

LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE



Revue semestrielle N° 02 Juillet Décembre 2005



Photo BDIP / IER - Wassachiè acquis du Programme volaille

Institut d'**E**conomie **R**urale

Rue Mohamed V

Tél. : (223) 222 26 06 - 223 19 05 / Fax : 222 37 75

E-mail : direction@ier.ml

Site web : www.ier.ml

LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE



Revue Scientifique de l'Institut d'Economie Rurale (IER)
FAX : (223) 22 37 75 – TEL : (223) 222 26 06/223 19 05
BP 258 – Rue Mohamed V BAMAKO / MALI

Directeur de publication : Dr Bourema Dembélé

Editeur Scientifique : Dr Lassine Diarra

Secrétaire de rédaction : Dr Modibo Sidibé

Comité de rédaction

Dr Aly Kouriba , Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Ibrahima N'Diaye, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Niamoye Yaro, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Siaka Dembélé, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Abdou Yéhiya Maïga, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Abdoul Karim Traoré, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Ousmane Sanogo, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Bara Ouologuem, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Oumar Niangado, Fondation Syngenta
Professeur Siaka Sidibé, Hopital du Point G- Bamako
Professeur N'Golo Diarra ISFRA - Bamako
Professeur ALfousseini Bretaudeau, IPR/IFRA -Katibougou
Professeur Aly Maïga, CNRST- Bamako
Dr Pierre Hiernaux, CESBIO, Toulouse
Professeur Alassane Cissé, ENSUP - Bamako
Professeur Daniel Dansonko, IPR/IFRA Katibougou

**Lisez et faites lire votre revue
les Cahiers de l'Economie Rurale**



INFORMATIONS ET INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Créée en 2003 au sein de l'Institut d'Economie Rurale, la revue « LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE » est une revue scientifique qui publie deux fois par an, en français ou en anglais, les résultats de travaux originaux de recherche effectués par les chercheurs de l'IER, ou en collaboration avec divers partenaires. Les propositions doivent relever des domaines suivants : productions végétales, productions animales, productions forestières, productions halieutiques, systèmes de production, économie des filières, etc.

Les articles proposés par d'autres chercheurs sont également admis lorsque leur qualité scientifique est reconnue.

Le comité éditorial, en collaboration avec un réseau de lecteurs, assure la sélection des articles.

I. GENERALITES

1. Manuscrit

Le manuscrit est saisi sur ordinateur (en interligne 1.5) et imprimé sur papier de format 21 cm x 29.7 cm, avec une marge de 4 cm à droite comme à gauche, sans rature ni surcharge. Sa longueur ne doit pas dépasser 15 pages, y compris les illustrations et les tableaux.

Le manuscrit soumis en trois exemplaires, doit être accompagné d'une disquette sur laquelle on précisera le logiciel utilisé, et envoyé à l'adresse suivante :
Dr Lassine Diarra, Editeur scientifique, IER BP 258
Bamako. Mali.

2. Style

Le style doit être simple et concis, avec des phrases courtes, du type : sujet, verbe, complément. Les noms scientifiques de genres et d'espèces, doivent être écrits en italique et seront suivis du nom du descripteur, à la première apparition dans le texte. Par la suite, le nom du descripteur sera occulté.

Lorsque dans une citation, la référence des auteurs comporte plus de deux noms, seul le nom du premier auteur est mentionné et il est suivi de << et al >> écrit en italique.

3. Notes en bas de page

Excepté les adresses des auteurs à la première page, les notes en bas de page ne sont pas admises.

4. Pagination

Les numéros de pages, en chiffres arabes, seront portés en haut et au centre de la page.

5. Unités de mesure

Elles seront du système international et devront être cohérentes dans tout le texte.

6. Procédure d'évaluation des manuscrits

Les manuscrits seront évalués, dans le cadre d'un réseau de lecteurs, par au moins trois lecteurs. En cas de litige, l'avis d'un quatrième lecteur sera sollicité.

Au besoin, les auteurs reçoivent les commentaires écrits des référés, donc le texte à corriger. Le document corrigé doit être retourné à la Direction scientifique de l'Institut d'Economie Rurale dans un délai d'un mois, à partir de la date d'expédition par l'éditeur.



Les manuscrits refusés seront retournés à leurs auteurs et la raison sera signifiée par écrit.

7. Corrections des mises en page

Les premières mises en page faites par l'éditeur vous seront envoyées et vous devez consulter cette réalisation avec beaucoup de soins, de façon à relever toutes les corrections et rectifications à apporter. Il n'est pas question de modifier le document. Le manuscrit devra ensuite être retourné, dans les meilleurs délais au secrétariat de rédaction de la revue.

8. Tirés à part

Un seul tiré à part sera transmis gracieusement à chaque auteur ou coauteur.

D'autres tirés à part pourront être obtenus contre paiement d'un montant qui sera fixé lors de l'expédition de l'exemplaire gratuit.

II. ORGANISATION DU MANUSCRIT

1. Première page

La première page doit comporter le titre en français et en anglais de l'article, le nom et le prénom du ou des auteurs, les adresses complètes de leurs institutions d'affiliation. En bas de page, on précisera les adresses postale et électronique si possible, les numéros de téléphone et de fax de l'auteur à qui doivent être envoyées les correspondances.

Cette page contiendra également un résumé en français et un résumé en anglais plus substantiel dans le cas d'un manuscrit en français et inversement. Chaque résumé ne devra pas dépasser 200 mots et sera suivi de 3 à 6 mots clés ; il permettra de comprendre la justification, la méthodologie, les résultats et les conclusions. Dans le corps du texte, la numérotation des titres et sous titres se fera selon la norme internationale (1, 1.1., 1.1.1., etc.)

2. Introduction

Elle doit situer le contexte de l'étude par rapport aux travaux antérieurs effectués dans le domaine.

3. Matériels et méthodes

Seul le matériel original sera décrit. Evitez les longues listes de matériels communément utilisés tels que sécateur, bottes, etc.

Si les méthodes habituellement utilisées doivent être succinctement décrites, les méthodes nouvelles, par contre, doivent être détaillées.

4. Résultats

Ils seront rendus sous forme de texte, de tableaux et/ou de figures. Le même résultat ne doit pas être présenté de façon répétitive, par exemple sous forme de tableau et de figure.

5. Discussion

Elle doit être une analyse des résultats expérimentaux par rapport à d'autres travaux similaires, et non une reprise de la description des résultats.

6. Conclusion

La conclusion devra faire ressortir l'importance des résultats acquis pour les recherches futures. Elle doit être différente du résumé, de la description des résultats et de la discussion.

7. Remerciements

S'ils s'imposent, ils devront être concis et ne pas dépasser cinq lignes.

8. Références

Les références bibliographiques concernent uniquement les auteurs cités dans le texte. Elles sont classées par ordre alphabétique des noms d'auteurs et par ordre d'ancienneté pour un même auteur.

Articles

Noms et initiales de prénoms du ou des auteurs, année de publication, titre complet de l'article, nom complet du périodique, numéro et volume, les numéros de la



première et de la dernière page.

Exemple : Traoré D., 1981 – La formation du grain de pollen chez les Cypéracées de la tribu des Cypérées, étudiées en Côte d'Ivoire . Candollea 36 (2) : 431- 444 .

Livres

Noms et initiales de prénoms du ou des auteurs, année de publication, titre complet du livre, éditeur, maison et lieu de publication, nombre de pages.

Exemple : BERHAUT J., 1988 - Flore illustrée du Sénégal, Tome IX. Edition Clairafrique, Dakar, Sénégal, 523 pages.

Thèses

Noms et initiales de prénoms de l'auteur, année, titre complet de la thèse, type de thèse, spécialité, Université, ville et pays, nombre de pages.

Exemple : TRAORE N'G., 1998. Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore du Baoulé. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 150 p.

Communications

Noms et initiales de prénoms du ou des auteurs, année de publication, titre complet de la communication, éditeurs, titre du forum scientifique (congrès, séminaire, symposium) date et lieu, les numéros de la première et de la dernière page. Exemple : Cissé M., 1982.

Evaluation du potentiel fourrager de la zone d'étude du projet CIPEA. In Actes du Colloque sur les ligneux fourragers. Addis Abeba, Ethiopie. 154 – 169.

9. Liste des taxons végétaux cités

A la fin de chaque article, une liste des taxons végétaux cités sera donnée en suivant l'ordre alphabétique des noms actualisés des espèces. Le nom du descripteur sera obligatoirement mentionné. La famille de chaque espèce doit être précisée.

10. Illustrations

Elles seront toutes appelées dans le texte. Les figures (dessins, courbes, histogrammes, cartes, photographies) seront numérotées en chiffres arabes (1, 2, 3 ...) en suivant l'ordre d'appel dans le texte. Toutes les illustrations doivent être sur disquette ou sur clé USB.

11. Tableaux

Ils seront tous appelés dans le texte et numérotés en chiffres romains (I, II, III, etc) selon l'ordre d'appel dans le texte. Ils doivent être présentés, chacun sur une feuille séparée. Les légendes des tableaux, des figures, des photos et en général de toutes les illustrations seront rassemblées sur une même feuille et placées en fin de manuscrit.



SOMMAIRE

Evaluation de l'adoption des technologies agricoles introduites par la recherche et le développement dans la zone Mali-Sud	1
Evaluation de la production de la fiente de volaille dans la zone périurbaine du District de Bamako	15
Evolution des techniques culturales en zone cotonnière du Mali entre 1994 et 2002	21
Gestion intégrée de la fertilité des sols pour améliorer la productivité dans le Sahel : Effets des jachères, des légumineuses et du phosphate naturel de Tilemsi sur le rendement du mil et le Striga hermonthica	29
Evaluation agronomique des cultivars d'arachide sous irrigation dans les aménagements hydro-agricoles du cercle de Kayes	43

Evaluation de l'adoption des technologies agricoles introduites par la recherche et le développement dans la zone Mali-Sud

Djouara, H. Sanogo, Z.J.L. Bengaly, M.

RESUME

Les résultats qui font l'objet du présent article ont été obtenus dans le cadre de l'exécution du projet de recherche intitulé "Amélioration du fonctionnement des unités de productions (UP)" qui a été conduit dans les zones agro-écologiques de Koutiala, Kadiolo et Bougouni. L'étude a consisté essentiellement à collecter des données de base de façon permanente afin de suivre les trajectoires d'évolution des systèmes de production, d'identifier les besoins des agro-éleveurs en général et de façon spécifique d'analyser l'adoption et l'impact des technologies introduites (variétés améliorées de céréales, cultures fourragères, méthodes de lutte anti-érosive et l'utilisation de la fumure organique) en milieu paysan par la recherche et le développement. Les résultats de recherche de cette dernière composante du projet constituent la base du présent document.

De ces résultats, il ressort que le taux d'adoption globale des technologies introduites par la recherche et le développement dans la zone d'intervention de l'ESPGRN/Sikasso est de 97%. Les taux d'adoption des technologies introduites sont généralement plus élevés dans les exploitations agricoles équipées (types A et B) par rapport aux exploitations moins dotées en ressources productives (types C et D).

Les investissements dans la recherche, de 1993 à 2003, avec des taux de rentabilité interne de 23 à 143% ont de façon générale permis des gains de rendements pour les cultures céréalières et des valeurs actuelles nettes (VAN) en 2003 de plus 64 milliards de Fcfa pour le maïs, plus de 259 millions de Fcfa pour le riz de bas-fond et plus de 86 millions de Fcfa pour le petit mil.

Mots clés : Unité de production, technologies, adoption, impact, taux de rentabilité interne



ABSTRACT

The results presented in this document have been obtained in the framework of the project "Improvement of the working of the production units (PU)" which has been conducted in the agro-ecological zones of Koutiala, Kadiolo and Bougouni. The survey essentially consisted in collecting the original data in a permanent way, in order to follow the trajectories of evolution of the production systems in general and in a specific way, to identify the needs of the farmers and to analyze the adoption and the impact of the technologies introduced (improved varieties of cereals, forage crops, erosion control methods and the use of the organic manure) in farmer environment by research and the development. The results of this last part of the project are the base of this document.

According to the results, the rate of global adoption of the technologies introduced by research and the development in the zone of intervention of the ESPGRN/Sikasso is 97%. The rates of adoption of the technologies introduced are generally more elevated in the equipped agricultural exploitations (types A and B) compared to the exploitations less endowed in productive resources (types C and D).

The investments made from 1993 to 2003, with rates of internal profitability of 23 to 143 %, have in general, permitted gains of yield for the cereals; in 2003 the actual net value (VAN) is 64 billions Fcfa for maize, more than 259 millions Fcfa for rice and more than 86 millions Fcfa for millet.

Keywords : Production unit, technologies, adoption, impact, rates of internal profitability

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'amélioration des systèmes de production en zone Mali Sud, une série d'innovations techniques a été introduite par les services de recherches et de vulgarisation. Afin d'évaluer l'impact de cette intervention, il est essentiel pour la recherche de disposer d'une rétroaction systématique et continue de la réponse des producteurs sur les techniques proposées. D'où la nécessité pour la recherche système de collecter des données de base de façon permanente afin de suivre les trajectoires d'évolution des systèmes de production et identifier les besoins des agro-éleveurs. Ainsi un dispositif de collecte de données de base a été mis en place par l'Equipe Système de Production et Gestion des Ressources Naturelles de Sikasso (ESPGRN/Sikasso).

Ce dispositif de collecte de données de base permet, à l'échelle de l'exploitation agricole, d'analyser l'adoption et l'impact des technologies introduites en milieu paysan par

la recherche. Il permet également de suivre l'impact de certaines mesures politiques agricoles sur les exploitations agricoles.

Le présent article analyse les facteurs d'adoption des technologies introduites par la recherche et le développement dans la zone d'intervention de l'ESPGRN/Sikasso. Pour cela, les facteurs d'adoption des variétés améliorées de céréales, des cultures fourragères et les technologies en rapport avec la gestion de la fertilité des sols (l'utilisation des engrais et les techniques de lutte anti-érosive) ont fait successivement l'objet d'analyse en 2000, 2001, 2002 et 2003.

L'objectif général de l'étude était d'évaluer l'impact des activités de recherche, de développement et de certaines mesures de politiques agricoles sur les exploitations agricoles dans la zone d'intervention de l'ESPGRN/Sikasso.

Les objectifs spécifiques du projet étaient les suivantes :

- quantifier les innovations adoptées en milieu paysan;
- identifier et analyser les stratégies paysannes d'allocation des ressources productives et leur contribution au développement des différents types d'exploitations agricoles;

- évaluer l'impact des pratiques sur la durabilité écologique et économique des systèmes de production;
- évaluer l'impact de l'intervention de la recherche dans la zone d'intervention de l'ESPGRN/Sikasso;
- proposer et cibler des activités de recherche-action et de développement.

METHODOLOGIE

Choix des sites

L'étude a été menée dans les villages de recherche de l'Equipe Système de Production et Gestion des Ressources Naturelles de Sikasso.

Ces villages ont été choisis lors de diagnostics exploratoires dans les zones de Koutiala, Kadiolo et Bougouni par des équipes pluridisciplinaires composées de chercheurs et d'agents d'encadrement du monde rural. Le choix des villages reposait sur différents critères: en premier lieu la représentativité du village vis à vis de la situation générale de la zone (sols, population, ethnies, cultures etc.), puis la volonté du village à travailler avec la recherche, l'accessibilité en toute saison, et la cohésion sociale.

Dispositif de collecte et d'analyse des données

Le dispositif de collecte des données de base sur les exploitations agricoles du suivi-évaluation permanent (SEP) de Sikasso a été mis en place en 1988. Un échantillon de 80 exploitations agricoles réparties entre 9 villages dans les régions CMDT de Koutiala (3 villages), Sikasso/Kadiolo (3 villages) et Bougouni (3 villages) est suivi de façon permanente de 1994 à 2003.

Les collectes de données du SEP se font aux échelles village et exploitation agricole. Les données collectées à l'échelle du village pour alimenter la base de données de l'ESPGRN/Sikasso sont le nombre d'exploitations agricoles par type, les prix des inputs et outputs et la pluviomé-

trie. A l'échelle de l'exploitation agricole les données collectées concernent le nombre de personnes présentes et absentes par catégorie d'âge, le matériel agricole, les animaux, les superficies cultivées par spéculation, les intrants achetés et utilisés, les intrants auto fournis, les productions et rendements, les dépenses et recettes en élevage et produits agricoles.

Les données ont été collectées à l'aide de fiches par des enquêteurs qui résident dans les villages de recherche. Les données concernant le taux d'adoption des technologies ont été collectées à l'aide de guides d'entretiens soumis aux chefs d'exploitations ou aux chefs des travaux dans l'ensemble des 80 exploitations agricoles. Les questions ouvertes posées concernaient les points suivants: la connaissance des technologies introduites, les sources d'informations, les raisons d'adoption et de non adoption et l'impact des technologies introduites.

Le logiciel SPSS a été utilisé pour les analyses statistiques élémentaires (moyenne, somme et écart-type) et les analyses multidimensionnelles (Analyse en Composantes Principales).

