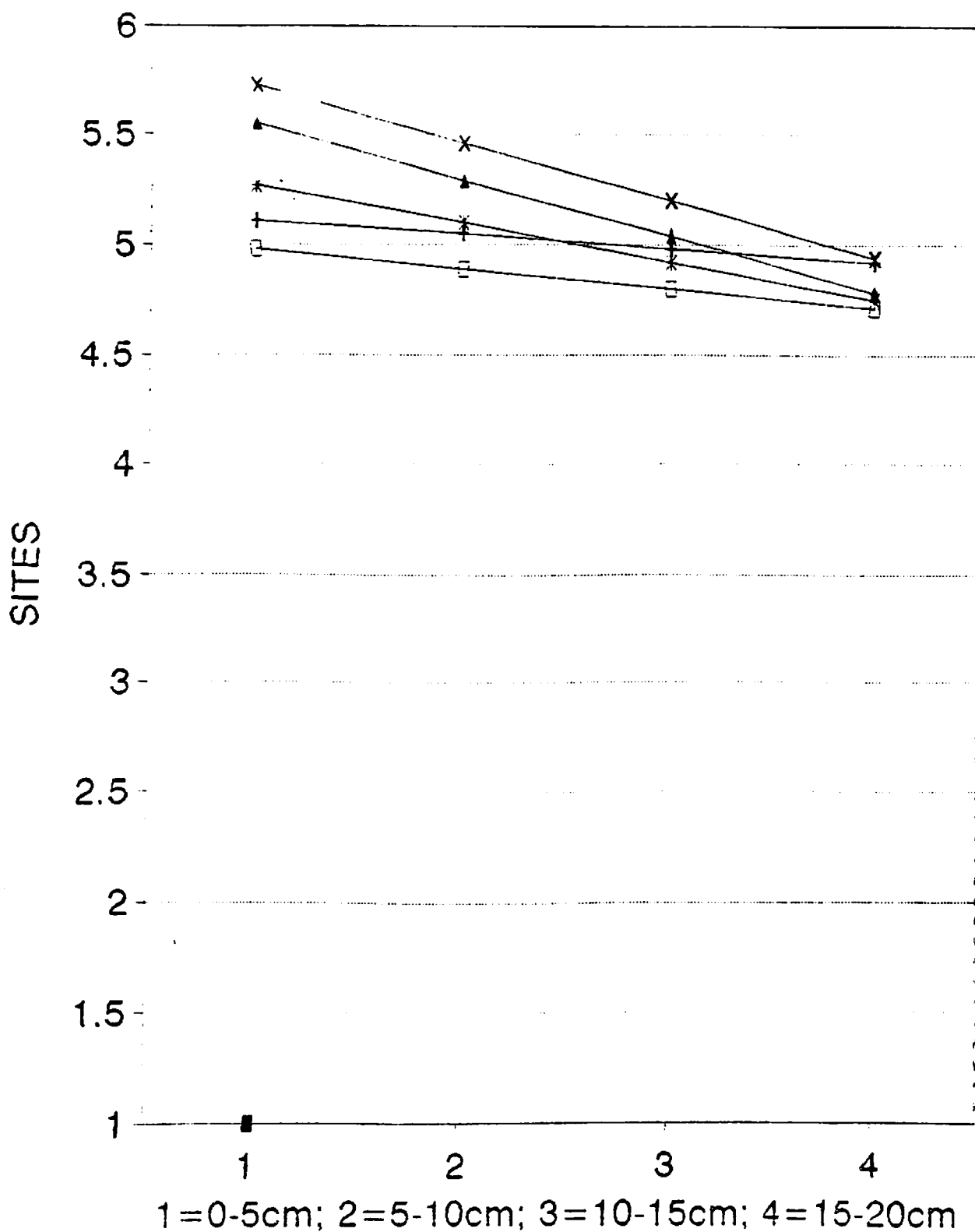
Cette parcelle est suivie par la jachère de plus de 15 ans puis celle de 10 à 15 ans. Cependant, de manière générale, on constate que les sols rouges de plateau sont pauvres en azote. (fig.5: teneur en azote total du sol en fonction de la profondeur et fig.6: teneur à l'emplacement des traitements)

3.2- Résultats des espèces ligneuses

Pour le taux de survie, l'analyse de variance a montré qu'il y'a une différence significative entre les sites pour une espèce donnée et entre les espèces pour un site donné au seuil de 5 % (tableau N°3: taux de survie).

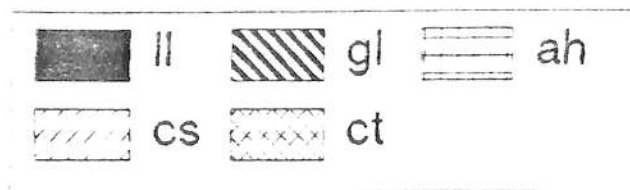
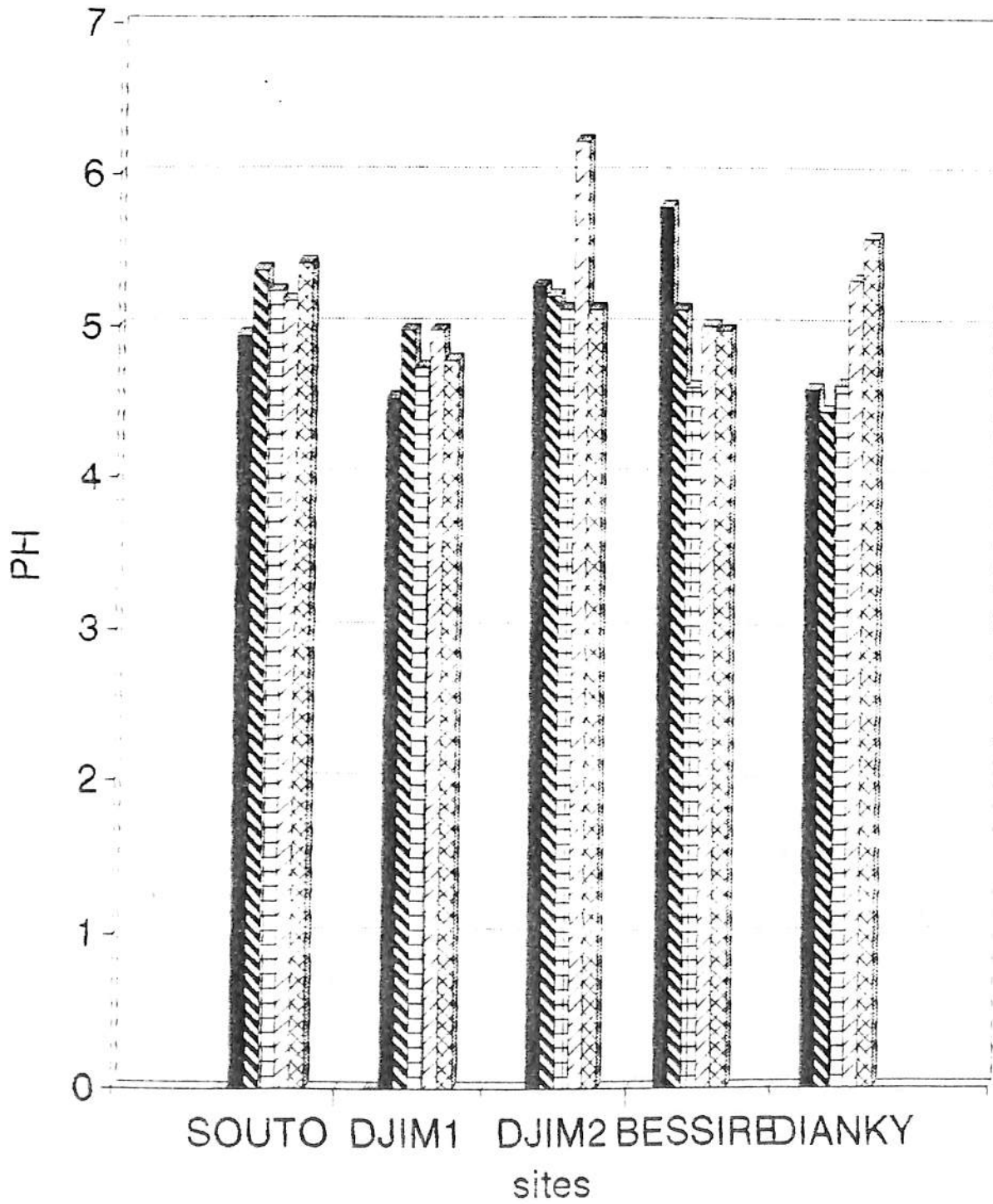
PH EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

FIG1: EVOLUTION PH SELON LA PROFONDEUR

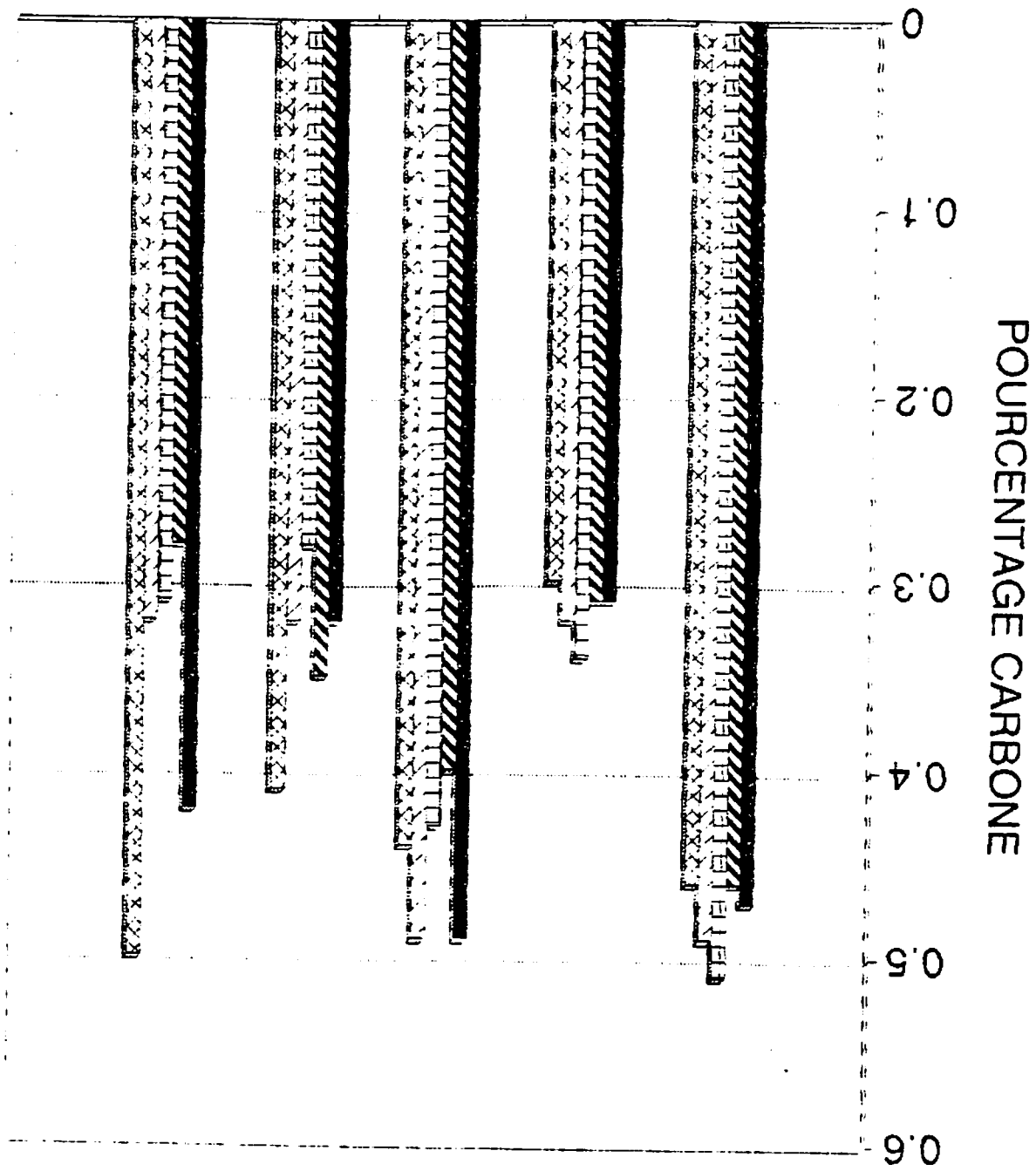


+ SOUTOU * DJIMANDE1 □ DJIMANDE2
 x BESSIRE ▲ DIANKY

PH INITIAL
 FIG.2: PH (SITES X TRAITEMENTS)



TENEUR EN CARBONE
 FIG4: % C EN FONCT. TRAITEMENT/SITE

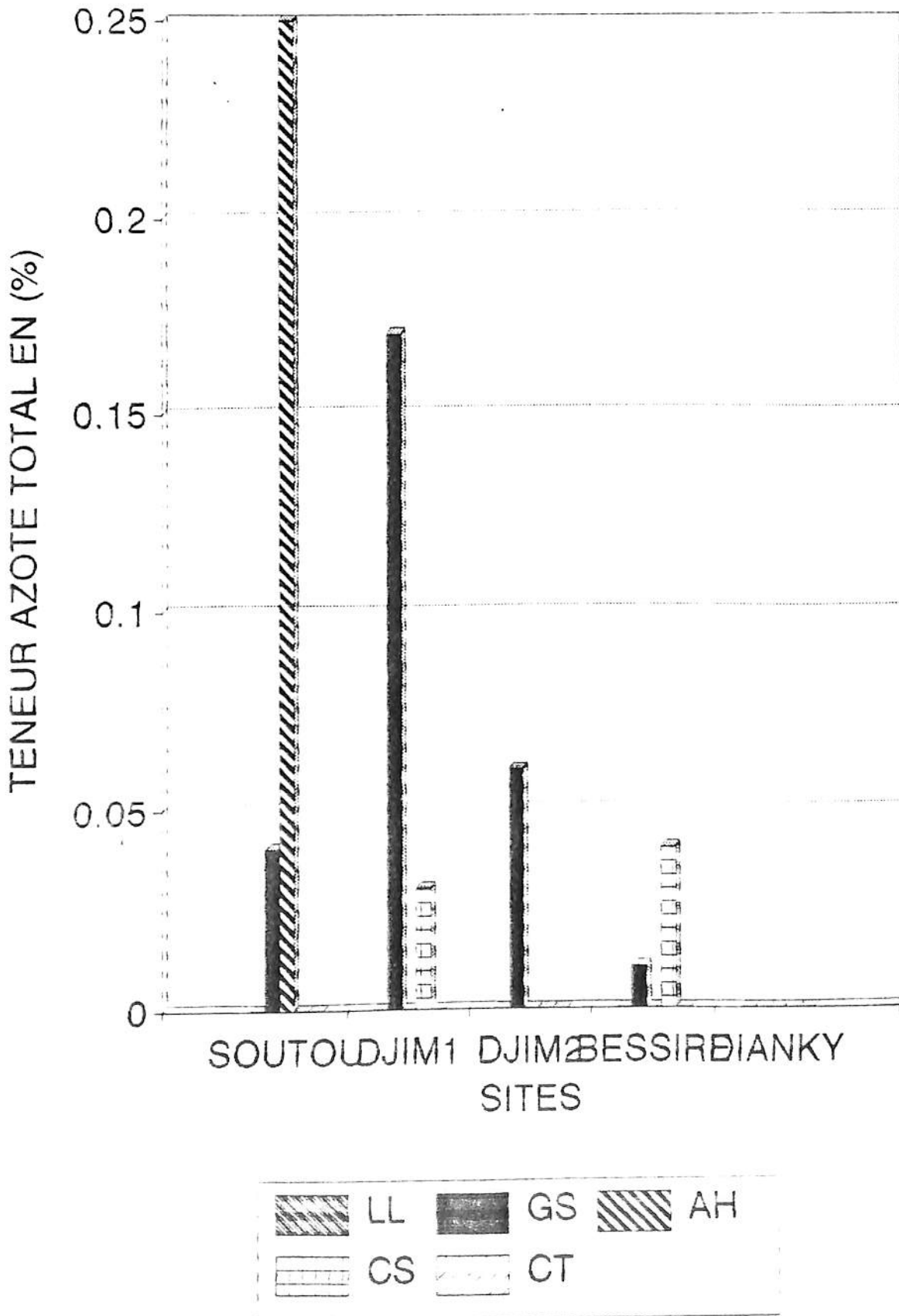


SITES
 SOUTOUDJIM DJIMBESSIRBIANKY

LL GS CT AH
 CS CT

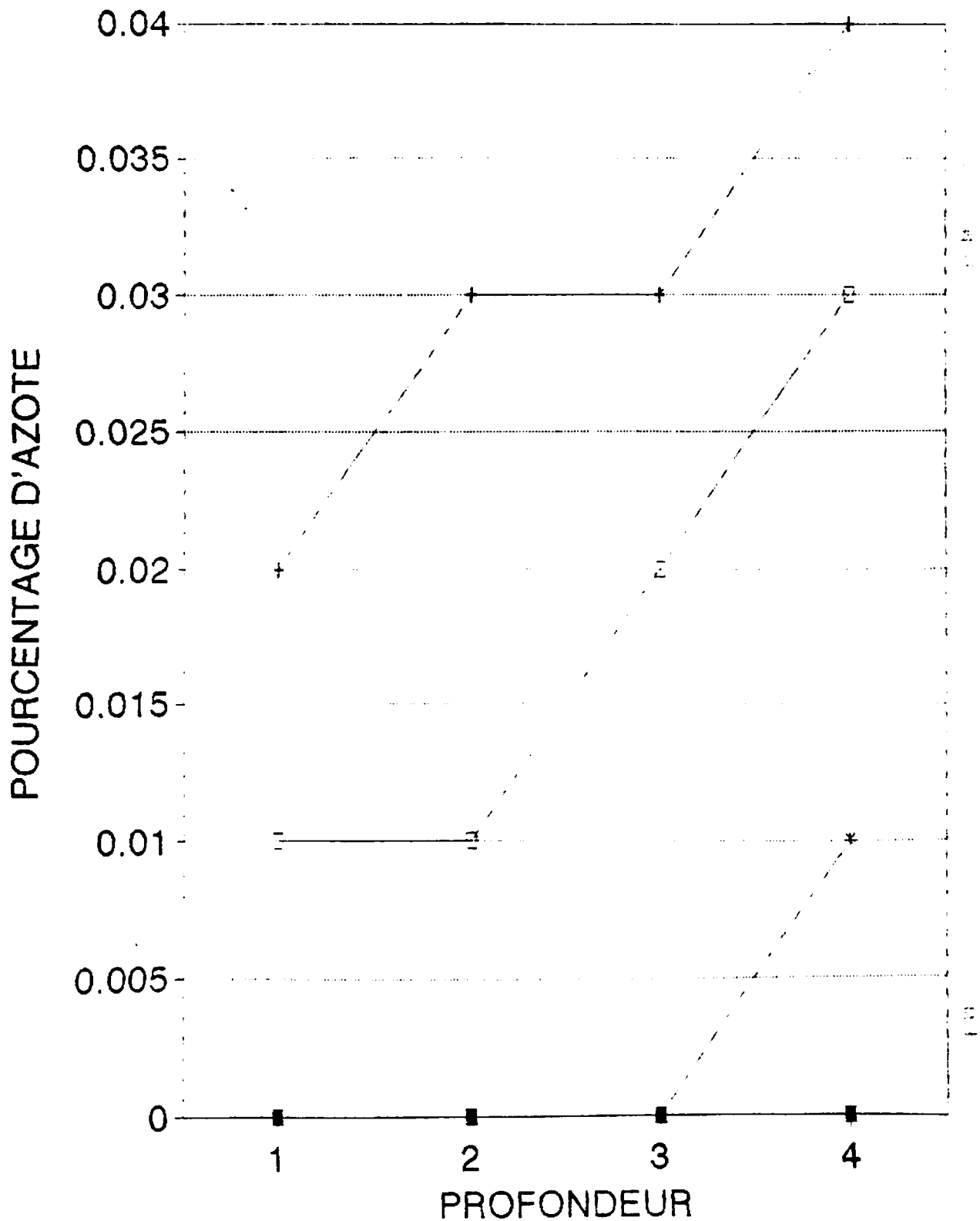
POURCENTAGE CARBONE

TENEUR EN AZOTE
 FIG.6: N TOTAL SOL/ TRAITEMENTS



TENEUR EN AZOTE

FIG.5 : AZOTE TOTAL / PROFONDEUR



■ SOUTOU + DJIM1 * DJIM2
— BESSIRE — X DIANKY

9.3- Evaluation des rendements

A Soutou, l'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements pour le rendement en paille. La moyenne du rendement en paille est de 1,01 t/ha.

Pour le rendement graine aussi, il n'y a pas de différence significative entre les traitements. La moyenne se situe à 600 kg/ha.

A Djimande1, il y'a une différence significative entre les rendements en paille des traitements.

L'emplacement de *Acacia holosericea* semble plus favorable que l'emplacement des autres espèces pour la production de paille. Il n'y a pas de différence significative entre les doses. *Acacia holosericea* a donné la meilleure production (2.0 t/ha) tandis que sous *Gliricidia sepium*, la production est faible.

Pour le rendement graines, la différence est aussi significative entre les espèces, mais elle ne l'est pas entre les doses. Le plus grand rendement (1,27 t/ha) est obtenu sous *Leucaena leucocephala* et le plus faible sous *Gliricidia sepium* (0.70 t/ha)

A Djimande2, pour le rendement paille, il n'y a pas de différence significative ni entre les espèces, ni entre les doses. Le rendement moyen est de 1.11 t/ha..

En ce qui concerne le rendement graines, la différence n'est pas significative non plus, ni entre les espèces ni entre les doses. Le rendement moyen est égal à 0,44 t/ha.

A Bessire, compte tenu de la présence répétée des animaux, les récoltes ont été mauvaises dans l'ensemble.

On a à peine pu trouver un peu de paille. La moyenne par hectare est de 0,27 t/ha. Le rendement graines est nul. Sur ce champs, nous avons obtenu la plus mauvaise levée (50 à 75 %) mais aussi, le suivi a fait défaut. Pas de sarclage, pas de nettoyage des arbustes et des rejets de souches. Ceci a attiré les animaux .

A Dianky, c'est le même cenario que dans le champs Djimande2, avec des rendements légèrement inférieurs (1.06 t/ha en moyenne).

Le rendement graines ne fait pas apparaitre de différence ni entre les espèces ni entre les doses. La moyenne est de 0,42 t/ha. (tableau N°5)

Les rendements obtenus sont très faibles mais confirment les données des enquêtes préliminaires.

La réalisation de telles performances s'explique non seulement par la dégradation du sol, mais aussi par l'absence d'un minimum de suivi.

Djimande1 a donné les plus grands rendements bien que la parcelle soit en culture continue car elle a bénéficié d'un meilleur suivi.

L'hypothèse de la dégénérescence de la variété d'arachide est aussi émise.

Tableau N°3: Rendements moyens (t/ha) obtenus dans les différents villages

Villages	Espèces	Rendt patte	Rendt graines
Dj:mande 1	Leucaena leucoc.	1.68	1.27
	Giricidia sep.	1.26	0.70
	Cassia siamea	1.84	1.01
	Acacia hollo.	2.00	1.19
	controle	1.48	1.00
Dj:mande 2	Leucaena leucoc.	1.08	0.41
	Giricidia sep.	1.15	0.44
	Cassia siamea	1.14	0.41
	Acacia hollo.	1.10	0.51
	controle	1.06	0.43
Djankey	Leucaena leucoc.	1.10	0.39
	Giricidia sep.	1.08	0.44
	Cassia siamea	1.02	0.36
	Acacia hollo.	1.09	0.49
	controle	1.04	0.40
Bessire	Leucaena leucoc.	0.29	0
	Giricidia sep.	0.25	0
	Cassia siamea	0.22	0
	Acacia hollo.	0.33	0
	controle	0.24	0
Soutou	Leucaena leucoc.	0.86	0.52
	Giricidia sep.	0.91	0.53
	Cassia siamea	1.04	0.60
	Acacia hollo.	1.15	0.55
	controle	1.08	0.72

H
E
H

H
E
H

10- CONCLUSION

Les sols rouges de plateau constituent l'une des principales unités pédologiques de Basse et Moyenne Casamance. Elle couvre aussi de vastes étendues en Afrique de l'Ouest.

En Casamance, ces terres appartiennent aux premiers résidents (autochtones) et les cultures qui y sont développées varient en fonction de la localité.

Selon la stratégie d'occupation et des besoins de sécurité des premiers résidents, le défrichement des terres du terroir village a commencé à partir du village ou à partir des frontières avec les autres terroirs villageois (cas de conflits avec des voisins). En suite, un cycle de rotation plus ou moins long selon la pression démographique et le niveau d'équipement est observé pour reconstituer la fertilité des terres.

Les enquêtes menées dans les différents villages de l'échantillon ont montré l'existence de jachères horizontales et de jachères verticales. A tous les deux niveaux, des jachères de différents âges peuvent être distingués et différentes activités y sont menées.

Si le riz (pam-pam) est dominant dans le Bluf, le mil et l'arachide arrivent en tête dans le Fogny. Ces sols sont épuisés par plusieurs années de cultures d'exportation sans amendement minéral ou organique.

Aujourd'hui, le constat sur ces types de sol, est le bas niveau des rendements obtenus (100-600 kg/ha pour l'arachide et 200-500 kg/ha pour le mil. Les contraintes liées à cette baisse de rendement, mis à part le facteur climatique, sont: le bas niveau d'utilisation des intrants (engrais, semences etc.), le faible niveau du suivi agronomique (désherbage, démarriage), l'insuffisance de la main d'œuvre et de l'intégration entre l'agriculture et l'élevage.

Le système de culture en couloirs introduit sur ce type de sol devrait pouvoir produire suffisamment de matières organiques et de fertilisants naturels pour maintenir les sols productifs de manière soutenue par un système de compensation in situ des exportations minérales dues aux cultures.

Les espèces testées ont montré une bonne adaptation et ont produit en station et en milieu réel une quantité de biomasse 39,40 T.m.s./ha/an pour *Acacia holosericea*, 12,05 T.m.s./ha/an pour *Cassia siamea* (Rapport jachère 1995 B.M.C.).

A Fanda, en milieu paysan, *Leucaena leucocephala* et *Gliricidia sepium* ont produit respectivement 44,45 T.b.f./ha/an et 27,875 T.b.f./ha/an.

Les essais menés en 1994 à la station de Djibélor, sur la décomposition et la minéralisation de la matière organique issue de ces différentes espèces ont montré des effets positifs sur la croissance du maïs.

Toute chose égale par ailleurs, les mêmes causes produisant les mêmes effets, il est permis de penser que les espèces introduites dans les dispositifs d'études, devraient pouvoir soutenir le taux de matière organique et de fertilité des sols de façon durable.

Les recherches proposées dans le cadre du financement NRBAR ont un double but: celui de confirmer les résultats déjà obtenus et de montrer aux producteurs les effets bénéfiques.

Le dispositif est mis en place en août 1995, et un suivi a été effectué 5 mois après plantation. Les résultats suivants ont été enregistrés:

<i>Leucaena leucocephala</i> :	taux de survie moyen	82 %	, hauteur moyenne	56 cm.
<i>Gliricidia sepium</i> :	taux de survie moyen	81 %	, hauteur moyenne	69 cm.
<i>Cassia siamea</i> :	taux de survie moyen	85 %	, hauteur moyenne	67 cm.
<i>Acacia holosericea</i> :	taux de survie moyen	63 %	, hauteur moyenne	57 cm.

Ces résultats préliminaires confirment ceux obtenus sur ces espèces à âge égal. Il faut donc attendre les prochaines émondages et la mise en culture pour vérifier les autres paramètres.

11- DIFFICULTES RENCONTREES ET RECOMMANDATIONS

1)- Pour permettre aux forestiers de postuler aux subventions du NRBAR, il faudrait que la commission de sélection des projets se réunisse au plus tard au mois de février afin que les pépinières puissent démarrer à temps.

2)- L'absence de système de protection contre le bétail est préjudiciable au dispositif. Pourtant, nous avons budgétisé et sollicité l'achat de ce fil de fer barbelé en procurant des factures pro forma, mais le matériel n'est pas acheté malgré nos multiples appels et les paysans attendent.

3)- Nous n'avons pas reçu notre dotation de carburant alors que nous avons justifié la dotation précédente et déposé le mémoire financier en décembre. Le rapport trimestriel déposé couvrait également la période.

2 . 4 Evaluation de modèles de sélection à noyau ouvert pour les
bovins au Sénégal (Ph.D)

**EVALUATION DE MODELES DE SELECTION A NOYAU OUVERT POUR LES BOVINS
AU SENEGAL**

par

Dr. Mamadou Diop

INTRODUCTION

Le développement des systèmes de sélection à noyau ouvert (SNO) par Jackson et Turner (1972) et James (1977) a eu un regain d'intérêt en rapport avec l'utilisation de la superovulation et du transfert d'embryons dans des systèmes de sélection chez les bovins (Colleau, 1986) et pour l'amélioration et la conservation des animaux dans les pays en voie de développement (Smith, 1988). Un système de SNO est défini comme un système de sélection où une partie des femelles de remplacement du noyau de sélection sont choisies dans les troupeaux commerciaux.