Description de la méthode d'évaluation de l'adoption et de l'impact

La méthode retenue pour l'évaluation de l'impact de la recherche est l'approche du surplus économique développée par Purdue University en collaboration avec l'Institut du Sahel depuis 1994. Le surplus économique est la valeur de la production et de la consommation en terme

monétaire. La base de ce concept est que l'adoption d'une technologie nouvelle entraîne une augmentation de rendement qui se traduit par un déplacement vertical de la courbe de l'offre. Le bénéfice annuel total (ou gain social total) issu de ce déplacement est mesuré par la somme totale des changements de surplus des producteurs et consommateurs (Coulibaly et Diakité, 2001).

L'augmentation de production due aux activités de recherche, le niveau du prix aux producteurs, le taux d'adoption des nouvelles technologies permettent de déterminer les

bénéfices générés par la recherche (Coulibaly et Diakité, 2001). La différence entre les bénéfices dégagés et les coûts encourus permet de déterminer le taux de rentabilité des investissements.

Le taux de rentabilité interne (TRI) fait la synthèse des bénéfices et des coûts de recherche pour l'ensemble de l'économie (Diakité et Coulibaly, 2001). Un taux de rentabilité supérieur au coût d'intérêt des fonds de recherche indique que l'investissement continu de ces fonds se justifie.

RESULTATS

La structure des exploitations agricoles

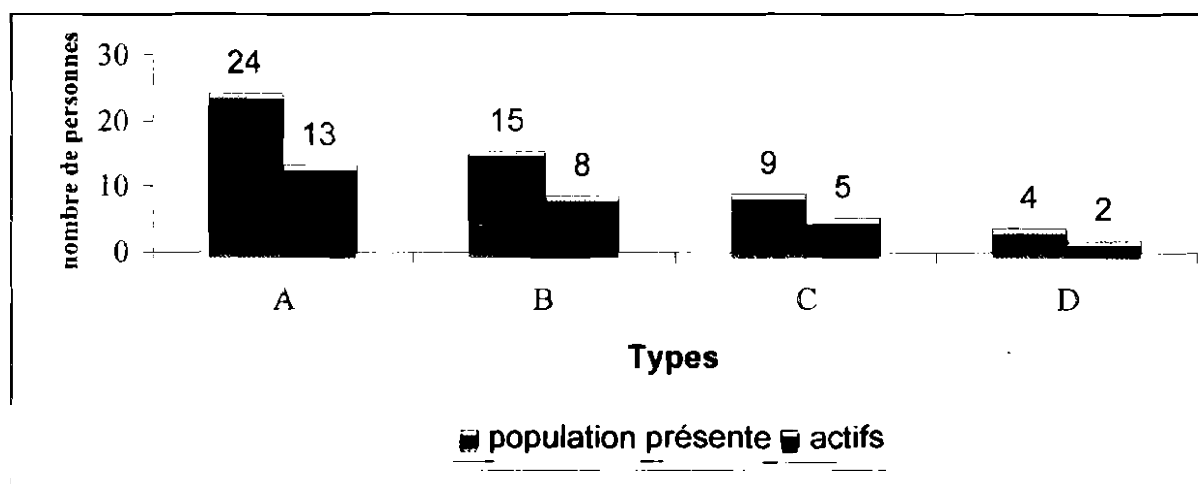
2003 sont significativement différents d'un type à un autre (Figure 1).

Les ressources humaines

Les nombres moyens de bouches à nourrir et d'actifs agricoles par type d'exploitation durant la période 1999 à

Figure 1 : Nombre moyen de personnes présentes et d'actifs par type d'exploitation agricole

Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)



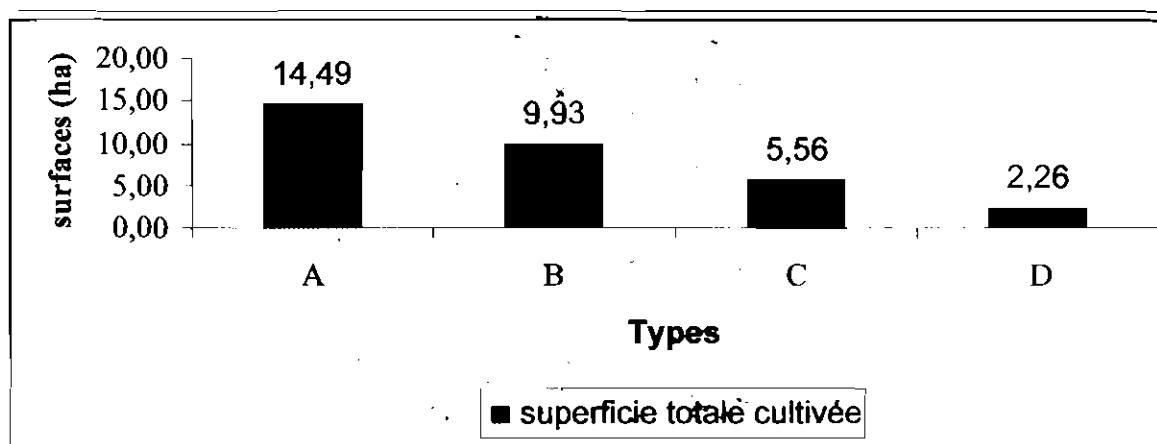
Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Le type A avec en moyenne 24 personnes présentes et 13 actifs est constitué d'exploitations de grande taille contrairement aux types C et D constitués d'exploitations de petite taille. La différence entre les types est hautement significative.

Les ressources en terre

Les surfaces moyennes emblavées par exploitation sont significativement différentes d'un type à un autre (Figure 2).

Figure 2 : Superficie totale cultivée par type d'exploitation agricole



Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Les exploitations agricoles de type A cultivent environ le triple des superficies emblavées par les types C et le septuple des surfaces des exploitations de type D. Les exploitations agricoles de types B emblavent environ le double des surfaces cultivées par les exploitations agricoles de type C.

L'équipement agricole

Nous désignons ici sous le vocable d'équipement agricole le matériel agricole (charrue, multiculteur, semoir etc.) et les animaux de trait utilisés en culture attelée. La différence entre les types en matière d'équipement est haute-

ment significative. Les types A sont composés d'exploitations agricoles qui sont mieux dotées en équipement que tous les autres types (Tableau I). Le type B vient en seconde position car relativement mieux doté que le type C qui ne dispose pas en moyenne d'une unité d'attelage (2 bœufs de labour et une charrue ou un multiculteur), la plupart de ces travaux sont donc effectués manuellement comme le type D. Le type A avec un peu plus de 2 unités d'attelage dispose donc en principe d'une capacité de travail plus importante que les autres classes car une unité d'attelage ne travaille que 4 à 5 heures par jour. Le type B avec une unité d'attelage vient en seconde position. Le type C avec moins d'une unité d'attelage n'a pas la même capacité de travail que les exploitations de types A et B.

Tableau I : Nombre moyen d'équipements agricoles par exploitation et par type

Equipements agricoles	Type A	Type B	Type C
Charrues	2,0	1,3	1,1
multiculteurs	1,6	1,2	1,1
Semoirs	1,1	1,0	1,2
charrettes	1,2	1,0	1,1
appareils de traitement	1,3	1,2	1,1
bœufs de labour	4,8	2,9	1,3
Anes	1,6	1,3	1,0
unités d'attelage	2,2	1,3	0,6

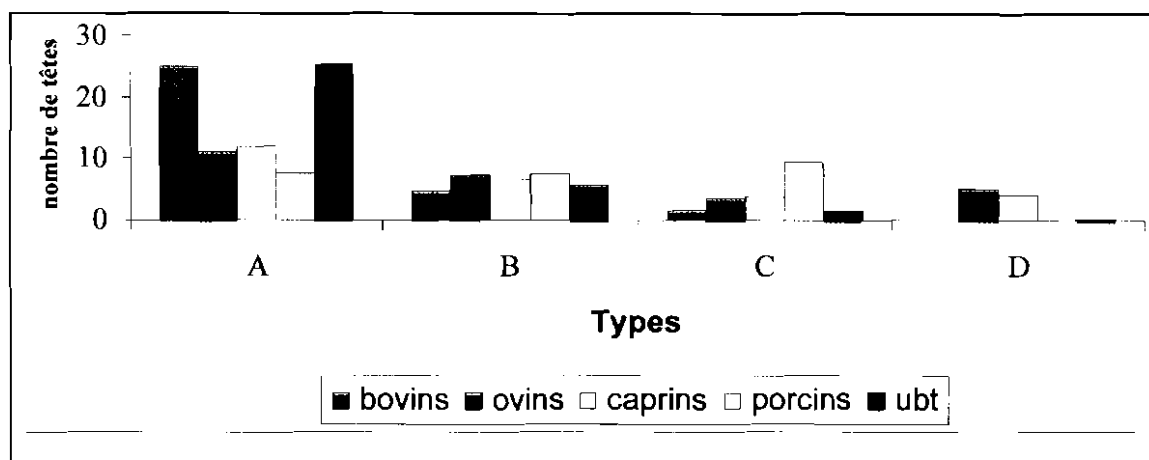
Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Les troupeaux

Les nombres d'Unité Bétail Tropical (UBT) en général et de bovins en particulier sont significativement différents d'un type à un autre. Excepté l'élevage de bovins chez le

type D, on retrouve des bovins, ovins, caprins et porcins chez tous les types (Figure 3). Au niveau du troupeau bovin, nous constatons que le type A se démarque nettement des types B et C. Le type B vient en seconde posi

Figure 3 : Nombre moyen par exploitation de têtes de bétail par espèce et d'UBT par type



Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Le fonctionnement des exploitations agricoles

Les cultures et emblavures

Les spéculations cultivées par l'ensemble des types sont le coton, le maïs, le sorgho, le petit mil, le riz (pluvial et de bas-fond), le fonio, l'arachide et d'autres céréales cultivées en association (maïs/mil, maïs/sorgho et sorgho/mil). Les spéculations comme l'igname ne sont cultivées que dans les exploitations de type A et B. Les pertes de semences d'igname suite aux sécheresses font que les exploitations démunies (type C et D) sont en train

d'abandonner cette culture.

Les superficies emblavées (en valeur absolue), quelque soit la culture, sont en général plus importantes au niveau des types A par rapport aux autres types (Tableau II). Les exploitations agricoles de type B viennent en seconde position car elles ont des superficies supérieures à celles des types C qui à leur tour emblavent plus de surfaces que les types D. La différence de superficies de coton, maïs, sorgho, mil et arachide entre les types est hautement significative. Elle est significative pour le fonio, le riz et l'igname tandis qu'elle n'est pas significative pour les cultures associées.

Tableau I : Nombre moyen d'équipements agricoles par exploitation et par type

Cultures	Type A	Type B	Type C	Type D
Coton (ha)	5,12	3,04	0,88	0,04
Maïs (ha)	2,69	1,99	1,06	1,16
Sorgho (ha)	2,67	1,94	1,43	0,35
Petit mil (ha)	2,25	1,39	1,18	0,10
Riz (ha)	0,50	0,44	0,26	0,12
Fonio (ha)	0,09	0,27	0,23	0,08
Céréales associées (ha)	0,28	0,24	0,13	0,00
Arachide (ha)	0,87	0,60	0,40	0,42
Igname (ha)	0,02	0,02	0,00	0,00
Total	14,49	9,93	5,56	2,26

Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)



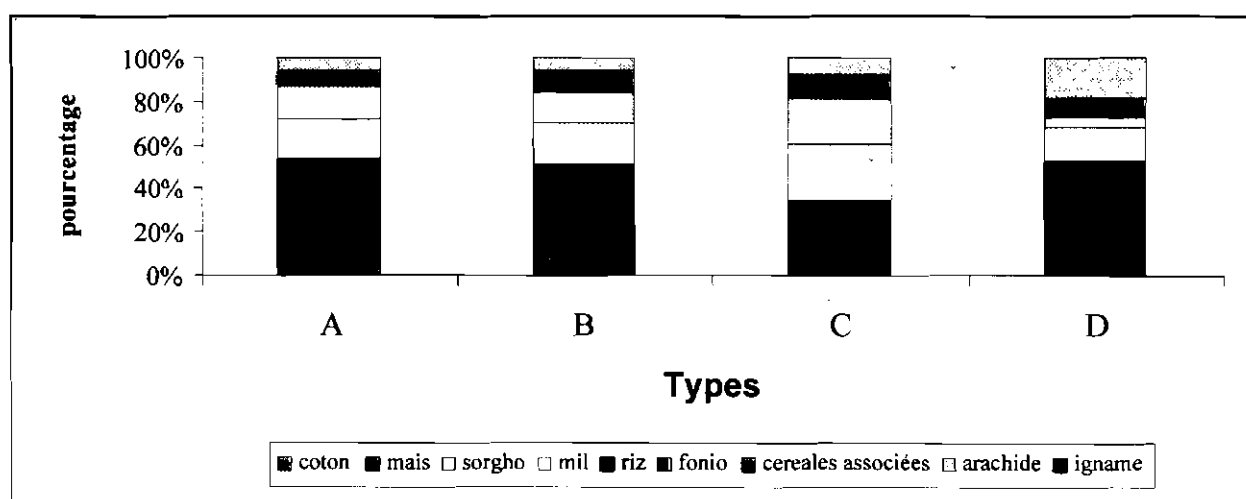
Les proportions de superficies emblavées par culture nous permettront de faire une comparaison objective des types.

L'assolement

Les proportions de céréales cultivées, quel que soit le type, sont plus importantes que celles du coton. Les proportions cultivées en coton dans les exploitations agricoles de types A et B sont plus élevées que les autres cultures prises indi-

viduellement (Figure 4). Au niveau des types C, le sorgho et le mil dominent les autres cultures tandis que le maïs domine chez les exploitations agricoles de type D. Si le coton est la première culture des types A et B, il est la quatrième culture des types C alors qu'il est la dernière culture des types D en terme d'emblavure. Les proportions de maïs et d'arachide sont plus élevées dans les exploitations de type D par rapport aux autres types.

Figure 4 : Assolement des différentes spéculations cultivées par type (en %)



Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Les variétés cultivées et taux d'adoption

Le coton constitue la seule culture dont les semences sont entièrement des variétés améliorées issues de la recherche. Les céréales et les autres spéculations cultivées sont par contre soit des variétés locales soit des variétés améliorées introduites par la recherche et/ou le développement.

Les variétés de maïs introduites par l'ESPGRN/Sikasso en collaboration avec le programme maïs et/ou la CMDT sont: Swan "Sotubaka", SR22 "diéma kumaba", DMR "Niéléni", Tuxpeno "Musokoroni golo, américain ou diéma gnindjan", TZ "Diéma miséma ou sholi", tiémanié, Dembagnuma et Mamaba.

Les variétés améliorées de maïs sont adoptées de façon générale par les exploitations agricoles quel que soit le

type. Cependant les pourcentages d'exploitation qui ont adopté ces variétés sont différents selon les types. En effet plus de 70% des exploitations équipées (types A et B) cultivent des variétés améliorées de maïs. Si plus de la moitié des exploitations agricoles de type C (56%) les adoptent, ce n'est qu'environ 33% des types D qui adoptent les variétés améliorées de maïs. La raison d'abandon évoquée par ces paysans est que ces variétés sont très exigeantes en engrais. Le taux d'adoption calculé en pourcentage des superficies emblavées en variété améliorée par rapport à la superficie totale de maïs montre que ce sont les variétés Sotubaka (17% en 2003) et SR22 (43% en 2003) qui ont été très appréciées par les producteurs.

Les variétés de sorgho introduites par l'ICRISAT en collaboration avec l'ESPGRN/Sikasso n'ont concerné que la zone de Bougouni. Il s'agit des variétés CSM 485, IS 15401, IPS 00018, CGM19/9-1-2, MIK 86-30-41. Les

variétés CMDT39 et CMDT45 ont été introduites dans le cadre de la lutte contre le striga. La variété Flatiéba introduite dans la zone d'étude, l'a été à travers la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles.

Les pourcentages des superficies emblavées en variétés améliorées par rapport à la superficie totale de sorgho ont fluctué entre 1 et 9%. Les variétés améliorées de sorgho, de façon générale, sont très peu connues des hommes (maximum 17%) et femmes (maximum 8%). Cela est certainement une des raisons de cette faible adoption.

Les variétés de petit mil "Benkadinio", "Sanioba", "Saniotéli", "Indiana", "Toronio" et "Bohni" ont été introduites suite à des tests conduits par l'ESPGRN/Sikasso en collaboration avec le Programme mil.

Le taux d'adoption calculé en pourcentage des superficies emblavées en variété améliorée par rapport à la superficie totale de petit mil montre que c'est la variété Saniotéli (20% en 2003) qui est appréciée par les producteurs de la zone de Koutiala, à cause de sa précocité, son bon goût et sa bonne productivité. La précocité de ces variétés améliorées de petit mil fait qu'elles n'ont pas été adoptées dans les zones plus au sud du Mali comme Kadiolo.

Les variétés de riz: Gambiaka, BG 90.2, Shwétasoké, Sik9, Sik131, Kaodawk Mali 105, IRAT 216, MUT 93, Tox, CNA6777, BR4 ont été introduites dans la zone d'étude dans le cadre d'un projet collaboratif ESPGRN/Sikasso-Programme Riz de Bas-Fond. Dans la zone on rencontre

une variété améliorée originaire de la Côte d'Ivoire appelée par les paysans "R5". Les variétés améliorées de riz sont dans l'ensemble connues des femmes et des hommes. Le taux cumulé d'adoption, de 2000 à 2003, a fluctué entre 41 et 55% des superficies de riz de bas-fond.

Les cultures fourragères et taux d'adoption

Le taux d'adoption des cultures fourragères est assez faible selon les types (11 à 44% des exploitations agricoles). Ce faible taux s'explique par le fait que dans cette zone le mode d'alimentation des animaux est beaucoup plus basé sur les parcours naturels qui y sont relativement plus abondants par endroit.

Les doses d'engrais et de pesticides utilisées

Les intrants utilisés sont les engrais chimiques (complexe céréale, complexe coton et urée), la fumure organique, les insecticides sur le cotonnier et les herbicides. Les cultures fertilisées sont le cotonnier, le maïs pur et en association (avec le mil ou le sorgho) et le riz. Le sorgho et le petit mil ne sont généralement pas fertilisés. Les doses d'engrais utilisées (tableau III), quelle que soit la culture, sont en général en deçà des doses vulgarisées. Les doses d'intrants vulgarisées dans la zone d'étude sont :

- pour le cotonnier : 150 kg/ha de complexe coton plus 50 kg/ha d'urée ;
- pour le maïs : 100 kg/ha de complexe céréale plus 150 kg/ha d'urée ;
- pour le riz : 200 kg/ha de complexe céréale plus 100 kg/ha d'urée.

Tableau III : Doses d'engrais chimiques et organiques, d'insecticides et d'herbicides utilisées par culture et par type (kg/ha)

Cultures	Intrants	Type A	Type B	Type C	Type D
Coton	complexe coton (kg/ha)	116	116	55	0
	urée (kg/ha)	46	47	27	0
	fumure organique (kg/ha)	3059	2310	881	0
	insecticide (kg/ha)	4	4	2	0
	herbicide (kg/ha)	0,1	0,1	0,1	0
Maïs	complexe coton (kg/ha)	14	23	20	0
	complexe céréale (kg/ha)	55	49	34	14
	urée (kg/ha)	70	63	57	13
	fumure organique (kg/ha)	734	571	533	0
	herbicide (kg/ha)	0,1	0,2	0,2	0
Céréales associées	complexe coton (kg/ha)	2	3	0	0
	complexe céréale (kg/ha)	6	4	2	0
	urée (kg/ha)	8	6	3	0
	fumure organique (kg/ha)	99	0	358	0
	herbicide (kg/ha)	0	0	0	0
Riz	complexe céréale (kg/ha)	6	3	1	0
	urée (kg/ha)	12	9	6	0
	fumure organique (kg/ha)	3	41	0	0
	herbicide (kg/ha)	0,2	0,3	0,2	0

Source données : SEP/ESGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Les doses de fumure organique sont également inférieures aux 5 tonnes recommandées par an quel que soit le type.

Les résultats des exploitations agricoles

Les rendements

Les rendements moyens annuels des exploitations agricoles par rapport à la culture de base (coton ou maïs) qui, en réalité, sont variées selon la culture (coton, céréales) et le type de produit.

Les doses d'engrais complexe et d'urée utilisées sous le maïs sont en général en dessous des 100 kg/ha de complexe céréale et 150 kg/ha d'urée vulgarisés. Les doses appliquées par les exploitations du type A (relativement plus intensives) sont globalement en réduction depuis 1994 (Djouara, 2004).

Les rendements moyens annuels des exploitations agricoles par rapport à la culture de base (coton ou maïs) qui, en réalité, sont variées selon la culture (coton, céréales) et le type de produit.

Les rendements moyens annuels des exploitations agricoles par rapport à la culture de base (coton ou maïs) qui, en réalité, sont variées selon la culture (coton, céréales) et le type de produit.

Les exploitations agricoles de type A sont les seuls à enregistrer un rendement moyen de plus d'une tonne pour le coton (Tableau IV). Les types B avec 932 kg/ha

viennent en seconde position. Les types D qui exploitent de très petites surfaces ont des rendements (926 kg/ha) relativement meilleurs à ceux des types C.

Tableau IV : Rendements moyens par culture et par classe

Cultures	Type A	Type B	Type C	Type D
Coton (kg/ha)	1 034	932	654	926
Maïs (kg/ha)	1 737	1 470	1 282	878
Sorgho (kg/ha)	789	770	715	460
Petit mil (kg/ha)	762	681	727	620
Riz (kg/ha)	739	895	1 134	672
Fonio (kg/ha)	316	528	692	424
Céréales associées (kg/ha)	2 096	1 861	1 671	-
Arachide (kg/ha)	706	731	826	613

Source données : SEP/ESGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Le taux cumulé d'adoption des variétés améliorées de maïs, de 1993 à 2003, qui a fluctué entre 83 et 89 % a permis des gains moyens de rendements du maïs qui ont varié entre 300 et 900 kg/ha par an (en moyenne 600 kg/ha).

Pour les variétés améliorées de petit mil, le taux cumulé d'adoption (de 1993 à 2003) a fluctué entre 23 et 30 % et a permis des gains moyens de rendements de petit mil de l'ordre de 13 à 77 kg/ha par an (en moyenne 36 kg/ha).

Le taux cumulé d'adoption des variétés améliorées de riz de bas-fond, de 2000 à 2003, a fluctué entre 41 et 55 % et a permis des gains moyens de rendements de riz de bas-fond de l'ordre de 40 à 129 kg/ha par an (en moyenne 76 kg/ha).

Les revenus de l'exploitation agricole

La valorisation de la production agricole (produit brut agricole) totale par exploitation montre que les exploitations agricoles de type A ont un peu plus de 1,7 million de Fcfa contre un peu plus d'un million pour les types B. Les types C et D par contre n'enregistrent respectivement qu'environ 464 000 et 143 000 Fcfa par an (Tableau V). La valorisation du nombre total d'animaux et les recettes de la vente de lait (produit brut élevage) par exploitation indiquent que les types A avec plus de 2 millions de Fcfa par an sont des exploitations agricoles à dominante élevage contrairement aux autres types où les cultures dominent.

Tableau V : Revenus moyens par personne par exploitation selon les classes (Fcfa)

	Type A	Type B	Type C	Type D
Produit brut agricole (Fcfa)	1 764 886	1 132 475	464 394	143 635
Produit brut élevage (Fcfa)	2 112 349	424 837	107 659	26 832
Produit brut total (Fcfa)	3 877 234	1 557 313	572 053	170 467
Charges variables agricoles (Fcfa)	357 987	231 722	73 951	10 068
Charges variables élevage (Fcfa)	37 852	13 498	3 484	543
Charges variables totales (Fcfa)	395 839	245 220	77 435	10 610
Valeur ajoutée brute agricole (Fcfa)	1 406 898	900 753	390 443	133 567
Valeur ajoutée brute élevage (Fcfa)	2 074 496	411 340	104 175	26 289
Valeur ajoutée brute totale (Fcfa)	3 481 395	1 312 093	494 618	159 857
Charges fixes agricoles (Fcfa)	150 219	91 658	26 032	0
Charges fixes élevage (Fcfa)	53 418	9 986	2 003	0

Charges fixes totales (Fcfa)	203 637	101 644	28 035	0
Revenu agricole (Fcfa)	1 358 082	878 178	384 458	137 146
Revenu élevage (Fcfa)	2 021 078	401 354	102 172	26 289
Revenu total (Fcfa)	3 379 160	1 279 532	486 629	163 435
Revenu total par personne (Fcfa)	173 845	102 938	69 484	53 353

Source données : SEP/ESPGRN-Sikasso (1999 à 2003)

Les charges variables agricoles concernent les engrais chimiques, les insecticides et herbicides utilisés par exploitation. Les charges variables élevage quant à elles, concernent les aliments bétail, les produits vétérinaires et les frais de traitement des animaux.

La valeur ajoutée brute totale est la différence entre le produit brut total et les charges variables totales. La valeur ajoutée brute totale est d'environ 3,4 millions de Fcfa pour les exploitations de type A, environ 1,3 million de Fcfa pour les types B, environ 494 000 Fcfa pour les types C et un peu plus de 159 000 Fcfa pour les types D.

Les charges fixes agricoles concernent l'amortissement et les frais d'entretien annuel du matériel agricole et les animaux de trait, tandis que les charges fixes élevage concernent l'amortissement et les frais d'entretien annuel des parcs, mangeoires et abreuvoirs.

Le type A avec un revenu total d'environ 3,4 millions de Fcfa par an est composée d'exploitations agricoles à dominante élevage car l'élevage contribue pour environ 60 % à ce revenu. Les autres types par contre sont composées d'exploitations agricoles à dominante agricole avec 69, 79 et 84 % de contribution des cultures au revenu total respectivement pour les types B, C et D.

Le revenu total par personne indique la répartition du revenu total annuel des exploitations agricoles entre les différents membres présents au sein de ces exploitations. Les revenus par personne des types C et D sont en dessous du seuil de pauvreté qui était de 97 843 Fcfa par an au Mali en 1999 (Kébé D. et Abdoul B., 2002). Les exploitations de type B avec environ 103 000 Fcfa par personne par an sont légèrement au-dessus du seuil de pauvreté donné en 1999. Les exploitations agricoles de type A par contre avec un peu plus de 170 000 Fcfa par an par personne sont au-dessus du seuil de pauvreté.

Impacts de la recherche

Les bénéfices nets de l'adoption des variétés améliorées de maïs fluctuent entre 10 et plus de 52 milliards de Fcfa par an. La valeur actuelle nette (VAN) en 2003 s'élève à plus de 64 milliards de Fcfa.

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI), calculé sur la période de 1993 à 2003 est de 143 % (Djouara, 2005). Ce taux constitue un bon indicateur justifiant les investissements dans le domaine de la recherche sur le maïs. De l'interprétation de ce taux, on retient que pour chaque 100 Fcfa investi dans la recherche sur le maïs, on récupère 143 Fcfa.

Les bénéfices nets de l'adoption des variétés améliorées de petit mil fluctuent entre 35 et plus de 356 millions de Fcfa par an (Djouara, 2005). La valeur actuelle nette (VAN) en 2003 s'élève à plus de 86 millions de Fcfa.

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI), calculé sur la période de 1993 à 2003 est de 23 % (Djouara, 2005). Avec un taux d'intérêt de 12 %, ce TRI constitue un assez bon indicateur justifiant les investissements dans le domaine de la recherche sur le petit mil.

Les pourcentages des superficies emblavées en variétés améliorées par rapport à la superficie totale de sorgho ont fluctué entre 1 et 9 %. Ces taux accablants conduisent à des bénéfices économiques très faibles qui ne permettent pas de rentabiliser les investissements dans la recherche.

Les bénéfices nets de l'adoption des variétés améliorées de petit mil fluctuent entre 21 et plus de 850 millions de Fcfa par an (Djouara, 2005). La valeur actuelle nette (VAN) en 2003 s'élève à plus de 259 millions de Fcfa.

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI), calculé sur la période

de 1993 à 2003 est de 30% (Djouara, 2005). Avec un taux d'intérêt de 12%, ce TRI constitue un bon indicateur justifiant les investissements dans le domaine de la recherche sur le riz de bas-fond.

L'adoption des cultures fourragères a permis selon les agro-pasteurs d'assurer une bonne alimentation des animaux en saison sèche, une diminution des dépenses en ABH, un meilleur contrôle des animaux, une augmentation de la production de lait et la productivité du troupeau, une amélioration de la santé animale et une augmentation

de la production de fumier à travers la complémentation et la stabulation.

L'adoption de la fumure organique et des méthodes de lutte anti-érosive a permis, selon les paysans d'assurer une bonne gestion de la fertilité des sols par une limitation de la dégradation du sol par les eaux de ruissellement, une diminution des ravins dans le champ, une restauration de la fertilité du sol et le maintien des éléments nutritifs du sol.

DISCUSSIONS

La disponibilité d'actifs est très importante dans l'adoption des technologies à haute intensité de main d'œuvre comme la production et l'utilisation de la fumure organique. La possession d'animaux est un élément important de l'adoption des technologies de production des cultures fourragères. La possession et le nombre d'unités d'attelage sont très importants dans le processus de production en zone Mali-sud car c'est cela qui permet aux exploitations de profiter au maximum des premières pluies (semis précoces) et de réduire au maximum l'étalement des semis de certaines cultures comme le coton dont les pertes de production deviennent importantes pour les semis tardifs (21 juin au 10 juillet) (Koné M. B., et al., 1998). Il est également un élément important de l'adoption des technologies introduites par la recherche et le développement. Ceci explique les taux d'adoption relativement plus élevé dans les exploitations agricoles (types A et B) mieux dotées en ressources productives.

Au niveau de la culture du cotonnier on observe une stratégie de compensation des engrais chimique par la fumure organique chez tous les types d'exploitations agricoles et surtout les types A et B. Ces exploitations utilisent généralement de fortes doses de fumures organiques sur des parcelles qui reçoivent de faibles doses d'engrais chimique et vice versa. C'est le cotonnier qui reçoit en priorité la fumure organique, ensuite viennent le maïs en pur ou en association.

Les céréales pures en général (mil/sorgho), celles cultivées en association et le riz (pluvial et de bas-fond) reçoivent

généralement de très faibles doses d'engrais. Ces cultures venant dans la rotation après le coton bénéficient des arrières effets de la fertilisation de celle-ci. Il s'agit là également d'une stratégie de minimisation des coûts de production globaux de l'exploitation agricole.

La baisse des doses de complexe céréale sous le maïs est plus remarquée à partir de 2000 (année de boycott de la culture du coton). En effet contrairement aux intrants du coton, l'approvisionnement en intrants céréales (maïs) est libéralisé dans la zone cotonnière à l'image des autres zones de production céréalière du Mali. Depuis 2001, les paysans doivent eux-mêmes chercher les quantités d'intrants dont ils ont besoin sur le marché, suite à un test de désengagement de la CMDT dans les zones de Koutiala et San. Cette situation est en grande partie la cause de la baisse des doses de complexe céréale et d'urée sous le maïs en 2001 et 2002 (Djouara, 2004). Cela se traduit par l'utilisation de quantités plus ou moins importantes de complexe coton (pris à crédit pour le cotonnier) ou la non-utilisation d'engrais chimiques sous le maïs. Face au risque climatique ces exploitations agricoles adoptent une stratégie de minimisation de leur coût de production.

Les exploitations agricoles des types A et B adoptent une stratégie d'augmentation des revenus monétaires en faisant relativement plus de coton et, pour ne pas compromettre leur sécurité alimentaire, elles font plus de maïs. Les variétés améliorées de maïs (SR22, Sotubaka, TZ, etc.) que les exploitations de la zone ont adopté leur permettent en effet d'atteindre des rendements 2 à 3 fois

supérieurs à ceux des mil/sorgho. Les exploitations agricoles équipées réduisent leurs proportions de céréales au profit du coton. Cela montre que ces exploitations, surtout celles de type A, ont atteint un degré de sécurité en produits céréaliers qui leur permet de se préoccuper davantage d'augmenter leurs revenus monétaires que d'assurer l'autoconsommation. C'est une stratégie qui consiste à augmenter ses revenus monétaires tout en assurant sa sécurité alimentaire. Les exploitations agricoles de types C et D par contre font plus de céréales, donc elles se préoccupent plus d'assurer leur autoconsommation.

Les exploitations agricoles non équipées sont dans une

situation de déficit céréalier ; c'est pour cela qu'elles mettent l'accent sur des céréales comme le maïs en pur et association car les variétés améliorées adoptées leur permettent d'avoir des rendements relativement plus élevés que ceux du sorgho et du mil. Il faut cependant souligner que le sorgho reste la principale culture des types C en terme d'emblavure. L'arachide est cultivée pour la vente immédiatement après la récolte afin de résoudre le déficit céréalier en période de soudure. Le coton est en grande partie cultivé pour avoir accès aux intrants. Ces intrants une fois obtenus sont soit fractionnés pour mettre une partie sur le maïs soit vendus à d'autres paysans pour faire face à des besoins pécuniaires.

CONCLUSION

Les variétés de céréales introduites par la recherche et la CMDT dans les zones de Koutiala, Kadiolo et Bougouni sont assez bien connues de la plupart des hommes et femmes pour le maïs et le riz et mal connues pour les mil/sorgho.

Les taux d'adoptions de ces variétés sont relativement bien élevés pour le maïs et le riz contrairement aux mil et sorgho. Cela s'explique par le fait que les variétés de maïs et riz introduites s'adaptent relativement bien aux conditions paysannes et répondent aux critères de productivité, qualité organo-leptique, la facilité de transformation, l'adaptation aux conditions climatiques.