La revue des études théoriques sur les SNO (Roden, 1994) montre que la plupart des publications traitent de l'optimisation des systèmes de sélection pour maximiser le gain génétique et la rentabilité financière. Les deux facteurs qui conditionnent le résultat d'un SNO sont la taille du noyau et le taux de migration des femelles entre la base et le noyau.

Les SNO ont été proposés pour l'amélioration et la conservation des animaux dans les pays en développement. Dans ces pays, l'infrastructure qui supporte les programmes d'amélioration génétique comme dans les pays développés est souvent déficiente ou absente. Ainsi les modèles d'amélioration génétique existants dans les pays développés ont difficilement réussi dans les pays en développement à cause du coût, de l'analphabétisme et du manque d'information et de formation. Cunningham (1980) a proposé un modèle d'amélioration génétique sans insémination artificielle ou contrôle de performances adapté aux systèmes de production des petits exploitants. La base génétique est formée par les troupeaux villageois qui approvisionnent le noyau élevé en station, de vaches d'élite identifiées après un processus de dépistage. Jusqu'à 50% des vaches du noyau pourront être ainsi remplacées chaque année ce processus.

Bundoc et al. (1989) a proposé des méthodes simples de sélection au niveau des troupeaux villageois. Les vaches sont sélectionnées sur la base de leur production laitière, la facilité de traite et la fertilité. Les meilleures vaches sélectionnées serviront de mères à taureaux après leur reproduction avec des taureaux choisis au niveau d'un troupeau central. Les taureaux sont évalués sur leur croissance propre et la production laitière de leur mère. Au niveau du troupeau central la moitié des vaches les moins performantes sera remplacée par de nouvelles vaches sélectionnées au niveau des troupeaux villageois. Au niveau du troupeau central des contrôles de performances sont effectués et la reproduction est contrôlée.

Dempfle (1990) a proposé un SNO pour le bétail trypanotolérant d'Afrique occidentale et centrale. Les objectifs de sélection sont l'amélioration de la production de lait, de viande et de la trypanotolérance. Il a décrit un SNO à deux niveaux (noyau et base) qui devrait évoluer vers un système à trois niveaux (noyau, troupeaux multiplicateurs et base). Le système opère selon le modèle décrit par Bundoc et al. (1989). Cependant, les vaches sélectionnées dans les troupeaux villageois après le dépistage et reproduites au niveau du noyau, seront retournées dans leur troupeau d'origine pour y vêler. Ce seront les veaux issus de ces vaches qui seront achetés et transférés au niveau du noyau pour être testés avec les veaux nés dans le noyau et certains parmi les meilleurs seront choisis comme remplaçants pour le noyau. La différence par rapport au modèle de Bundoc et al (1989) découle du fait que les éleveurs accepteraient difficilement de

... les meilleures vaches. Acheter les veaux issus de ces vaches seraient beaucoup plus rentable.

Cette étude essaie de développer des schémas de SNO adaptés aux systèmes de production des bovins et aux infrastructures et ressources disponibles au Sénégal. Le premier élément majeur dans la conception est la définition de la fonction objective qui est une combinaison de plusieurs caractères économiquement importants. Ensuite, les critères de sélection et leurs corrélations avec la fonction objective devront être définis puisse que le taux de progrès génétique est proportionnel à la corrélation entre le critère de sélection et la fonction objective. Le contrôle de performance et l'analyse des données demandent également à être considérés du point de vue de leur faisabilité et de leurs coûts. Alors la structure de la population devra être revue et les gains génétiques espérés en terme de gain génétique globale (combinaison des différents caractères sélectionnés) pour les différents schémas de sélection évalués. Les gains génétiques escomptés et les coûts et la faisabilité seront utilisés pour décider du schéma à recommander. Les considérations d'ordre social, économique et politique devront être pris en compte pour permettre de déterminer qui bénéficiera du programme d'amélioration génétique et par conséquent qui devra payer pour le programme (Moav, 1973 ; James, 1982).

Un programme de simulation est développé pour analyser différents modèles et schémas de SNO en fonction des progrès génétiques escomptés et leur rentabilité financière et économique.

1. LES MODELES DE SELECTION ANALYSES

Trois modèles de SNO sont testés. Tous les modèles considèrent des systèmes à 3 niveaux : noyau, troupeaux multiplicateurs et base. Le premier est celui proposé par Dempfle (1960) qui utilise le dépistage basé sur la production laitière dans les troupeaux multiplicateurs. Les éleveurs identifient leurs meilleures vaches qui seront ensuite contrôlées 2 ou 3 fois. La production laitière de ces vaches sera évaluée et ces dernières seront classées et les plus performantes seront choisies pour être reproduites par des taureaux du noyau. Après la reproduction, les vaches retournent dans leurs troupeaux d'origine où elles vèleront. Au vêlage, les veaux feront l'objet d'un suivi et après le sevrage, ils seront transférés au niveau de la station pour être testés en même temps que leurs contemporains nés dans le noyau.

Le testage porte sur la croissance pour les mâles et les femelles et la production laitière pour les femelles. Les animaux de remplacement pour le noyau sont sélectionnés sur la base d'un index comprenant : pour les mâles, le poids de l'animal à 24 mois et la production laitière de la mère et pour les femelles, les performances propres de poids à 24 mois et la production laitière de la première lactation.

Le deuxième modèle considère un contrôle de performances dans les troupeaux multiplicateurs. Les mesures de performance portent sur les poids et les quantités de lait produites. Les femelles choisies comme remplaçantes pour le noyau sont sélectionnées comme dans le premier modèle (production laitière et croissance). Le troisième modèle est similaire au deuxième modèle avec la seule différence que les femelles de remplacement du noyau choisies dans les troupeaux multiplicateurs, sont sélectionnées sur uniquement leur production laitière.

Dans les trois modèles, la migration des taureaux suit une seule direction c'est à dire noyau vers troupeaux multiplicateurs et de ces derniers vers la base. La moitié des taureaux (mâles de 4 ans) produits dans les troupeaux multiplicateurs sera utilisable dans la base. Avec le premier modèle, du fait qu'il n'y a pas de contrôle de performance, la valeur génétique des taureaux utilisés dans la base est considérée comme la moyenne des mâles nés dans les troupeaux multiplicateurs. Dans le deuxième et le troisième modèles, avec le contrôle de performances, les 50% les plus performants parmi les taureaux pourront être identifiés et utilisés dans la base.

Les différents modèles sont simulés avec 3 différentes tailles du noyau (200, 250 et 300 vaches) et 5 différents taux de migration des femelles entre les troupeaux multiplicateurs et le noyau (fermé, 20, 30, 40 et 50%). Dans le modèle 1, le taux de migration porte sur le nombre de vaches choisies dans les troupeaux multiplicateurs après dépistage, par rapport au nombre total de vaches reproduites dans le noyau. Dans le cas des modèles 2 et 3, le taux de migration des femelles porte sur le nombre de vaches de première lactation dans les troupeaux multiplicateurs sélectionnées comme remplaçantes pour le noyau par rapport au nombre total de remplaçantes.

Le nombre total de vaches dans les troupeaux multiplicateurs est fixé à 2000 et celui de la base à 10000. Les figures 1, 2 et 3 illustrent la migration des taureaux et des femelles de remplacement entre les 3 niveaux pour un système à noyau fermé, un SNO avec dépistage et un SNO avec contrôle de performance.

II. LES PROCEDURES DE SIMULATION

II. 1. Description du modèle de simulation

Les animaux de fondation du noyau des troupeaux multiplicateurs sont générés avant le début du processus de sélection. Deux caractères sont simulés : la production laitière et le poids à 24 mois. La valeur phénotypique pour le caractère i de l'animal j (P_{ij}) est simulée comme étant la somme de la moyenne de la population à l'année zéro (μ_i), plus la valeur génétique de l'animal (g_{ij}), plus la valeur de l'écart dû au milieu (e_{ij}) :

$$P_{ij} = \mu_i + g_{ij} + e_{ij}$$

Pour les animaux de fondation, les valeurs génétiques sont échantillonnées de façon aléatoire à partir d'une distribution multi-normale avec une moyenne égale à zéro et une variance égale à la variance génétique du caractère. La méthode décrite par Van Vleck (1994) est utilisée pour générer les valeurs génétiques comme suit :

$$g_j = L_g z_j$$

où g_j est le vecteur des valeurs génétiques pour l'animal j ; L_g est la décomposition de Choleski de la matrice de covariance des caractères considérés ; et z_j est un vecteur d'écarts normaux standardisés et indépendants uniques à l'animal j . Les écarts dûs au milieu sont générés de la même manière en utilisant un vecteur unique z et la décomposition de Choleski de la matrice de

covariance du milieu. Tous les animaux âgés de 2 ans et plus sont générés de cette façon. Les valeurs génétiques des veaux sont générées comme suit :

$$g_j = 1/2 g_{j(d)} + L_g z_j \sqrt{1 - a_{j(d),j}^2}$$

où g_j et z_j sont définis comme ci-dessus ; $g_{j(d)}$ est le vecteur des valeurs génétiques de la mère de l'animal j ; $a_{j(d),j}$ est le coefficient de relation génétique additive entre l'animal j et sa mère, c'est à dire 0.5. Seule la contribution des gènes de la mère est considérée dans la génération de la valeur génétique des veaux des troupeaux de fondation ; les taureaux étant considérés inconnus.

Les valeurs génétiques des animaux nés plus tard dans les troupeaux sont simulées comme étant égales à la moyenne des valeurs des parents plus l'effet Mendellien, m_j , qui représente la ségrégation aléatoire des allèles à la méiose. Le vecteur m_j est échantillonné à partir d'une distribution multivariée normale avec une moyenne égale à zéro et de (co)variance égale à $0.5(1-F)V_{g_0}$, où F est la moyenne des coefficients de consanguinité des parents et V_{g_0} la matrice de variance des caractères dans la population de fondation. La valeur de m_j est générée de la même manière que pour les valeurs génétiques pour les animaux de fondation :

$$m_j = \sqrt{0.5(1-F)} L_g z_j$$

Les valeurs génétiques et les écarts de milieu générés pour les animaux des troupeaux de fondation sont exprimés en unités d'écarts types phénotypiques.

Les vêlages sont simulés chaque année en générant un nombre aléatoire tiré d'une distribution uniforme [0 à 1] et en l'assignant à une vache donnée. Si le nombre aléatoire est inférieur à au taux de vêlage défini, cette vache mettra bas cette année. La même procédure est utilisée pour simuler le sexe des veaux et la survie des animaux chaque année. Les animaux qui atteignent l'âge maximal défini sont réformés.

Les valeurs phénotypiques des caractères de production dans le noyau et les troupeaux multiplicateurs sont tirés de Sow et al. (1988) et pour la production laitière de ILCA (1978) et sont présentés dans le tableau 1.

Les simulations portent sur les animaux du noyau et des troupeaux multiplicateurs. Pour la base, du fait qu'aucun contrôle de performances ni de sélection n'est effectué sur les animaux, le programme de simulation pour estimer le progrès génétique ne les prend pas en compte. Ce n'est qu'une fois la valeur génétique des taureaux issus des troupeaux multiplicateurs et qui seront utilisés dans la base est connue que la moyenne de ces taureaux est utilisée pour déterminer le progrès génétique réalisé dans la base. C'est ce gain génétique qui sera utilisé dans l'analyse économique.

II. 2. Structure de la population

Le noyau est composé de 4 classes d'âge de mâles et de 10 classes de femelles. Chaque classe d'âge est d'une durée de 1 an. Pour les mâles, les taureaux sont les animaux âgés de 3 et 4 ans et sont utilisés en monte naturelle pendant 2 années. Les femelles sont mises en reproduction

à l'âge de 2 ans et toutes les génisses sont reproduites et la sélection sur elles est faite après la première lactation.

Dans les troupeaux multiplicateurs, les mâles sont regroupés en 5 classes d'âge. Les taureaux sont utilisés à l'âge de 3 ans et sont en service pour 2 années. Les femelles sont elles regroupées en 12 classes. Les génisses sont mises à la reproduction pour la première fois à l'âge de 3 ans.

Dans le noyau, les troupeaux multiplicateurs et la base les accouplements sont faits à raison de 1 taureau pour 25 vaches et les taureaux sont utilisés pour 2 années.

II. 3. Détermination des poids économiques

En l'absence de données économiques sur les élevages, particulièrement en ce qui concernent les coûts de production, pour estimer le profit marginal et déterminer les poids économiques des différents caractères sur lesquels porte la sélection, la procédure suggérée par Dempfle est utilisée (Dempfle, 1990). Le profit marginal tiré d'un produit est pris comme étant la moitié du prix marché du produit, une estimation utilisée pendant longtemps en Europe.

Un modèle de production qui reflète les conditions réelles prévalentes est défini. En utilisant les paramètres de production et les prix des animaux (450 F. CFA par kg de poids vif) et du lait (150 F. CFA par kg de lait), on aboutit à des poids économiques de 45 F et 70 F CFA pour la production laitière et la croissance (poids) respectivement.

II. 4. Les index de sélection

Poids à 2 ans

La sélection des mâles est basée sur le poids de l'animal à 2 ans et la production laitière de la mère et les femelles sur la base de leur poids à 2 ans et la production de la première lactation. L'héritabilité pour la production laitière est fixée à 0,20 avec un écart type phénotypique de 180 kg ; celle pour le poids à 2 ans est de 0,30 avec un écart type phénotypique de 40 kg. La covariance entre la production laitière et les poids est fixée à zéro.

Considérons T comme étant la valeur génétique totale d'un animal,

$$T = v'g$$

Où v est un vecteur des poids économiques des caractères ;

g est un vecteur des valeurs génétiques des caractères considérés.

Considérons I comme étant un prédicteur de T et $I = v_1 I_1 + v_2 I_2$ où v_1 et v_2 sont les poids économiques pour la production laitière et le poids à 2 ans respectivement et I_1 et I_2 sont respectivement les index quand la production laitière ou le poids à 2 ans est le seul caractère considéré dans l'objectif de sélection.

Alors pour la production de lait, I_1 pour les mâles et les femelles est :

$$I_{1m} = 0,1 X_1$$

$$I_{1f} = 0,2 X_1$$

X_1 étant la valeur phénotypique standardisée, les coefficients 0,1 et 0,2 les proportions de variances génétiques ici hérédités qui sont utilisées dans les index.

Pour le poids à 2 ans, I_2 pour les mâles et les femelles est :

$$I_{2m} = 0,3 X_2$$

$$I_{2f} = 0,3 X_2$$

X_2 étant défini comme X_1 et les coefficients représentant l'hérédité du poids à 2 ans.

L'index global de sélection pour les mâles et les femelles devient alors :

$$I_m = 8100 * 0,1 * X_1 + 2800 * 0,3 * X_2 = 810 * X_1 + 840 * X_2$$

$$I_f = 8100 * 0,2 * X_1 + 2800 * 0,3 * X_2 = 1620 * X_1 + 840 * X_2$$

11. 5. Le processus de calcul

La simulation commence avec la génération des troupeaux de fondation pour le noyau et les troupeaux multiplicateurs. La reproduction est effectuée au début de l'année et le vêlage ont lieu à la fin de l'année. Les valeurs génétiques phénotypiques sont calculées pour chaque animal né et un sexe lui assigné de façon aléatoire. A la fin de l'année, les animaux qui vont survivre sont déterminés et sont transférés à la classe d'âge suivante. A l'âge de sélection, les animaux sont classés en fonction de la valeur de l'index et le nombre de remplaçants requis est sélectionné et le reste est réformé. Une fois un animal est sélectionné, il reste dans le troupeau jusqu'à l'âge limite défini ou jusqu'à ce qu'il meurt.

Les moyennes de valeur génétique pour le lait (M_i), le poids (W_i), l'index (G_i) et pour le coefficient de consanguinité (F_i) pour les animaux nés à la i th année sont calculées. Le gain annuel entre année j et année i est calculé comme étant : $\Delta G_{i,j} = (G_j - G_i)/(j-i)$ avec $j > i$. Le taux moyen de consanguinité est calculé chaque année avec $\Delta F_i = (F_i - F_{i-1})/(1 - F_{i-1})$. L'accumulation de consanguinité entre année i et année j ($\Delta F_{i,j}$) est obtenue en prenant les moyennes des taux annuels.

La durée de la sélection est de 30 années. Pour chaque modèle, les schémas de sélection sont simulés en exécutant 50 répliques et les moyennes annuelles et accumulées à l'année 30 (G_{30}) des résultats des répliques pour les gains génétiques, la consanguinité sont calculées.

Les meilleurs schémas de SNO pour chaque modèle en fonction de la taille du noyau, sont alors comparés économiquement et rapport avec un noyau fermé. La valeur génétique moyenne des animaux nés chaque année dans la base est multipliée par le nombre d'animaux nés dans la base et est considéré comme revenu brut du schéma de sélection. La valeur génétique des animaux nés dans la base est prise comme la moitié de la somme de la moyenne de la valeur des taureaux et de la moyenne de la valeur des vaches dans la base. Tous les taureaux utilisés dans la base proviennent des troupeaux multiplicateurs.

Des investissements (clôtures, bascule, motocyclette) sont prévus pour le noyau et les troupeaux multiplicateurs. Les charges de fonctionnement portent sur les coûts des contrôles de performances dans le noyau et de dépistage ou de contrôle de performances dans les troupeaux multiplicateurs. Les schémas de sélection analysés sont supposés être une alternative d'un système déjà en place (système à noyau fermé au niveau des CRZ de Dahra et Kolda). Les revenus annuels nets sont obtenus en faisant la différence entre les revenus bruts et les charges d'investissement et de fonctionnement. Le taux de rentabilité interne est utilisé pour comparer les différents schémas.

III. RESULTATS DE LA SIMULATION

III. 1. Evaluation génétique des modèles

Les gains génétiques annuels ainsi que le gain accumulé à 30 ans dans le noyau pour le modèle 1 sont présentés au tableau 2. Les gains génétiques sont toujours plus importants quand le noyau est ouvert que quand il est fermé. Les gains moyens dus à l'ouverture du noyau sont proportionnellement de 0,07, 0,05 et 0,04 avec des tailles du noyau de 200, 250 et 300 vaches respectivement. Le degré d'ouverture du noyau n'affecte de façon significative le taux de progrès génétique quand la taille du noyau est de 200 ou 250 vaches. Avec 300 vaches dans le noyau, le taux annuel de gain génétique diminue avec des taux de migration de vaches des troupeaux multiplicateurs vers le noyau de 40 et 50%. Les gains génétiques accumulés tendent à augmenter avec le degré d'ouverture du noyau quand la taille de celui-ci est de 200 vaches alors qu'avec des effectifs de 250 et 300 vaches, les maximum de gain accumulé est obtenu avec des ouvertures de 20%.

Comme on devait s'y attendre, les gains génétiques annuels diminuent en général avec la durée de sélection. La réduction des gains devient plus importante avec un noyau ouvert qu'avec un noyau fermé. Dans le système fermé, la réponse annuelle entre les années 16 et 30 est de 1,5; 5,6 et 3,8% moindre que durant les années 1 à 15 avec des effectifs de 200, 250 et 300 vaches respectivement.

Avec le modèle 1, la réduction des réponses annuelles se situent entre 18,4 et 22,2% pour les différents degrés d'ouverture du noyau. Le transfert de vaches des troupeaux multiplicateurs vers le noyau contribue à l'accroissement du niveau génétique dans le noyau durant les premières années de sélection. Mais la poursuite de la sélection dans le noyau, le niveau génétique du noyau va atteindre un niveau tel que la contribution des vaches des troupeaux multiplicateurs devient moins importante.

Avec les modèles 2 et 3, où le contrôle des performances est réalisée dans les troupeaux multiplicateurs, des tendances similaires que celles observées avec le modèle 1 sont obtenues (tableaux 3 et 4). Cependant avec le modèle 2 où les femelles des troupeaux multiplicateurs sélectionnées sur la base d'un index intégrant la production laitière et le poids à 2 ans, pour être remplaçantes dans le noyau, il n'y a pas d'avantage significatif d'ouvrir le noyau. Il y'a même avec 50% d'ouverture du noyau, une baisse des gains génétiques par rapport à un noyau fermé.

Avec le modèle 3, des différences significatives en gains génétiques accumulés à 30 ans sont obtenus avec des ouvertures de 20 à 40% quand la taille du noyau est de 200 vaches, et avec des ouvertures allant jusqu'à 30% avec des effectifs de vaches dans le noyau de 250 et 300 vaches. L'ouverture du noyau résulte en gains génétiques en moyenne de 4,5; 1,9 et 2,3% plus importants qu'avec un noyau fermé pour des tailles de noyau de 200, 250 et 300 vaches respectivement. Concentrer la sélection des remplaçantes du noyau venant des troupeaux multiplicateurs sur la production laitière, permet d'obtenir des gains génétiques en lait plus importants relatives à la réduction des gains pour le poids comparativement au modèle 2.

Les modèles 2 et 3 résultent en moins de gains de génétique qu'avec le modèle 1. Le niveau de la contribution génétique venant des troupeaux multiplicateurs sous le modèle 1 explique cette différence. Avec le modèle 1, la base de sélection des vaches à transférer dans le noyau après le dépistage, est plus importante qu'avec les modèles 2 et 3.

Les gains génétiques annuels au niveau des troupeaux multiplicateurs pour les trois modèles sont présentés dans les tableaux 5, 6 et 7. Les gains réalisés sont plus élevés pendant les dernières que durant les premières années de sélection. Avec les modèles 1 et 3, l'avantage d'ouvrir le noyau est intéressant surtout durant les premières années dû au relèvement du niveau génétique du noyau suite à l'ouverture. Pour le modèle 2, comme on devrait s'y attendre à partir des gains obtenus dans le noyau, les taux de progrès génétique ne sont pas différents de ceux réalisés avec un noyau fermé.

La variation de la réponse à la sélection est mesurée par le coefficient de variation entre les réplifications des gains accumulés à l'année 30. Les systèmes ouverts donnent moins de variation dans la réponse à la sélection qu'avec des systèmes fermés. Avec un noyau fermé, les coefficients de variation sont 10,5; 8,0 et 7,7% pour des noyaux de taille de 200, 250 et 300 vaches respectivement. L'ouverture du noyau avec le modèle 1 résulte en coefficients de variation de 8,6; 7,2 et 6,8% respectivement. Avec le modèle 2, les coefficients de variation de la réponse sont de 7,8; 7,7 et 6,9% et avec le modèle 3, 8,0; 7,6 et 6,8% respectivement.

Le taux de progrès est en général plus important durant la période allant de l'année 16 à l'année 30 dans le noyau que dans les troupeaux multiplicateurs. Ceci suggère que l'équilibre des gains génétiques qui est atteint quand le taux de progrès est le même entre le noyau et les troupeaux multiplicateurs n'est pas atteint à l'année 15.

La plupart des études sur les SNO ont montré que le gain génétique réalisé était plus important avec un SNO qu'avec un système fermé (Jones et Napier, 1980; Mueller et James, 1983; Roden, 1995). Dans cette étude, le faible avantage de l'ouverture du noyau par rapport au noyau fermé, est dû à la différence sur les caractères sur lesquels porte la sélection et à la différence sur l'information qui est utilisée pour la sélection des mâles et des femelles. Cependant, Kasonta et Nitter (1990) en utilisant les mêmes caractères de sélection ont abouti à la même conclusion que celle prouvée dans cette étude.

Le taux de consanguinité et le coefficient de variation de la réponse à la sélection sont moins importants en SNO qu'en système fermé et ceci est dû la plus grande population effective dans le premier que dans le deuxième système. Ce résultat est en accord avec les résultats publiés

par James (1978), Roden (1995) et Meuwissen (1991). Ce dernier auteur conclut que le système fermé présentait plus de risque pour le sélectionneur qu'avec un système ouvert.

Dans cette étude, le taux de gain génétique était peu affecté par des degrés d'ouverture du noyau inférieur à 40 %. Ceci est conforme à l'optimum de gain se situant sur le plateau de la courbe des gains en fonction du degré d'ouverture du noyau obtenu dans d'autres études (James, 1977; Hopkins, 1978; Kasonta et Nitter, 1990). La présence de plateau peut être intéressant dans la pratique quand le coût de transfert des vaches vers le noyau est un facteur important à considérer.

Les gains génétiques dans un système ouvert comme un système fermé sont liés à la taille du noyau. Le modèle 1 (dépistage) donne plus de gains que les autres modèles. De meilleurs gains génétiques sont obtenus avec le modèle 3 qu'avec le modèle 2. Puisque les modèles 2 et 3 ne diffèrent que par les caractères sur lesquels portent la sélection, le modèle 2 n'a pas été considéré dans l'évaluation économique.

Les taux de progrès génétiques dans le noyau, durant les premières années sont plus élevés que durant les dernières années. Dans les troupeaux multiplicateurs c'est la situation inverse qui est constaté. Ces résultats suggèrent qu'on pourrait ouvrir le noyau uniquement durant les premières années et le fermer après sans affecter le progrès génétique dans les troupeaux multiplicateurs et en même temps réduire les coûts de sélection.

La diffusion du progrès génétique dans la base est faite en considérant que les taureaux venant des troupeaux multiplicateurs utilisés sont de niveau génétique moyen puisse qu'aucune information n'est disponible sur ces derniers. Avec le modèle 3, le contrôle de performances donne la possibilité de sélectionner les taureaux qui seront utilisés dans la population de base.

Les meilleurs schémas des modèles 1 et 3 pour chaque taille de noyau sont choisis sur la base du taux annuel de gain et du gain génétique accumulé à l'année 30 réalisés dans le noyau et les troupeaux multiplicateurs. Avec un noyau de 200 vaches, les schémas avec 30 % d'ouverture du noyau sont choisis pour les modèles 1 et 3. Avec les tailles de noyau de 250 et 300 vaches, les meilleurs résultats pour les deux modèles sont obtenus avec une ouverture de 20 %. Ces schémas sont évalués économiquement en rapport avec un noyau fermé pour les trois tailles de noyau considérées.

III. 2. Evaluation économique des schémas retenus

Avant de considérer l'ouverture du noyau, il est important de déterminer si l'investissement supplémentaire nécessaire pour faire le dépistage ou le contrôle de performances dans les troupeaux multiplicateurs sera financièrement et économiquement rentable pour l'ensemble du système du système d'amélioration génétique. Le taux de rentabilité interne est utilisé pour évaluer les différents schémas.

Les investissements et coûts pour le contrôle des performances dans le noyau et les troupeaux multiplicateurs sont présentés au tableau 8. Les cash flow nets annualisés à 8 % de taux d'intérêt pour les schémas retenus sont présentés au tableau 9.

Le tableau 9 montre que le système fermé et le système ouvert avec dépistage s'équilibrent vers l'année 13 tandis que le système ouvert avec contrôle de performances s'équilibre en année 11. Avec le modèle 3, la possibilité de disposer de taureaux sélectionnés pour la base accroît le progrès génétique dans la base et de ce fait le bénéfice en dépit l'augmentation des coûts d'investissement nécessaires pour mettre en place le contrôle de performances dans les troupeaux multiplicateurs. En outre, le système avec dépistage qui donne plus de progrès génétique que le système fermé et qui est opéré avec des coûts additionnels assez modestes ne semble pas être économiquement plus avantageux que ce dernier.

Les taux de rentabilité pour les différents schémas sont présentés au tableau 10. Le taux de rentabilité interne avec le modèle 3 est en moyenne plus élevé que pour les autres modèles et ceci pour toutes les tailles de noyau. Le schéma le plus profitable est quand la taille du noyau est de 250 vaches.

Pour un système fermé, la taille du noyau affecte très peu la rentabilité du système; bien que un effectif de 250 vaches semble être plus avantageux. Dans le système ouvert avec dépistage, un noyau de petite taille (200 vaches) serait la meilleure option. Avec un contrôle de performances dans les troupeaux multiplicateurs, un noyau de 250 vaches serait à conseiller.

Les taux de rentabilité internes sont bien inférieurs aux taux d'intérêt commerciaux pratiqués au Sénégal. Le choix du taux d'intérêt à utiliser dans le calcul du taux de rentabilité a été discuté par Smith (1978). Il suggère d'utiliser un taux d'intérêt corrigé d'inflation dans l'annualisation des revenus nets et ceci donne une bonne estimation taux de préférence sociale utilisé pour les investissements publics.

Dans l'évaluation économique, seul le bénéfice réalisé dans la base est considéré. Le progrès génétique réalisé dans la base peut, avec un temps approprié, être diffusé dans les troupeaux environnants et par conséquent générer des bénéfices supplémentaires. De ce point de vue un programme comme celui-ci peut être considéré comme un projet d'intérêt public et par conséquent bénéficier d'un taux intérêt plus bas.

La mise en place d'un programme d'amélioration génétique devra tenir en compte la diffusion du progrès génétique. Les SNO, en favorisant une participation active des producteurs dans le programme, facilitent le processus de diffusion du progrès génétique. Un autre avantage des SNO particulièrement les systèmes avec contrôle de performances, est que tels systèmes peuvent être une composante d'un programme de vulgarisation en productions animales.