Les cultures fourragères ont un impact positif sur le système d'élevage des zones de Koutiala, Kadiolo et Bougouni. Cependant leurs adoptions sont liées à la satisfaction d'un certain nombre de conditions: (1) que la culture soit à double fins (graines et fourrages), (2) que la culture s'insère dans le calendrier agricole de l'agro-éleveur, (3) que la semence soit disponible, (4) que l'agro-pasteur ait une motivation économique (production de lait, traction animale, réduction des dépenses d'achat d'ABH, restauration de la fertilité des sols).

La mise en place d'un mécanisme de production et de distribution de semences de cultures fourragères suite à une analyse critique des expériences au Mali et dans la sous-

région est une voie à la résolution du problème de non-disponibilité des semences. Une amélioration de la qualité des fourrages produits passe par la recherche de variétés de cultures fourragères à doubles fins adaptées aux conditions du milieu paysan et qui s'insèrent dans le calendrier agricole des agro-pasteurs.

Les taux d'adoption des techniques de production et l'utilisation de la fumure organique révèlent que les paysans de la zone d'étude produisent prioritairement du compost et du fumier issu de l'incorporation de la litière dans les parcs améliorés. La plupart des exploitations agricoles, quelle que soit la zone, produisent et utilisent de la fumure organique. Cependant, les quantités totales de fumure organique produites en 3 ans couvrent à peine la moitié des surfaces emblavées par exploitation agricole. De gros efforts sont à faire à ce niveau par la recherche, la vulgarisation et les paysans afin de solutionner ce problème.

En général, les méthodes de lutte anti-érosive introduites par la recherche et la CMDT dans les zones de Koutiala, Kadiolo et Bougouni sont assez connues par les exploitants. Il s'agit des haies vives, des cordons pierreux, des digues et diguettes, des bandes enherbées et fascines. Les taux d'adoption par dispositifs sont généralement en dessous de 50 %. Ces taux sont généralement plus élevés à Koutiala qu'à Kadiolo et Bougouni. Cela s'explique par le fait que dans la zone de Koutiala la pression sur les

ressources est très élevée, les jachères sont rares et les paysans n'ont d'autres choix que d'entretenir les parcelles existantes.

L'adoption de la fertilisation organique et des méthodes de lutte anti-érosive, ont selon les paysans, eu un impact positif sur la gestion de la fertilité des sols à travers la restauration de la fertilité des sols, la limitation de la dégradation des sols par les eaux de ruissellement, une diminution des ravins dans le champ et le maintien des éléments nutritifs du sol. Ces actions, avec le centrage des activités de la CMDT, vont régresser si elles ne sont pas prises en main par des ONG. Le transfert de compétence de la

CMDT aux ONG intervenant dans la zone cotonnière est indispensable pour la pérennisation des actions de lutte anti-érosive.

Les taux de rentabilité interne obtenus de 1993 à 2003 pour le petit mil (23 %), le riz de bas-fond (30 %) et surtout le maïs (143 %) montrent que les investissements dans la recherche sont de façon générale rentables et permettent des gains de rendements et gains sociaux nets substantiels. Ceci est confirmé par les valeurs actuelles nettes obtenus par le maïs (plus 64 milliards de Fcfa), le riz de bas-fond (plus de 259 millions de Fcfa) et le petit mil (plus de 86 millions de Fcfa).

BIBLIOGRAPHIE

Coulibaly B. Sékou, Diakité Lamissa, 2001. Analyse d'impact économique des technologies générées par les programmes riz irrigué et riz de bas-fonds. Rapport préliminaire. MDR/IER/PEF. Octobre 2001. 24p.

Coulibaly B. Sékou, Diakité Lamissa, 2001. Etude d'impact des technologies générées par les programmes mil et sorgho. Rapport provisoire. MDR/IER/PEF. Novembre 2001. 26p.

Diakité Lamissa. COULIBALY B. Sékou, 2001. Analyse d'impact économique des technologies générées par les programmes riz maïs. Rapport préliminaire. MDR/IER/PEF. Octobre 2001. 22p.

Djouara Hamady, 2004. Globalisation et stratégies paysannes dans la zone Mali-Sud : cas des régions CMDT de Koutiala, Sikasso et Bougouni. Mémoire de DEA soutenu en Juillet 2004. Université Mandé Bukari. 88p.

Djouara Hamady, 2005. Rapport final du projet SPR18. Comité de programme 2005.

Kébé Demba, Abdou Barry. 2002. Etude de l'impact de la crise cotonnière sur la sécurité alimentaire et la pauvreté au Mali: Rapport provisoire. Banque Mondiale. Mali Août 2002. 45p.

Koné M.E., Djouara H., Fok M., Guibert H. 1998. Des éléments d'indication de stratégie des paysans dans la fertilisation de la culture du coton. In Symposium international de l'AOC/RSP-GRN sur le thème "Recherche-Système et Politiques Agricoles. Bamako, Mali, du 21 au 25/09/1998. IER-ESPGRN/Sikasso, 14p.

Evaluation de la production de la fiente de volaille dans la zone périurbaine du District de Bamako

Poultry manure assessment in the periurban zone of the district of Bamako

Sissoko, D. Coulibaly, N. Doumbia, M.D. Keïta, S.

RESUME

L'évaluation de la disponibilité effective de la fiente de volaille est apparue comme un préalable indispensable à la génération de toutes technologies incorporant la fiente. Une enquête a été effectuée auprès des exploitations avicoles de la périphérie de Bamako pour évaluer la production de fiente. Des pesées journalières ou périodiques de fiente ont été effectuées en septembre 2003, et avril - mai 2004 dans cinquante cinq exploitations.

Les résultats ont confirmé la saisonnalité de la production de fiente qui est d'ailleurs normale selon certains aviculteurs. La production de fiente en hivernage est environ 4 fois supérieure à celle qui avait été estimée sur la base de la ration alimentaire et du taux de conversion.

Cette capacité de production de fiente de l'élevage aviaire de la zone périurbaine du District de Bamako couplée à l'expansion rapide de l'aviculture présage une plus grande disponibilité de la fiente pour les différents besoins des utilisateurs.

Mots- clés : Fiente de volaille, exploitation avicole, zone périurbaine du District de Bamako, fertilisant organique,

ABSTRACT

The evaluation of poultry manure availability seemed an essential prerequisite for the generation of all technologies incorporating the droppings.

An investigation was carried out on poultry farms and mixt exploitations in the periurban zone of Bamako to evaluate the production of droppings. Daily or periodic measures on droppings were carried out in September 2003, and April - May 2004 in these farms. The results confirmed the seasonality of poultry manure production. The production in the rainy season is approximately 4 times higher than the production estimated on the basis of the feed ration and conversion rate.

This output of droppings of the periurban zone of the District of Bamako coupled with the fast expansion of poultry farming predicts a greater availability of the droppings for the various user's needs

Keywords: Poultry manure, poultry farm, periurban zone of the District of Bamako, organic fertilizer.



INTRODUCTION

La disponibilité à priori de la fiente de volaille, consécutive au développement de l'aviculture dans la périphérie des grandes villes du Mali, s'est traduite par son utilisation dans l'agriculture. L'utilisation de la fiente comme fertilisant organique a inspiré la recherche agricole en terme d'actualisation des normes recommandées dans l'emploi des fertilisants organiques. Il faut rappeler que les travaux de recherche sur les produits organiques (fumier, compost, ordure ménagère, etc.) et les engrais minéraux locaux (Phosphate Naturel de Tilemsi, gypse, etc.) ayant un pouvoir d'amendement, sont antérieurs à l'utilisation de la fiente de volaille dans l'agriculture périurbaine du District de Bamako. En effet, la recherche agricole au Mali n'avait pas de propositions relatives aux normes d'utilisation de la fiente en tant que fertilisant organique. Afin de trouver ces normes, une étude a été entreprise par le Programme Maïs. Il a été prévu dans cette étude, de s'assurer de la disponibilité effective de la fiente de volaille à travers une évalua-

tion de la production au niveau des exploitations avicoles de la périphérie du District de Bamako.

A priori la disponibilité de la fiente ne semble pas être une contrainte majeure (IER, 1999). Le cheptel aviaire est en rapide croissance eu égard au développement de l'aviculture en zone périurbaine. Les importations et la grande capacité de couvaison du Groupement Intérêt Economique (GIE) Mali-poussin attestent cette croissance. On compte aujourd'hui 30.000.000 de têtes de volaille, toutes espèces confondues, et il en existe dans toutes les régions du pays (PDAM, 1999). En partant de l'hypothèse que ces volailles ont la capacité de déjection de la poule, estimée sur la base de la ration alimentaire et du taux de conversion, à 7,5 kg/an/poule, il y aurait un disponible de 225.000 tonnes des fientes/an.

La présente étude, qui vise à vérifier et à quantifier la disponibilité de la fiente de volaille, a été conduite auprès d'un échantillon d'aviculteurs sur la base de fiche d'enquête.

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Une fiche de suivi et d'évaluation de la quantité de déjection des poules a été élaborée pour quantifier la production de la fiente. Elle a aussi pris en compte les caractéristiques des exploitations, le nombre de sujets (volaille), la superficie du poulailler, le nombre de jours entre 2 nettoyages du poulailler, la quantité de fiente, etc.

Un peson de 50 kg et des sacs vides ont servi à effectuer des pesées de fientes dans les poulaillers.

Méthodes

Un échantillon d'aviculteurs a été choisi à partir du répertoire des aviculteurs du Projet de Développement de l'Aviculture au Mali (PDAM). Au mois d'août 2003, ce répertoire comportait 55 exploitations avicoles ayant plus de 1000 sujets et 61 avec moins de 1000 sujets (PDAM, 2001).

La taille de l'échantillon a été surtout fonction de l'accord des

exploitations avicoles à fournir les renseignements indispensables à la réalisation de l'enquête. L'effectif total était de 55 exploitations dont 35 pour la 1ère évaluation (septembre 2003) et 20 pour la seconde au mois d'avril et mai 2004. Cette seconde évaluation a été demandée par le comité de suivi des projets du Programme d'Appui à l'IER (PAP/IER) pour tenir compte du caractère saisonnier de la déjection des poules.

L'évaluation a concerné les exploitations avicoles qui n'utilisent pas la litière dans les poulaillers. Avec la litière, on obtient plutôt des déchets de poulailler et non de la fiente de volaille. Certaines variables quantitatives (âge des poules, nombre de poules, superficie du poulailler, la densité ou nombre de poule au mètre carré, le temps ou période entre 2 nettoyages du poulailler, nombre d'éléments composant le régime alimentaire des poules) et qualitatives (type d'exploitation, type de spéculaculture produite,) ont été prises en compte dans l'enquête afin d'expliquer la variation dans la déjection.

Les résultats des enquêtes ont été analysés à l'aide des logiciels EXCEL et SPSS pour la régression linéaire.

RESULTATS

L'évaluation de la production de la fiente dans les exploitations avicoles (photo 1) en zone périurbaine du District de Bamako est intervenue au moment où les aviculteurs présentaient une certaine méfiance par rapport à l'administration. Malgré l'implication de l'équipe technique du PDAM, la taille de l'échantillon de l'étude, 55 exploitations, qui dépendait surtout de la volonté de coopérer de l'aviculteur, est demeurée en deçà de l'attente.

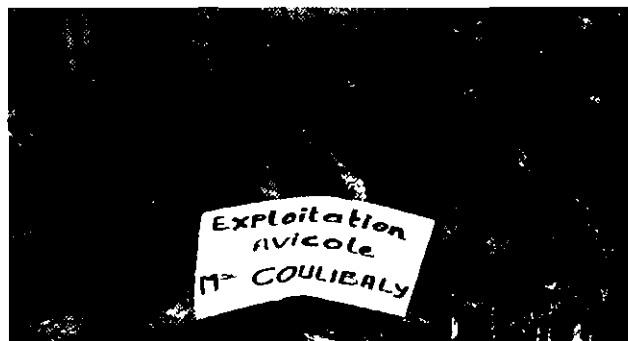


Photo 1 : Un poulailler (237 m²) d'une exploitante avicole de Titibougou

La production de la fiente de volaille en hivernage a été évaluée à 27,05 kg/ poule /an (tableau I) contre 12,91 kg/ poule /an pendant la période chaude (avril – mai). Les résultats ont montré un caractère saisonnier de la production de fiente. Cette différence de la quantité de déjection de la volaille poule en fonction des saisons semble normale selon certains aviculteurs. Les raisons évoquées par ces derniers sont d'une part, la faible consommation alimentaire journalière de la poule en période chaude, et d'autre part la teneur de la fiente en humidité est très faible en période chaude par rapport à la saison des pluies (SISSOKO et al, 2005).

Avec un cheptel aviaire de l'ordre de 30.000.000 de têtes, toutes espèces confondues, il y aurait un disponible de 225.000 tonnes de fientes /an d'après l'hypothèse selon laquelle ces volailles produisent une déjection estimée à 7.5 kg/ poule/an sur la base de la ration alimentaire et du taux de conversion.

A partir des résultats de l'étude d'évaluation de la production de la fiente, il y aurait un disponible de fiente compris entre 387.000 et 811.500 tonnes / an (SISSOKO et al, 2005). Cette capacité de production de fiente de l'élevage aviaire de la zone périurbaine du District implique une plus grande disponibilité de la fiente pour les différents besoins des utilisateurs (photo 2).

Le tableau I donne la variation par rapport aux moyennes des valeurs de certaines variables retenues pour l'évaluation de la production de fiente.

Tableau I : Variation des quantités de déjection de volaille en zone périurbaine du district de Bamako pour les 2 évaluations

DESIGNATION	Campagne 2003/2004 (Hivernage)		Campagne 2004/2005 (saison chaude)	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Quantité de fiente pesée/poulailler (kg)	455,30	33,97	256,14	180,69
Age des poules en mois	23,14	8,06	10,98	7,95
Surface du poulailler en m²	152,11	89,20	131,84	68,65
Nombre moyen de poule	825,14	633,02	700,96	399,00
Production/fr/poule (kg)	0,074	0,015	0,035	0,017
Production/an/poule (kg)	27,0465	-	12,91	6,28

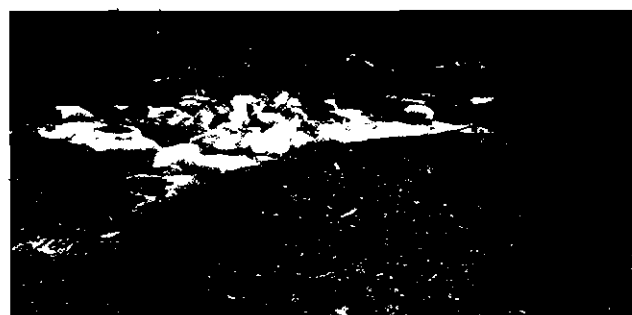


Photo 2 : Un entreposage de fiente de volaille dans une exploitation avicole de Titibougou

Le test de Fisher, appliqué aux données de 2003, a montré qu'au seuil de signification 5 %, les variables explicatives de chacun des 2 modèles retenus influencent significativement et positivement la production de la fiente de volaille (Tableaux IIa, IIb IIc et IId). Respectivement, 82 et 83 % de la variation de la production sont expliquées par les variables dans le modèle 1 et 2.

Le test de Student a montré que la variable âge de la poule explique le plus la variation de la production de fiente dans les 2 modèles. Selon le modèle 1, quand l'âge des poules augmente d'une unité (1 mois), la production de fiente augmente de 0,0016 %. (Tableau IIb)

Tableau II: Résultats de la régression sur les données de l'évaluation de la production de fiente, Campagne 2003/ 2004

IIa : Récapitulatif du modèle

Changement dans les statistiques									
Modèle	R	R ²	R ² ajusté	Erreur standard de l'estimation	Variation de		ddl 1	ddl 2	Modification de F signification
					R ²	de F			
1	0,903	0,816	0,810	0,0065411	0,816	146,214	1	33	0,000
2	0,915	0,838	0,828	0,0062338	0,022	4,333	1	32	0,045

IIb : Tableau des coefficients

Modèle	Coefficients non standardisé s	Erreur standard	Coefficients standardisé s	t	Significati on	Intervalle de confiance à 95% de	
						limite inférieure	limite supérieure
1 (constante)	3,480E-02	0,003		10,221	0,000	0,028	0,042
AGESUJET	1,682E-03	0,000	0,903	12,092	0,000	0,001	0,002
2 (constante)	3,785E-02	0,004		10,629	0,000	0,031	0,045
AGESUJET	1,881E-03	0,000	1,010	11,514	0,000	0,002	0,002
TYPSPÉCU	-5,821E-03	0,003	-,183	-2,082	0,045	-0,012	0,000

a Valeurs prédites : (constantes), AGESUJET

b Valeurs prédites : (constantes), AGESUJET, TYPSPÉCU

c Variable dépendante : Production / jour / volaille (PR_JR_VO)

IIc : Variables introduites/éliminées

Modèle	Variables introduites	Méthode
1	AGESUJET	Pas à pas (critère: Probabilité de F pour introduire ≤,050, Probabilité de F pour éliminer ≥ ,100).
2	TYPSPÉCU	Pas à pas (critère: Probabilité de F pour introduire ≤,050, Probabilité de F pour éliminer ≥ ,100).

a Variable dépendante : PR_JR_VO

IId : Tableau d'analyse de la variance (ANOVA)

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Signification
1	Régression	0,006	1	0,006	146,214	0,000
	Résidu	0,001	33	0,000		
	Total	0,008	34			
2	Régression	0,006	2	0,003	82,657	0,000
	Résidu	0,001	32	0,000		
	Total	0,008	34			

a Valeurs prédites : (constantes), AGESUJET

L'analyse a montré à partir des données de la seconde évaluation (réalisée en avril et mai 2004), un coefficient de détermination de 0,436 (Tableau III). Ce qui implique qu'environ 44% de la variation de la production de fiente sont expliquées par la variation de l'ensemble des variables prises en compte. Il faut noter que les variables ont

fait l'objet d'un réajustement avant l'analyse de régression à cause de la taille de l'échantillon (20 exploitations), de la faible fréquence dans les pesées de fiente au niveau des poulaillers, du jeune âge et de l'hétérogénéité dans les âges des poules, etc.

Tableau III: Résultats de l'analyse de la régression sur les données de l'évaluation de la production de fiente, Campagne 2004/ 2005

Mod.	le R	R ²	R ² ajust.	Erreur standard de l'estimation	Changement dans les statistiques			Modification de	
					Variation de R ²	Variation de F	ddl 1	ddl 2	F signification
1	0,660	0,436	0,303	9,61105	0,436	3,284	4	17	0,036

DISCUSSIONS

Les résultats ont montré un caractère saisonnier de la production de fiente. Le point de vue des aviculteurs périurbains du district de Bamako sur la saisonnalité de la production de la fiente est partagé par certains spécialistes de l'aviculture en Afrique. La consommation d'eau par les poules en saison chaude est 3 à 4 fois supérieure à celle des aliments. Cette augmentation journalière de la consommation d'eau a pour effet de lutter contre l'élévation de la tempéra-

ture (Petit, 1991).

La production de la fiente de volaille bien qu'étant élevé en hivernage (27, 05 kg/poule/an) demeure en deçà de celle des poules du Pays-Bas (40 kg /an/poule) qui dépend de la souche de poule (lexique, 1995). Cependant, selon J-Y Nicolas, chez un Aviculteur finistérien, un élevage de 43 000 sujets produiraient environ 400 tonnes/an de fientes, transformées par granulation (photo 3) en engrais organique.



Photo 3 : Une vue de l'atelier de granulation de la fiente de volaille dans l'exploitation avicole de Jean Palud à Saint-Vougay

Selon la FAO, une poule de 2 kg donne 800 g de fiente par semaine, soit 114,28 g/jour. Cela correspond à une production de 0,114 kg/jour/poule contre 0,074

kg/jour/poule de l'élevage aviaire de la zone périurbaine du District de Bamako.

CONCLUSION

En dépit des difficultés, l'étude a montré une capacité de production de fiente de poule qui est de 1,5 à 4 fois supérieure à celle estimée par les personnes ressources en début de l'étude. Elle a aussi mis en évidence des facteurs qui l'influencent parmi lesquels on peut essentiellement mentionner l'âge de la poule.

Cette étude mérite d'être poursuivie à une échelle plus grande tout en facilitant la coopération des aviculteurs

afin de constituer un échantillon représentatif de l'élevage aviaire de la zone périurbaine du District pour mieux cerner la disponibilité de la fiente de volaille. Cela est important à plus d'un titre car il importe de s'assurer de cette disponibilité de la fiente avant de développer toutes technologies la concernant notamment la granulation qui est effective en Europe.

BIBLIOGRAPHIE

1. FAO Système d'information des ressources en alimentation animale.
2. PDAM., 1999 . Bilan des activités de l'année 1999
3. PDAM., 2001. Note technique sur les dispositions en cours au PDAM pour assurer une production conséquente de produits avicoles en vue de la CAN 2002 au Mali
4. Institut d'Economie Rurale.,1999. Rapport du Programme volaille présenté à la 8ème session du Comité Technique Régional, , pp 14
5. PETIT. F., 1991. Manuel d'aviculture en Afrique, Rhône Merieux, 74p
6. SISSOKO D., COULIBALY N., DOUMBIA M. e. KEITA S. 2005. Utilisation de la fiente de volaille dans la fertilisation du maïs. 11ème session du comité de Programme de l'IER, 25p

Evolution des techniques culturales en zone cotonnière du Mali entre 1994 et 2002

Traoré, B. S. Rapidel, B. Sissoko, F. Doucouré, C. T.

RESUME

Depuis le début des années 90, on constate une baisse des rendements cotonniers au Mali. Plusieurs explications à cette baisse tendancielle ont été proposées. L'une d'elle repose sur une détérioration des pratiques culturales, liées à une augmentation des surfaces semées par exploitation, ou à des facteurs externes de marché. Cette étude tente de préciser l'évolution des techniques culturales en culture cotonnière pendant la période 1994-2002, à partir de l'étude de la base de données du Service Suivi-évaluation de la CMDT (Compagnie Malienne pour le Développement Textile) au sud du Mali, pour préciser son poids sur l'évolution des rendements cotonnier pendant cette période.

Sur la base de la typologie couramment utilisée en zone cotonnière, il a été mis en évidence une évolution plutôt positive de l'équipement des exploitations. En revanche, au sein de chaque type ainsi identifié, les pratiques évoluent relativement peu. Les doses d'intrants appliquées ou les dates des entretiens culturaux montrent une évolution non significative ou contradictoire selon les régions. Selon cette étude, il semble que les diminutions des rendements ne peuvent pas être attribuées à l'évolution des pratiques agricoles dans les parcelles. Cette étude ne prétend pas identifier toutes les causes possibles de la baisse des rendements mais apporte de nouvelles informations dans le débat.

Mots clés : Baisse de rendement ; Pratiques culturales ; Coton ; Mali

Evolution of the cropping techniques in the cotton production area of Mali between 1994 and 2002

ABSTRACT

Since the beginning of the 90's, a decrease in the cotton yields has been observed. Several explanations to this trend have been put forward. One of them rests on a deterioration of the cultivation methods, related to an increase in the surfaces sown by farm, or to external market factors.

This study tries to specify the evolution in the farming practices in cotton culture for the period 1994-2002, by using the database of the Service Suivi Evaluation of the CMDT in the south of Mali.

On the basis of typology usually used in the cotton zone, a rather positive evolution of the equipment of the exploitations was highlighted. In several regions, there is a significantly higher proportion of farm within the well equipped classes at the end of the period than at its beginning. On the other hand, within each class thus identified, the practices evolved relatively little. The amounts of inputs applied, or the dates of the weeding do not show significant evolution with the time. In other cases, contradictory evolutions between regions are observed.

According to this study, it seems that the reductions in the yields cannot be allotted to the evolution of farming practices in the fields. This study does not pretend to identify the main cause of the yield decrease, but it presents new useful information to the current debate.

Keywords: Yield decline; Cropping practices; Cotton; Mali



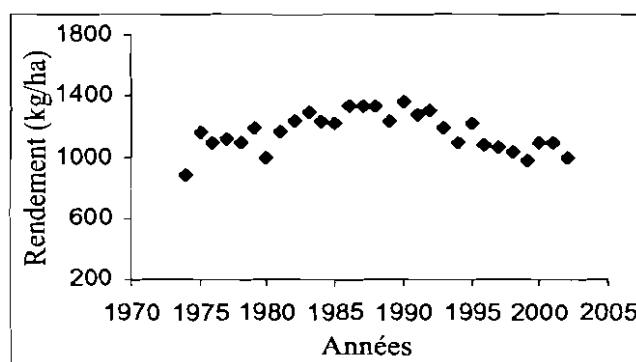
INTRODUCTION

Le coton est la principale culture de rente en zone soudano-sahélienne du Mali. Cette culture a largement participé au développement rural, grâce au travail de la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT), entreprise mixte qui organise la filière. D'importants progrès ont été observés grâce au renforcement de cette filière, de caractère technique (utilisation de la traction attelée, des herbicides, généralisation des fosses fumières) ou social (écoles, centres de santé, organisation des producteurs en associations villageoises). La filière est

en développement rapide, elle concerne plus de 200 000 exploitations et 600 000 hectares en 2005, selon les bases de données du suivi opérationnel de la CMDT.

Pourtant, depuis une dizaine d'années, les performances techniques de cette culture à l'échelle de la parcelle se sont essouffées (IER/CMDT/OHVN, 1998). La production globale continue d'augmenter, mais les rendements cotonniers moyens en zone CMDT ont chuté de 1359 kg/ha en 1990 jusqu'à 994 kg/ha en 2002 (figure 1).

Figure 1 : Evolution des rendements en coton dans la zone CMDT



(Source : Suivi Opérationnel, CMDT)

Des efforts ont déjà été entrepris par la CMDT pour corriger cette tendance. Mais les causes de cette baisse de rendement n'ont pas encore été clairement identifiées. Plusieurs hypothèses d'explication à la baisse des rendements ont été proposées.

L'épuisement de la fertilité des sols est fréquemment mis en avant, comme suite logique des prévisions alarmistes sur ce sujet dans les années 90 (Piéri, 1989; van der Pol, 1992; Van Keulen and Breman, 1990). Pourtant, ces prévisions ont été revues récemment (de Ridder et al., 2004), et, si le constat reste préoccupant, les prévisions catastrophiques d'alors ont été modérées. La diversité des pratiques d'entretien de la fertilité engendre des estimations de la durabilité des systèmes de culture également diverses (Kanté, 2001; Ramisch, 2004). Cette explication de l'évolution des rendements par la diminution de la fertilité des sols est extrêmement difficile à vérifier, en raison prin-

cipalement de la grande hétérogénéité du milieu (de Ridder et al., 2004). Dans ce domaine, des opinions très tranchées continuent donc de co-exister dans la littérature, certains auteurs assurent que cette fertilité est plutôt en phase d'amélioration (Gigou and Coulibaly, 2000).

L'évolution du climat est également citée comme facteur explicatif de la baisse des rendements cotonniers. L'évolution des pluies en Afrique de l'Ouest et ses relations avec les pratiques agricoles ont été étudiées (Brou Yao et al., 1998; Paturel et al., 1997). Pourtant, les périodes d'occurrence des baisses de pluie correspondent mal avec celles des baisses de rendement, les vagues de plus forte sécheresse ont plutôt concerné les années 80, à une époque à laquelle l'évolution tendancielle des rendements cotonniers était encore positive.

La filière cotonnière malienne a traversé plusieurs crises dans les 15 dernières années, liées à des évolutions négatives des prix sur les marchés internationaux, à des négociations difficiles entre les différents acteurs concernés ou à des difficultés de gestion. Au fil de ces crises, la CMDT a dû passer par des restructurations importantes. L'appareil d'appui technique a été réduit. Le relâchement de l'appui technique a donc également été cité parmi les causes de la diminution des rendements. Il engendrerait de la part des producteurs un moindre respect des itinéraires techniques vulgarisés par la CMDT. En outre, la dévaluation du Franc CFA de 1994 a modifié l'équilibre des prix entre intrants importés et fibre de coton, entraînant au moins passagèrement une diminution de l'utilisation des intrants (Giraudy and Niang, 1996). Des diagnostics agronomiques effectués au Mali ont prouvé qu'une meilleure application des recommandations de la vulgarisation permettait d'augmenter sensiblement les rendements (Rapidel et al., 2003).

Il est donc opportun de vérifier si les techniques culturales ont évolué pendant la période concernée par la baisse des rendements. A notre connaissance, aucune étude n'a été menée sur ce sujet au Mali. Il est en effet difficile de mener des suivis fidèles pendant une si longue période. Un suivi des exploitations et des opérations culturales a pourtant été mené par le Service Suivi-Evaluation de la CMDT depuis 1994, avec la préoccupation d'éviter autant que possible d'intervenir sur l'objet observé. Une base de données informatiques a été constituée.

Cette étude a pour objectif de préciser l'évolution des techniques culturales pendant la période 1994-2002, à partir de l'étude de la base de données du Service Suivi-évaluation de la CMDT dans les régions cotonnières du sud du Mali pour déterminer son poids sur l'évolution des rendements cotonnier pendant cette période.

MATERIELS ET METHODES

Description des données d'étude

Les données utilisées sont extraites de la base de données du service suivi évaluation de la CMDT entre les années 1994 et 2002. Le suivi évaluation est l'un des services de la CMDT qui s'occupe de l'enquête agricole en zone cotonnière depuis 1994, année de sa création. Son réseau d'enquête couvre entièrement les régions de la CMDT. Dans chaque secteur de chaque région sont choisis des villages. Les enquêtes portent d'une part sur les caractéristiques globales de l'exploitation : typologie, démographie, matériel agricole, cheptel, superficie cultivée par culture, etc. D'autre part, un échantillon représentatif des exploitations de chaque village de l'enquête est choisi pour le suivi des itinéraires techniques au niveau de la parcelle et pour toutes les cultures. Ainsi, pour la culture du coton, sont notées les caractéristiques de la parcelle (taille, type de sol), la date à laquelle a été effectuée chaque intervention culturale et ses modalités (type de sarclage, dose et mode d'application des intrants appliquées, etc). Les données de ce suivi sont aujourd'hui disponibles sous forme informatique, mais la base de données n'est cependant pas homogène sur l'ensemble de la période. De 1994 à 1996, seules les données moyennes par région CMDT sont dispo-

nibles. Elles concernent les mêmes interventions culturales, mais, par exemple, l'étude de la dispersion des données n'est pas possible. En revanche, depuis 1997, les données de chaque parcelle suivies sont intégralement disponibles sur support informatique. C'est une source de données très complète.

Le but de ce suivi est l'observation d'un échantillon représentatif de l'agriculture cotonnière, pour mesurer les pratiques et évaluer l'impact des politiques sur cette agriculture. Un enquêteur est placé dans chacun des 55 villages suivis sur l'ensemble de la zone couverte par la CMDT. Cet enquêteur, outre le suivi qu'il effectue, intervient probablement sur les paysans objet de l'enquête, et, petit à petit, modifie leurs pratiques. Pour que l'échantillon reste représentatif et ne souffre pas de ce biais, les villages sont abandonnés après 5 années de suivi. Il y a donc tous les ans un renouvellement de 20% des villages suivis.

Cette étude porte donc sur l'exploitation de cette base de données entre les années 1994 et 2002. Dans le Tableau ci dessous est indiqué le nombre d'exploitations concernées par le suivi sur lesquelles ont porté nos analyses, par région CMDT.



Tableau I : Nombre d'exploitations suivies et régions CMDT d'origine

Région CMDT d'origine	Nombre d'exploitations
Bougouni	842
Fana	847
Koutiala	1088
San	436
Sikasso	941

Méthode d'analyse des données

La dynamique des exploitations est étudiée en se basant sur une typologie proposée par la recherche qui a été simplifiée

une charrue, un multiculteur, un semoir, une charrette, un âne et un troupeau d'au moins dix têtes en plus des bœufs ; type B : exploitations disposant d'une paire de bœufs de labour, un multiculteur et une charrue ; type C : exploitations disposant d'une unité incomplète d'attelage mais qui ont eu à le pratiquer, type D : exploitations ne disposant d'aucun équipement, travaillant en culture manuelle.

La pertinence de cette typologie comme support de notre étude a été étudiée. Des analyses de variance par région et pour chaque pratique culturale en fonction des types ont été menées. Il en ressort que les classes A et B se distinguent fréquemment de manière significative des types C et D. Des différences significatives ($p=0.05$) sont également observées, selon les régions et les pratiques, entre les types A et B. En revanche, les types C et D ne sont jamais séparés par cette analyse. Dans la mesure où cette typologie a permis de mettre en évidence des différences significatives entre classes pour certaines pratiques et certaines régions, nous avons considéré qu'elle était pertinente pour cette étude.

L'importance relative de ces types dans chaque région et leur évolution au cours de la période ont été étudiées, pour focaliser l'étude sur les types les plus représentatifs.

L'évolution considérée est calculée à l'aide d'une droite de régression linéaire établie sur le nuage des points (année, proportion relative de la classe). La variable x de cette équation est remplacée à chaque fois par les deux années extrêmes. La différence obtenue entre ces deux valeurs représente l'évolution estimée au cours des 9 années (Figure 2).

et utilisée par la CMDT (Giraudy, 1994). Cette typologie répartit les exploitations en quatre classes en fonction de leur niveau d'équipement et de leur cheptel ; type A : exploitations disposant d'au moins deux paires de bœufs de labour

Sa significativité a été estimée à partir de celle de la régression linéaire.

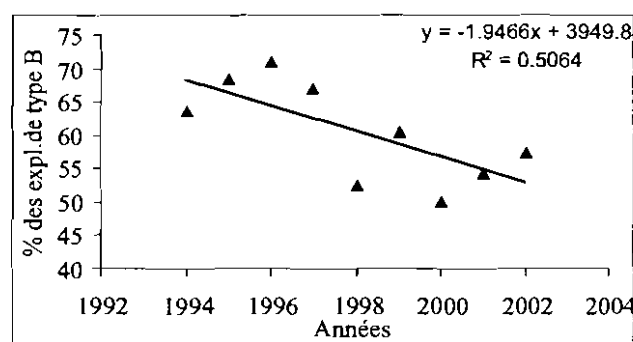


Figure 2 : Evolution de l'importance relative du type B parmi les exploitations de la région CMDT de Fana entre les années 1994 et 2002.