CONCLUSION

Les résultats de la simulation montrent que les SNO présentent des avantages sur les systèmes de sélection à noyau fermé. Les SNO donnent plus de progrès génétique et moins de variation dans la réponse que les systèmes fermés. Les gains génétiques réalisés les SNO sont les plus élevés quand le degré d'ouverture du noyau est inférieur à 40 %. Le modèle avec dépistage (modèle 1) est plus profitable quand le noyau est de faible taille (200 vaches). Le modèle 2 dans lequel les femelles de remplacement du noyau provenant des troupeaux multiplicateurs sont

sélectionnés un index intégrant la production laitière et le poids à 2 ans, ne semble pas être meilleur que le modèle fermé.

Le SNO avec contrôle de performances et la sélection des femelles de remplacement du noyau basée sur uniquement la production de lait (modèle 3) donne la meilleure rentabilité économique parmi les différents schémas testés. En dépit du coût plus élevé du contrôle de performances dans les troupeaux multiplicateurs et un progrès génétique moins élevé que dans le système avec dépistage (modèle 1), le modèle 3 en permettant de choisir, pour la base, des taureaux de niveaux génétique supérieur à la moyenne, présente un avantage économique sur le modèle 1.

La réduction des gains génétiques dans le noyau et l'accroissement des gains dans les troupeaux multiplicateurs durant les dernières années suggèrent que le noyau peut être ouvert durant les premières années et être fermé durant la deuxième moitié du programme de sélection. En outre, en mettant en place un contrôle de performances dans les troupeaux multiplicateurs, le SNO peut servir d'autres objectifs comme pour la vulgarisation de techniques modernes d'élevage. Les troupeaux multiplicateurs peuvent également servir une fois le contrôle de performances est bien établi, au testage des taureaux issus du noyau dans le cadre d'un progeny-test.

REFERENCES CITED

- Dundee O.L., C. Smith, and J.P. Gibson. 1989. A review of breeding strategies for genetic improvement of dairy cattle in developing countries. *Anim. Breed. Abstr.* 57:819.
- Colleau, J.J. 1986. Genetic improvement by embryo transfer within an open selection nucleus in dairy cattle. *Proceedings of the 3rd World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, July 16-22 1986, Lincoln, Nebraska, USA, Vol. 12, pp 127-132.*
- Cunningham, E.P. 1980. Methods for recording, evaluation and selection in adverse environments. *FAO/UNEP Technical Consultation on Animal Genetic Resources, Conservation and Management.* Rome.
- Dempfle, L. 1990. Report on genetic improvement of trypanotolerant livestock in West and Central Africa. *FAO, Rome.*
- Honkins, I.R. 1978. Some optimum age structures and selection methods in open nucleus breeding schemes with overlapping generations. *Anim. Sci.* 26:267.
- ILCA, 1978. Evaluation des productivites des races bovines Maure et Peul a la station du Sahel, Nieno, Mali. *ILCA Monography #1.*
- Jackson, N. and H.N. Turner. 1972. Optimal structure for a cooperative nucleus breeding system. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 9:55.
- James J.W. 1977. Open nucleus breeding systems. *Anim. Prod.* 24:287.
- James J.W. 1982. Economic aspects of developing breeding objectives: general considerations. In *Future developments in the genetic improvement of animals.* Barker, J.S.F., K. Hammond and A.E. McClintock (Eds), pp 107-118. *Academic Press, Sidney.*
- Jones, L.P. and K.M. Napier. 1980. Economic comparison of open and closed nucleus breeding schemes for wool production. *Agric. Systems* 5:71.
- Kasonta J.S. and G. Nitter. 1990. Efficiency of nucleus breeding schemes in dual-purpose cattle of Tanzania. *Anim. Prod.* 50:245.
- Meuwissen, T.H.E. 1991. Expectation and variance of genetic gain in open and closed nucleus and progeny testing schemes. *Anim. Prod.* 53:133.
- Moav, R. 1973. Economic evaluation of genetic differences. In *Agricultural Genetics, Selected Topics.* R. Moav (Ed.) *John Wiley and Sons, New York, NY.*
- Mueller J.P. and J.W. James. 1983. Effects of reduced variance due to selection in open nucleus breeding schemes. *Aust. J. Agric. Res.* 34:53.

{ Roden, J.A. 1994. Review of the theory of open nucleus breeding systems. Anim.Breed.Abstr. Vol 62:151.

{ Roden, J.A. 1995. A simulation study of open nucleus and closed nucleus breeding systems in a sheep population. Anim. Sci. 60:117.

Smith C. 1978. The effect of inflation and form of investment on the estimated value of genetic improvement in farm livestock. Anim. Prod. 26:101.

{ Smith C. 1988. Genetic improvement of livestock using nucleus breeding units. World Animal Review 65:2.

Sow, R.S., J.P. Denis, J.C.M. Trail, P.I. Thiongane, M. Mbaye and I. Diallo. 1988. Productivite du zebu Gobra au Centre de Recherches Zootechniques de Dahra (Senegal). ISRA Etudes et Documents.

Van Vleck, L.D. 1994. Algorithms for simulation of animal models with multiple traits and with maternal and non-additive genetic effects. Rev. Brasil. Genet. 17:53.

Tableau 1 : Paramètres de production dans le noyau et les troupeaux multiplicateurs

Paramètres	Noyau	Troupeaux multiplicateurs
Taux de vêlage annuel	0,80	0,65
Taux de survie annuel		
0 à 1 an	0,90	0,85
Supérieur à 1 an	0,95	0,90
Production laitière		
Moyenne phénotypique (kg)	500,00	500,00
Ecart type phénotypique (kg)	180,00	180,00
Poids 24 mois		
Moyenne phénotypique (kg)	250,00	250,00
Ecart type phénotypique (kg)	40,00	40,00

Table 2. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans le noyau avec le Modèle 1 (dépistage sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	285.6± 3.7	330.4± 3.1	330.3± 4.9	333.8± 4.2	333.4± 3.3
	ΔG_{16-30}	281.2± 3.4	269.6± 4.6	272.0± 3.8	273.5± 3.5	274.2± 3.9
	ΔG_{1-30}	283.4± 3.5	300.0± 4.1	301.2± 3.9	303.6± 4.1	304.0± 3.7
	G_{30}	8502.5±125.8	9000.7±108.6	9034.7±94.8	9109.2±106.6	9121.1± 117.8
250 vaches	ΔG_{1-15}	300.7± 5.4	336.4± 3.9	333.7± 4.5	333.8± 3.1	344.5± 4.8
	ΔG_{16-30}	283.9± 2.2	285.1± 3.0	281.3± 3.0	277.4± 2.3	271.2± 3.1
	ΔG_{1-15}	292.8± 4.1	310.7± 3.6	307.5± 3.9	305.6± 2.9	307.8± 4.2
	G_{30}	8769.1± 99.4	9322.8±104.6	9225.0±109.1	9168.5± 81.2	9234.6± 95.6
300 vaches	ΔG_{1-15}	303.4± 4.3	347.8± 3.0	338.8± 3.1	339.3± 3.0	343.3± 4.0
	ΔG_{16-30}	291.0± 1.5	286.0± 1.8	285.5± 4.3	269.3± 4.9	267.2± 4.3
	ΔG_{1-15}	297.2± 3.2	316.9± 2.7	312.2± 3.8	304.3± 4.2	305.3± 4.3
	G_{30}	8915.8± 97.1	9507.3±105.9	9365.9± 88.1	9128.5± 85.7	9158.5± 79.7

Tableau 3. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans le noyau avec le Modèle 2 (contrôle de performances et sélection sur un index intégrant lait et poids) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	285.6± 3.7	303.6± 6.5	314.8± 5.3	322.8± 5.7	296.7± 7.5
	ΔG_{16-30}	281.2± 3.4	280.5± 2.9	267.0± 3.4	246.6± 4.1	265.4± 3.2
	ΔG_{1-30}	283.4± 3.5	292.1± 5.0	290.9± 4.0	284.7± 5.1	281.1± 5.7
	G_{30}	8502.5±125.7	8762.4±107.1	8727.2±100.8	8540.8±100.7	8431.8± 72.3
250 vaches	ΔG_{1-15}	300.7± 5.4	304.8± 4.4	327.6± 6.1	302.4± 4.4	316.3± 5.2
	ΔG_{16-30}	283.9± 2.2	290.6± 3.2	270.3± 4.0	293.4± 3.5	261.6± 4.6
	ΔG_{1-30}	292.8± 4.1	297.7± 3.7	298.9± 5.8	297.9± 3.9	289.0± 4.2
	G_{30}	8769.1± 99.4	8931.3± 89.2	8967.9±107.4	8935.6± 95.8	8669.4± 96.1
300 vaches	ΔG_{1-15}	303.4± 4.3	317.8± 4.7	322.3± 4.9	313.6± 5.8	304.9± 5.2
	ΔG_{16-30}	291.0± 1.5	285.7± 3.2	286.8± 3.5	292.6± 2.0	275.5± 2.6
	ΔG_{1-30}	297.2± 3.2	301.8± 4.0	304.6± 4.3	303.1± 4.3	290.2± 4.9
	G_{30}	8915.8± 97.1	9053.0±101.8	9137.0± 84.0	9092.9± 82.8	8714.9± 81.5

Tableau 4. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans le noyau avec le Modèle 3 (contrôle de performances et sélection sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	285.6± 3.7	328.5± 4.8	325.7± 5.1	324.2± 4.7	308.3± 5.5
	ΔG_{16-30}	281.2± 3.4	274.0± 3.4	269.9± 3.3	265.8± 3.8	270.8± 2.7
	ΔG_{1-30}	283.4± 3.5	301.3± 4.2	297.7± 4.0	295.0± 4.4	289.6± 4.3
	G_{30}	8502.5±125.7	9038.3±115.2	8933.8± 96.8	8849.6± 98.6	8687.0± 94.9
250 vaches	ΔG_{1-15}	300.7± 5.4	321.6± 5.0	332.3± 7.3	323.8± 6.7	321.2± 7.5
	ΔG_{16-30}	283.9± 2.2	288.1± 2.7	269.8± 3.3	272.4± 2.6	256.6± 2.4
	ΔG_{1-30}	292.8± 4.1	304.9± 4.6	298.1± 5.2	298.1± 5.1	288.9± 5.6
	G_{30}	8769.1± 99.4	9145.7±112.6	9031.3± 87.9	8942.1±101.3	8666.7± 82.8
300 vaches	ΔG_{1-15}	303.4± 4.3	334.5± 4.5	331.1± 5.1	326.2± 4.6	314.2± 4.5
	ΔG_{16-30}	291.0± 1.5	288.0± 2.5	284.2± 2.1	279.8± 2.4	272.7± 2.2
	ΔG_{1-30}	297.2± 3.2	311.3± 3.7	307.7± 5.4	303.0± 3.7	293.5± 3.6
	G_{30}	8915.8± 97.1	9337.7±104.0	9229.7± 85.9	9089.0± 82.7	8804.5± 79.1

Tableau 5. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans les troupeaux multiplicateurs avec le Modèle 1 (dépistage sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Nucleus size	Genetic gain	Closed	20 %	30 %	40 %	50 %
200 cows	ΔG_{1-15}	142.5± 2.8	172.6± 3.4	170.6± 4.2	170.7± 4.0	170.1± 5.2
	ΔG_{16-30}	252.9± 1.3	258.2± 1.7	260.8± 2.0	255.4± 2.3	259.3± 1.8
	ΔG_{1-15}	197.7± 3.0	215.5± 3.0	215.7± 3.7	213.1± 3.5	214.7± 4.1
	G_{30}	5931.5± 75.6	6462.2± 77.8	6471.0± 67.6	6391.7± 78.7	6439.7± 67.8
250 cows	ΔG_{1-15}	161.1± 2.9	172.1± 4.0	173.1± 4.2	174.2± 4.2	178.8± 4.2
	ΔG_{16-30}	254.7± 1.6	265.7± 1.2	264.0± 1.8	262.4± 1.7	255.3± 1.3
	ΔG_{1-15}	207.9± 2.9	218.9± 3.4	218.6± 3.6	218.3± 3.5	217.0± 3.5
	G_{30}	6237.1± 70.5	6565.9± 77.3	6556.9± 60.6	6549.6± 59.6	6511.3± 67.8
300 cows	ΔG_{1-15}	165.1± 3.6	187.4± 4.1	181.9± 3.8	181.5± 4.1	174.8± 4.0
	ΔG_{16-30}	266.9± 1.2	273.3± 1.4	269.9± 1.0	264.1± 1.6	264.7± 1.2
	ΔG_{1-15}	216.0± 3.3	230.4± 3.4	225.9± 3.2	222.8± 3.4	219.8± 3.4
	G_{30}	6479.9± 67.5	6910.9± 70.8	6776.6± 57.8	6684.5± 61.8	6592.7± 55.0

Tableau 6. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans les troupeaux multiplicateurs avec le Modèle 2 (contrôle de performances et sélection sur un index intégrant lait et poids) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	142.5± 2.8	145.9± 4.1	156.3± 4.3	143.4± 4.2	132.5± 4.4
	ΔG_{16-30}	252.9± 1.3	258.6± 1.4	255.3± 1.4	253.1± 2.0	245.8± 1.6
	ΔG_{1-30}	197.7± 3.0	202.2± 3.7	205.8± 3.6	198.3± 3.7	189.2± 3.9
	G_{30}	5931.5± 75.6	6067.2± 69.6	6175.4± 75.7	5997.6± 70.4	5675.2± 55.3
250 vaches	ΔG_{1-15}	161.1± 2.9	152.7± 3.5	154.5± 3.7	149.7± 4.0	146.9± 4.1
	ΔG_{16-30}	254.7± 1.6	264.5± 1.5	262.7± 2.1	262.7± 1.7	258.5± 1.5
	ΔG_{1-30}	207.9± 2.9	208.6± 3.4	208.6± 3.5	206.2± 3.7	202.7± 3.7
	G_{30}	6237.1± 70.5	6258.7± 65.5	6257.8± 62.2	6186.7± 68.1	5998.8± 60.3
300 vaches	ΔG_{1-15}	165.1± 3.6	164.5± 3.4	164.5± 4.6	158.9± 3.9	154.6± 4.1
	ΔG_{16-30}	266.9± 1.2	270.2± 1.4	262.1± 1.3	264.6± 1.4	257.1± 1.6
	ΔG_{1-30}	216.0± 3.3	217.4± 3.2	213.3± 3.8	211.8± 3.5	205.9± 3.6
	G_{30}	6479.9± 67.5	6521.2± 70.7	6398.7± 61.2	6353.3± 55.1	6176.1± 67.2

Tableau 7. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans les troupeaux multiplicateurs avec le Modèle 3 (contrôle de performances et sélection sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	142.5± 2.8	161.1± 3.9	154.1± 4.0	158.7± 4.4	153.8± 4.7
	ΔG_{16-30}	252.9± 1.3	259.8± 1.8	269.7± 1.8	249.2± 1.8	247.1± 1.4
	ΔG_{1-30}	197.7± 3.0	210.5± 3.5	211.9± 3.7	204.0± 3.7	200.5± 3.8
	G_{30}	5931.5± 75.6	6314.2± 67.7	6356.8± 63.4	6119.5± 61.6	6014.4± 69.2
250 vaches	ΔG_{1-15}	161.1± 2.9	163.8± 4.1	169.2± 4.2	164.0± 4.1	160.2± 4.5
	ΔG_{16-30}	254.7± 1.6	270.6± 1.4	260.4± 1.2	253.2± 1.3	245.4± 1.4
	ΔG_{1-30}	207.9± 2.9	217.2± 3.3	214.8± 3.0	208.6± 3.4	202.8± 3.7
	G_{30}	6237.1± 70.5	6516.9± 75.1	6444.0± 75.0	6258.1± 69.9	6083.4± 62.6
300 vaches	ΔG_{1-15}	165.1± 3.6	168.7± 3.4	165.7± 3.4	165.2± 3.6	158.1± 5.4
	ΔG_{16-30}	266.9± 1.2	279.5± 1.6	267.0± 1.1	266.6± 1.1	253.7± 1.4
	ΔG_{1-30}	216.0± 3.3	224.1± 3.6	216.4± 3.5	215.9± 3.2	205.9± 4.3
	G_{30}	6479.9± 67.5	6722.9± 68.8	6490.4± 67.8	6476.7± 50.7	6177.1± 56.4

Table 8: Coûts des investissements et du contrôle de performances par vache dans le noyau en F. CFA

Schéma de sélection	Investissements	Coûts de contrôle de performances
Système fermé	3000000	13600
Système ouvert avec dépistage	-	15900
Système ouvert avec contrôle de performances	9000000	20900

Table 9: Cash flow annuels en F. CFA pour le neuf schémas testés.

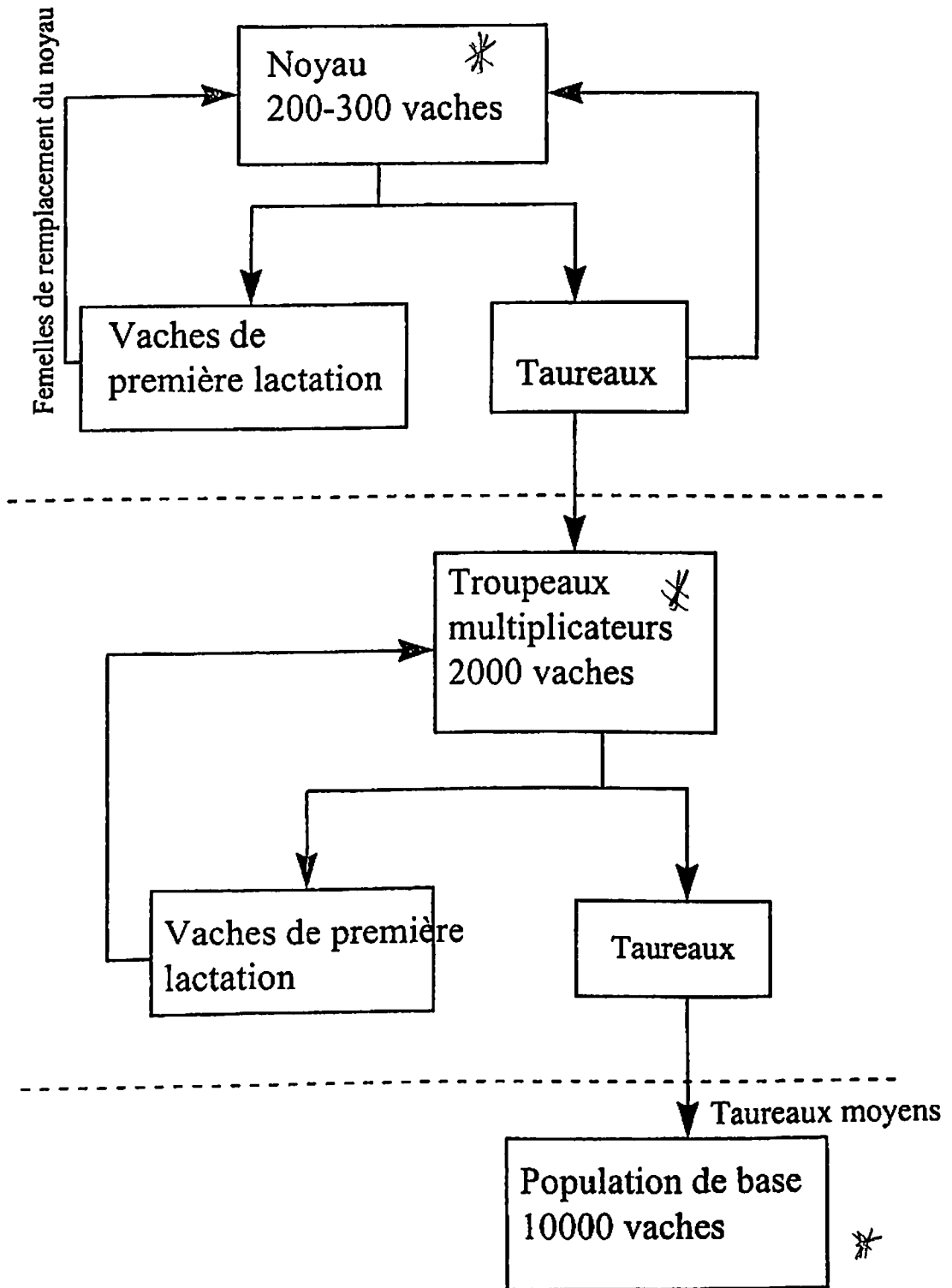
Année	Fermé 200 vaches	Fermé 250 vaches	Fermé 300 vaches	Modèle 1 200 vaches	Modèle 1 250 vaches	Modèle 1 300 vaches	Modèle 3 200 vaches	Modèle 3 250 vaches	Modèle 3 300 vaches
0	-3000000	-3000000	-3000000	-3000000	-3000000	-3000000	-9000000	-9000000	-9000000
1	-2523148	-2777778	-3032407	-2944444	-3148148	-3444444	-3875000	-4115741	-4370370
2	-2336248	-2572016	-2807785	-2726337	-2914952	-3189300	-3587963	-3810871	-4046639
3	-2163193	-2381497	-2599801	-2524387	-2699030	-2953056	-3322188	-3528584	-3746888
4	-2002956	-2205090	-2407223	-2337395	-2499101	-2734311	-3076100	-3267208	-3469341
5	-1854589	-2041750	-2228910	-2164255	-2824420	-2531769	-1938552	-2219805	-2410682
6	-1717212	-1890509	-2063806	-2003939	-2142577	-2344231	-1026269	-1339221	-1479418
7	-1509594	-1685541	-1814281	-1796129	-1973412	-2152699	-929367	-1146305	-1280329
8	-1228507	-1364742	-1436165	-1603568	-1711891	-1836678	-743380	-818404	-978964
9	-1024029	-1052440	-1143789	-1305107	-1370210	-1438368	-595758	-555970	-734342
10	-825124	-814289	-896508	-838214	-995829	-1001854	-377580	-270583	-490662
11	-553434	-565124	-532834	-527036	-688099	-637379	-83045	106878	-211477
12	-305671	-289439	-238508	-326923	-397796	-358607	197426	369871	61820
13	-92330	-36408	-80150	-25889	-80663	-52303	441526	520282	353273
14	100857	199173	119036	254543	125951	224913	716799	770635	647181
15	297390	421286	372461	446442	291524	463118	940722	1037385	912975
16	479076	598694	604950	638656	515763	684148	1143258	1234888	1127003
17	615885	743622	785808	832144	763317	835450	1299412	1418490	1310882
18	731205	878897	902787	1008992	947475	989329	1411741	1550580	1485224
19	869034	1025968	1025040	1130177	1067149	1170354	1539718	1631420	1608364
20	1014936	1147879	1166439	1236197	1186602	1307419	1629303	1751875	1680548
21	1123184	1230313	1279207	1379158	1315007	1440144	1715190	1857131	1771445
22	1216216	1322862	1385224	1465514	1427680	1564186	1809758	1884033	1895564
23	1290790	1416941	1475387	1516025	1516711	1638995	1882016	1923455	1987298
24	1338767	1487232	1534685	1582275	1580883	1685320	1942396	2020944	2019907
25	1393932	1539020	1586352	1639729	1631157	1719240	1978234	2068368	2050769
26	1450419	1565403	1620556	1678920	1673756	1753340	1986477	2044167	2085597
27	1483322	1579527	1634356	1710337	1698976	1791084	1988017	2042260	2087982
28	1506157	1605906	1652543	1736383	1715381	1814901	1991253	2042001	2082691
29	1525622	1629017	1671902	1740482	1730314	1822803	1986641	2023417	2073071
30*	4518104	4899752	5118783	5245310	5322356	5682693	5943567	6195268	6346829

*Comprend les valeurs annualisées des gains génétiques accumulés à l'année 30 sur les vaches dans le noyau, les troupeaux multiplicateurs et la base.

Table 10: Taux de rentabilité internes (%) pour les neuf schémas comparés.

Taille du noyau	Système fermé	Système ouvert avec dépistage	Système ouvert avec contrôle de performances
200 cows	7.95	8.25	8.65
250 cows	8.15	7.60	8.70
300 cows	7.90	7.80	8.20

Figure 1. Diagramme d'un système à noyau fermé



Modèle 1 = Demiflo

Figure 2. Diagramme d'un système à noyau ouvert avec dépistage de vaches dans les troupeaux multiplicateurs (Modèle I).

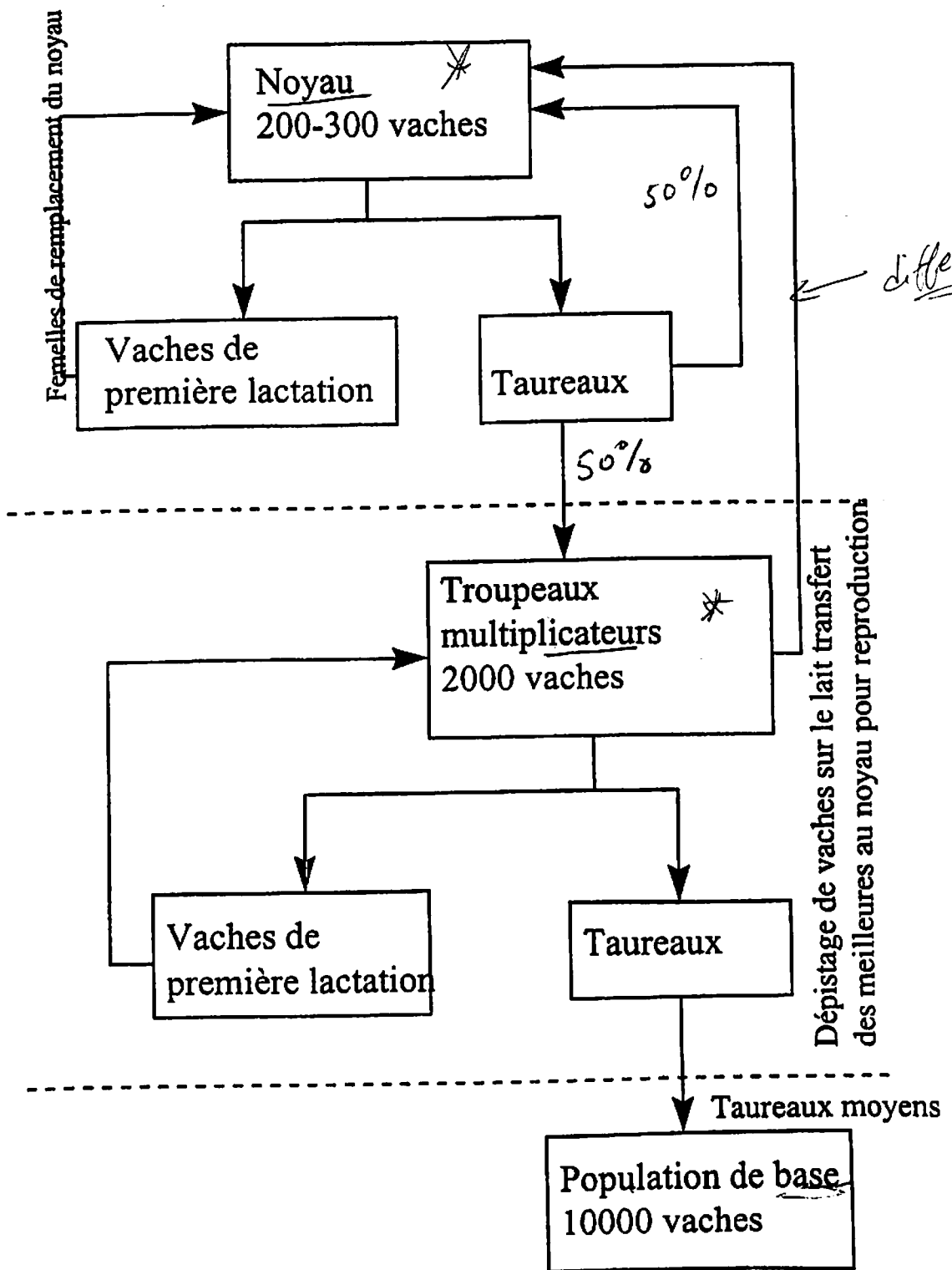
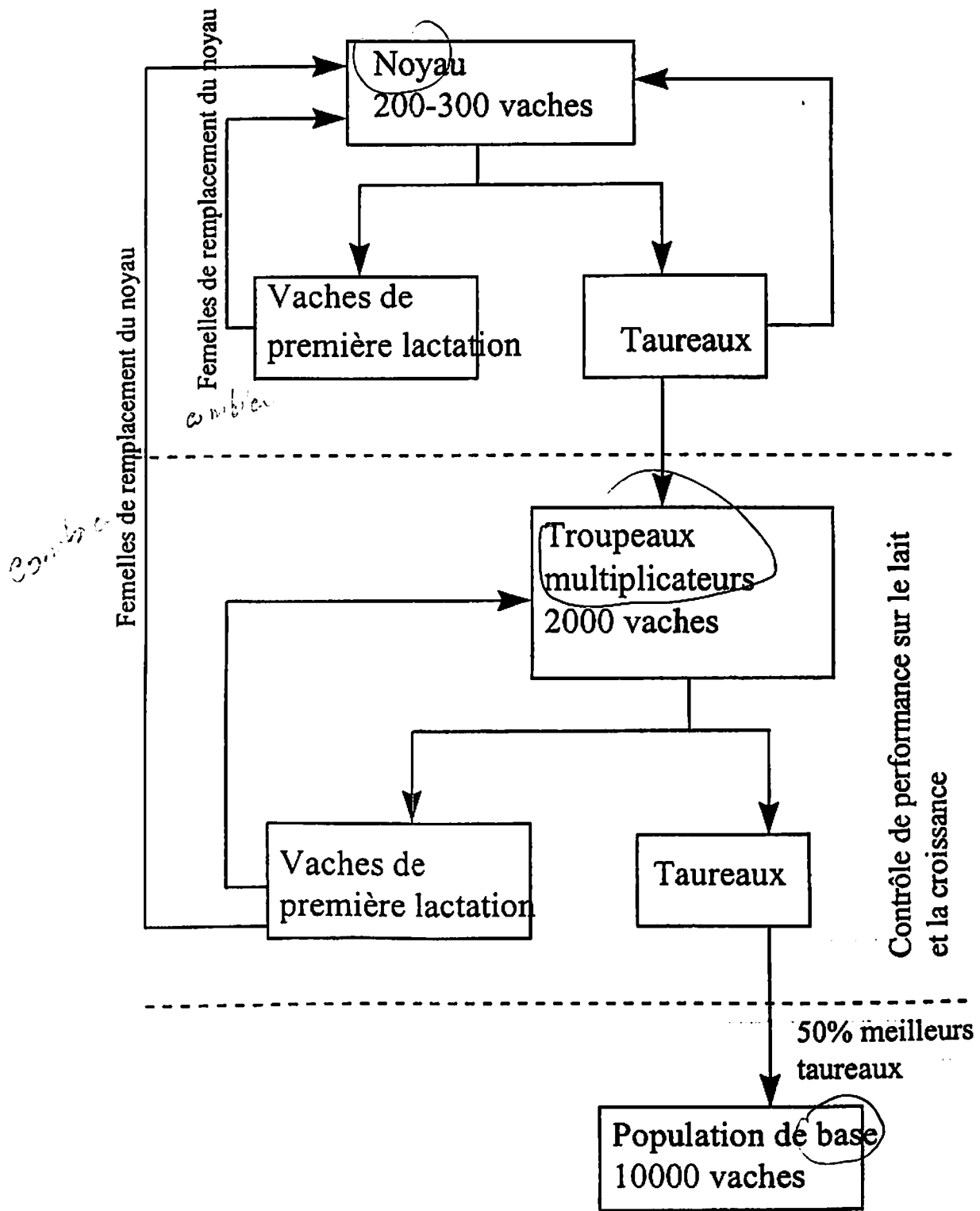


Figure 3. Diagramme d'un système à noyau ouvert avec contrôle de performance dans les troupeaux multiplicateurs (Modèles II and III).



**EVALUATION DE MODELES DE SELECTION
A NOYAU OUVERT POUR LES BOVINS AU
SENEGAL**

Un système de sélection à noyau ouvert (SNO) est défini comme un système de sélection où une partie des femelles de remplacement du noyau de sélection sont choisies dans les troupeaux commerciaux.

Jackson et Turner, 1972

James , 1977 : Développement théorique

Cunningham, 1980 : système de sélection sans I. A. ou contrôle de performance

Bundoc et al., 1989 : procédures simples de sélection dans les troupeaux villageois

Dempflé, 1990 : SNO pour le bétail trypanotolérant.

MODELES DE SELECTION ANALYSES

Trois modèles de SNO avec 3 niveaux génétiques

Modèle 1 : SNO avec dépistage sur le lait dans les troupeaux multiplicateurs

Modèle 2 : SNO avec contrôle de performances (lait et croissance) dans les troupeaux multiplicateurs et sélection basée sur index lait et croissance

Modèle 3 : SNO avec contrôle de performances (lait et croissance) et sélection basée sur uniquement lait.

Chaque modèle avec

3 tailles de noyau : 200, 250 et 300 vaches

5 degrés d'ouverture : 0, 20, 30, 40 et 50 %

Troupeaux multiplicateurs : 2000 vaches

Base : 10000 vaches

Figure 1. Diagramme d'un système à noyau fermé

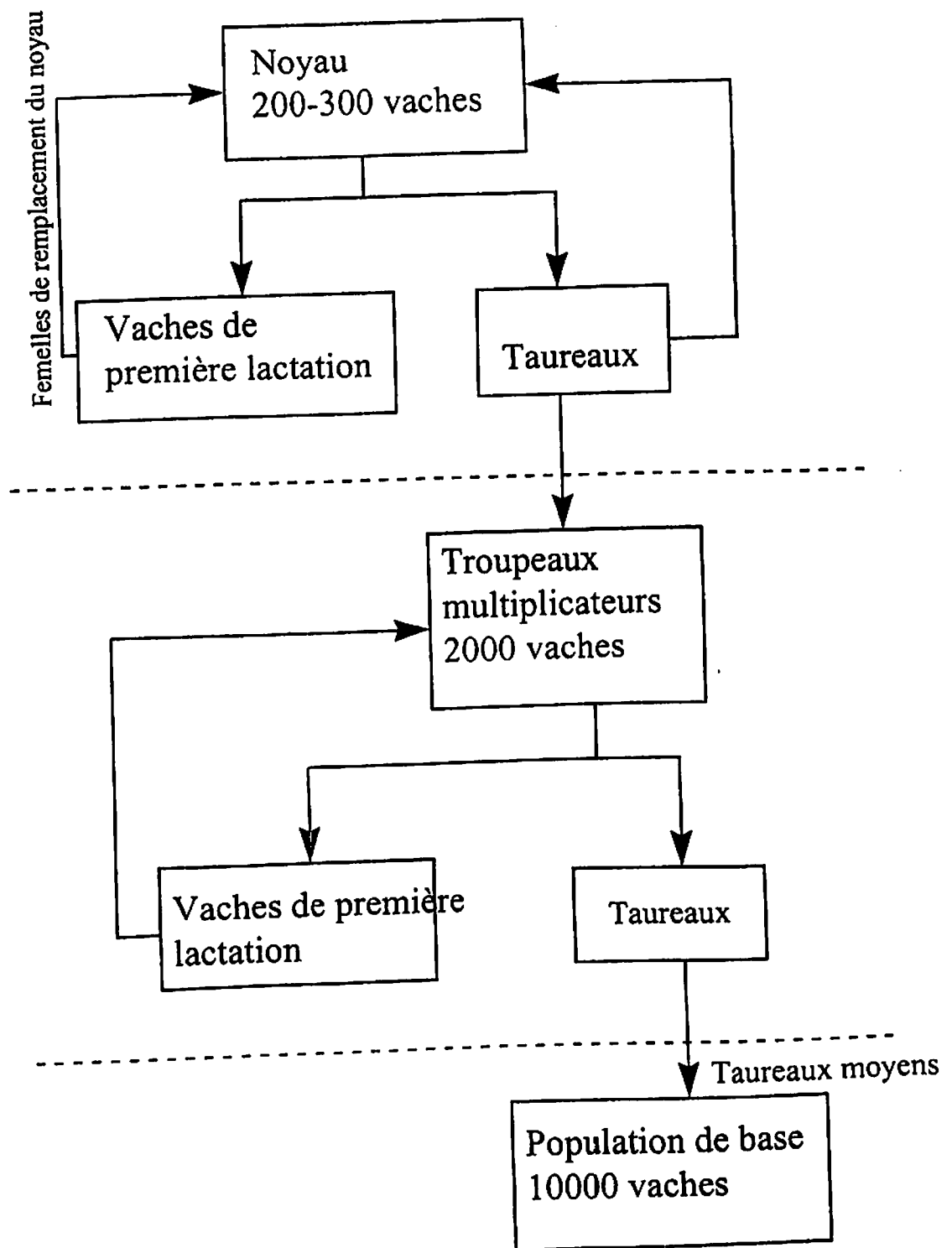


Figure 2. Diagramme d'un système à noyau ouvert avec dépistage de vaches dans les troupeaux multiplicateurs (Modèle I).

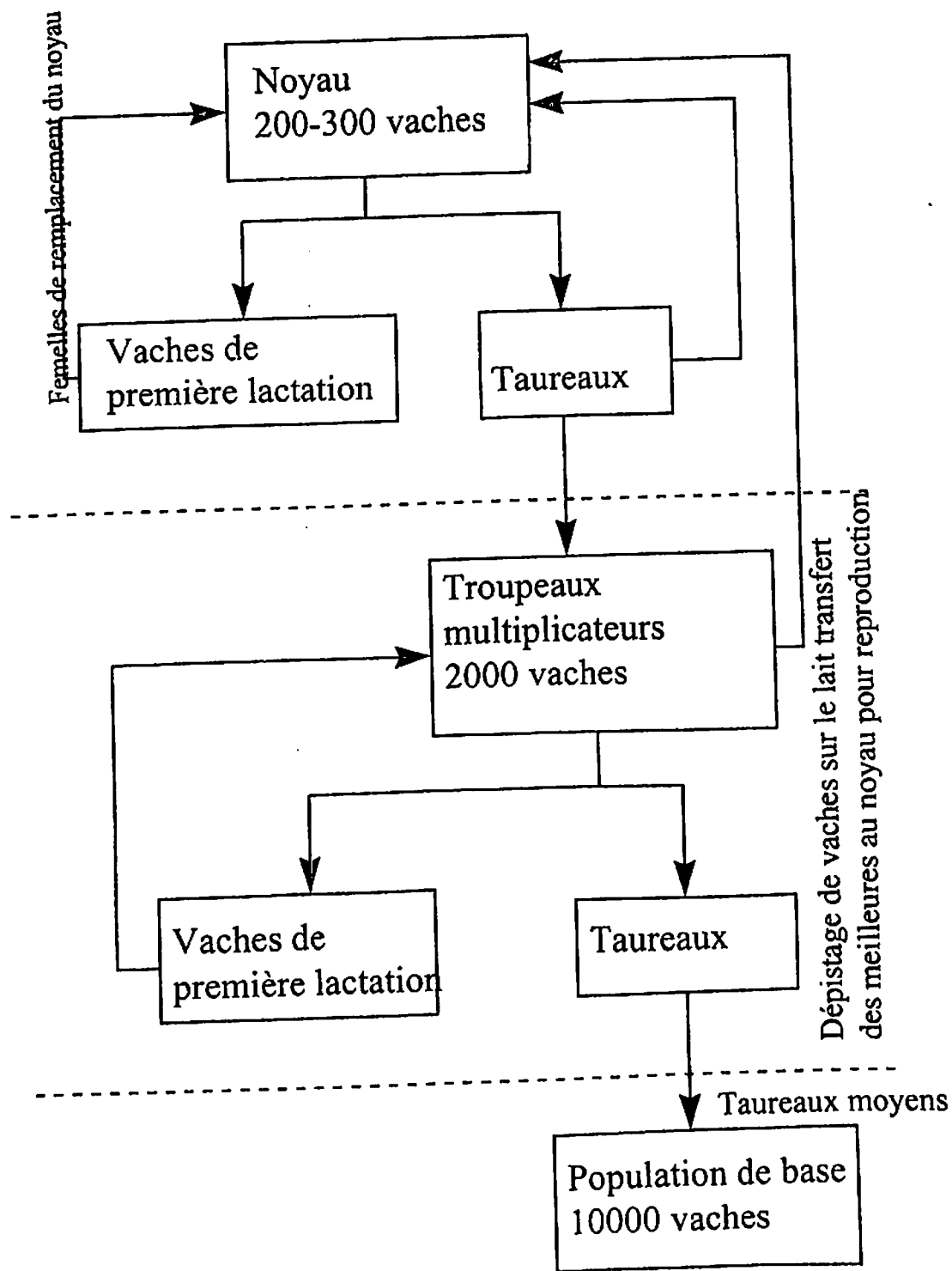
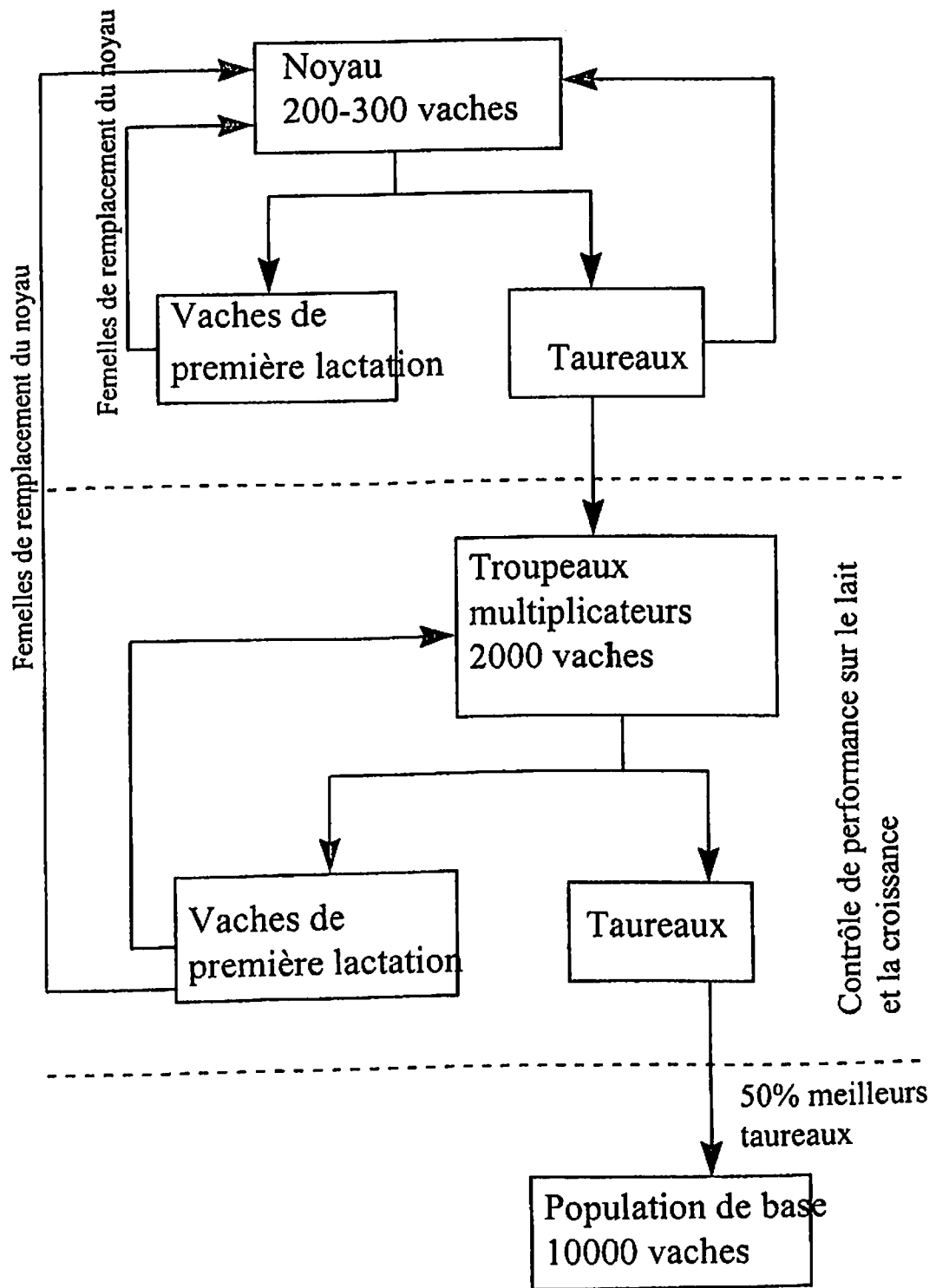


Figure 3. Diagramme d'un système à noyau ouvert avec contrôle de performance dans les troupeaux multiplicateurs (Modèles II and III).



PROCEDURES DE SIMULATION

Animaux de fondation :

$$P_{ij} = \mu_i + g_{ij} + e_{ij}$$

$$g_j = L_g z_j$$

g_j , vecteur des valeurs génétiques pour l'animal j ;
 L_g décomposition de Choleski de la matrice de covariance des caractères considérés ;
 z_j vecteur d'écart normaux standardisés et indépendants uniques à l'animal j .

e_j vecteur d'écart dû au milieu.

Tous les animaux âgés de 2 ans et plus sont générés de cette façon.

Les valeurs génétiques des veaux sont générées comme suit :

$$g_j = 1/2 g_{j(d)} + L_g z_j \sqrt{1 - a_{j(d),j}^2}$$

où g_j et z_j sont définis comme ci-dessus ;

$g_{j(d)}$ est le vecteur des valeurs génétiques de la mère de l'animal j ;

$a_{j(d),j}$ est le coefficient de relation génétique additive entre l'animal j et sa mère, c'est à dire 0,5.

Animaux nés après :

$$g_j = 0,5*(g_{s(j)} + g_{d(j)}) + m_j$$

$$m_j \sim \text{MVN}(0, 0,5(1-F) V_{g0})$$

$$m_j = \sqrt{0,5(1-F)} L_g z_j$$

Poids économiques

$$\text{lait} = 45 F$$

$$\text{Poids} = 70 F$$

Index de sélection

$$\text{Mâles : } 810 X_1 + 840 X_2$$

$$\text{Femelles : } 1620 X_1 + 840 X_2$$

$$\Delta G_{i-j} = (G_i - G_j)/(j-i) \text{ avec } j > i.$$

$$\Delta F_i = (F_i - F_{i-1})/(1 - F_{i-1}).$$

Durée de sélection : 30 ans
50 réplifications par schéma

Tableau 1 : Paramètres de production dans le noyau et les troupeaux multiplicateurs

Paramètres	Noyau	Troupeaux multiplicateurs
Taux de vêlage annuel	0,80	0,65
Taux de survie annuel		
0 à 1 an	0,90	0,85
> 1 an	0,95	0,90
Production laitière		
Moyenne	500,00	500,00
phénotypique (kg)		
Ecart type	180,00	180,00
phénotypique (kg)		
Poids 24 mois		
Moyenne	250,00	250,00
phénotypique (kg)		
Ecart type	40,00	40,00
phénotypique (kg)		

Table 2. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans le noyau avec le Modèle 1 (dépistage sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	285.6± 3.7	330.4± 3.1	330.3± 4.9	333.8± 4.2	333.4± 3.3
	ΔG_{16-30}	281.2± 3.4	269.6± 4.6	272.0± 3.8	273.5± 3.5	274.2± 3.9
	ΔG_{1-30}	283.4± 3.5	300.0± 4.1	301.2± 3.9	303.6± 4.1	304.0± 3.7
	G_{30}	8502.5±125.8	9000.7±108.6	9034.7±94.8	9109.2±106.6	9121.1±117.8
250 vaches	ΔG_{1-15}	300.7± 5.4	336.4± 3.9	333.7± 4.5	333.8± 3.1	344.5± 4.8
	ΔG_{16-30}	283.9± 2.2	285.1± 3.0	281.3± 3.0	277.4± 2.3	271.2± 3.1
	ΔG_{1-30}	292.8± 4.1	310.7± 3.6	307.5± 3.9	305.6± 2.9	307.8± 4.2
	G_{30}	8769.1± 99.4	9322.8±104.6	9225.0±109.1	9168.5± 81.2	9234.6± 95.6
300 vaches	ΔG_{1-15}	303.4± 4.3	347.8± 3.0	338.8± 3.1	339.3± 3.0	343.3± 4.0
	ΔG_{16-30}	291.0± 1.5	286.0± 1.8	285.5± 4.3	269.3± 4.9	267.2± 4.3
	ΔG_{1-15}	297.2± 3.2	316.9± 2.7	312.2± 3.8	304.3± 4.2	305.3± 4.3
	G_{30}	8915.8± 97.1	9507.3±105.9	9365.9± 88.1	9128.5± 85.7	9158.5± 79.7

Tableau 3. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans le noyau avec le Modèle 2 (contrôle de performances et sélection sur un index intégrant lait et poids) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	285.6± 3.7	303.6± 6.5	314.8± 5.3	322.8± 5.7	296.7± 7.5
	ΔG_{16-30}	281.2± 3.4	280.5± 2.9	267.0± 3.4	246.6± 4.1	265.4± 3.2
	ΔG_{1-30}	283.4± 3.5	292.1± 5.0	290.9± 4.0	284.7± 5.1	281.1± 5.7
	G_{30}	8502.5±125.7	8762.4±107.1	8727.2±100.8	8540.8±100.7	8431.8±72.3
250 vaches	ΔG_{1-15}	300.7± 5.4	304.8± 4.4	327.6± 6.1	302.4± 4.4	316.3± 5.2
	ΔG_{16-30}	283.9± 2.2	290.6± 3.2	270.3± 4.0	293.4± 3.5	261.6± 4.6
	ΔG_{1-30}	292.8± 4.1	297.7± 3.7	298.9± 5.8	297.9± 3.9	289.0± 4.2
	G_{30}	8769.1± 99.4	8931.3± 89.2	8967.9±107.4	8935.6± 95.8	8669.4±96.1
300 vaches	ΔG_{1-15}	303.4± 4.3	317.8± 4.7	322.3± 4.9	313.6± 5.8	304.9± 5.2
	ΔG_{16-30}	291.0± 1.5	285.7± 3.2	286.8± 3.5	292.6± 2.0	275.5± 2.6
	ΔG_{1-30}	297.2± 3.2	301.8± 4.0	304.6± 4.3	303.1± 4.3	290.2± 4.9
	G_{30}	8915.8± 97.1	9053.0±101.8	9137.0± 84.0	9092.9± 82.8	8714.9±81.5

Tableau 4. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans le noyau avec le Modèle 3 (contrôle de performances et sélection sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	285.6± 3.7	328.5± 4.8	325.7± 5.1	324.2± 4.7	308.3± 5.5
	ΔG_{16-30}	281.2± 3.4	274.0± 3.4	269.9± 3.3	265.8± 3.8	270.8± 2.7
	ΔG_{1-30}	283.4± 3.5	301.3± 4.2	297.7± 4.0	295.0± 4.4	289.6± 4.3
	G_{30}	8502.5±125.	9038.3±115.2	8933.8± 96.8	8849.6± 98.6	8687.0± 94.9
		7				
250 vaches	ΔG_{1-15}	300.7± 5.4	321.6± 5.0	332.3± 7.3	323.8± 6.7	321.2± 7.5
	ΔG_{16-30}	283.9± 2.2	288.1± 2.7	269.8± 3.3	272.4± 2.6	256.6± 2.4
	ΔG_{1-30}	292.8± 4.1	304.9± 4.6	298.1± 5.2	298.1± 5.1	288.9± 5.6
	G_{30}	8769.1± 99.4	9145.7±112.6	9031.3± 87.9	8942.1±101.3	8666.7± 82.8
300 vaches	ΔG_{1-15}	303.4± 4.3	334.5± 4.5	331.1± 5.1	326.2± 4.6	314.2± 4.5
	ΔG_{16-30}	291.0± 1.5	288.0± 2.5	284.2± 2.1	279.8± 2.4	272.7± 2.2
	ΔG_{1-30}	297.2± 3.2	311.3± 3.7	307.7± 5.4	303.0± 3.7	293.5± 3.6
	G_{30}	8915.8± 97.1	9337.7±104.0	9229.7± 85.9	9089.0± 82.7	8804.5± 79.1

Tableau 5. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans les troupeaux multiplicateurs avec le Modèle 1 (dépistage sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	142.5± 2.8	172.6± 3.4	170.6± 4.2	170.7± 4.0	170.1± 5.2
	ΔG_{16-30}	252.9± 1.3	258.2± 1.7	260.8± 2.0	255.4± 2.3	259.3± 1.8
	ΔG_{1-30}	197.7± 3.0	215.5± 3.0	215.7± 3.7	213.1± 3.5	214.7± 4.1
	G_{30}	5931.5± 75.6	6462.2± 77.8	6471.0± 67.6	6391.7± 78.7	6439.7± 67.8
250 vaches	ΔG_{1-15}	161.1± 2.9	172.1± 4.0	173.1± 4.2	174.2± 4.2	178.8± 4.2
	ΔG_{16-30}	254.7± 1.6	265.7± 1.2	264.0± 1.8	262.4± 1.7	255.3± 1.3
	ΔG_{1-30}	207.9± 2.9	218.9± 3.4	218.6± 3.6	218.3± 3.5	217.0± 3.5
	G_{30}	6237.1± 70.5	6565.9± 77.3	6556.9± 60.6	6549.6± 59.6	6511.3± 67.8
300 vaches	ΔG_{1-15}	165.1± 3.6	187.4± 4.1	181.9± 3.8	181.5± 4.1	174.8± 4.0
	ΔG_{16-30}	266.9± 1.2	273.3± 1.4	269.9± 1.0	264.1± 1.6	264.7± 1.2
	ΔG_{1-30}	216.0± 3.3	230.4± 3.4	225.9± 3.2	222.8± 3.4	219.8± 3.4
	G_{30}	6479.9± 67.5	6910.9± 70.8	6776.6± 57.8	6684.5± 61.8	6592.7± 55.0

Tableau 6. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans les troupeaux multiplicateurs avec le Modèle 2 (contrôle de performances et sélection sur un index intégrant lait et poids) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	142.5± 2.8	145.9± 4.1	156.3± 4.3	143.4± 4.2	132.5± 4.4
	ΔG_{16-30}	252.9± 1.3	258.6± 1.4	255.3± 1.4	253.1± 2.0	245.8± 1.6
	ΔG_{1-30}	197.7± 3.0	202.2± 3.7	205.8± 3.6	198.3± 3.7	189.2± 3.9
	G_{30}	5931.5± 75.6	6067.2± 69.6	6175.4± 75.7	5997.6± 70.4	5675.2± 55.3
250 vaches	ΔG_{1-15}	161.1± 2.9	152.7± 3.5	154.5± 3.7	149.7± 4.0	146.9± 4.1
	ΔG_{16-30}	254.7± 1.6	264.5± 1.5	262.7± 2.1	262.7± 1.7	258.5± 1.5
	ΔG_{1-30}	207.9± 2.9	208.6± 3.4	208.6± 3.5	206.2± 3.7	202.7± 3.7
	G_{30}	6237.1± 70.5	6258.7± 65.5	6257.8± 62.2	6186.7± 68.1	5998.8± 60.3
300 vaches	ΔG_{1-15}	165.1± 3.6	164.5± 3.4	164.5± 4.6	158.9± 3.9	154.6± 4.1
	ΔG_{16-30}	266.9± 1.2	270.2± 1.4	262.1± 1.3	264.6± 1.4	257.1± 1.6
	ΔG_{1-30}	216.0± 3.3	217.4± 3.2	213.3± 3.8	211.8± 3.5	205.9± 3.6
	G_{30}	6479.9± 67.5	6521.2± 70.7	6398.7± 61.2	6353.3± 55.1	6176.1± 67.2

Tableau 7. Taux annuels de progrès génétique durant les premières années (ΔG_{1-15}) et les dernières années (ΔG_{16-30}) et le gain génétique accumulé à l'année 30 (G_{30}) en F. CFA dans les troupeaux multiplicateurs avec le Modèle 3 (contrôle de performances et sélection sur le lait) avec différents degrés d'ouverture du noyau.

Taille du noyau	Gain génétique	Fermé	20 %	30 %	40 %	50 %
200 vaches	ΔG_{1-15}	142.5± 2.8	161.1± 3.9	154.1± 4.0	158.7± 4.4	153.8± 4.7
	ΔG_{16-30}	252.9± 1.3	259.8± 1.8	269.7± 1.8	249.2± 1.8	247.1± 1.4
	ΔG_{1-30}	197.7± 3.0	210.5± 3.5	211.9± 3.7	204.0± 3.7	200.5± 3.8
	G_{30}	5931.5± 75.6	6314.2± 67.7	6356.8± 63.4	6119.5± 61.6	6014.4± 69.2
250 vaches	ΔG_{1-15}	161.1± 2.9	163.8± 4.1	169.2± 4.2	164.0± 4.1	160.2± 4.5
	ΔG_{16-30}	254.7± 1.6	270.6± 1.4	260.4± 1.2	253.2± 1.3	245.4± 1.4
	ΔG_{1-30}	207.9± 2.9	217.2± 3.3	214.8± 3.0	208.6± 3.4	202.8± 3.7
	G_{30}	6237.1± 70.5	6516.9± 75.1	6444.075.0	6258.1± 69.9	6083.4± 62.6
300 vaches	ΔG_{1-15}	165.1± 3.6	168.7± 3.4	165.7± 3.4	165.2± 3.6	158.1± 5.4
	ΔG_{16-30}	266.9± 1.2	279.5± 1.6	267.0± 1.1	266.6± 1.1	253.7± 1.4
	ΔG_{1-30}	216.0± 3.3	224.1± 3.6	216.4± 3.5	215.9± 3.2	205.9± 4.3
	G_{30}	6479.9± 67.5	6722.9± 68.8	6490.4± 67.8	6476.7± 50.7	6177.1± 56.4

Table 8: Coûts des investissements et du contrôle de performances par vache dans le noyau en F. CFA

Schéma de sélection	Investissements	Coûts de contrôle de performances
Système fermé	3000000	13600
Système ouvert avec dépistage	-	15900
Système ouvert avec contrôle de performances	9000000	20900

Table 10: Taux de rentabilité internes (%) pour les neuf schémas comparés.