Les techniques culturales les plus susceptibles d'avoir un effet sur l'évolution des rendements ont été définies comme suit : densité de peuplement, date du 1er sarclage et nombre de sarclages, date d'application de l'urée et du complexe coton et leur dose, date du premier traitement insecticide. Les évolutions au cours de la période ont été analysées par régression linéaire. La significativité de la régression a été utilisée pour estimer la réalité de cette évolution. L'évolution au cours de la période entre 1994 et 2002 pour chaque pratique a été calculée à l'aide de l'équation de la droite de régression obtenue, selon la méthode décrite pour l'étude de l'évolution des proportions des classes (la différence entre les ordonnées de la droite de régression en 2002 et en 94 est l'évolution calculée).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Poids des types d'exploitations

L'analyse des proportions relatives des types d'exploitations et leur évolution sont présentées dans le tableau II. Les types A et B représentent en moyenne 85% de l'ensemble des exploitations. On note quelques évolutions significatives pendant la période d'étude. Dans les régions de Fana et de Sikasso, il y a un transfert d'exploitations du type B vers le type A, qui correspond à une accumulation de moyens de travail au sein des exploitations. On observe une évolution

semblable à Koutiala, mais cette fois-ci depuis le type C vers le type B. En revanche, à Bougouni, la tendance semble être inverse : on note une forte progression du pourcentage d'exploitation de type D et une diminution (non significative) de la proportion d'exploitations de type A et B. On peut supposer soit qu'il y a de plus en plus d'éclatements au niveau des exploitations de type A et B qui favorisent l'apparition de nouvelles exploitations peu équipées, soit que la création de nouvelles exploitations de migrants non encore capitalisés est à l'origine de cette évolution.

Tableau II : Répartitions des exploitations selon les types ABCD dans les régions CMDT et leurs évolutions au cours de la période d'étude

	Type A		Type B		Type C		Type D	
	%	□volution	%	□volution	%	□volution	%	□volution
Bougouni	0.24	-0.09	0.54	-0.04	0.10	0.01	0.13	0.12
Fana	0.26	0.18	0.61	-0.15	0.11	-0.02	0.02	-0.01
Koutiala	0.33	-0.02	0.54	0.12	0.09	-0.13	0.03	0.02
San	0.27	-0.01	0.66	0.02	0.04	-0.03	0.03	0.02
Sikasso	0.30	0.10	0.48	-0.10	0.14	0.00	0.08	0.00

Les chiffres notés en caractères gras signifient qu'il existe une évolution linéaire significative de la proportion des exploitations dans la classe considérée au cours de la période ($p=0.05$).

Evolution des techniques culturales

L'étude sur les techniques culturales s'est donc limitée aux types A et B (85 % du total, tableau II). Les résultats

sont présentés dans les tableaux suivants. Le Tableau présente l'état moyen concernant chaque intervention culturale par région.

Tableau III : Etat moyen de quelques interventions culturales dans les exploitations de type A et B de chaque région CMDT

	Nombre de sarclages	Date du 1 ^{er} Sarclage (JAS*)	Dose de CC** (kg/ha)	Date d'application du CC (JAS)	Dose d'urée (kg/ha)	Date d'application de l'urée (JAS)	Date du 1 ^{er} traitement (JAS).
Bougouni	2.04	26	98	29	50	43	50.7
Fana	2.02	23	101	29	46	32	50.6
Koutiala	2.19	23	100	29	44	37	49.4
San	2.15	21	118	24	46	39	46.1
Sikasso	1.90	24	106	27	48	40	47.8
Moyenne	2.06	24	104	27	47	38	49

*JAS : Jours après semis

**CC : complexe coton



Les paysans effectuent en moyenne deux sarclages dans les parcelles cotonnières. Ce nombre semble peu varier entre régions, alors que la pression de mauvaises herbes est probablement plus élevée dans les régions humides (Bougouni) que dans les régions sèches (Koutiala, San). De même, la date de premier sarclage varie peu, un peu trop tardive. Cette date est souvent citée comme un facteur clé de la lutte contre l'enherbement (Makan, 2001; Ngamine and Altolha, 1998). Ce sarclage est légèrement plus précoce dans les régions du vieux bassin cotonnier. L'application d'herbicide n'a pas pu être considérée, la proportion de producteurs en utilisant n'est pas renseignée dans la base de donnée correspondant à la première époque du suivi (1994-1996).

En ce qui concerne la fertilisation, on constate que les doses d'urée appliquées sont très proches des recommandations (50kg/ha) de la recherche vulgarisation. En

revanche, les dates d'application et les doses de complexe coton sont assez éloignées des recommandations. Les producteurs appliquent moins de complexe (100 kg au lieu de 150 ou 200 kg), et ils l'appliquent tard, à une date moyenne qui est proche de la date du premier sarclage. De fait, il est fréquent que le complexe soit appliqué juste avant le premier sarclage, ce qui permet de le recouvrir partiellement. Au contraire l'urée est appliquée précocement. On imagine qu'il s'agit également d'une généralisation des pratiques d'apport unique, en particulier dans la région de Fana.

La date de premier traitement phytosanitaire est également très homogène entre les régions, autour de 49 JAS, soit un peu plus tard que ce qui est recommandé.

L'évolution de ces pratiques au cours de la période d'étude est présentée dans le tableau IV.

Tableau IV : Evolution des techniques culturales pendant la période 1994-2002 (exploitations de type A et B)

	Class e	Densité (plants/ ha)	Nombre de sarclag es	Date du 1 ^{er} Sarclag e (JAS)	Dose de CC (kg/ha)	Date d'applicat ion du CC (JAS)	Dose d'urée (kg/ha)	Date d'applicatio n de l'urée (JAS)	Date du 1 ^{er} traiteme nt (JAS)	Rendem ent (kg/ha)
Bougou ni	A	-6947	-0.5	0	-17	-4	-11	-20	-3	-4
	B	-3245	-0.3	0	-8	-2	3	-16	-3	-50
Fana	A	-1576	-0.6	-8	-8	-10	18	-8	-3	-675
	B	-7357	-0.1	-6	-18	-6	1	-9	-5	-412
Koutiala	A	-7481	-0.3	1	13	-4	1	-8	-2	-177
	B	-1200	-0.1	-2	3	-7	-2	-8	-7	-199
Sikasso	A	11385	-0.1	-1	-20	0	-3	-8	-14	-98
	B	6137	-0.2	3	-40	7	-5	4	-7	-226
San	A	-1341	-0.3	-2	24	2	13	-3	-5	-100
	B	-6464	-0.2	-3	11	-3	5	-8	-6	60

L'évolution a été calculée avec la droite de régression (significative à $p=0.10$ si les chiffres sont en gras et soulignés).

On a également fait figurer dans ce tableau deux indicateurs de l'évolution de l'état des plantations, la densité de peuplement et le rendement.

Les paysans réalisent des sarclages de moins en moins nombreux, mais tendent à débiter ces sarclages plus tôt dans le cycle. Ces évolutions sont un peu contradictoires, et elles sont de toutes façons de faible amplitude.

La compréhension des pratiques de contrôle de l'enherbement est toujours difficile, car la pression de mauvaises herbes d'une parcelle est variable selon les années et selon des pratiques non directement liées à cet enherbe-

ment, comme la date de semis ou l'application de fumure organique mal décomposée. Il est difficile de tirer des conclusions claires de cette évolution des pratiques d'entretien des cultures, mais elle a vraisemblablement une influence limitée sur les rendements obtenus.

En ce qui concerne la fertilisation, le tableau IV ne montre aucune tendance nette en ce qui concerne les doses appliquées. L'augmentation du prix des engrais et la disparition des subventions devraient conduire à une diminution des doses, mais les évolutions sont contradictoires en fonction des régions et du type d'engrais. Globalement, il semble que les doses de complexe ten-

dent à diminuer tandis que les doses d'urée tendent à augmenter, renforçant ainsi la différence constatée sur le Tableau III. L'étude des dates d'apport montre que l'urée est appliquée presque systématiquement plus tôt en 2002 qu'en 1994. La tendance n'est pas si claire pour le complexe coton. Cette évolution va également dans le sens d'un regroupement des apports. Il semble que cette évolution globale de la fertilisation puisse être en partie à l'origine des perturbations d'alimentation minérale observées sur cotonnier ces dernières années (Sissoko et al., 2005). Le premier traitement phytosanitaire est actuellement plus

précoce qu'au début de la période, dans toutes les régions. C'est une évolution positive, dans la mesure où cette date est considérée comme trop tardive (Rapidel et al., 2003). Aucune relation claire non plus n'est perceptible entre l'évolution des rendements et l'évolution des pratiques. Si les rendements cotonniers sont en déclin dans presque toutes les régions, en revanche les plus fortes baisses tendanciellées ne correspondent pas aux conditions dans lesquelles on observe les plus fortes détériorations des pratiques, incluant les densités de peuplement.

CONCLUSION

L'évolution des pratiques paysannes est systématiquement citée parmi les facteurs explicatifs de la baisse des rendements cotonniers au Mali. Cette étude a certes permis de mettre en évidence l'état moyen des pratiques paysannes et le sens de celles qui ont sensiblement évolué. Mais on constate que les pratiques paysannes n'ont pas évolué négativement de façon systématique pendant la période 1994-2002. Dans l'ensemble, ces pratiques restent assez proches des recommandations de la recherche et des services de vulgarisation, à l'exception de la dose du complexe coton. Celle-ci est toujours inférieure à la recommandation, mais elle n'a pas évolué de manière claire pendant la période d'étude.

L'analyse de ces données, qui couvrent pourtant la période clé de l'évolution des rendements et qui reposent sur un échantillon représentatif de la réalité de la culture cotonnière malienne, ne permet donc pas d'affirmer que l'évolution des pratiques culturales est un facteur explicatif de la baisse des rendements.

Certes, d'autres éléments de pratiques n'ont pas pu être analysés ici, comme la précocité des dates de semis par rapport aux premières pluies, ou les apports de fumure organique.

La mise en culture de nouvelles terres, moins favorables à la culture du coton est une autre piste qu'il convient d'explorer.

BIBLIOGRAPHIE

- Brou Yao, T., Servat, E. and Paturel, J.E., 1998. Contribution à l'analyse des inter-relations entre activités humaines et variabilité climatique: cas du Sud forestier ivoirien. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 327: 833-838.
- de Ridder, N., Breman, H., van Keulen, H. and Stomph, T.J., 2004. Revisiting a 'cure against land hunger': soil fertility management and farming systems dynamics in the West African Sahel. *Agricultural Systems*, 80: 109-131.
- Gigou, J. and Coulibaly, H., 2000. Evolution des rendements suivant l'âge des champs. Rapport des essais à Zamblala en 1999, réunion de concertation IER-CMDT-OHVN, N'Tarla, Mali, 16-17-18 février 2000, pp. 8.
- Giraudy, F., 1994. Résultats de l'enquête agricole permanente 93/94. *Annuaire statistique*, CMDT - DPCG - Service Suivi-Evaluation, Bamako.
- Giraudy, F. and Niang, M., 1996. Impact de la dévaluation sur les systèmes de production et les revenus paysans en zone Mali-Sud, CMDT, DPCG, Service Suivi Evaluation.
- IER/CMDT/OHVN, 1998. Mémoire de réunion de concertation sur la baisse de rendement de la variété NTA 88-6 au cours de la campagne 97/98, Institut d'Economie Rurale, N'Tarla, Mali.
- Kanté, S., 2001. Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali-Sud. *Tropical Resource Management Papers*, 38. Wageningen University.
- Makan, K., 2001. Influence du retard de sarclage sur les pertes de rendement du cotonnier en Haute Guinée, AFPP, Dix-huitième conférence de coloma, journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Toulouse. 5,6,7 décembre 2001, pp. 1215-1222.
- Ngamine, J. and Altolna, M., 1998. Les adventices dans les systèmes de culture de la zone soudanienne du Tchad, ANPP, Dix-septième conférence de coloma, journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon. 9-10-11 déc 1998.
- Paturel, J.E., Servat, E., Lubes-Niel, H. and Delattre, M.O., 1997. Variabilité climatique et analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 325: 779-782.
- Piéri, C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAT, Paris, 443 pp.
- Ramisch, J.J., 2004. Inequality, agro-pastoral exchanges, and soil fertility gradients in southern Mali. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105(1-2): 353-372.
- Rapidel, B., Traoré, B. and Defèche, C., 2003. Diagnostic agronomique de l'impact des pratiques paysannes sur le rendement du coton à Katogo, Communication à la réunion de concertation IER-CMDT-OHVN, N'Tarla, Mali, pp. 8.
- Sissoko, F., Traore, B.S., Rapidel, B. and Daou, H., 2005. Modulation de l'apport du complexe coton en fonction des dates de semis, Réunion de concertation IER-CMDT-OHVN, N'Tarla, 9-11 mars 2005.
- van der Pol, F., 1992. Soil mining, an unseen contributor to farm income in southern Mali, Royal Tropical Institute, Bulletin 325, Amsterdam.
- Van Keulen, H. and Breman, H., 1990. Agricultural development in the West African Sahelian region: a cure against land hunger? *Agriculture, ecosystems & environment*, 32: 177-197.

Gestion intégrée de la fertilité des sols pour améliorer la productivité dans le Sahel : Effets des jachères, des légumineuses et du phosphate naturel de Tilemsi sur le rendement du mil et le *Striga hermonthica*

Samaké, O. Kodio, A. Cissé, S. Kané, M.

RESUME

Une étude d'une durée de quatre années a été menée de 1998 à 2001 dans le village de Lagassagou en zone sahélienne du Mali. Elle avait pour but de déterminer les effets de la rotation jachère - niébé - mil en combinaison avec l'application de la fumure phosphatée sur le rendement du mil, la fertilité des sols et l'infestation du *Striga hermonthica*. L'essai était conduit en milieu réel sur sol sableux. Le dispositif utilisé était le *strip-split plot* avec quatre durées de jachère (0, 2, 5 et 7 ans) comme facteur principal, quatre doses d'application de la fumure phosphatée (P0, P1, P2 et P3) comme facteur secondaire et deux précédents culturels (mil et niébé) comme facteur tertiaire). Les résultats ont montré que le niébé, utilisée en 1998 comme précédent culturel, a un effet positif sur le rendement du mil et le niveau d'azote du sol à la première année de rotation mais il est sans effet dans les années qui suivent. Son effet persiste plus longtemps quand la fumure phosphatée est apportée au précédent niébé. Par contre, le niveau de carbone n'a pas été significativement amélioré par le système. Une augmentation de la durée des jachères (2, 5 et 7 ans) entraîne un accroissement sensible du rendement moyen de grain de mil de l'ordre de 250 kg ha⁻¹ pour la culture continue de mil sans fumure, à 340 - 410 kg ha⁻¹ avec 2-7 années de jachère. L'application du phosphate naturel de Tilemsi augmente le rendement grain de mil et le niveau de carbone dans le sol sans pouvoir améliorer sa teneur en N. L'infestation des champs par le *Striga hermonthica* était réduite par les précédents niébé et jachère.

Mots clés : Rotation, Phosphate Naturel, Jachère, Légumineuse, Fertilité du sol, Rendement mil.

ABSTRACT

A 4-years study was conducted from 1998 to 2001 in the Lagassagou village in Sahelian zone of Mali. The goal of this study was to determine the effects of different fallow-legume-millet rotation systems combined with P fertilizers application on millet yield, soil productivity and *Striga* infestation. The experiment was conducted on sandy soil using a factorial strip-split plot design with four fallow periods (0, 2, 5, and 7 years) as horizontal treatments, four rates of P fertilizer (0, P1, P2 and P3) as vertical treatments and two cropping systems (millet and cowpea) as subplot treatments. The results showed that the grain legume cowpea, grown in 1998 as preceding crop, has a positive effect on subsequent millet yield and on soil nitrogen levels in the first year after the cowpea crop but not in subsequent years. The effects last longer when P fertilizer is applied on the previous crop. However, the level of soil organic C did not significantly improve the quality of the system. Increasing fallow lengths increased average grain yields from 250 kg ha⁻¹ with continuous millet without fertilizer to 340-410 kg ha⁻¹ with 2-7 years fallow. Application of rock phosphate increased millet yield and soil organic C content but did not improve soil N content. The infestation of millet with the major parasitic weed *Striga hermonthica* was reduced with cowpea crop and fallow used as previous cropping systems.

Keywords : Rotation, Rock phosphate, Short-term fallows, Legume, Soil fertility, Millet yield.