Taille noyau	Système fermé	Système ouvert avec dépistage	Système ouvert avec contrôle de performances
200 vaches	7.95	8.25	8.65
250 vaches	8.15	7.60	8.70
300 vaches	7.90	7.80	8.20

2 . 5 Mise au point de techniques et méthodes pour l'amélioration des productions agricoles « amélioration du taurin Ndama par le schéma génétique à noyau ouvert (R22)

**ISR./SOHC
CRZ DE KOLDA**

**ATELIER DE PRESENTATION DES RESULTATS :« AGRICULTURE
/GRN - ELEVAGE DANS LES REGIONS DE BASSE ET MOYENNE
CASAMANCE (BMC), ET DU SENEGAL ORIENTAL ET HAUTE
CASAMANCE (SOHC) », DU 17 AU 20 FEVRIER 1998, A KOLDA**

THEME :

**MISE AU POINT DE TECHNIQUES ET DE METHODES POUR
L'AMELIORATION DES PRODUCTIONS AGRICOLES : « AMELIORATION DU
TAURIN NDAMA PAR LE SCHEMA D'AMELIORATION GENETIQUE A NOYAU
OUVERT »**

**MAMADOU ALASSANE BA
PAPA NOUHINE DIEYE**

AVEC LA COLLABORATION DE :

MALANG	BAYO
SALIOU	NIANG
ABDOUL AZIZ	DIALLO
ANSOUMANA	DIOKOU
ALADJI	DIACK

I. JUSTIFICATIF :

Le troupeau de la station constitue le fondement des activités de recherches zootechniques du CRZ. Il est le noyau qui permet d'étudier et d'améliorer les potentialités génétiques de la race Ndama dans la zone agroécologique.

Le programme d'amélioration génétique mis en place depuis 20 ans a permis d'obtenir des performances intéressantes (Fall *et al.*, 1982).

Toutefois, ce troupeau reste relativement réduit et limite la base de sélection. Pour augmenter cette base et en élargir la variabilité tout en accélérant la diffusion du progrès génétique obtenu en station, un nouveau schéma de sélection, le "système d'amélioration génétique à noyau ouvert (SAGNO)", est introduit au CRZ de Kolda, depuis 1992 (Sissokho *et al.*, 1993).

Les agropasteurs engagés dans le SAGNO ont montré leur adhésion à ce programme. Ils ont consenti à mettre leurs meilleures laitières à la disposition du Centre sans contre partie financière du fait qu'ils en attendent, à moyen terme « l'amélioration des performances de production et du potentiel laitier mais aussi des autres aspects d'importance économiques, telles que la trypanotolérance, la production de viande et la force de travail (Demflé, 1993) »

Par ailleurs, la diffusion du progrès génétique acquis en station dans le milieu villageois, selon un processus itératif, aussi bien par la cession des géniteurs aux agropasteurs que par l'utilisation des outils biotechnologiques, telle que l'insémination artificielle, exige des géniteurs de qualité qui soient testés et validés du point de vue andrologique. Ce test et cette validation sont importants pour pratiquer des accouplements raisonnés (Planchenault, 1993).

II. METHODOLOGIE

Le travail est réalisé aussi bien en station qu'en milieu villageois (screening).

2.1. Station

En station il est assuré un suivi zootechnique et sanitaire :

Le troupeau de la station qui s'élève à 164 têtes, composé de 113 femelles et de 54 mâles, est réparti en 5 lots :

- un lot de suitées (femelles en lactation), dont le nombre est en variation continue, du fait des entrées (femelles mettant bas au cours de l'année) et des sorties (femelles en fin de lactation ou réformées ou mortes) ;
- un lot de reproduction (femelles tarées gestantes ou non) dont le nombre varie aussi au cours de l'année du fait des entrées (femelles en fin de lactation) et des sorties (femelles mettant bas ou réformées ou mortes) ;
- un lot de génisses (pleines ou vides) ;
- un lot de mâles (taureaux et taurillons non soumis au prétestage individuel) , et
- un lot de taurillons soumis au prétestage individuel (étude andrologique)

- Le facteur de correction :

Les moyennes sont estimées pour chaque sous-classe d'un facteur donné. Le coefficient de correction sera calculé par la formule suivante :

$$C_{ij} = \frac{U}{X_j}$$

III. RESULTATS ET DISCUSSION

- 3.1. Station

- 3.1.1. Reproduction :

- Sur les cinquante femelles mises en reproduction, trente cinq ont mis - bas, soit un taux de mises - bas de 70 p. 100 , réparties en 18 velles (51 %) et 17 veaux(49 %) . Le poids moyen à la naissance de l'ensemble des veaux est de 14.5 kg, avec respectivement 14.4 kg pour les velles et 14.6 kg pour les veaux ;
- Les mises - bas sont réparties dans 11 mois. Il n'y a pas eu de naissances en février. Le tableau 1 présente le pourcentage mensuel des mises - bas.

Tableau 1. Pourcentage mensuel des mises - bas

MOIS	jan	fév.	mar	avr.	mai	jui	jul	août	sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Pourcentage des mises - bas	5.71	0	2.86	20	5.71	17.14	8.60	11.43	17.14	5.70	2.86	2.86

Quatre vingt six pour cent (86 %) des naissances en station ont lieu entre les mois d'avril et d'octobre. Il apparaît qu'en supprimant la saison de reproduction, la saisonnalité supposée des femelles ndama disparaît, si le disponible alimentaire est suffisant. Toutefois, l'absence de mises en février s'expliquerait par des conditions alimentaires défavorables généralement constatées aux mois de mai et de juin.

3.1.2. Evolution pondérale en fonction du sexe

L'évolution pondérale de 130 têtes est régulièrement suivie. Les tableaux 1 et 2 présentent respectivement les résultats des analyses de variance et les moyennes estimées de l'évolution pondérale en fonction du sexe (EP_n S_n).

2.2. Milieu villageois

En milieu villageois, il est réalisé un screening selon la méthode décrite par FALL (1991), DIOP *et al.*, (1993) et SISSOKO *et al.*, (1993), qui consiste à :

2.2.1. La zone cible et sensibilisation :

- informer et sensibiliser des producteurs sur le programme du screening,
- identifier des vaches bonnes laitières, puis contrôler leur niveau de production ;
- classer et sélectionner les meilleures laitières, et
- transférer celles qui sont retenues au centre en vue de leur mise en reproduction.

Dans ce cadre, cinquante sept (57) villages distant en moyenne de 25 km de la ville Kolda, et situés dans six (6) communautés rurales ont été ciblés et visités. L'information et la sensibilisation sont réalisées directement dans les villages avec les villageois.

2.3. Méthodes

Les animaux sont classés en fonction du :

- *sexe* :
 - femelles (S1)
 - mâles (S2)
- *classes d'âges* :
 - animaux âgés de 1 à 2 ans : C1
 - animaux âgés de 2 à 3 ans : C2
 - animaux âgés de 4 ans et plus : C3
- Les animaux sont pesés tous les 2 mois (février, avril, juin, août, octobre et décembre) ;
- Evolution pondérale (EP), est calculée avec la formule :
$$EP_n = (\text{Pesée}_{n+1}) - (\text{Pesée}_n),$$

2.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont effectués avec le logiciel Minitab.

- Classement des femelles est fait selon le modèle suivant :

$$Y_{ijkl} = U + N_i + L_j + P_k + S_l + E_{ijkl} \text{ Où}$$

Y_{ijkl} = la moyenne de production journalière observée sur la vache 0 ;

U = la moyenne générale commune à toutes les observations ;

N_i = l'effet fixe du numéro de vêlage ;

L_j = l'effet fixe de stade de lactation ;

P_k = l'effet fixe du mois où le contrôle a été effectué ;

S_l = l'effet fixe du stade de lactation de la vache ;

E_{ijkl} = l'erreur aléatoire particulière à l'observation 0.

Tableau 1. Analyse de variance de l'évolution pondérale en fonction du sexe au cours de l'année.

Source	dl	CM .10 2
EP1	1	43.12***
EP2	1	4.93
EP3	1	2.19
EP4	1	0.17
EP5	1	0.99

Le tableau 1 montre que l'évolution pondérale de deux sexes est différente de manière significative au cours d'EP1, correspondant à la période qui va de février à avril.

Tableau 2. Moyennes estimées de l'évolution pondérale au cours de l'année en fonction du sexe.

Variable	N	X	e.t.
Evolution pondérale 1			
S1	90	-8.28 ^a	11.03
S2	40	4.20 ^b	9.45
Evolution pondérale 2			
S1	90	14.92	17.00
S2	40	10.67	7.36
Evolution pondérale 3			
S1	90	16.91	12.36
S2	40	14.08	10.92
Evolution pondérale 4			
S1	90	10.08	15.12
S2	40	10.87	15.63
Evolution pondérale 5			
S1	90	-.01	19.82
S2	40	1.90	12.11

N.B. A l'intérieur d'un groupe de variables les moyennes suivies d'une lettre identique ne diffère pas de manière significative. L'absence de lettre indique que l'analyse de variance n'a pas révélé aucune différence significative entre les variables d'un groupe

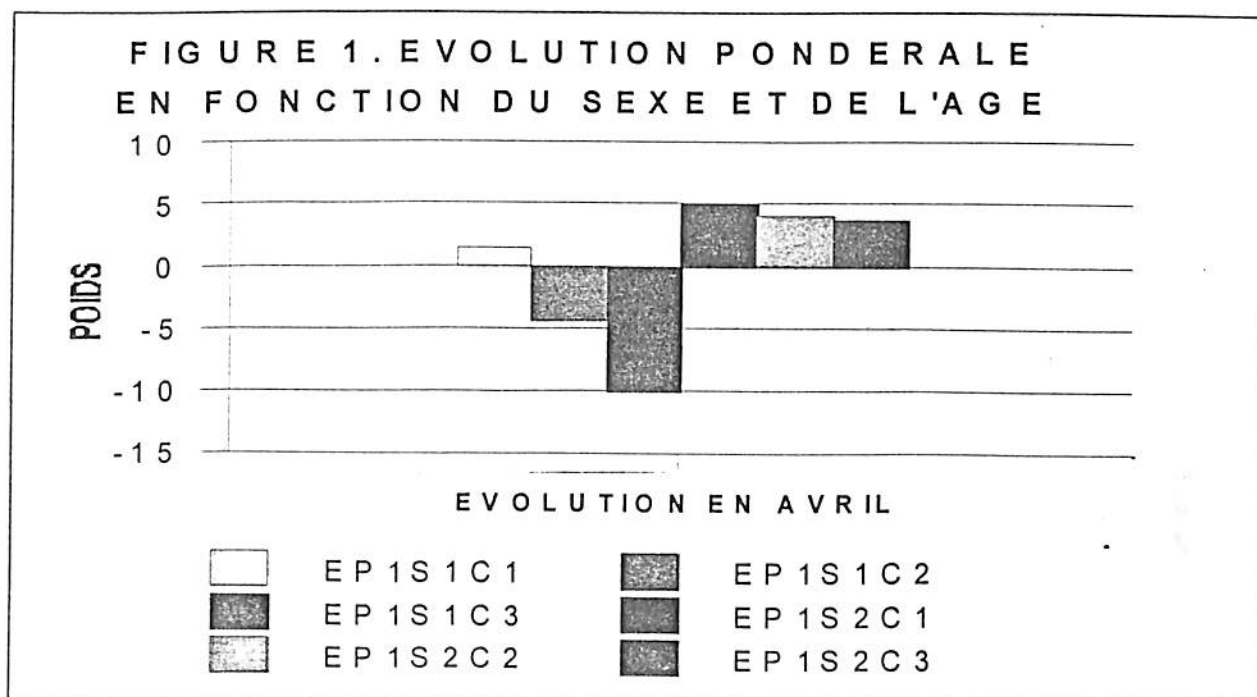
Le tableau 2 montre que les mâles ont réalisé un gain de poids supérieur à celui des femelles. Les premiers enregistrant des gains positifs, alors que les secondes accusent des pertes de poids, comme le montre le tableau 2.

Par contre, pour le reste de l'année, c'est-à-dire la période qui va de mai à décembre, il n'y a pas de différence entre les sexes.

3.1.3. Evolution pondérale en fonction du sexe et de classes d'âge

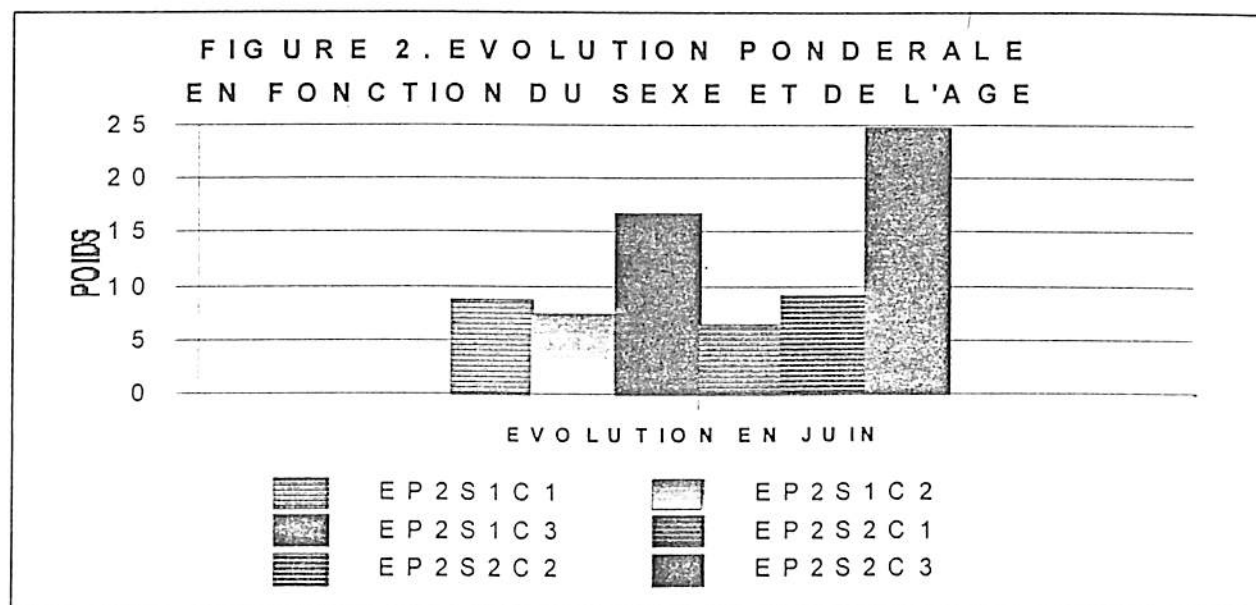
L'évolution pondérale (EP_n) est réalisée en fonction du sexe (S_n) et de classes d'âge (C_n) chez 129 têtes. Les figures 1 à 5 présentent les résultats obtenus au cours de la période de l'expérience.

Figure 1. Première Evolution pondérale en fonction du sexe et d'âge



La figure 1 montre que les mâles, toutes classes d'âge confondues, ont réalisé des gains moyens positifs, compris entre 4 et 5 kg. Tandis que chez les femelles, seule la classe C1 (1 - 2 ans) réalise un gain légèrement positif. Les vaches et les génisses accusant une nette baisse de poids. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que les mâles qui se trouvent dans une même parcelle, et n'en sortent que lors de manipulations tous les deux mois, dépensent conséquemment moins d'énergie que les femelles qui sont conduites tous les jours aux pâturages. Mais aussi par le fait que les femelles lactantes assurent en même temps des besoins d'entretien et de production, (traite et/ ou allaitement), alors que les pâturages par la faiblesse de leur qualité ne permettent pas d'assurer ces besoins, contrairement aux mâles.

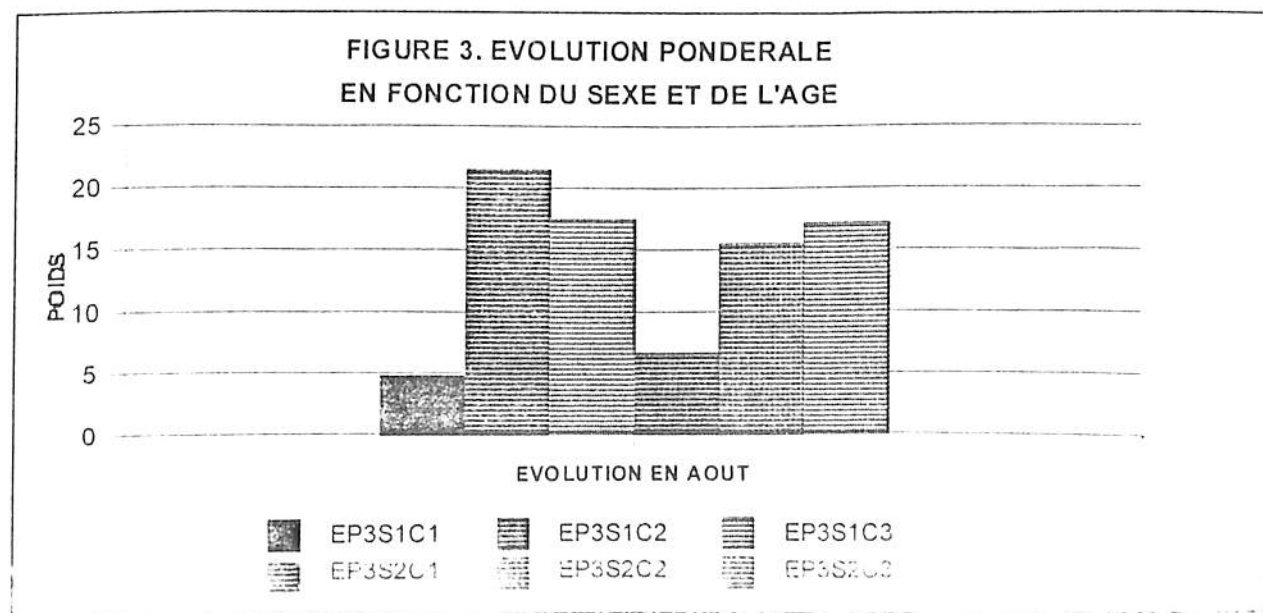
La figure 2. Deuxième évolution pondérale en fonction du sexe et de l'âge



La figure 2 montre une nette amélioration du gain de poids chez tous les animaux, aussi bien mâles que femelles et chez toutes les classes d'âge. Les mâles de classes C2 et C3 réalisent de meilleurs gains par rapport aux femelles de mêmes classes. Par contre, les mâles de classe 1 réalisent des performances inférieures à celles des femelles de même classe.

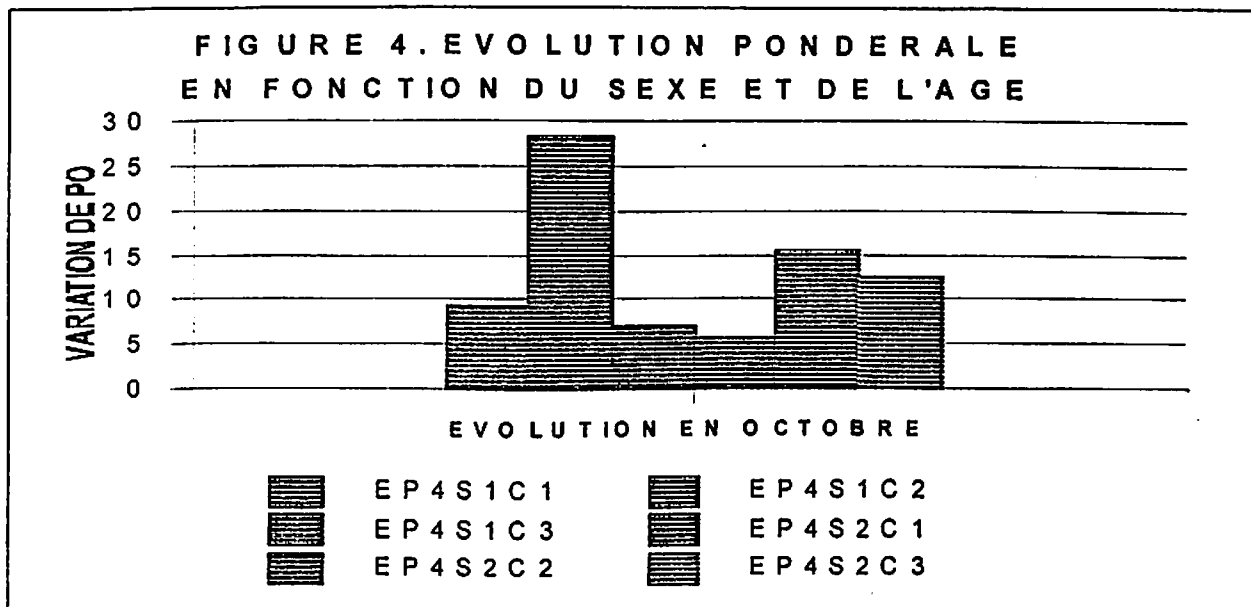
Au niveau de deux sexes, les adultes réalisent de meilleurs gains. Ce qui traduirait une capacité plus grande de faire face aux agressions climatiques, tant cette période (avril - juin) est chaude.

La figure 3. Troisième évolution pondérale en fonction du sexe et l'âge.



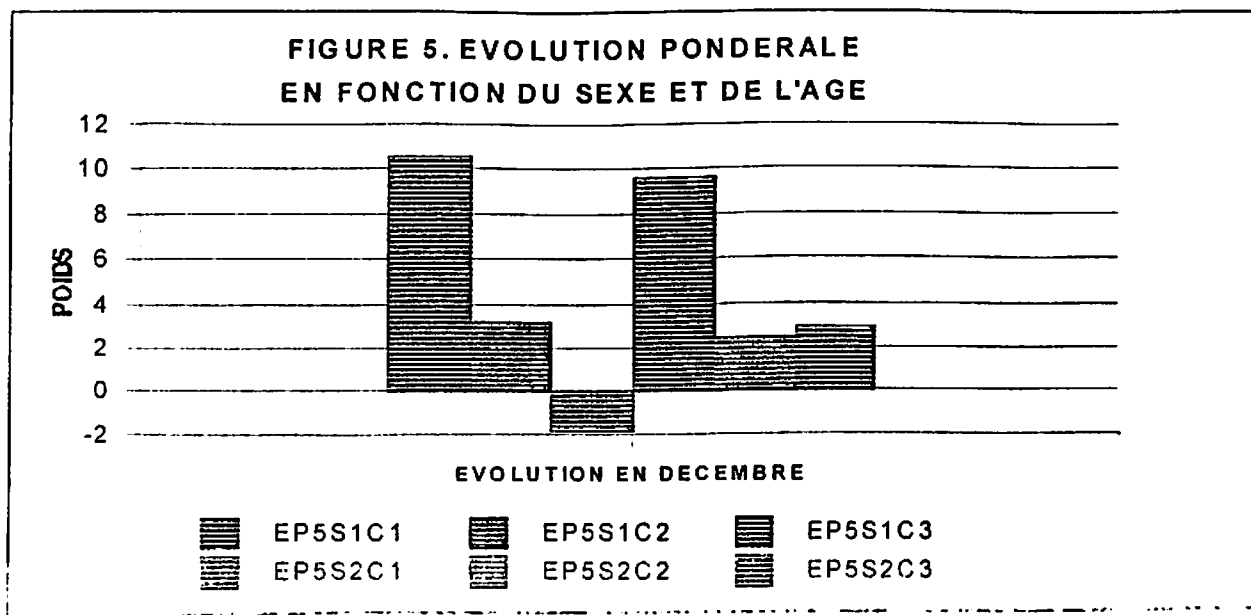
La figure 3 montre l'évolution pondérale entre les mois de juin et d'août. Tous les animaux et toutes les classes d'âge réalisent de gains de poids positifs. Les femelles de classe C1 réalisent des gains inférieurs à ceux des mâles de même classe ; tandis que les femelles de classes C2 et C3 obtiennent de meilleurs gains par rapport aux mâles de mêmes classes. Les génisses font de meilleurs gains par rapport à toutes les classes. Ce phénomène pourrait s'expliquer par la maturité sexuelle des génisses et leur probable gravidité.

La figure 4. Quatrième évolution pondérale en fonction du sexe et de l'âge.



La figure 4 montre l'évolution pondérale entre les mois d'août et d'octobre. Tous les animaux réalisent des gains positifs. Les animaux de classes C2 de deux sexes réalisent les meilleurs gains. Les femelles de classes C2 réalisant, toutefois, le double gain des mâles de même classe. Tandis que chez les adultes, c'est le contraire que l'on observe, ce sont les mâles adultes qui réalisent presque le double de femelles de même classe.

La figure 5. Cinquième évolution pondérale en fonction du sexe et de l'âge.



3.2. Le screening

3.2.1. La zone cible et sensibilisation

Vingt deux (22) villages ont été retenus pour prendre part au programme, parce que les nouvelles conditions du programme étaient comprises et acceptées (suppression de l'indemnité de lait).

Parmi les cinquante sept éleveurs contactés, quarante quatre (44) ont adhéré au programme, soit un taux d'adhésion de 77 p. 100.

3.2.2. L'effectif visité et retenus

Au cours de ces visites, 3366 têtes sont visitées, dont 1870 femelles en âge de reproduction ; parmi lesquelles 879 sont en lactation. Ces dernières ont fait l'objet de contrôle laitier. Le tableau 4 présente la liste des 30 meilleures laitières avec leurs productions corrigées.

La figure 5 présente l'évolution pondérale entre les mois d'octobre et décembre. Les femelles adultes accusent des pertes de poids considérables par rapport à l'ensemble des autres animaux. Les animaux de classe C1, de deux sexes, semblent mieux tirer profit de cette période de fraîcheur.

3.1.4.L'étude andrologique

L'étude andrologique est effectuée chez dix (10) mâles, un géniteur adulte, déjà récolté, et neuf (9) taurillons en première tentative de récolte. Parmi les neuf taurillons, il y a 3 qui sont issus de la 1^{ère} phase du « SAGNO », et qui appartiennent de ce fait aux villageois.

Les trois taurillons de « SAGNO » ont accepté, après la période d'apprentissage, le vagin artificiel et ont pu être récoltés. Par contre, les autres taurillons n'ont pu encore être récoltés, du fait de leur refus du vagin artificiel.

Le tableau 3 présente les qualités des éjaculats de mâles récoltés.

Tableau 3. Qualités des éjaculats des mâles étudiés

Animaux	Volume (ml)	Concentration (en mill. Spz./ml)	Pourcentage Vivants mobiles	Motilité massale	Motilité individuelle
Taurillons	2.8	1.2	72	2.5	3.2
Taureau	3.2	1.5	86	3.3	3.8

Le tableau 3 présente les qualités des éjaculats des mâles récoltés. Les caractéristiques étudiées sont supérieures chez le taureau. Toutefois, les volumes produits par les taurillons au niveau du centre sont analogues à ceux obtenus pour la même en Gambie (Sanyang et al., 1992) et corroborent aux normes fixés par Perez et Thibier (1983) pour la race Ndama pour l'utilisation de l'insémination artificielle.

3.2. Le screening

3.2.1. La zone cible et sensibilisation

Vingt deux (22) villages ont été retenus pour prendre part au programme, parce que les nouvelles conditions du programme étaient comprises et acceptées (suppression de l'indemnité de lait).

Parmi les cinquante sept éleveurs contactés, quarante quatre (44) ont adhéré au programme, soit un taux d'adhésion de 77 p. 100.

3.2.2. L'effectif visité et retenus

Au cours de ces visites, 3366 têtes sont visitées, dont 1870 femelles en âge de reproduction ; parmi lesquelles 879 sont en lactation. Ces dernières ont fait l'objet de contrôle laitier. Le tableau 4 présente la liste des 30 meilleures laitières avec leurs productions corrigées.

IV. PERSPECTIVES

Les femelles sélectionnées sont convoyées au centre et sont actuellement soumises au traitement de synchronisation en vue de leur mise en reproduction.

Par ailleurs, l'élaboration continue de ce programme, qui est par définition ouvert, doit être affinée notamment sur les plans scientifique, technique et organisationnel :

- sur le plan scientifique : il est nécessaire de préciser les paramètres génétiques des caractères sur lesquels porte la sélection (DIOP, 1993) ; mais aussi de concevoir de manière rigoureuse l'utilisation des produits mâles et femelles issus des accouplements raisonnés entre les géniteurs du centre et les femelles issues du milieu villageois ;
- sur le plan technique : l'indisponibilité actuelle au niveau du centre des possibilités de congélation du sperme peut entraîner une lente diffusion des progrès génétiques escomptés. D'où la nécessité de réfléchir sur la possibilité d'introduction de biotechnologies susceptibles de rendre plus efficaces ce système de sélection ;
- En fin, l'implication des éleveurs et des structures de développements, reste incontournable pour la réussite de ce programme.

1. Dempfle L. 1993. « Open Nucleus Breeding Schemes principes limits and pratical aspects » In : Amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest ». Eutdes FAO. Santé et Production animales, FAO N° 110
2. Diop M., Fall A ; et Niang S. 1993. « Mise en place d'un programme d'amélioration génétique au noyau ouvert sur le bétail Ndama au Sénégal : le dépistage des vaches dans les troupeaux villageois » In : Amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest » Eutdes FAO. Santé et Productions animales, FAO N° 110
3. Fall A., Diop M., Jennifer Sandford, Wiscoq Y. J., DurkinJ. Et J.M.C. Trail (1982). « Evaluation des productivités des ovins Djallonke et des taurins Ndama au Centre de recherches zootechniques de Kolda, Sénégal » CIPEA Rapport de Recherche N° 3, Addis Ababa
4. Fall A. 1991 « Mise en place d'un système de sélection à noyau ouvert pour l'amélioration génétique du taurin Ndama » ; Réunion tenue à Kolda, le 18 et 19 décembre.
5. Planchenault D. 1993. Evaluation génétique en contexte africain : problèmes pour la caractérisation et l'expérimentation sur le terrain ». In : « Amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest » Etudes FAO Santé et Production Animales N° 110.
6. Sissoko M.M., Diop M. , Fall A. et Niang S. 1993. Mise en place d'un schéma de sélection à noyau ouvert pour l'amélioration génétique du taurin Ndama : résultats du « Screening » des vaches exceptionnelles dans le département de Kolda. Rapport d'avancement, avril.