INTRODUCTION

La croissance démographique dans le Sahel nécessite l'augmentation soutenue de la production alimentaire pour couvrir les besoins de la population. L'augmentation de la production agricole au cours des dernières décennies a été obtenue principalement à travers l'extension des superficies cultivées, la réduction de la durée et des superficies des jachères ainsi que le remplacement des systèmes de cultures itinérantes par le système de culture continue des céréales (World Bank, 1984 ; Club du Sahel, 1991). Dans les années à venir, les possibilités d'extension des superficies cultivées seront limitées, nécessitant l'augmentation de la productivité par unité de surface. Cette augmentation sera difficile à réaliser si les sols demeurent dégradés, fragiles et pauvres en éléments nutritifs. La plupart des terres arables au Sahel ont un bilan minéral négatif à cause de la non application des fumures ou des faibles quantités d'engrais utilisés pour remplacer les éléments nutritifs exportés (Bationo et al., 1998; Buerkert et Hiernaux, 1998; Van der Pol, 1992; Stoorvogel et Smaling, 1990).

L'abandon de l'agriculture itinérante, la réduction de la durée des jachères et la pratique des systèmes de monoculture continue des céréales provoquent des problèmes de fertilité du sol. Des études menées dans le Sahel (Bationo et al., 1994) ont montré que le système de monoculture de céréales conduit à une réduction du niveau de la matière organique et à l'acidification des sols. Dans la partie Nord du Nigeria, Jones (1971) a montré après 18 années de culture continue de céréale, que la quantité de matière organique contenue dans le sol diminuait de 3-5% par an. Cette pratique influence négativement les caractéristiques physico-chimiques des sols et augmente l'incidence des pestes, maladies et adventices comme le *Striga hermonthica* (Juo et Lal, 1977; Piéri, 1989; Dembélé, 1994). Les jachères de courte durée, utilisées de nos jours pour restaurer la fertilité des sols, servent également de pâturages. Cependant, les quantités d'élé-

ments nutritifs y accumulés ne sont probablement pas suffisantes pour couvrir les besoins des cultures à long terme. Les engrais organiques et minéraux constituent le meilleur moyen pour restaurer la fertilité des sols et accroître les rendements des plantes cultivées (Bationo et al., 1998, Piéri, 1989, Van Reuler et Janssen, 1989). Cependant, l'application de ces intrants est extrêmement limitée dans le Sahel à cause de leur faible disponibilité, de la faible capacité d'investissement de la plupart des paysans et les risques économiques dus aux aléas climatiques (Témé et al., 1995; Dugué, 1993; Anderson, 1992). En conséquence, des technologies efficaces et accessibles aux producteurs à faibles revenus sont nécessaires pour accroître la production agricole.

Des études ont montré que la rotation des céréales avec des légumineuses peut aider à améliorer les caractéristiques physiques et chimiques du sol (Bagayoko et al., 1992; Tarawali et al., 1992). Bationo et Ntare (2000) ont conclu que la rotation jachère_mil apporte plus d'azote minéral que la rotation légumineuse_mil. La rotation des cultures avec des jachères améliorées à base des espèces de légumineuses ligneuses et herbacées contribuent à l'augmentation des rendements des cultures (Jama et al., 1998 ; Nyakanda et al., 1998 ; Juo et Lal, 1977). Les légumineuses contribuent efficacement à améliorer le niveau d'azote sans résoudre le problème de phosphore dans le sol. Des informations quantitatives sur les effets combinés des systèmes de culture, des jachères de courte durée et l'application de la fumure comme moyens de maintenir la productivité des cultures à long terme et de minimiser l'incidence du *Striga hermonthica* dans les conditions écologiques du Sahel ne sont pas reportées. L'objectif de cette étude consistait à déterminer des effets combinés de la rotation jachère de courte durée_niébé_mil et de l'application de la fumure phosphatée sur la fertilité du sol, le rendement du mil et la densité du *Striga hermonthica*.

MATERIELS ET METHODES

Une étude de quatre années a été conduite de 1998 à 2001 en milieu réel dans les champs de brousse à Lagassagou, un village situé en zone sahélienne du Mali. Ces champs peu fertiles avec des sols sableux et pauvres en matière organique (Tableau I), ne reçoivent pas d'apport de fumure. Seules les jachères sont utilisées pour restaurer la fertilité des sols (Samaké, 2003). Au début de la saison des pluies en 1998, des jachères

de durées différentes étaient sélectionnées pour l'étude. Les parcelles étaient manuellement défrichées pour leur mise en culture. Tous les résidus herbacés et ligneux étaient ramassés et brûlés dans le champ pour imiter les pratiques paysannes. Contrairement à ces pratiques, les cendres étaient uniformément répandues sur toutes les parcelles pour éviter l'hétérogénéité.

Tableau I. Caractéristiques générales du sol (0_15 cm) des différents champs au semis en 1998 à Lagassagou

Nutrients	MC*	J2	J5	J7
Carbone organique C (g kg ⁻¹)	1.64	2.57	2.78	2.92
N total (g kg ⁻¹)	0.14	0.20	0.21	0.24
P disponible (mg kg ⁻¹)	2.26	2.46	2.52	2.65
K disponible (mg kg ⁻¹)	5.70	5.84	5.98	5.54

* MC = Champ de 3-5 années consécutives de culture du mil ; J2, J5 et J7 = jachères de 2, 5 et 7 ans.

Le dispositif expérimental de base en 1998 était un strip-split-plot en quatre répétitions avec quatre périodes de jachère et un témoin comme facteur principal, des doses d'application de la fumure phosphatée comme facteur secondaire et deux systèmes de culture comme facteur tertiaire. Le champ de chaque paysan constituait une répétition. Les durées de ces jachères qui sont de 2, 5 et 7 ans, sont considérées dans le village comme de courte, moyenne et de longue durée. Le témoin était constitué de champs ayant 5 années consécutives de culture. Selon les paysans, tous les champs incluant le témoin, étaient infestés de *Striga hermonthica* avant leur mise en jachère. Aucune information quantitative n'a pu être donnée sur l'ampleur de l'infestation. Les doses d'application de la fumure étaient de 0 et 300 kg ha⁻¹ de phosphate naturel de Tilemsi à 27% P₂O₅ respectivement notées P0 et P1. Les deux systèmes de culture étaient le mil et le niébé en culture pure. Les superficies des parcelles élémentaires étaient de 800 m² pour la parcelle principale, 400 m² pour la parcelle secondaire et 200 m² pour la parcelle tertiaire. La parcelle principale était constituée par les différentes jachères. Le phosphate naturel de Tilemsi (PNT) était manuellement épandu

au semis sur la parcelle secondaire entre le 10 et 20 Juin 1998. Une variété locale de mil (*Pennisetum glaucum* (L.), var. Toroniou), bien adaptée au milieu et une variété améliorée de niébé (*Vigna unguiculata*, var. IT89DK-245) étaient semées après une humidité suffisante en culture pure sur les parcelles tertiaires. Les semis étaient effectués sur billons pour éviter la mortalité des plantules par le phénomène d'ensablement. Le mil était semé à l'écartement de 1 x 1 m à 15_20 graines par poquet et démariné à trois plants par poquet 15 jours après la levée. Le niébé était semé à 4-6 graines par poquet à l'écartement de 0.5 m entre les lignes et 0.25 m sur la ligne et démariné à deux plants par poquet 15 jours après la levée.

Les mêmes parcelles de 1998 ont été utilisées en 1999, 2000 et 2001 pour évaluer les amères effets des précédents mil et niébé après jachères (Tableau II) sur le rendement du mil, la fertilité du sol et la densité du *Striga hermonthica*. Deux traitements additionnels (P2 et P3) étaient ajoutés aux deux traitements initiaux (P0 et P1) assignés à la parcelle secondaire. Le traitement P2 était constitué d'une application annuelle de 100 kg ha⁻¹ de PNT sur la moitié de la par-

celle ayant reçu le traitement P1 en 1998 tandis que le traitement P3 était obtenu par une application annuelle de 100 kg de super phosphate triple sur la moitié de la parcelle sans phosphore (P0). Les superficies des parcelles élémentaires du nouveau dispositif étaient de 800 m² pour la parcelle principale, 200 m² pour la parcelle secondaire et 100 m² pour la parcelle tertiaire (Tableau II). Les traitements P0 et P1 n'avaient reçu aucune autre fertilisation phosphatée après 1998. Le TSP était utilisé pour évaluer l'efficacité des différentes doses d'application du PNT. Toutes les fumures phosphatées étaient apportées au semis. Les mêmes variétés de mil étaient semées sur toutes les parcelles entre le 1^{er} et le 10 Juillet en 1999, entre le 11 et le 14 Juin puis entre le 20 Juillet et le 10 Août en 2000 après l'échec des premiers semis par suite de sécheresse et entre le 1^{er} et le 10 Juin en 2001. Aucune autre forme de fumure ou de pesticide, n'a été apportée conformément à la pratique des paysans de ce village qui n'utilisent pas de fumures dans les champs de brousse. Toutes les parcelles étaient manuelle-

ment sarclées 15 jours après la levée et le reste à la demande jusqu'au 35^{ème} jour après la levée et avant l'apparition du *Striga hermonthica*.

A la maturité, le mil était récolté traitement par traitement. Les épis étaient séchés au soleil pendant deux semaines, battus et les grains pesés par traitement. Le nombre de *Striga hermonthica* était compté dans chaque parcelle une semaine avant la récolte. Des échantillons de sols étaient prélevés avant le semis pour analyser leur teneur en carbone organique et en azote total. Ceux des plants prélevés à la récolte étaient analysés pour déterminer leur concentration en N uniquement. Les données pluviométriques du village ont été collectées durant toute la période de l'étude. L'analyse de la variance, utilisant le logiciel SPSS, était effectuée pour déterminer la différence entre les effets des traitements et le test de Duncan utilisé pour séparer les moyennes des différents traitements.

Tableau II. Représentation des différents systèmes de rotation et historique des parcelles d'étude.

Systèmes de rotation	Historique des champs	1998	1999	2000	2001
MC-MM*	Mil de 1995 à 1997	Mil	Mil	Mil	Mil
MC-NM	Mil de 1995 à 1997	Niébé	Mil	Mil	Mil
J2-MM	Mil en 1995 puis jachère de 1996 à 1997	Mil	Mil	Mil	Mil
J2-NM	Mil en 1995 puis jachère de 1996 à 1997	Niébé	Mil	Mil	Mil
J5-MM	Mil en 1992 puis jachère de 1993-1997	Mil	Mil	Mil	Mil
J5-NM	Mil en 1992 puis jachère de 1993-1997	Niébé	Mil	Mil	Mil
J7-MM	Mil en 1990 puis jachère de 1991-1997	Mil	Mil	Mil	Mil
J7-NM	Mil en 1990 puis jachère de 1991-1997	Niébé	Mil	Mil	Mil

* MC-MM = 3-5 années consécutives de culture du mil suivies de la culture pure du mil de 1998 à 2001; MC-NM = 3-5 années consécutives de culture du mil suivies de la culture pure du niébé en 1998 puis du mil en 1999, 2000 et 2001; J2, J5 et J7 = Jachères de 2, 5 et 7 ans.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Pluviométrie

La pluviométrie annuelle de 581 mm enregistrée en 1998 était similaire à la moyenne interannuelle de dix ans (570 mm) à Lagassagou. En 1999, 2000 et 2001, les cumuls annuels recueillis de 522, 438 et 460 mm respectivement, étaient inférieurs à la moyenne interannuelle. Les plus grandes quantités de pluie étaient obtenues en Juillet et

en Août dans toutes les années (Figure 1). La distribution dans le temps et dans l'espace était favorable au développement des cultures en 1998, 1999 et 2001. Par contre en 2000, une longue période de sécheresse est intervenue entre mi-Juin et mi-Juillet, provoquant la mort des plants et la reprise des semis entre le 20 Juillet et le 10 Août.



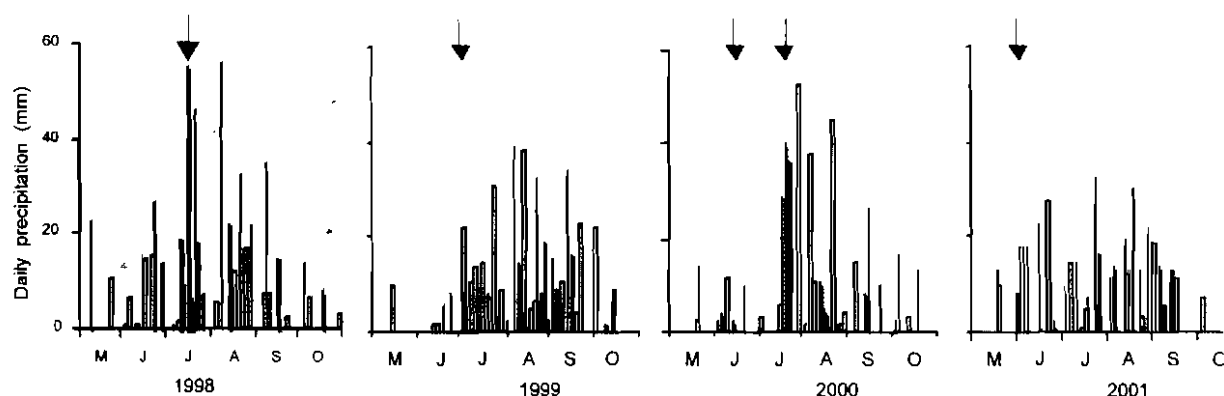


Figure 1. Pluviométrie journalière relevée de Mai à Octobre dans le village de Lagassagou de 1998 à 2001. Les flèches indiquent les dates de semis. En 2000 le mil a été semé une seconde fois à cause de l'échec des premiers semis par suite d'une poche prolongée de sécheresse.

Effets de la rotation et du PNT sur le rendement du mil

Les résultats indiqués dans le Tableau 3 montrent que le niébé cultivé en 1998 a un effet hautement significatif sur le rendement du mil en 1999. L'augmentation du poids grain était de 23% par rapport à la culture continue de mil. En 2000 et 2001, les rendements du mil obtenus après les cultures du niébé et du mil en 1998 sont restés statistiquement équivalents ($P > 0.05$). Les mêmes tendances ont été obtenues par Peterson et Varvel (1989) qui ont montré que la rotation céréale-légumineuse entraîne une augmentation du rendement grain de sorgho de 15 à 94% par rapport à la culture continue du sorgho à la première année de rota-

tion et demeure sans effet dans les années suivantes. Dans une étude similaire, Bagayoko et al. (1992) ont indiqué des accroissements de rendements grain de sorgho de 44% après une année de culture de soja en première année de rotation et de 6% en deuxième année.

L'augmentation de la durée des jachères influence significativement les rendements du mil (Tableau III). En 1999, 2000 et 2001, les rendements du mil en culture continue ont été nettement inférieurs à ceux du mil après jachère. En 2000, le rendement du mil après une jachère de 2 ans a été de 14% inférieurs à celui obtenu après une jachère âgée de 7 ans et statistiquement équivalent à celui après 5 années de jachère. En 2001, les rendements les plus élevés ont été obtenus après des jachères de 5-7 ans.

Tableau III. Effets des différents systèmes de culture sur le rendement grain de mil (kg ha⁻¹) dans le village de Lagassagou en zone nord du Mali.

Systèmes de culture	1999	2000	2001
<i>Effet des précédents cultureux</i>			
Mil	700	340	570
Niébé	860	360	590
Erreur standard	30	10	20
P>F*	<0.001	0.228	0.068
<i>Effet des jachères</i>			
3-5 années consécutives de mil	630 b†	250 c	350 c
Jachère de 2 ans	800 a	360 b	560 b
Jachère de 5 ans	810 a	370 ab	640 a
Jachère de 7 ans	880 a	420 a	650 a
Erreur standard	40	20	30
P>F	<0.001	<0.001	<0.001
<i>Effet de la fertilisation phosphatée</i>			
P0 (témoin sans P)	510 b	240 b	400 c
P1	830 a	370 a	530 b
P2	860 a	380 a	610 b
P3	930 a	410 a	720 a
Erreur standard	40	20	30
P>F	<0.001	<0.001	<0.001
<i>Interactions (P>F)</i>			
Précédent x jachère	0.745	0.983	0.310
Précédent x fertilisation phosphatée	0.932	0.959	0.461
Fertilisation phosphatée x jachère	>0.999	0.999	0.04
Précédent x jachère x fertilisation	0.999	>0.999	0.988

*: Niveau de probabilité

†: Les moyennes à l'intérieur d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

La fertilisation phosphatée augmente également le rendement grain du mil par rapport au témoin sans fumure (Tableau III). En 1999 et 2000, aucune différence significative n'a été observée entre les différentes doses et périodes d'application de P. Seulement en 2001, l'apport annuel de 100 kg ha⁻¹ de TSP a entraîné un accroissement notable de rendement grâce à la plus grande quantité de P disponible du TSP par rapport au PNT (Samaké, 1990).

Aucune interaction significative n'a été observée entre les différents facteurs étudiés en 1999 et 2000 (Tableau III). Ceci peut s'expliquer par des coefficients de variation (21% en moyenne) plus élevés et du nombre de répétitions de 4 relativement plus faible. Cependant en 2001,

l'interaction entre la durée des jachères et la fertilisation phosphatée a été significative.