I. JUSTIFICATIFS

- L'amélioration génétique du taurin ndama a fait l'objet de plusieurs années d'étude, en station au CRZ de Kolda,
- Cette sélection, au fil des ans, est devenue étroite.

⇒ Le CRZ a introduit, en 1992, un nouveau système de sélection, dit « Système D'Amélioration Génétique à Noyau Ouvert (SAGNO) » (Fall, 1992 ; Sissoko et *al.*, 1993).

OBJECTIFS :

- ⇒ Maintenir le Noyau du Centre, en élargissant sa base ;
- ⇒ Obtenir des produits issus des accouplements raisonnés entre les géniteurs du centre et les femelles dites : « exceptionnelles » issues du milieu villageois.
- ⇒ Tester les produits mâles du point de vue andrologique ; puis les réintroduire dans le milieu villageois comme géniteurs ;

2.3. Méthodes

Les animaux sont classés en fonction du :

- *sexe* :
 - femelles (S1)
 - mâles (S2)

- *classes d'âges* :
 - animaux âgés de 1 à 2 ans : C1
 - animaux âgés de 2 à 3 ans : C2
 - animaux âgés de 4 ans et plus : C3
- Les animaux sont pesés tous les 2 mois (février, avril, juin, août, octobre et décembre) ;
- Evolution pondérale (EP), est calculée avec la formule :

$$EP_n = (\text{Pesée}_{n+1}) - (\text{Pesée}_n),$$

2.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont effectués avec le logiciel Minitab.

- Classement des femelles est fait selon le modèle suivant :

$$Y_{ijkl} = U + N_i + L_j + P_k + S_l + E_{ijkl} \quad \text{Où}$$

Y_{ijkl} = la moyenne de production journalière observée sur la vache 0 ;

U = la moyenne générale commune à toutes les observations ;

IV. PERSPECTIVES

Les femelles sélectionnées sont convoyées au centre et sont actuellement soumises au traitement de synchronisation en vue de leur mise en reproduction.

Par ailleurs, l'élaboration continue de ce programme, qui est par définition ouvert, doit être affinée notamment sur les plans scientifique, technique et organisationnel :

- sur le plan scientifique : il est nécessaire de préciser les paramètres génétiques des caractères sur lesquels porte la sélection (DIOP, 1993) ; mais aussi de concevoir de manière rigoureuse l'utilisation des produits mâles et femelles issus des accouplements raisonnés entre les géniteurs du centre et les femelles issues du milieu villageois ;
- sur le plan technique : l'indisponibilité actuelle au niveau du centre des possibilités de congélation du sperme peut entraîner une lente diffusion des progrès génétiques escomptés. D'où la nécessité de réfléchir sur la possibilité d'introduction de biotechnologies susceptibles de rendre plus efficaces ce système de sélection ;
- En fin, l'implication des éleveurs et des structures de développements, reste incontournable pour la réussite de ce programme.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Reproduction

50 femelles mises en reproduction

⇒ 35 vêlages : 18 velles (51 %) et 17 veaux (49 %) ;

⇒ soit un taux de MB 70 % ;

La répartition des MB est en 11 mois (tous les mois sauf le mois de février).

86 % des MB ont lieu entre août et octobre :

⇒ pas de saisonnalité, si disponible alimentaire suffisant.

N_i = l'effet fixe du numéro de vêlage ;
 L_j = l'effet fixe de stade de lactation ;
 P_k = l'effet fixe du mois où le contrôle a été effectué ;
 S_l = l'effet fixe du stade de lactation de la vache ;
 E_{ijkl} = l'erreur aléatoire particulière à l'observation 0.

- Le facteur de correction :

Les moyennes sont estimées pour chaque sous-classe d'un facteur donné. Le coefficient de correction sera calculé par la formule suivante :

$$C_{ij} = \frac{U}{X_j}$$

U = Moyenne générale ;

X_j = Moyenne de la classe i du facteur j

3.3. Etude andrologique

Tableau 3. Qualités des éjaculats des mâles étudiés

Animaux	Volume (ml)	Concentration (en mill. Spz./ml)	Pourcentage Vivants mobiles	Motilité massale	Motilité individuelle
Taurillons	2.8	1.2	72	2.5	3.2
Taureau	3.2	1.5	86	3.3	3.8

Tableau 1. Analyse de variance de l'évolution pondérale en fonction du sexe au cours de l'année.

Source	dl	CM .10 ²
EP1	1	43.12***
EP2	1	4.93
EP3	1	2.19
EP4	1	0.17
EP5	1	0.99

Le tableau 1 montre que l'évolution pondérale de deux sexes est différente de manière significative au cours d'EP1, correspondant à la période qui va de février à avril.

Tableau 2. Moyennes estimées de l'évolution pondérale au cours de l'année en fonction du sexe.

Variable	N	X	e.t.
Evolution pondérale 1			
S1	90	-8.28 ^a	11.03
S2	40	4.20 ^b	9.45
Evolution pondérale 2			
S1	90	14.92	17.00
S2	40	10.67	7.36
Evolution pondérale 3			
S1	90	16.91	12.36
S2	40	14.08	10.92
Evolution pondérale 4			
S1	90	10.08	15.12
S2	40	10.87	15.63
Evolution pondérale 5			
S1	90	-.01	19.82
S2	40	1.90	12.11

N.B. A l'intérieur d'un groupe de variables les moyennes suivies d'une lettre identique ne diffèrent pas de manière significative. L'absence de lettre indique que l'analyse de variance n'a pas révélé aucune différence significative entre les variables d'un groupe.

Numéro vache	village d'origine	Propriétaire	Production corrigée (en ml)	Rang
5303	B.	Ibrahima	2415	01
3801	Maounde	D. Kannde	2129	02
2402	s. Samboud	Saidou	1972.5	03
2403	ian	Diamanka	1845	04
4201	S.Koube	Demba	1837.9	05
1902	s. Koube	Balde	1832	06
5403	S. Alseyne	Demba	1800	07
4202	Sossoutou	Balde	1797	08
2601	B. Maounde	Omère	1783.4	09
1903	c. Alseyne	Diedhoiu	1750	10
2501	Thiéty	Fily Balde	1742	11
4803	Sossoutou	Mamadou	1685	12
2401	s. Diouba	Balde	1659.6	13
4101	T. Ndangan	Omèr	1627	14
4802	e	Diédhiou	1624.3	15
5402	S .Koube	Alarba	1603	16
1901	s. Samboud	Kande	1549.2	17
5401	ian	Fily Balde	1511.4	18
1805	Ndangane	Sara	1457	19
1802	Ndangane	Diamanka	1446	20
4801	Sossoutou	Omar	1380	21
4203	B. Maounde	Kande	1379	22
6555	Sanankoro	Demba	1315	23
3805	«	Balde	1305	24
5103	Ndangane	Moussa	1276	25
3806	s. Alseyne	Sabaly	1271	26
4501	B.	Omar	1198.5	27
2201	Maounde	Kande	1185.7	28
4601	S.	Thierno	1183	29
2001	Samboudia	Kande	1147.4	30

3.3. Etude andrologique

Tableau 3. Qualités des éjaculats des mâles étudiés

Animaux	Volume (ml)	Concentration (en mill. Spz./ml)	Pourcentage Vivants mobiles	Motilité massale	Motilité individuelle
Taurillons	2.8	1.2	72	2.5	3.2
Taureau	3.2	1.5	86	3.3	3.8

N_i = l'effet fixe du numéro de vêlage ;
 L_j = l'effet fixe de stade de lactation ;
 P_k = l'effet fixe du mois où le contrôle a été effectué ;
 S_l = l'effet fixe du stade de lactation de la vache ;
 E_{ijkl} = l'erreur aléatoire particulière à l'observation 0.

- Le facteur de correction :

Les moyennes sont estimées pour chaque sous-classe d'un facteur donné. Le coefficient de correction sera calculé par la formule suivante :

$$C_{ij} = \frac{U}{X_j}$$

U = Moyenne générale ;

X_j = Moyenne de la classe i du facteur j

3.3. Etude andrologique

Tableau 3. Qualités des éjaculats des mâles étudiés

Animaux	Volume (ml)	Concentration (en mill. Spz./ml)	Pourcentage Vivants mobiles	Motilité massale	Motilité individuelle
Taurillons	2.8	1.2	72	2.5	3.2
Taureau	3.2	1.5	86	3.3	3.8

FIGURE 1. EVOLUTION PONDERALE EN FONCTION DU SEXE ET DE L'AGE

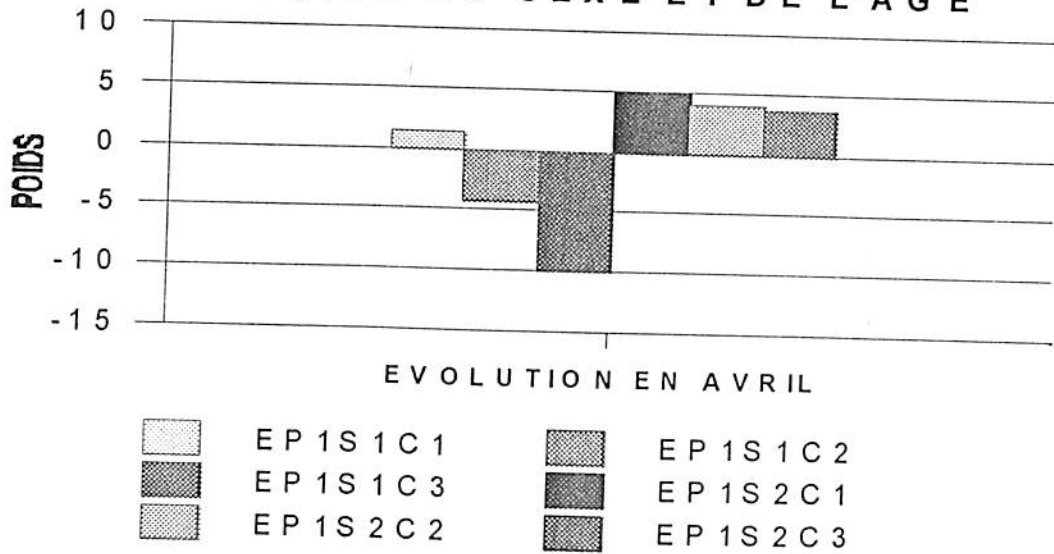


FIGURE 2. EVOLUTION PONDERALE EN FONCTION DU SEXE ET DE L'AGE

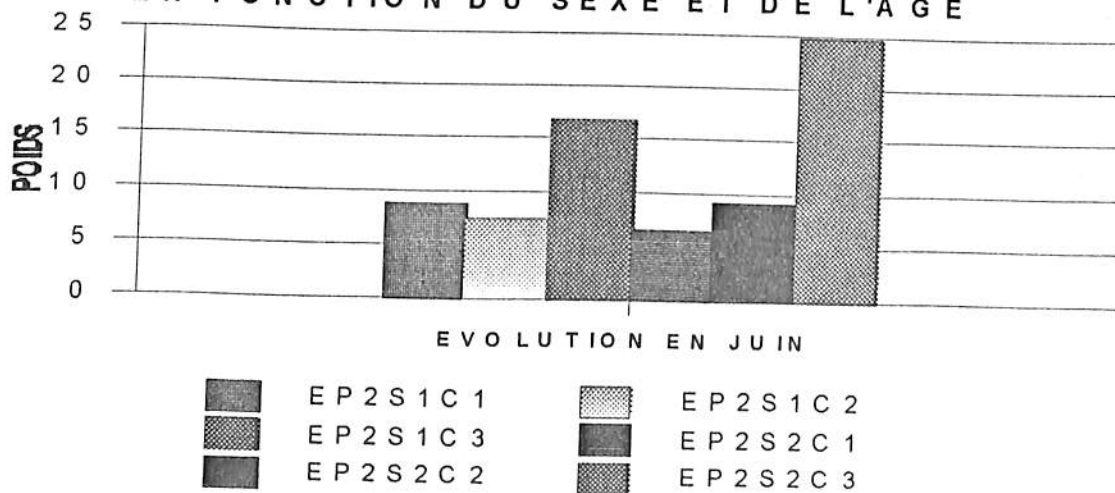


FIGURE 3. EVOLUTION PONDERALE
EN FONCTION DU SEXE ET DE L'AGE

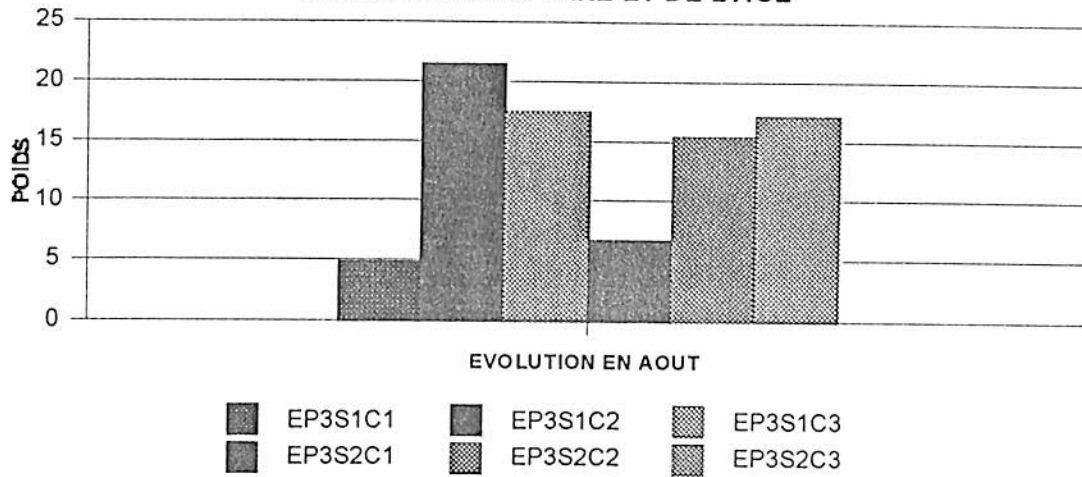


FIGURE 4. EVOLUTION PONDERALE
EN FONCTION DU SEXE ET DE L'AGE

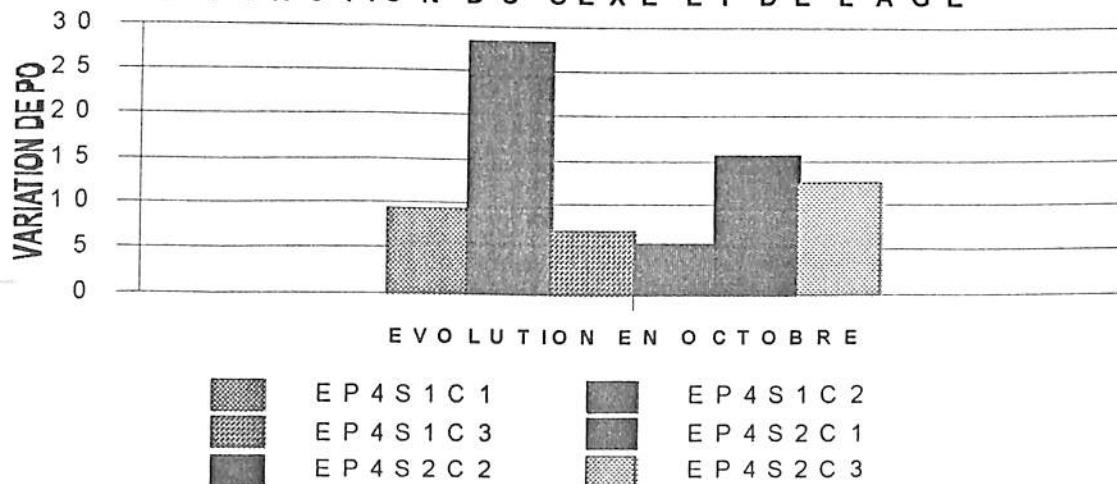
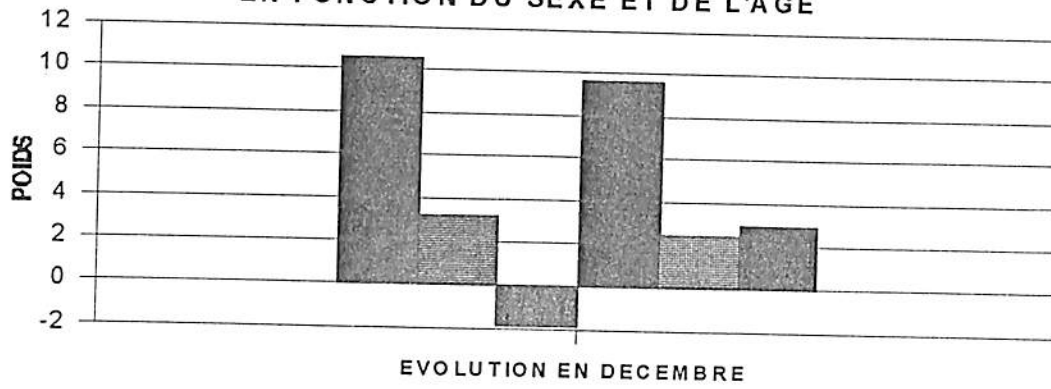


FIGURE 5. EVOLUTION PONDERALE
EN FONCTION DU SEXE ET DE L'AGE



EP5S1C1 EP5S1C2 EP5S1C3
EP5S2C1 EP5S2C2 EP5S2C3

**DETERMINATION DE LA PERIODE DE SEMIS
ET DE LA DENSITE DE PEUPLEMENT DE
LEGUMINEUSES FOURRAGERES ANNUELLES
EN ASSOCIATION AVEC LE MAÏS (R23)**

PLAN

- **INTRODUCTION**
- **MATERIEL ET METHODES**
- **RESULTATS ET DISCUSSION**
- **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

INTRODUCTION

- **Extension étude associations maïs-légumineuses fourragères annuelles (R07)**
- **Objectifs généraux : déterminer période semis et densité peuplement optimales niébé variété 58-74 et dolique culture dérobée maïs**
- **Objectifs spécifiques : (i) suivre évolution fertilité sol, (ii) évaluer rendements grains maïs, fourrages, composition chimique fourrages et (iii) mettre point système fourrager maïs-légumineuse annuelle proposer utilisateurs**

MATERIEL ET METHODES

- 2 essais, période semis et densité peuplement, implantés station (CRZ), sols ferrugineux tropicaux lessivés
- Pluviométries : 1 071,2 mm (1997) contre 1 016,5 mm (moy 1962-1996)
- Matériel végétal : maïs Jaune de Bambey (JDB), niébé variété 58-74 et dolique
- Dispositif expérimental/période semis : BAC parcelles divisées, 4 blocs, 5 grandes parcelles (4,5 m x 11,0 m), 2 petites parcelles (4,5 m x 4,5 m), répartition objets 2 étapes, manière complètement aléatoire
- Dispositif expérimental/densité peuplement : BAC parcelles divisées, 4 blocs, 4 grandes parcelles (4,5 m x 11,0 m), 2 petites parcelles (4,5 m x 4,5 m), répartition objets 2 étapes, manière complètement aléatoire
- Traitements/période semis :
 1. Date semis maïs
 21. 15 j après semis maïs/58-74
 22. 15 j après semis maïs/dolique
 31. 30 j après semis maïs/58-74
 32. 30 j après semis maïs/dolique
 41. 45 j après semis maïs/58-74
 42. 45 j après semis maïs/dolique
 51. 60 j après semis maïs/58-74
 52. 60 j après semis maïs/dolique

- **Traitements/densité peuplement**

- 1. **Densité peuplement maïs (53 200 plt/ha, 1 plt/poq)**

- 21. **53 200 plt/ha, 1 plt/poq/58-74**

- 22. **53 200 plt/ha, 1 plt/poq/dolique**

- 31. **106 400 plt/ha, 2 plt/poq/58-74**

- 32. **106 400 plt/ha, 2 plt/poq/dolique**

- 41. **159 600 plt/ha, 3 plt/poq/58-74**

- 42. **159 600 plt/ha, 3 plt/poq/dolique**

- **Suivi évolution fertilité sols : 1 échantillon moy/bloc, 0-30 cm**

- **Travail sol : 2 passages croisés pulvériseur disques**

- **Fertilisation : 10 t/ha poudrette humide parc bovins et NPK 15-15-15, 150 kg/ha**

- **Implantation/période semis : semis maïs 75 cm x 25 cm, 1-2 grains/poq, semis légumineuses 75 cm x 25 cm, 2-3 graines/poq, mêmes lignes maïs, poquets alternés**

- **Implantation/densité peuplement : semis maïs 75 cm x 25 cm, 1-2 grains/poq, semis légumineuses 75 cm x 25 cm, 1-2, 2-3 et 3-4 graines/poq, mêmes lignes maïs, poquets alternés**

- **Entretien : sarclo-binage, remplacement, complètement et démariage**

- **Observations essentielles : caractérisation initiale sols, rendements grains maïs et fourrages, composition chimique fourrages**

RESULTATS ET DISCUSSION

• Rendements grains maïs (Tableaux 1 et 2)

Tableau 1 : Rendements obtenus en grains de maïs pour l'essai période de semis (kg/12 m² et t/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha
1. date sem maïs	3,600	3,000	3,200	2,667	3,200	2,667	2,000	1,667
1. date sem maïs	4,900	4,083	3,800	3,167	1,400	1,167	3,800	3,167
21. 15 j ap58-74	3,200	2,667	2,600	2,167	3,200	2,667	2,400	2,000
22. 15 j apdoliq	3,400	2,833	4,200	3,500	3,200	2,667	1,400	1,167
31. 30 j ap58-74	2,600	2,167	2,200	1,833	1,400	1,167	2,000	1,667
32. 30 j apdoliq	3,600	3,000	3,200	2,667	2,300	1,917	3,300	2,750
41. 45 j ap58-74	3,400	2,833	2,300	1,917	1,800	1,500	3,600	3,000
42. 45 j apdoliq	4,800	4,000	4,400	3,667	3,100	2,583	3,800	3,167
51. 60 j ap58-74	3,100	2,583	2,600	2,167	3,200	2,667	2,200	1,833
52. 60 j apdoliq	4,000	3,333	4,200	3,500	2,600	2,167	4,000	3,333

Tableau 2 : Rendements obtenus en grains de maïs pour l'essai densité de peuplement (kg/12 m² et t/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha
1. densité maïs	2,000	1,667	2,600	2,167	3,200	2,667	2,000	1,667
1. densité maïs	1,600	1,333	3,400	2,833	4,200	3,500	3,600	3,000
21. 1 pl/pq58-74	2,400	2,000	3,200	2,667	2,200	1,833	2,600	2,167
22. 1 pl/pqdoliq	2,400	2,000	3,600	3,000	2,600	2,167	2,400	2,000
31. 2 pl/pq58-74	2,000	1,667	3,400	2,833	3,000	2,500	3,400	2,833
32. 2 pl/pqdoliq	3,200	2,667	4,200	3,500	3,200	2,667	2,400	2,000
41. 3 pl/pq58-74	1,800	1,500	3,000	2,500	3,000	2,500	3,200	2,667
42. 3 pl/pqdoliq	3,100	2,583	3,000	2,500	3,200	2,667	2,600	2,167

- **AV3/2 essais : aucune différence significative rendements moy traitements et espèces, ni interaction significative périodes-espèces et densités-espèces**

- **Rendements fourrages (Tableaux 3 et 4)**

- **Pourcentages moyens matières sèches**

Période semis :

traitement 1 : 95,256% ;

traitement 21 : 79,071% ;

traitement 22 : 68,681% ;

traitement 31 : 61,501% ;

traitement 32 : 84,208% ;

traitement 41 : 85,876% ;

traitement 42 : 82,433% ;

traitement 51 : 83,998% ;

traitement 52 : 91,862% ;

Densité peuplement :

traitement 1 : 98,781% ;

traitement 21 : 52,870% ;

traitement 22 : 85,538% ;

traitement 31 : 64,290% ;

traitement 32 : 86,055% ;

traitement 41 : 65,242% ;

traitement 42 : 76,087%.

Tableau 3 : Rendements obtenus en fourrages pour l'essai période de semis
(kg mv/12 m² et t ms/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha
1. date sem maïs	6,000	4,763	5,000	3,969	3,900	3,096	4,000	3,175
1. date sem maïs	5,500	4,366	7,000	5,557	5,100	4,048	5,000	3,969
21. 15 j ap58-74	15,000	9,884	10,100	6,655	15,500	10,213	18,400	12,124
22. 15 j apdoliq	8,800	5,037	13,400	7,669	10,500	6,010	9,500	5,437
31. 30 j ap58-74	9,500	4,869	7,500	3,844	8,300	4,254	9,000	4,613
32. 30 j apdoliq	5,100	3,579	6,100	4,281	6,100	4,281	6,000	4,210
41. 45 j ap58-74	6,900	4,938	8,100	5,797	9,400	6,727	7,100	5,081
42. 45 j apdoliq	6,000	4,122	5,100	3,503	5,500	3,778	5,000	3,435
51. 60 j ap58-74	6,200	4,340	8,700	6,090	7,100	4,970	7,000	4,900
52. 60 j apdoliq	6,500	4,976	8,100	6,201	5,000	3,828	6,300	4,823

Tableau 4 : Rendements obtenus en fourrages pour l'essai densité de peuplement
(kg mv/12 m² et t ms/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha
1. densité maïs	2,500	2,058	7,100	5,845	4,000	3,293	5,000	4,116
1. densité maïs	3,000	2,470	4,200	3,457	5,000	4,116	3,200	2,634
21. 1 pl/pq58-74	8,500	3,745	10,200	4,494	6,000	2,644	10,200	4,494
22. 1 pl/pqdoliq	5,000	3,564	6,100	4,348	8,000	5,703	7,700	5,489
31. 2 pl/pq58-74	11,000	5,893	10,200	5,465	8,500	4,554	12,700	6,804
32. 2 pl/pqdoliq	6,800	4,876	8,000	5,737	8,500	6,096	6,100	4,374
41. 3 pl/pq58-74	6,200	3,371	12,000	6,524	9,200	5,002	6,800	3,697
42. 3 pl/pqdoliq	13,800	8,750	6,400	4,058	8,000	5,072	5,000	3,170

- AV3/période semis : différence très hautement significative rendements moy traitements, interaction périodes-espèces significative
- AV2/période semis/58-74 : différence très hautement significative rendement moy traitements
- NEWMAN&KEULS/période semis/58-74 (0,05 et 0,01) : mêmes 2 groupes homogènes 4 moy (date maïs, 30, 60 et 45 j) et mêmes 1 groupe 1 moy (15 j)
- AV2/période semis/dolique : différence hautement significative rendements moy traitements
- NEWMAN&KEULS/période semis/dolique (0,05) : 1 groupe homogène 4 moy (45, 30 j, date maïs et 60 j) et mêmes 1 groupe 1 moy (15 j) et 0,01) : 1 groupe homogène 4 moy (45, 30 j, date maïs et 60 j) et 1 groupe 2 moy (60 et 15 j)
- AV3/densité peuplement : différence significative rendements moy traitements
- AV2/densité peuplement/58-74 : différence significative rendements moy traitements
- NEWMAN&KEULS/densité peuplement/58-74 : 2 groupes homogènes 3 moy (densité maïs, 53 200 pl/ha et 159 600 pl/ha) et (53 200, 159 600 et 106 400 pl/ha)
- AV2/densité peuplement/dolique : aucune différence significative rendements moy traitements

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Tableau 5 : Rendements moyens en grains de maïs et en fourrages : période semis

Traitements	Grains et fourrages	Grains de maïs (t/ha)	Fourrages (t ms/ha)
1. Date de semis du maïs (témoin : 10 juillet 1997)		2,698	4,118
21. Semis 15 jours après le maïs du niébé var. 58-74		2,375	9,719
31. Semis 30 jours après le maïs du niébé var. 58-74		1,709	4,395
41. Semis 45 jours après le maïs du niébé var. 58-74		2,313	5,636
51. Semis 60 jours après le maïs du niébé var. 58-74		2,313	5,075
22. Semis 15 jours après le maïs de la dolique		2,542	6,038
32. Semis 30 jours après le maïs de la dolique		2,584	4,088
42. Semis 45 jours après le maïs de la dolique		3,354	3,710
52. Semis 60 jours après le maïs de la dolique		3,083	4,957

Tableau 14 : Rendements moyens en grains de maïs et en fourrages : densité peuplement

Traitements	Grains et fourrages	Grains de maïs (t/ha)	Fourrages (t ms/ha)
1. Densité peupl maïs (tém : 53 200 pl/ha, 1 pl/pq)		2,355	3,500
21. Densité peupl 53 200 pl/ha, 1 pl/pq, 58-74		2,167	3,884
31. Densité peupl 106 400 pl/ha, 2 pl/pq, 58-74		2,458	5,679
41. Densité peupl 159 600 pl/ha, 3 pl/pq, 58-74		2,292	4,649
22. Densité peupl 53 200 pl/ha, 1pl/pq, dolique		2,292	4,776
32. Densité peupl 106 400 pl/ha, 2 pl/pq, dolique		2,709	5,271
42. Densité peupl 159 600 pl/ha, 3 pl/pq, dolique		2,479	5,263

- Pas accroissement ni réduction significatifs rendements grains maïs dûs traitements
- Période semis : 15 j après semis maïs, semis 58-74 et dolique meilleure/fourrages
- Densité peuplement : 106 400 pl/ha (2 pl/poq), 58-74 et dolique meilleure/fourrages
- Association maïs-58-74 meilleure association maïs-dolique
- Nécessité poursuivre 2 essais confirmer résultats, suivre évolution fertilité sols, évaluer productions animales et mettre point système fourrager proposer utilisateurs

2 . 6 Détermination de la période de semis et de la densité de peuplement des légumineuses fourragères annuelles en association avec le maïs (R23)

Détermination de la période de semis et de la densité de peuplement des légumineuses fourragères annuelles en association avec le maïs (R23)

**Par Ambroise DLATTA¹, Papa Nuhine DIEYE¹, Massirin SAVANE¹ et Daniel
BABENE¹**

1. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)

**Communication à l'atelier ISRA/NRBAR de présentation des résultats
sur le thème « Agriculture/GRN-Elevage dans les régions de Basse et
Moyenne Casamance et de Sénégal Oriental et Haute Casamance**

Kolda, 17-20 Février 1998

Centre de Recherches Zootechniques de Kolda

Détermination de la période de semis et de la densité de peuplement des légumineuses fourragères annuelles en association avec le maïs (R23)

I. INTRODUCTION

En Haute Casamance, le développement de la production céréalière par l'accroissement de la maïsiculture de plein champ et la riziculture de plateau occupe une place importante pour l'atteinte des objectifs nationaux d'autosuffisance alimentaire. En productions animales, le Plan d'Action de l'Élevage (MDR/MCRA, 1988) recommande pour la zone, la production de ruminants maigres ou engraisés, l'intensification de la sélection et de la production de bovins Ndama en race pure et surtout l'intégration agriculture-élevage par le biais de la traction animale.

Toutefois, le développement de la production céréalière ne peut être assuré de façon durable dans un contexte de faible utilisation des engrais chimiques et de raccourcissement du temps de jachère. En élevage, le système d'alimentation des ruminants domestiques, basé essentiellement sur l'exploitation des pâturages naturels et la vaine pâture des résidus de récolte ne peut contribuer de façon décisive à l'atteinte des objectifs affichés de production animale et d'intégration agriculture-élevage.

Aussi, la Société de Développement des Fibres Textiles (SODEFITEX) à Tambacounda et l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) à Kolda entreprennent-ils ensemble depuis 1988, mais chacun dans son domaine de compétence, des actions d'intensification des productions agricoles et d'intégration agriculture-élevage par :

- l'embouche paysanne et la production de lait particulièrement en saison sèche ;
- l'amélioration de l'aptitude au travail des animaux de trait ;
- la production de fumier de qualité et sa valorisation ;
- la constitution de réserves fourragères (foin de brousse et résidus de récolte : pailles de céréales et fane d'arachide) et de concentré (graine de coton, sons de céréales et tourteau de sésame).

Ces actions d'intensification des productions agricoles et d'intégration agriculture-élevage en cours peuvent être renforcées par l'introduction des légumineuses fourragères ou mixtes en cultures associées avec les céréales. En effet, les légumineuses ont la faculté d'enrichir le sol en azote et de maintenir et/ou d'améliorer ainsi sa fertilité et de produire également un fourrage de qualité car riche en énergie et en azote. C'est dans ce cadre que le Projet de Recherche Agricole Basée sur la Gestion des Ressources Naturelles (NRBAR) a été sollicité en 1995 pour financer l'étude intitulée « Valorisation du potentiel des légumineuses fourragères en vue de l'amélioration des productions céréalières et animales en zone suhumide du Sénégal : la Haute Casamance ». Cette étude a pour :

- objectifs généraux (i) d'améliorer la production grainière du maïs en culture dérobée avec des légumineuses fourragères annuelles grâce au maintien et/ou à l'amélioration de la fertilité du

sol et les productions animales par une plus grande production d'un fourrage de meilleure qualité que les pailles des céréales en culture pure et (ii) de contribuer ainsi à la préservation de l'environnement ;

- objectifs spécifiques (i) de suivre l'évolution de la fertilité des sols sous cultures associées, (ii) d'évaluer l'effet des associations sur les rendements en grains de maïs, l'enrichissement du sol en éléments fertilisants et/ou leur maintien, la production de fourrage et sa valeur alimentaire, les productions animales liées à la consommation du fourrage, la contribution du fourrage à la baisse du coût du poste alimentation dans les essais de supplémentation d'animaux stabulés en saison sèche, l'impact de l'innovation sur l'économie des exploitations agricoles et la préservation des ressources naturelles et (iii) de proposer aux utilisateurs un système fourrager basé sur la culture associée maïs-légumineuse fourragère annuelle.

Dans cette étude, les aspects période de semis et densité de peuplement des légumineuses à associer en dérobée avec le maïs n'ont pas été pris en compte alors qu'ils peuvent influencer les différents paramètres mentionnés ci-dessus dans les objectifs généraux et spécifiques. Ainsi, la présente étude qui constitue une extension de celle démarrée en 1995 a été de nouveau soumise au Projet NRBAR et financée pour une durée de 18 mois à compter de janvier 1997. Elle a pour :

- objectifs généraux de déterminer la période de semis et la densité de peuplement optimales des légumineuses fourragères annuelles, le niébé variété 58-74 et la dolique en culture dérobée avec le maïs ;
- objectifs spécifiques de suivre l'évolution de la fertilité du sol sous l'effet des différents traitements et d'évaluer les rendements en grains de maïs, en fourrages et leur valeur bromatologique.

II. MATERIEL ET METHODES

Les deux essais, période de semis et densité de peuplement ont été implantés en station (parcelle G du CRZ de Kolda servant de pâturage aux taureaux et surpâturée par endroits), sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés (PEREIRA-BARRETO et RAYNAL, 1962) et des parcelles respectives de 28 m x 67 m (1 876 m²) et de 28 m x 54 m (1 512 m²).

En 1997, une pluviométrie de 1 071,2 mm a été enregistrée au CRZ entre mai et octobre ; elle est ainsi légèrement supérieure la moyenne annuelle enregistrée à Kolda entre 1962 et 1996 qui est de 1 016,5 mm.

Le matériel végétal est constitué de la variété de maïs Jaune de Bambey et de deux espèces fourragères, la variété de niébé 58-74 (58-74) et la dolique.

Pour l'essai période de semis, le dispositif expérimental est un dispositif en blocs aléatoires complets avec parcelles divisées comprenant 4 blocs. Chaque bloc comprend 5 grandes parcelles de 4,5 m x 11,0 m chacune correspondant aux 5 périodes de semis et ces dernières chacune 2 petites parcelles de 4,5 m x 4,5 m chacune également correspondant aux 2 espèces fourragères.

Pour l'essai densité de peuplement, le dispositif expérimental est un dispositif en blocs aléatoires complets avec parcelles divisées comprenant 4 blocs. Chaque bloc comprend 4 grandes parcelles de 4,5 m x 11,0 m chacune correspondant aux 4 densités de peuplement et

ces dernières chacune 2 petites parcelles de 4,5 m x 4,5 m chacune également correspondant aux 2 espèces fourragères.

Les traitements ont été numérotés comme suit :

- essai période de semis :

- | | |
|----|---|
| 1 | Date de semis du maïs (témoin) |
| 21 | Semis 15 jours après le maïs du niébé variété 58-74 |
| 22 | Semis 15 jours après le maïs de la dolique |
| 31 | Semis 30 jours après le maïs du niébé variété 58-74 |
| 32 | Semis 30 jours après le maïs de la dolique |
| 41 | Semis 45 jours après le maïs du niébé variété 58-74 |
| 42 | Semis 45 jours après le maïs de la dolique |
| 51 | Semis 60 jours après le maïs du niébé variété 58-74 |
| 52 | Semis 60 jours après le maïs de la dolique |

- essai densité de semis :

- | | |
|----|--|
| 1 | Densité de peuplement du maïs (témoin : 53 200 plants/ha, 1 plant/poquet) |
| 21 | Densité de peuplement de 53 200 plants/ha du niébé var. 58-74, 1 plant/poquet |
| 22 | Densité de peuplement de 53 200 plants/ha de la dolique, 1 plant/poquet |
| 31 | Densité de peuplement de 106 400 plants/ha du niébé var.58-74, 2 plants/poquet |
| 32 | Densité de peuplement de 106 400 plants/ha de la dolique, 2 plants/poquet |
| 41 | Densité de peuplement de 159 600 plants/ha du niébé var.58-74, 3 plants/poquet |
| 42 | Densité de peuplement de 159 600 plants/ha de la dolique, 3 plants/poquet |

La répartition des traitements dans les blocs s'est faite chaque fois en 2 phases et de manière complètement aléatoire et indépendamment d'un bloc à l'autre par l'utilisation des tables de permutations au hasard de 5 éléments et puis de 3 éléments pour l'essai période de semis et de 4 éléments et puis de 3 éléments également pour l'essai densité de peuplement (LELLOUCH et Coll., 1974).

Pour le suivi de l'évolution de la fertilité du sol, 9 échantillons de sol ont été prélevés par unité expérimentale de 4,5 m x 4,5 m le long de 2 diagonales sur une profondeur de 0-30 cm après le nettoyage des parcelles. Un échantillon moyen a ensuite été constitué par unité expérimentale après mélange et homogénéisation des 9 prélèvements. Enfin, un échantillon moyen par bloc a été constitué à partir des échantillons moyens des unités expérimentales. Ces échantillons ont été envoyés pour analyse au Laboratoire Central d'Analyses de l'ISRA/Bambey. En quatrième année, avant la remise en culture, d'autres prélèvements seront effectués et des échantillons moyens seront cette fois constitués par unité expérimentale et analysés.

La fertilisation a consisté à un épandage de poudrette de parc de bovin à raison de 10 t/ha avant la préparation du sol et de l'engrais composé NPK 15-15-15 à raison de 150 kg/ha après la préparation du sol et avant le semis du maïs.

La travail du sol s'est fait au tracteur par 2 passages croisés du pulvérisateur à disques suivis d'un nivellement à l'aide de râteaux.

Le semis du maïs a été réalisé le 10 juillet 1997 suivant des écartements de 75 cm entre les lignes et de 25 cm sur les lignes à raison de 2 grains par poquet. Chaque parcelle élémentaire comprend 6 lignes de semis comprenant chacune 18 poquets. Les dimensions utiles des parcelles sont de 3,0 m x 4,0 m (12 m²). Pour l'essai période de semis, les 2 légumineuses fourragères ont été semées 15, 30, 45 et 60 jours après celui du maïs, sur les mêmes lignes que celui-ci et suivant le même écartement de 25 cm sur les lignes, à raison de 2-3 graines par poquet. Elles sont ainsi écartées de 75 cm entre les lignes et de 25 cm sur les lignes et en alternance avec les plants de maïs. Chaque poquet de légumineuse est distant des 2 poquets de maïs qui l'entourent sur la ligne de 12,5 cm. Pour l'essai densité de peuplement, le semis des légumineuses a été réalisé 30 jours après celui du maïs à raison de 1-2, 2-3 et 3-4 graines par poquet et suivant les mêmes écartements entre et sur les lignes que l'essai période de semis.

Les travaux d'entretien ont porté sur la lutte contre les adventices (2 sarclo-binages), le remplacement des poquets manquants des 3 espèces, le complètement de ceux incomplets et le démariage des poquets trop denses. Un gardiennage, particulièrement contre les singes a été assuré du semis jusqu'à la récolte du fourrage.

Pour cette première année d'essais, les observations essentielles ont porté sur la caractérisation initiale du sol par analyse chimique, l'évaluation des rendements en grains de maïs et en fourrages et la détermination de la valeur bromatologique des fourrages par analyse chimique. Concernant les grains de maïs, la pesée des récoltes a été réalisée après égrenage et les rendements déterminés par calcul. Pour les fourrages, un échantillon moyen d'environ 900 g de matière verte a été constitué par traitement, séché à l'étuve à 70°C jusqu'à poids constant en vue de la détermination des matières sèches. Celles-ci et les rendements en fourrages ont ensuite été déterminés par calcul. Les échantillons de fourrages ont été envoyés à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) à Thiès pour analyse. *bromatologie*

III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Caractérisation initiale du sol et valeur bromatologique des fourrages

Les résultats des analyses ne sont pas encore disponibles.

III. 2. Rendements en grains de maïs

Les rendements obtenus en grains de maïs et exprimés en kg/12 m² et t/ha sont repris dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1 : Rendements obtenus en grains de maïs pour l'essai période de semis

(kg/12 m² et t/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha
1. date semis maïs	3,600	3,000	3,200	2,667	3,200	2,667	2,000	1,667
1. date semis maïs	4,900	4,083	3,800	3,167	1,400	1,167	3,800	3,167
21. 15 j ap. 58-74	3,200	2,667	2,600	2,167	3,200	2,667	2,400	2,000
22. 15 j ap. doliq	3,400	2,833	4,200	3,500	3,200	2,667	1,400	1,167
31. 30 j ap. 58-74	2,600	2,167	2,200	1,833	1,400	1,167	2,000	1,667
32. 30 j ap. doliq	3,600	3,000	3,200	2,667	2,300	1,917	3,300	2,750
41. 45 j ap. 58-74	3,400	2,833	2,300	1,917	1,800	1,500	3,600	3,000
42. 45 j ap. doliq	4,800	4,000	4,400	3,667	3,100	2,583	3,800	3,167
51. 60 j ap. 58-74	3,100	2,583	2,600	2,167	3,200	2,667	2,200	1,833
52. 60 j ap. doliq	4,000	3,333	4,200	3,500	2,600	2,167	4,000	3,333

Tableau 2 : Rendements obtenus en grains de maïs pour l'essai densité de peuplement
(kg/12 m² et t/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha	kg/12 m ²	t/ha
1. densité maïs	2,000	1,667	2,600	2,167	3,200	2,667	2,000	1,667
1. densité maïs	1,600	1,333	3,400	2,833	4,200	3,500	3,600	3,000
21. 1 pl/pq 58-74	2,400	2,000	3,200	2,667	2,200	1,833	2,600	2,167
22. 1 pl/pq doliq	2,400	2,000	3,600	3,000	2,600	2,167	2,400	2,000
31. 2 pl/pq 58-74	2,000	1,667	3,400	2,833	3,000	2,500	3,400	2,833
32. 2 pl/pq doliq	3,200	2,667	4,200	3,500	3,200	2,667	2,400	2,000
41. 3 pl/pq 58-74	1,800	1,500	3,000	2,500	3,000	2,500	3,200	2,667
42. 3 pl/pq doliq	3,100	2,583	3,000	2,500	3,200	2,667	2,600	2,167

III.3. Analyse statistique des rendements en grains de maïs

L'analyse de la variance à 3 critères de classification permet de comparer les traitements entre eux. Pour cette analyse, les rendements obtenus et exprimés en tonnes par hectare ont été utilisés. Les résultats de cette analyse sont repris dans les tableaux 2 et 4.

Tableau 3 : Comparaison des 5 périodes de semis pour la production de grains de maïs : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Périodes (a)	4	2,354	0,589	1,99		
Espèces (b)	1	4,224	4,224	6,84		
Blocs (c)	3	4,976	1,659			
Périodes-espèces (ab)	4	1,034	0,259	0,80		
Périodes-blocs (ac)	12	3,551	0,296		0,544	21,192%
Espèces-blocs (bc)	3	1,851	0,617		0,786	30,606%
Périod-esp-blocs (abc)	12	3,895	0,325		0,570	22,197%
Totaux	39	21,887				

Tableau 4 : Comparaison des 4 densités de peuplement pour la production de grains de maïs : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Densités (a)	3	0,516	0,172	0,80		
Espèces (b)	1	0,705	0,705	6,83		
Blocs (c)	3	3,037	1,012			
Densités-espèces (ab)	3	0,302	0,101	0,43		
Densités-blocs (ac)	9	1,938	0,215		0,464	19,432%
Espèces-blocs (bc)	3	0,318	0,103		0,321	13,453%
Densit-esp-blocs (abc)	9	2,130	0,237		0,487	20,375%
Totaux	31	8,938				

La comparaison des valeurs observées et théoriques de la variable F montre que :

- pour l'essai période de semis, il n'existe ni de différence significative entre les rendements moyens des 5 périodes, ni entre ceux des 2 espèces et ni interaction périodes-espèces significative car pour 4 et 12 et pour 1 et 3 degrés de liberté, on a respectivement (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,26 \quad \text{et} \quad F_{0,95} = 10,1 ;$$

- pour l'essai densité de peuplement, il n'existe ni de différence significative entre les rendements moyens des 4 densités, ni entre ceux des 2 espèces et ni interaction densités-espèces significative car pour 3 et 9 et pour 1 et 3 degrés de liberté, on a respectivement (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,86 \quad \text{et} \quad F_{0,95} = 10,1.$$

III.4. Rendements en fourrages

Après le séchage des échantillons de fourrages à l'étuve, les pourcentages moyens de matière sèche ci-après ont été obtenus :

- essai période de semis :

traitement 1 : 95,256% ;
 traitement 21 : 79,071% ;
 traitement 22 : 68,681% ;
 traitement 31 : 61,501% ;
 traitement 32 : 84,208% ;
 traitement 41 : 85,876% ;
 traitement 42 : 82,433% ;
 traitement 51 : 83,998% ;
 traitement 52 : 91,862% ;

- essai densité de peuplement :

traitement 1 : 98,781% ;
 traitement 21 : 52,870% ;
 traitement 22 : 85,538% ;
 traitement 31 : 64,290% ;
 traitement 32 : 86,055% ;
 traitement 41 : 65,242% ;
 traitement 42 : 76,087%.

Les rendements obtenus et exprimés en kg de matière verte par 12 m² (kg mv/12 m²) et en tonnes de matière sèche par hectare (t ms/ha) figurent dans les tableaux 5 et 6.

Tableau 5 : Rendements obtenus en fourrages pour l'essai période de semis (kg mv/12 m² et t ms/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha
1. date semis maïs	6,000	4,763	5,000	3,969	3,900	3,096	4,000	3,175
1. date semis maïs	5,500	4,366	7,000	5,557	5,100	4,048	5,000	3,969
21. 15 j ap. 58-74	15,000	9,884	10,100	6,655	15,500	10,213	18,400	12,124
22. 15 j ap. doliq	8,800	5,037	13,400	7,669	10,500	6,010	9,500	5,437
31. 30 j ap. 58-74	9,500	4,869	7,500	3,844	8,300	4,254	9,000	4,613
32. 30 j ap. doliq	5,100	3,579	6,100	4,281	6,100	4,281	6,000	4,210
41. 45 j ap. 58-74	6,900	4,938	8,100	5,797	9,400	6,727	7,100	5,081
42. 45 j ap. doliq	6,000	4,122	5,100	3,503	5,500	3,778	5,000	3,435
51. 60 j ap. 58-74	6,200	4,340	8,700	6,090	7,100	4,970	7,000	4,900
52. 60 j ap. doliq	6,500	4,976	8,100	6,201	5,000	3,828	6,300	4,823

Tableau 6: Rendements obtenus en fourrages pour l'essai densité de peuplement
(kg mv/12 m² et t ms/ha)

Blocs Traitements	1		2		3		4	
	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha	kg mv/ 12 m ²	t ms/ha
1. densité maïs	2,500	2,058	7,100	5,845	4,000	3,293	5,000	4,116
1. densité maïs	3,000	2,470	4,200	3,457	5,000	4,116	3,200	2,634
21. 1 pl/pq 58-74	8,500	3,745	10,200	4,494	6,000	2,644	10,200	4,494
22. 1 pl/pq doliq	5,000	3,564	6,100	4,348	8,000	5,703	7,700	5,489
31. 2 pl/pq 58-74	11,000	5,893	10,200	5,465	8,500	4,554	12,700	6,804
32. 2 pl/pq doliq	6,800	4,876	8,000	5,737	8,500	6,096	6,100	4,374
41. 3 pl/pq 58-74	6,200	3,371	12,000	6,524	9,200	5,002	6,800	3,697
42. 3 pl/pq doliq	13,800	8,750	6,400	4,058	8,000	5,072	5,000	3,170

III.5. Analyse statistique des rendements en fourrages

L'analyse de la variance à 3 critères de classification permet de comparer les traitements entre eux. Pour cette analyse, les rendements obtenus et exprimés en tonnes de matière sèche par hectare ont été utilisés. Les résultats de cette analyse sont repris dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 7 : Comparaison des 5 périodes de semis pour la production de fourrages :
tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Périodes (a)	4	76,607	19,152	23,21***		
Espèces (b)	1	11,228	11,228	6,56		
Blocs (c)	3	0,432	0,144			
Périodes-espèces (ab)	4	24,584	6,146	4,87*		
Périodes-blocs (ac)	12	9,902	0,825		0,908	17,519%
Espèces-blocs (bc)	3	5,135	1,712		1,308	25,231%
Périod-esp-blocs (abc)	12	15,153	1,263		1,124	21,671%
Totaux	39	143,040				

Tableau 8 : Comparaison des 4 densités de peuplement pour la production de fourrages :
tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Densités (a)	3	17,459	5,820	4,07*		
Espèces (b)	1	0,115	0,115	0,03		
Blocs (c)	3	2,232	0,744			
Densités-espèces (ab)	3	3,577	1,192	0,61		
Densités-blocs (ac)	9	12,870	1,430		1,196	26,226%
Espèces-blocs (bc)	3	10,572	3,524		1,877	41,170%
Densit-esp-blocs (abc)	9	17,654	1,962		1,401	30,716%
Totaux	31	64,479				

La comparaison des valeurs observées et théoriques de la variable F montre que :

- pour l'essai période de semis, il existe une différence très hautement significative entre les rendements moyens des 5 périodes, une interaction périodes-espèces significative et l'inexistence de différence significative entre les rendements moyens des espèces car pour 4 et 12 et pour 1 et 3 degrés de liberté, on a respectivement (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,26 ; F_{0,99} = 5,41 ; F_{0,999} = 9,63 \text{ et } F_{0,95} = 10,1 ;$$

- pour l'essai densité de peuplement, il existe une différence significative entre les rendements moyens des 4 densités, mais il n'existe ni entre ceux des 2 espèces et ni d'interaction densités-espèces significative car pour 3 et 9 et pour 1 et 3, on a respectivement (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,86 ; F_{0,99} = 6,99 \text{ et } F_{0,95} = 10,1.$$

L'analyse de la variance à 3 critères de classification réalisée ne précise pas le type de différence observée entre les rendements moyens des traitements au sein de chaque espèce. L'analyse de la variance à 2 critères de classification et la méthode de NEWMAN et KEULS vont apporter ces précisions. Pour ces analyses, les mêmes rendements exprimés en tonnes de matière sèche par hectare sont utilisés. Concernant les traitements témoins, ce sont les rendements moyens calculés par bloc qui ont été utilisés. Les résultats de ces analyses sont repris dans les tableaux 9, 10, 11 et 12.

Tableau 9 : Comparaison des 5 périodes de semis pour la production de fourrages de l'association maïs-niébé variété 58-74 : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Périodes (a)	4	83,549	20,887	13,18***		
Blocs (b)	3	1,851	0,617			
Périodes-blocs (ab)	12	19,024	1,585		1,259	21,751%
Totaux	19	101,424				

Tableau 10 : Comparaison des 5 périodes de semis pour la production de fourrages de l'association maïs-dolique : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Périodes (a)	4	13,928	4,482	7,81**		
Blocs (b)	3	3,365	1,122			
Périodes-blocs (ab)	12	5,353	0,446		0,668	14,576%
Totaux	19	22,647				

Tableau 11 : Comparaison des 4 densités de peuplement pour la production de fourrages de l'association maïs-niébé variété 58-74 : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Densités (a)	3	11,264	3,755	3,90*		
Blocs (b)	3	5,334	1,778			
Densités-blocs (ab)	9	8,666	0,963		0,981	22,212%
Totaux	15	25,265				

Tableau 12 : Comparaison des 4 densités de peuplement pour la production de fourrages de l'association maïs-dolique : tableau d'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	SCE	CM	F	ET	CV
Densités (a)	3	8,356	2,785	1,07		
Blocs (b)	3	2,327	0,776			
Densités-blocs (ab)	9	23,483	2,609		1,615	34,352%
Totaux	15	34,166				

La comparaison des valeurs observées et théoriques de la variable F montre que :

- pour l'essai période de semis, il existe une différence très hautement significative et une différence hautement significative entre les rendements moyens des 5 périodes respectivement pour les associations maïs-niébé variété 58-74 et maïs-dolique car pour 4 et 12 degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,26 ; F_{0,99} = 5,41 \text{ et } F_{0,999} = 9,63 ;$$

- pour l'essai densité de peuplement, il n'existe que une différence significative entre les rendements moyens des 4 densités pour l'association maïs-niébé variété 58-74 car pour 3 et 9, degrés de liberté, on a (DAGNELIE, 1978) :

$$F_{0,95} = 3,86 \text{ et } F_{0,99} = 6,99.$$

Pour l'essai période de semis, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir :

- pour l'association maïs-niébé variété 58-74, aux niveaux 0,05 et 0,01 et pour 12 degrés de liberté, les mêmes 2 groupes homogènes de 4 et de 1 moyennes ci-dessous indiqués :

-	-	-	-	-
x ₁	x ₃	x ₅	x ₄	x ₂
4,118	4,395	5,075	5,636	9,719

- pour l'association maïs-dolique, aux niveaux 0,05 et 0,01 et pour 12 degrés de liberté, les 4 groupes homogènes de 4 et 1 moyennes pour le niveau 0,05 et 4 et 2 moyennes pour le niveau 0,01 suivants :

-	-	-	-	-
x ₄	x ₃	x ₁	x ₅	x ₂
3,710	4,088	4,118	4,957	6,038

-	-	-	-	-
x ₄	x ₃	x ₁	x ₅	x ₂
3,710	4,088	4,118	4,957	6,038

Concernant la densité de peuplement, la méthode de NEWMAN et KEULS fait ressortir, pour l'association maïs-niébé variété 58-74, au niveau 0,05 et pour 9 degrés de liberté, les 2 groupes homogènes de 3 moyennes chacun ci-dessous :

-	-	-	-
x ₁	x ₂	x ₄	x ₃
3,500	3,844	4,649	5,679

La méthode de NEWMAN et KEULS fait donc ressortir :

- pour l'essai période de semis, avec l'association maïs-niébé variété 58-74, aux niveaux 0,05 et 0,01 et pour 12 degrés de liberté :

- 1 groupe homogène de 4 moyennes comprenant le maïs en culture pure et les semis du niébé en dérobée avec le maïs 30, 45 et 60 jours après celui du maïs avec des rendements moyens en fourrages variant de 4,118 à 5,636 t ms/ha ;
- 1 groupe homogène de 1 moyenne comprenant le semis du niébé en dérobée avec le maïs 15 jours après celui du maïs avec un rendement en fourrages de 9,719 t ms/ha ;

- pour l'essai période de semis, avec l'association maïs-dolique, au niveau 0,05 et pour 12 degrés de liberté :

- 1 groupe homogène de 4 moyennes comprenant le maïs en culture pure et les semis du niébé en dérobée avec le maïs 30, 45 et 60 jours après celui du maïs avec des rendements moyens en fourrages variant de 3,710 à 4,957 t ms/ha ;
- 1 groupe homogène de 1 moyenne comprenant le semis du niébé en dérobée avec le maïs 15 jours après celui du maïs avec un rendement moyen en fourrages de 6,038 t ms/ha ;

- pour l'essai période de semis, avec l'association maïs-dolique, au niveau 0,01 et pour 12 degrés de liberté :

- 1 groupe homogène de 4 moyennes comprenant le maïs en culture pure et les semis du niébé en dérobée avec le maïs 30, 45 et 60 jours après celui du maïs avec des rendements moyens en fourrages variant de 3,710 à 4,957 t ms/ha ;
- 1 groupe de 2 moyennes comprenant les semis du niébé en dérobée avec le maïs 15 et 60 jours après celui du maïs avec un rendement moyen en fourrages variant entre 4,957 et 6,038 t ms/ha ;

- pour l'essai densité de peuplement, avec l'association maïs-niébé variété 58-74, au niveau 0,05 et pour 9 degrés de liberté :

- 1 groupe homogène de 3 moyennes comprenant le maïs en culture pure et les densités de peuplement du niébé en dérobée avec le maïs de 53 200 et 159 600 plants/ha avec des rendements en fourrages variant de 3,500 à 5,679 t ms/ha ;
- 1 groupe homogène de 3 moyennes également comprenant les densités de peuplement du niébé en dérobée avec le maïs de 53 200, 106 400 et 159 600 plants/ha avec des rendements en fourrages variant de 3,844 à 5,679 t ms/ha.

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les rendements moyens en grains de maïs et en fourrages obtenus et exprimés en t/ha et t ms/ha sont repris dans les tableaux 13 et 14.

Tableau 13 : Rendements moyens en grains de maïs et en fourrages : essai période de semis

Traitements	Grains et fourrages (t/ha)	Fourrages (t ms/ha)
1. Date de semis du maïs (témoin : 10 juillet 1997)	2, 698	4,118
21. Semis 15 jours après le maïs du niébé var. 58-74	2,375	9,719
31. Semis 30 jours après le maïs du niébé var. 58-74	1,709	4,395
41. Semis 45 jours après le maïs du niébé var. 58-74	2,313	5,636
51. Semis 60 jours après le maïs du niébé var. 58-74	2,313	5,075
22. Semis 15 jours après le maïs de la dolique	2,542	6,038
32. Semis 30 jours après le maïs de la dolique	2,584	4,088
42. Semis 45 jours après le maïs de la dolique	3,354	3,710
52. Semis 60 jours après le maïs de la dolique	3,083	4,957

Tableau 14 : Rendements moyens en grains de maïs et en fourrages : essai densité peuplement

Traitements	Grains et fourrages (t/ha)	Fourrages (t ms/ha)
1. Densité peupl maïs (témoin : 53 200 pl/ha, 1 pl/pq)	2, 355	3,500
21. Densité peupl 53 200 pl/ha, 1 pl/pq, niéb var 58-74	2,167	3,884
31. Densité peupl 106 400 pl/ha, 2 pl/pq, niéb var 58-74	2,458	5,679
41. Densité peupl 159 600 pl/ha, 3 pl/pq, niéb var 58-74	2,292	4,649
22. Densité peuplement 53 200 pl/ha, 1pl/pq, dolique	2,292	4,776
32. Densité peuplement 106 400 pl/ha. 2 pl/pq, dolique	2,709	5,271
42. Densité peuplement 159 600 pl/ha, 3 pl/pq, dolique	2,479	5,263

Concernant les 2 essais, aucune différence significative n'est observée entre les rendements moyens en grains de maïs. Les différentes associations des 2 légumineuses fourragères en dérobée dans le maïs n'ont pas accru ou réduit de façon significative les rendements en grains de maïs en comparaison entre elles et avec les témoins.

Pour l'essai période de semis, le témoin l'emporte légèrement sur le traitement semis de la variété 58-74 de niébé 15 jours après celui du maïs avec des rendements moyens en grains respectifs de 2,698 et 2,375 t/ha. Ce dernier traitement l'a par contre emporté sur les 3 autres. Quant à la dolique, c'est son semis 45 jours après celui du maïs qui a donné le rendement moyen en grains le plus élevé avec 3,354 t/ha. D'une manière générale, les rendements moyens en grains de maïs obtenus avec la dolique dépassent légèrement ceux obtenus avec le niébé variété 58-74.

Pour l'essai densité de peuplement, la densité de 106 400 plants/ha de niébé variété 58-74 l'emporte sur le témoin avec des rendements moyens en grains de maïs respectifs de 2,458 et 2,355 t/ha. Cette densité l'a également emporté sur les 2 autres. Avec la dolique, c'est également la densité de 106 400 plants/ha qui l'a emporté avec un rendement moyen en grains de maïs de 2,709 t/ha. Comme pour l'essai période de semis, les rendements moyens en grains de maïs obtenus avec la dolique sont légèrement supérieurs à ceux obtenus avec le niébé variété 58-74.

Concernant l'essai période de semis, le semis 15 jours après celui du maïs du niébé variété 58-74 et de la dolique l'emporte respectivement de manières très hautement et hautement significatives sur les autres traitements pour la production de fourrage avec des rendements moyens respectifs de 9,719 et 6,038 t ms/ha.

Concernant l'essai densité de peuplement, la densité de 106 400 plants/ha de niébé variété 58-74 et de la dolique l'emporte respectivement de manière significative et légèrement sur les autres traitements pour la production de fourrage avec des rendements moyens respectifs de 5,679 et 5,271 t ms/ha.

Ces premiers résultats montrent que le semis du niébé variété 58-74 et de la dolique en culture dérobée 15 jours après celui du maïs conduit à des rendements moyens en grains de maïs acceptables et à de bons rendements en fourrages dans les conditions de l'étude. Quant à la densité de peuplement, celle de 106 400 plants/ha de niébé variété 58-74 et de la dolique à raison de 2 plants par poquet a donné des rendements acceptables en grains de maïs et en fourrage dans les conditions de l'étude. Entre les 2 associations maïs-niébé variété 58-74 et maïs-dolique, c'est l'association maïs-niébé variété 58-74 qui a donné des rendements moyens globaux en grains de maïs et en fourrages les plus intéressants en rapport avec les 2 traitements de 15 jours pour l'essai période de semis et de 106 400 plants/ha pour l'essai densité de peuplement.

Ces 2 essais seront reconduits pendant au moins 2 autres campagnes en vue de confirmer ou d'infirmer ces premiers résultats, de suivre l'évolution de la fertilité du sol sous l'effet des traitements, d'évaluer les performances de productions animales liées à la consommation du fourrage et de proposer aux utilisateurs un système fourrager basé sur la culture associée maïs-légumineuse fourragère annuelle.

BIBLIOGRAPHIE

DAGNELIE Pierre - Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Vol. II. Presses Agronomiques de Gembloux (Belgique), 1978.

X LELLOUCH Joseph et PHILIPPE Lazar - Méthodes statistiques et expérimentations biologiques. Statistique en biologie et médecine. Flammarion Médecine Sciences, 1974.

MDR/MCRA (Ministère du Développement Rural/Ministère Chargé des Ressources Animales. Le Plan d'Action pour l'Élevage, juin 1988.

PEREIRA-BARRETO (S.) et RAYNAL (J.) - Reconnaissance pédo-botanique de la sisaleraie de Kolda (en vue de la création d'un centre zootechnique). Centre de Recherches Pédologiques. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Ministère de l'Économie Rurale et de la Coopération de la République du Sénégal, janvier 1962.

**INTRODUCTION DE LA CULTURE FOURRAGERE
DE LEGUMINEUSES ANNUELLES EN MILIEU
PAYSAN EN VUE DE L'AMELIORATION DES
PRODUCTIONS CEREALIERES ET ANIMALES
EN HAUTE CASAMANCE AU SENEGAL (V23)**

INTRODUCTION

- **Haute Casamance : région agricole parmi Etat compte atteinte objectifs nationaux autosuffisance alimentaire**
- **Deux contraintes majeures agriculture/élevage zone**
- **ISRA/SODEFITEX : conjugaison efforts entreprendre actions intensification productions agricoles et intégration agriculture-élevage**
 - **Embouche paysanne et production de lait en saison sèche**
 - **Amélioration aptitude au travail des animaux de trait**
 - **Production de fumier de qualité et valorisation**
 - **Constitution de réserves alimentaires pour la saison sèche**
- **Renforcement actions introduction légumineuses fourragères annuelles systèmes culture existants**
- **Objectifs généraux : (i) améliorer productions céréalières et animales et (ii) contribuer préservation ressources naturelles**
- **Objectifs spécifiques: (i) suivre évolution fertilité sols; (ii) évaluer rendements grains céréales, fourrages, productions animales, impact économique innovation et (iii) mettre point système fourrager basé légumineuse annuelle proposer utilisateurs**
- **Etude comportant 3 volets : agronomie, zootechnie et socioéconomie et menée collaboration GIE Sare Kanta, Thiaracounda et Salamata OP OFAD/NAFOORE**

MATERIEL ET METHODES

- **3 villages : Salamata (98% Peulhs Gabous, pasteurs, 20 km/Kolda), Thiaracounda (100% Peulhs, agropasteurs sédentaires, 50 km/Kolda) et Sare Kanta (60% Peulhs Foulacounda et 40% Mandingues, agriculteurs, 100 km/Kolda)**
- **Matériel végétal : niébé fourrager variété 58-74 et dolique**
- **Dispositif expérimental : 3 villages, 4 parcelles (blocs) 50 m x 50 m/village, 3 unités expérimentales 9 m x 9 m/ unité, 3 objets, niébé variété 58-74, dolique et jachère, répartition objets manière complètement aléatoire**
- **Suivi évolution fertilité sols : 3 échantillons moyens/ unité expérimentale, 0-15, 15-30 et 30-45 cm**
- **Travail du sol : labour moyens habituels des paysans**
- **Fertilisation : NPK 15-15-15, 150 kg/ha**
- **Implantation : semis 50 cm x 25 cm, 2-3 graines/poquet**
- **Entretien : sarclo-binage, remplacement, complètement, démariage 2 plants/poquet (160 000 plants/ha)**
- **Observations essentielles : caractérisation initiale sols, détermination rendements fourrages, composition chimique fourrages**

RESULTATS ET DISCUSSION

- Pourcentages moyens matières sèches :

- Sare Kanta :

- 1. niébé variété 58-74 : 30,252%
 - 2. dolique : 31,132%

- Salamata :

- 1. niébé variété 58-74 : 31,250%
 - 2. dolique : 33,333%

- Thiaracounda :

- 1. niébé variété 58-74 : 31,034%
 - 2. dolique : 31,795%

- Rendements fourrages (Tableau 1)

Tableau 1 : Rendements obtenus en fourrages (kg mv/70,125 m² et t ms/ha)

Blocs Villages-Espèces	1		2		3		4	
	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha	kg mv/ 70,125 m ²	t ms/ha
1. SK								
1. 58-74	233,700	10,082	221,500	9,556	223,100	9,625	319,300	13,775
2. dolique	127,400	5,638	59,900	2,659	33,900	1,505	83,200	3,694
2. SL								
1. 58-74	110,000	4,902	216,800	9,661	80,400	3,583	75,500	3,365
2. dolique	15,600	0,742	22,500	1,070	-	-	-	-
3. TH								
1. 58-74	213,600	9,453	207,400	9,179	202,500	8,962	280,700	12,422
2. dolique	72,000	3,265	42,300	1,918	22,200	1,007	122,900	5,572

- Problèmes levée dolique dus principalement mauvaise qualité semences, d'où rendements faibles
- Rendements moyens corrects niébé Sare Kanta (10,760 t ms/ha) et Thiaracounda (10,004 t ms/ha) et rendement correct bloc 2 Salamata (9,661 t ms/ha)
- Faibles rendements Salamata dus manque entretien (parcelle 1), semis tardif et manque entretien également (parcelles 3 et 4)
- Production remplissages niébé 58-78, 3 sites :
 - Sare Kanta : 21 857,400 kg mv à 30,252% de ms
 - Thiaracounda : 17 314,300 kg mv à 31,034% de ms
 - Salamata : 4 683,700 kg mv à 31,250% de ms

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- Résultats globaux production fourrages escomptés non atteints dus essentiellement problèmes levée rencontrés dolique
- Ceux obtenus niébé 58-74 Sare Kanta et Thiaracounda corrects mais nécessitent confirmation
- Nécessité poursuivre action au moins 2 autres campagnes vue obtenir résultats fiables volet agronomie et 2 autres volets, zootechnie et socioéconomie et mettre point système fourrager basé légumineuse annuelle proposer utilisateurs

2 . 7 Effet d'une protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne sur les performances au travail du taurin Ndama en monoboef et en paire (PAR4-13)

**EFFET D'UNE PROTECTION
SANITAIRE CONTRE L'INFECTION
TRYPANOSOMIENNE SUR LES
PERFORMANCES AU TRAVAIL DU
TAURIN NDAMA UTILISE EN
MONOBOEUF ET EN PAIRE.**

SOMMAIRE

I- JUSTIFICATIFS

II- OBJECTIFS

III- METHODOLOGIE

- 1- SENSIBILISATION ET CHOIX DE
L'ECHANTILLON
- 2- MATERIEL ANIMAL
- 3- DISPOSITIF EXPERIMENTAL

IV- RESULTATS - DISCUSSIONS

V- CONCLUSION

JUSTIFICATIFS

■ Importance de la traction animale

■ Contraintes de la traction bovine :

→ Alimentaires

→ Pathologiques (trypanosomienne)

■ Etude en milieu réel :

Incidence mensuelle de l'infection trypanosomienne = 7 % chez les animaux de trait.

■ Etude en station :

Différence significative ($p < 0.0001$) entre animaux indemnes et animaux infectés par les trypanosomes sur les performances au travail (puissance, vitesse, travail total).

■ Traditionnellement, paire de bœufs attelés. Introduction *monoboef*.

OBJECTIFS

DOUBLE OBJECTIFS :

1- TESTER PROTECTION SANITAIRE

**2- DIFFUSER L'UTILISATION DU
MONOBOEUF**

METHODOLOGIE

1- Sensibilisation et choix de l'échantillon

Enquêtes dans plusieurs villages

2- Matériel animal

➤ Attelage simple (huit monoboefs) :

⇒ Lot 1 : 5 animaux traités

⇒ Lot 2 : 3 animaux non traités

➤ Attelage double (huit paires de boeufs)

⇒ Lot 1 : 5 paires traités

⇒ Lot 2 : 3 paires non traités

3- Dispositif expérimental

3-1- Dressage des animaux

3-2- Programme de prophylaxie

- Lots 1 : traités contre l'infection trypanosomienne

Acéturate de Diminazène : 7 mg/kg

Clorhydrate de Cholrure d'Isométagidium 1mg/kg

- Lots 2 : animaux non traités

3-3- Suivi des performances

⇒ Vitesse de travail : $V = D/T$

⇒ Performances pondérales

⇒ Volume du Culot de Centrifugation

⇒ Durée de travail

3-4- Analyses statistiques

Analyses de variance, logiciel Minitab

RESULTATS - DISCUSSIONS

1- Effet du traitement sur la vitesse, la variation pondérale, le VCC et la durée hebdomadaire de travail

Tableau 1.

Pas d'effet significatif du traitement sur ces paramètres.

Deux facteurs : - infestation trypanosomienne
- alimentation

2- Effet du traitement et du type d'attelage sur la vitesse, la variation pondérale, le VCC et la durée hebdomadaire de travail

Tableau 2.

■ Pas de différence significative sur la V, la VP et le VCC.

Mêmes types de travaux (sarclo-binage, déterrage)

■ Type d'attelage a eu un effet significatif ($p < 0.01$) sur la durée hebdomadaire de travail.

→ les paires plus utilisés que les mono
→ forte adoption : introduction du monoboef, réduction de manière substantielle de la main d'œuvre.

CONCLUSION

- Quelque soit le traitement (traité, non traité), pas d'effet significatif sur la V, la VP, le VCC et la DHV.
- Le type d'attelage : pas d'effet significatif sur la V, la VP et le VCC.
- Type d'attelage : effet significatif ($p < 0.01$) sur la DHV.
- Essais de vaccination contre la trypanosomose encore inefficace.
- Perspectives :
 - Vulgarisation du monoboef
 - prophylaxie à moindre coût.

Tableau 1 :
**Effet du traitement sur la vitesse, la
 variation pondérale, le VCC et la durée
 hebdomadaire de travail.**

	ANIMAUX TRAITES	ANIMAUX NON TRAITES
Vitesse (m/s) ns	0.67±0.16 n = 36	0.65±0.12 n = 33
Variation du poids (kg) ns	3.42±2.3 n = 76	6.11±2.40 n = 47
VCC (%) ns	32.5±3.6 n = 88	31.8±4.4 n = 54
Durée hebdomadaire de travail (heure : H) ns	6.7±0.7 n = 63	8.0±0.9 n = 28

ns = non significatif

Tableau 2

Effet du traitement et du type d'attelage sur la vitesse, la variation de poids, le VCC et la durée hebdomadaire de travail.

	ANIMAUX TRAITES ATTELAGE SIMPLE	ANIMAUX NON TRAITES ATTELAGE SIMPLE	ANIMAUX TRAITES ATTELAGE DOUBLE	ANIMAUX NON TRAITES ATTELAGE DOUBLE
Vitesse (m/s) ns	0.65±0.11 n = 17	0.64±0.13 n = 17	0.70±0.20 n = 19	0.66±0.12 n = 16
Variation de poids (kg) ns	2.49±3.35 n = 39	5.44±3.14 n = 25	4.14±2.60 n = 37	5.62±3.73 n = 21
VCC (%) ns	32.0±3.7 n = 43	31.4±4.7 n = 30	33.2±3.4 n = 45	32.7±3.8 n = 24
Durée de travail hebdomadaire (H) **	4.5±0.7 n = 26	5.9±0.9 n = 13	8.3±1.1 n = 37	9.7±1.5 n = 15

ns = non significatif

** = $p < 0.01$

ISRA
CRZ DE KOLDA

ATELIER DE PRESENTATION DE RESULTATS : « AGRICULTURE/GRN -
ELEVAGE DANS LES REGIONS DE BASSE ET MOYENNE CASAMANCE
(BMC), ET DE SENEGAL ORIENTAL ET HAUTE CASAMANCE (SOHC) »,
DU 17 AU 20 FEVRIER 1998.

MISE AU POINT DE NOUVELLES TECHNOLOGIES EN
AGRICULTURE ET GRN.

THEME :

*EFFET D'UNE PROTECTION SANITAIRE CONTRE L'INFECTION
TRYPANOSOMIENNE SUR LES PERFORMANCES AU TRAVAIL DU
TAURIN NDAMA UTILISE EN MONOBOEUF ET EN PAIRE.*

Par :

MOMAR TALLA SECK : chercheur
ANSOUMANA DIOKOU : technicien

SOMMAIRE

I- JUSTIFICATIFS

II- OBJECTIFS

III- DEMARCHE METHODOLOGIQUE

IV- RESULTATS

V- DISCUSSIONS

VI- CONCLUSION

I- JUSTIFICATIFS

Dans les pays en voie de développement, l'augmentation de la production agricole demeure aujourd'hui une préoccupation majeure. En zone sub-humide du Sénégal, la traction animale constitue l'un des outils performants pour améliorer les productions agricoles et le revenu des paysans.

Ainsi, en dépit du regain d'intérêt dont elle fait actuellement l'objet dans cette zone, la traction animale voit ses applications limitées face à certaines contraintes alimentaires, pathologiques et en particulier trypanosomienne.

En milieu réel, des études épidémiologiques de la trypanosomose ont montré une incidence mensuelle de l'ordre de 7 % pour les animaux utilisés pour la traction (Faye et *al.* 1996), constituant une contrainte dans la valorisation de leur capacité au travail.

En station, une étude de l'effet de l'infection trypanosomienne sur les performances au travail (puissance, vitesse et travail total) du bétail trypanotolérant a montré que les animaux indemnes d'infection trypanosomienne sont plus performants de façon significative ($p < 0,001$) que les animaux infectés par les trypanosomes (Seck, 1997). Au terme de cette étude, des recommandations en matière de prophylaxie et de soins sanitaires ont été formulées. Il s'agit maintenant de tester le traitement préconisé contre l'infection trypanosomienne sur les animaux de trait durant la campagne agricole.

Etant donné que les travaux agricoles s'effectuent traditionnellement avec une paire de bœufs, l'utilisation d'un attelage simple (monoboœuf) devrait permettre aux exploitations démunies d'animaux d'adopter cette technologie, afin de réduire la main d'œuvre et aussi de pouvoir continuer le travail même en cas de perte d'un animal de trait si un attelage double était utilisé.

II- OBJECTIFS

Cette activité a le double objectif de tester la protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne afin de maintenir et améliorer les performances au travail des bovins de trait, et de diffuser l'utilisation du monoboœuf afin d'obtenir une forte adoption de cette technologie.

III- DEMARCHE METHODOLOGIQUE

1- Sensibilisation des paysans et choix de l'échantillon

Il a été procédé à une sensibilisation des paysans sur la contrainte pathologique (infection trypanosomienne) et l'utilisation du monoboœuf. Des enquêtes ont été menées dans différents villages en vue d'identifier l'échantillon de travail. Neuf (9) exploitations appartenant à trois (3) villages (Bantancountou Maoundé, Marakissa, Saré Hamidou) ont été ciblées.

2- Matériel animal

Le dispositif expérimental comporte des animaux de trait dressés sous deux types d'attelage : un attelage simple (huit monobœufs) et un attelage double (huit paire de bœufs). Dans chaque type d'attelage, deux lots ont été constitués :

- lot 1 : animaux traités (traitement contre l'infection trypanosomienne)
- lot 2 : animaux non traités.

3- Dispositif expérimental

3-1- Dressage des animaux

Les animaux choisis ont été dressés en station , et un atelier de formation a été organisé dans l'optique d'initier les paysans sur le nouveau système d'harnachement confectionné et la conduite des monobœufs.

3-2- Programme de prophylaxie

En fonction des lots, le programme de prophylaxie a été réalisé. Cette prophylaxie s'est effectuée avant et durant la campagne agricole. Le lot 1 a été traité contre l'infection trypanosomienne. L'Acéturate de Diminazène (Bérénil) a été utilisé à la dose de 7 mg/kg (solution aqueuse à 7 %) pour blanchir les animaux. Trois semaines plus tard, une prophylaxie préventive a été appliquée sur ces mêmes animaux en utilisant le Chlorhydrate de Chlorure d'Isoméamidium (Trypamidium) à la dose de 1 mg/kg de poids vif. Le lot 2 n'a pas subi de traitement.

3-3- Suivi des performances

- Vitesse de travail : la vitesse est fonction du rapport entre la distance parcourue et le temps mis. Les deux paramètres ont été relevés pendant les jours de travail des animaux.
- Performances pondérales : les animaux ont été pesés tous les quinze jours durant la campagne agricole.
- Volume du Culot de Centrifugation (VCC) : toutes les deux semaines, des prélèvements de sang sont effectués pour déterminer la parasitémie et le VCC.
- Durée de travail : elle est mesuré chaque fois que l'animal est attelé.

3-4- Analyses statistiques

La vitesse de travail, le VCC, la variation pondérale et la durée hebdomadaire de travail des différents lots d'animaux de trait sont comparés par une analyse de variance en utilisant le logiciel Minitab, Release, 8 Minitab, Inc USA.

IV- RESULTATS

4-1- Effet du traitement sur la vitesse, la variation pondérale, le VCC, et la durée hebdomadaire de travail.

Le tableau I indique la vitesse, la variation pondérale, le VCC, et la durée hebdomadaire de travail des animaux de trait en fonction du traitement appliqué. Les résultats montrent que le traitement n'a pas eu un effet significatif sur ces différents paramètres.

Tableau I
Effet du traitement sur la vitesse, la variation pondérale, le VCC, et la durée hebdomadaire de travail.

	Animaux traités	Animaux non traités
Vitesse (m/s) ns	0.67±0.16 n = 36	0.65±0.12 n = 33
Variation du poids (kg) ns	3.42±2.3 n = 76	6.11±2.40 n = 47
VCC (%) ns	32.5±3.6 n = 88	31.8±4.4 n = 54
Durée hebdomadaire de travail (heure : H) ns	6.7±0.7 n = 63	8.0±0.9 n = 28

ns = non significatif

4-2- Effet du traitement et du type d'attelage sur la vitesse, la variation de poids, le VCC, et la durée hebdomadaire de travail.

Le tableau II illustre l'effet du traitement (animaux traités contre l'infection trypanosomienne et animaux non traités) et du type d'attelage (monoboef et paire de bœufs) sur les mêmes paramètres. Quelque soit le traitement appliqué et le type d'attelage utilisé, il n'y a pas eu de différence significative entre les différents lots :

- animaux traités avec un attelage simple,
- animaux non traités avec un attelage simple,
- animaux traités avec un attelage double,
- animaux non traités avec un attelage double,

sur la vitesse de travail, la variation pondérale et le volume du culot de centrifugation. Cependant le type d'attelage a eu un effet significatif ($p < 0.01$) sur la durée hebdomadaire de travail des animaux de trait. Les attelages doubles (animaux traités et non traités) ont eu une durée de travail moyenne plus importantes que les attelages simples.

Tableau II
Effet du traitement et du type d'attelage sur la vitesse, la variation de poids, le VCC et la durée hebdomadaire de travail.

	Animaux traités Attelage simple	Animaux non traités Attelage simple	Animaux traités Attelage double	Animaux non traités Attelage double
Vitesse (m/s) ns	0.65±0.11 n = 17	0.64±0.13 n = 17	0.70±0.20 n = 19	0.66±0.12 n = 16
Variation de poids (kg) ns	2.49±3.35 n = 39	5.44±3.14 n = 25	4.14±2.60 n = 37	5.62±3.73 n = 21
VCC (%) ns	32.0±3.7 n = 43	31.4±4.7 n = 30	33.2±3.4 n = 45	32.7±3.8 n = 24
Durée de travail hebdomadaire (H) **	4.5±0.7 n = 26	5.9±0.9 n = 13	8.3±1.1 n = 37	9.7±1.5 n = 15

ns = non significatif

** = $p < 0.01$

V- DISCUSSIONS

Les résultats de cette présente étude ont montré que la protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne des animaux de trait n'a pas eu un effet significatif sur la vitesse de travail, la variation pondérale, le volume du culot de centrifugation et la durée hebdomadaire de travail. Deux facteurs peuvent probablement expliquer le résultat obtenu. Il s'agit d'une part de l'effet de l'infection trypanosomienne et d'autre part du facteur alimentaire. Durant toute la période de l'étude, aucune infection trypanosomienne n'a été décelée aussi bien chez les animaux non traités contre cette infection que chez les animaux soumis à une prophylaxie préventive, ne permettant pas à ces derniers d'extérioriser leurs avantages par rapport aux animaux traités. Etant donné que les glossines colonisent les savanes arborées, arbustives, le long des galeries riveraines essentiellement composées de palmiers à huile. Cette absence d'infestation relève probablement d'une diminution de la pression glossinaire due à l'éclaircissement des forêts (défrichement) diminuant les gîtes des glossines. Cette étude ayant coïncidé avec la période hivernale, les animaux n'ont pas été victimes de la contrainte alimentaire, car les pâturages étaient bien développés à cette période. En plus, ces animaux qu'ils soient traités ou non, bénéficiaient chaque fois d'une complémentation afin d'éviter les risques de chute de poids après le travail.

L'attelage utilisé n'a pas eu un effet significatif sur la vitesse de travail, la variation pondérale et le volume du culot de centrifugation des animaux de trait. Les monobœufs et les paires ont pratiquement effectué les mêmes travaux. La plupart des opérations culturales effectuées étaient le sarclo-binage, et le déterrage de l'arachide. Avec le retard dû à la mise en place du dispositif expérimental, les autres opérations culturales (labour, semis) étaient déjà réalisées et non tenues en compte dans cette étude. Contrairement aux paramètres cités plus haut, le type d'attelage a eu un effet significatif ($p < 0.01$) sur la durée hebdomadaire de travail des animaux. Les agropasteurs ont beaucoup plus utilisés les paires de bœufs que les monobœufs. Les enquêtes menées après la campagne agricole ont montré que les paysans ont fortement adopté l'introduction du monobœuf dans l'exécution des travaux légers. Les

monoboeufs ont permis aux agropasteurs de réduire de manière substantielle la main d'œuvre (un homme, un attelage). Mais, l'écart de durée d'utilisation des deux types d'attelages relève du souci des agropasteurs de ne pas trop fatiguer les monoboeufs pour leur première année de travail afin de ne pas les surmener. Ils ont été tous favorables de dresser d'autres monoboeufs lors des prochaines campagnes.

VI- CONCLUSION

En vue d'améliorer les performances au travail des animaux de trait, une étude a été menée en milieu réel sur l'effet d'une protection sanitaire contre l'infection trypanosomienne sur les performances au travail du taurin Ndama utilisé en monoboeuf et en paire. Les résultats obtenus de cette étude ont montré que quelque soit le traitement, il n'y a pas eu de différence significative sur la vitesse de travail, la variation pondérale, le volume du culot de centrifugation et la durée de travail entre les animaux soumis à une prophylaxie préventive contre la trypanosomose et les animaux non traités. De même, le type d'attelage n'a pas eu un effet significatif sur les trois premiers paramètres cités. Mais un effet significatif ($p < 0.01$) a été obtenu sur la durée de travail selon le type d'attelage. Les enquêtes menées ont montré une forte adoption de cette technologie par les agropasteurs.

Cependant, des études en station avaient montré que l'infection trypanosomienne avait eu un effet significatif ($p < 0.001$) sur les performances au travail du bétail Ndama.

Au terme de cette présente étude, avec les essais de vaccination contre la trypanosomose qui se sont révélés toujours inefficaces à cause de la variation antigénique, la prophylaxie contre cette infection est une priorité dans les zones à haute risque pour ne pas compromettre les performances au travail des animaux suite à une infection.

Les perspectives vont dans le sens d'une vulgarisation à grande «échelle de cet outil de travail qu'est le monoboeuf, et de mettre à la disposition des agropasteurs un traitement des animaux contre cette infection et à moindre coût.

BIBLIOGRAPHIE :

FAYE, A., DIACK, A., DIEYE, P.N. & FALL, A., 1996. Projet de recherche sur les inter relations entre les pathologies parasitaires des bovins de trait en zone sub-humide du Sénégal. *Rapport d'avancement*. Centre de Recherches Zootechnique de Kolda, ISRA, 10p.

SECK, M. T., 1997 - Effet de l'infection trypanosomienne sur les performances au travail du bétail Ndama trypanotolérant en zone sub-humide du Sénégal. *Mémoire de confirmation*. CRZ de Kolda / ISRA. 64P.