Une autre analyse plus détaillée a été faite pour déterminer séparément les effets des différentes durées des jachères et ceux des précédents cultureux avec et sans PNT. Cette situation pourrait donner une idée sur des technologies facilement accessibles aux producteurs à faible revenu sans l'utilisation d'intrants externes.

Les résultats de cette analyse ont montré que l'augmentation de la durée des jachères influence significativement le rendement moyen du mil de 250 kg ha⁻¹ en culture continue à 340-410 kg ha⁻¹ après une jachère de 2 à 7 ans. Concernant les précédents cultureux, l'effet de la cul-

ture du niébé en 1998 après les différentes jachères sur le rendement du mil en 1999 était plus fort que celui après MC (Figure 2). Par contre, l'effet du précédent niébé de 1998 était absent en 2000. Ceci pourrait s'expliquer par les faibles rendements du mil en 2000 suite à la reprise

des semis (entre le 20 Juillet et le 10 Août) à cause des aléas pluviométriques. En 2001, aucun effet du précédent niébé sur le rendement du mil n'a été observé dans les systèmes de rotation avec les jachères de 5 et 7 ans.

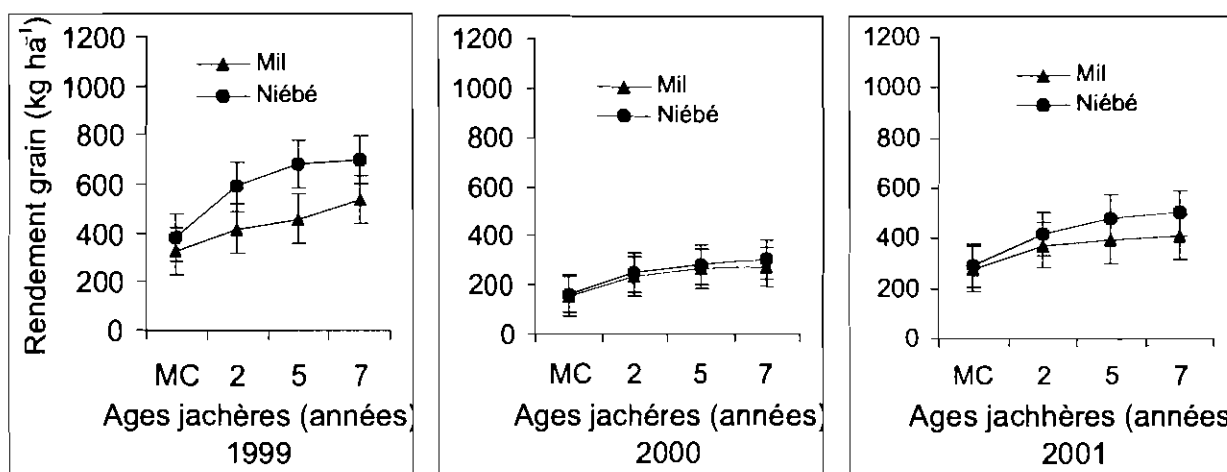


Figure 2 Effets de la rotation niébé-mil et de la durée des jachères sur le rendement du mil dans le village de Lagassagou en zone Nord du Mali.

Les effets de la fertilisation phosphatée du mil après des jachères de différents âges et des précédents mil et niébé sur les rendements sont indiqués sur les figures 3a et 3b. En 1999, les effets de la fertilisation du mil au phosphore après des jachères de 2-7 ans étaient identiques entre eux et plus élevés que ceux après 3-5 années consécutives du mil. Par ailleurs, la différence entre les effets des doses d'application du PNT est faible pendant que le traitement au TSP donne le meilleur effet à cause de la disponibilité de P contenu dans le PNT par rapport au TSP. En 2000, les rendements du mil étaient plus faibles et les effets des jachères très bas. Tous les traitements phosphatés ont eu le même effet probablement à cause du grand déficit hydrique et les semis tardifs intervenus au cours de l'année.

Ces résultats suggèrent que le phosphore était le facteur limitant dans le traitement 3-5 années de culture continue du mil (MC) et que l'eau était le facteur limitant dans tous les traitements P. Les effets positifs de la durée des jachères sur le rendement en 2000 pourraient être le résultat de la meilleure capacité de rétention d'eau du sol ayant accumulé plus de matière organique due à la période des

jachères (Tableau I).

En 2001, les rendements ont significativement augmenté avec l'augmentation de la durée des jachères et l'apport de la fumure phosphatée. Les parcelles traitées au super phosphate triple (P3) ont donné de rendements moyens comparables à ceux obtenus avec les traitements P1 et P2 au cours de la deuxième année d'application. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Bationo et al. (1990) qui ont montré que l'apport d'une grande dose unique de base du phosphate naturel de Tahoua comme source de P aux cultures pour trois années consécutives, était plus efficace sur la production du mil au Niger que l'application fractionnée de la même dose pendant trois ans. Par ailleurs, Thibout et al. (1980) ont suggéré une application de 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ sous forme de PNT en première année suivie d'un apport complémentaire de 20-40 kg P₂O₅ ha⁻¹ suivant les cultures pour assurer une productivité durable. Des résultats similaires ont été reportés par Roesch et Pichot (1985) au Niger qui ont enregistré des meilleurs rendements avec 50 kg P₂O₅ ha⁻¹ sous forme de phosphate naturel de Tahoua au Niger en première année suivi d'une application annuelle de 15-20 kg P₂O₅ ha⁻¹.

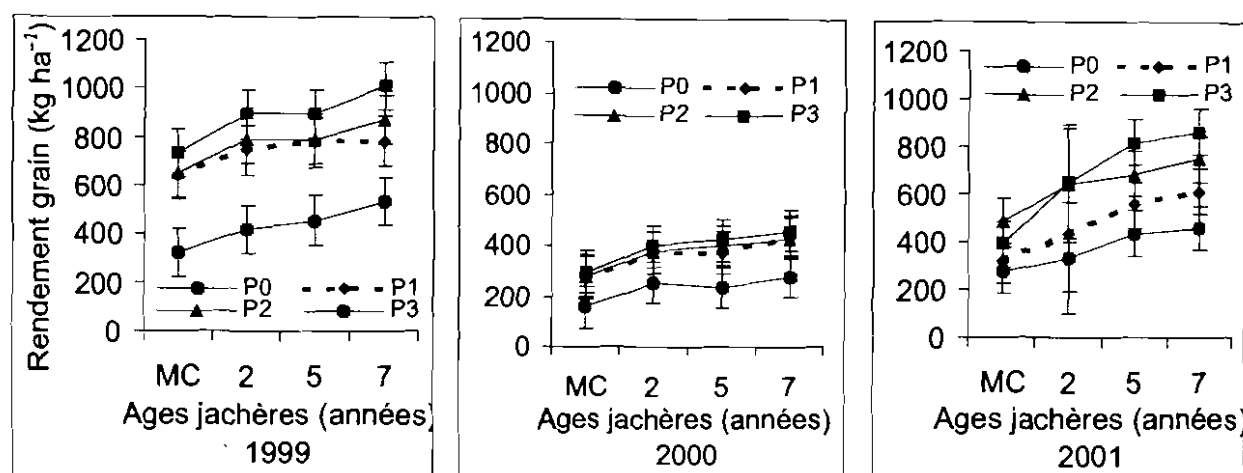


Figure 3a. Effets des différentes jachères et de la fertilisation phosphatée sur le rendement grain dans le système de monoculture continue du mil à Lagassagou en zone sahéenne du Mali

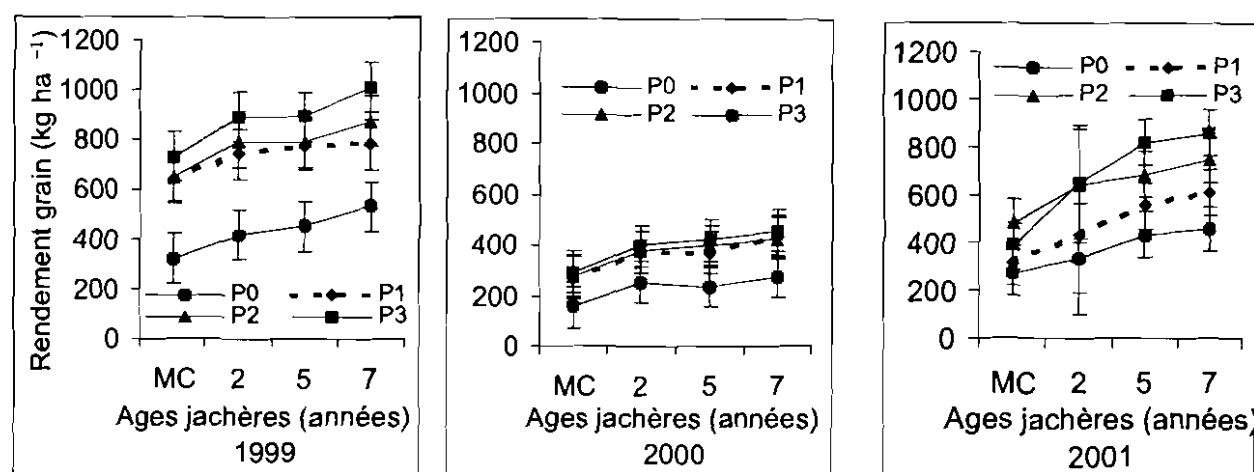


Figure 3b. Effets des différentes jachères, et de la fertilisation phosphatée sur le rendement du mil dans le système de monoculture après le précédent niébé dans le village de Lagassagou.

Effet de la rotation et du PNT sur le carbone et l'azote du sol

Les effets des différents systèmes de cultures sur la teneur du sol en carbone organique et en azote total sont présentés dans le Tableau IV. Les résultats ont montré que les précédents mil et niébé n'ont pas significativement amélioré le niveau de C dans le sol. Par contre, la quantité de N total obtenue avec la culture du niébé en 1998 comme précédent avait augmenté de 27% en 1999 au semis par rapport à celle du précédent mil. L'effet du niébé sur l'azote du sol a été réduit à 16% en 2000 pour devenir nul en 2001. Aucune fumure azotée n'ayant été appliquée aux différen-

tes cultures, la différence en N entre les différents traitements pourrait s'expliquer par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par le niébé de 1998 ou de l'augmentation des activités microbiennes causée par les changements de la séquence des systèmes culturaux (Turco et al., 1990). La différence en N obtenue en 1999 due au précédent niébé a été estimée à 180 kg ha⁻¹. Cette quantité est dans la fourchette de 23 à 250 kg ha⁻¹ obtenue par Gillier et Wilson (1991) avec une moyenne de 110 kg ha⁻¹ pour les légumineuses annuelles de cycle de 100-150 jours.

Les niveaux de C organique et N total dans le sol augmentent significativement avec l'augmentation de la durée des

jachères (tableau 4). L'augmentation de la quantité de C en 1999 provoquée par les jachères variait entre 34% avec les jachères âgées de 2 ans à 55% avec celles de 7 ans pendant que les niveaux de N dans le sol étaient compris entre 9 et 38%.

La fertilisation phosphatée sur la base du PNT influence positivement le niveau de C organique du sol et reste sans effet sur le niveau de N (Tableau 4). Une

augmentation du niveau de C de 18% a été observée avec les traitements au PNT par rapport au témoin non fertilisé. Par contre, la quantité de C obtenue avec le super phosphate triple (SPT) était statistiquement équivalente à celle du témoin P0. Ceci pourrait s'expliquer d'une part, par le non apport du SPT aux précédents culturaux en 1998 et d'autre part, par sa plus grande disponibilité immédiate en P qui aurait entraîné une minéralisation rapide de la matière organique.

Tableau IV. Effets des jachères, des précédents culturaux et de la fertilisation phosphatée sur la teneur du sol en C organique et en N total à Lagassagou.

Systèmes de culture	1999		2000		2001	
	C	N	C	N	C	N
<i>Effets des précédents culturaux</i>						
Mil	2.44	0.19	2.32	0.18	2.20	0.14
Niébé	2.76	0.28	2.44	0.21	2.34	0.16
Erreur standard	0.08	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01
P>F*	0.059	0.02	0.303	0.011	0.061	0.076
<i>Effets des jachères</i>						
3-5 années de culture de mil	2.00	0.18 b	1.87 c	0.17 b	1.72 c	0.12 b
Jachère de 2 ans	c†	0.21 b	2.51 b	0.20 a	2.35 b	0.13 b
Jachère de 5 ans	2.54 b	0.26	2.67 a	0.20 a	2.53 ab	0.17 a
Jachère de 7 ans	2.87 a	ab	2.82 a	0.21 a	2.71 a	0.19 a
Erreur standard	2.98 a	0.30 a	0.06	0.01	0.05	0.01
P>F	0.12	0.02	<0.001	0.012	<0.001	<0.001
<i>Effets de P</i>						
P0 (Témoin non fertilisé)	0.016	<0.001	2.24 b	0.20	2.15 c	0.16
P1	2.33 b	0.21 b	2.60 a	0.19	2.45 a	0.15
P2	2.86 a	0.26 a	2.60 a	0.19	2.48 a	0.15
P3	2.86 a	0.26 a	2.10 b	0.19	2.02 c	0.15
Erreur standard	2.33 b	0.21 b	0.06	0.01	0.05	0.01
P>F	0.08	0.01	<0.034	0.062	<0.001	0.142
<i>Interactions (P>F)</i>						
Précédents x jachère	0.026	0.001	0.175	0.111	0.151	0.105
Précédents x P	0.334	0.230	0.068	0.284	0.088	0.157
Jachère x P	0.703	0.858	0.334	0.124	0.489	0.711
Précédents x jachère x P	0.332	0.841	0.174	0.477	0.551	0.287
	0.638	0.770				

* P2 avait reçu 300 kg/ha de PNT en 1998 en même temps que P1 pendant qu'aucun apport phosphaté n'a été effectué sur les traitements P0 et P3.

** : Niveau de probabilité

† : Les moyennes à l'intérieur d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

Une analyse plus détaillée a été effectuée pour les traitements non fertilisés. Les résultats montrent que les quantités de C n'ont pas varié entre les différents précédents (Fig. 4a). Cependant en 1999, une augmentation de la teneur en N a été obtenue avec le précédent niébé par rapport au précédent mil (Fig. 5b). En 2000 et 2001, une tendance à la baisse de la quantité de C a été observée

par rapport à celle de 1999, probablement à cause de la faible quantité des résidus de récolte retournés au sol pour restaurer sa fertilité (Samaké, 2003). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Jones (1971) qui ont montré dans le Nord du Nigeria, que la teneur du sol en matière organique diminuait de 3.5% par an après 18 années consécutives de culture continue de céréale. Plus

récemment, Bationo et al. (1994) ont conclu que la culture continue de céréale conduit à une réduction remarquable de la matière organique du sol. Le déclin de la quan-

tité de matière organique observée de 1999 à 2001 était en harmonie avec le train de réduction de rendement grain du mil au cours des années.

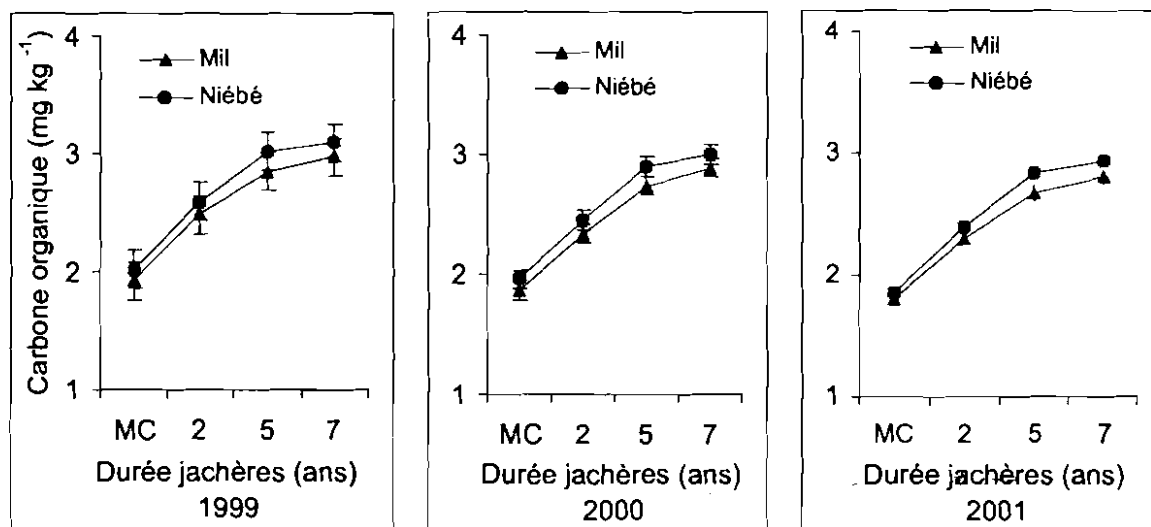


Figure 4a. Effet de la durée des jachères et des précédents culturaux sur le carbone organique du sol dans le village de Lagassagou.

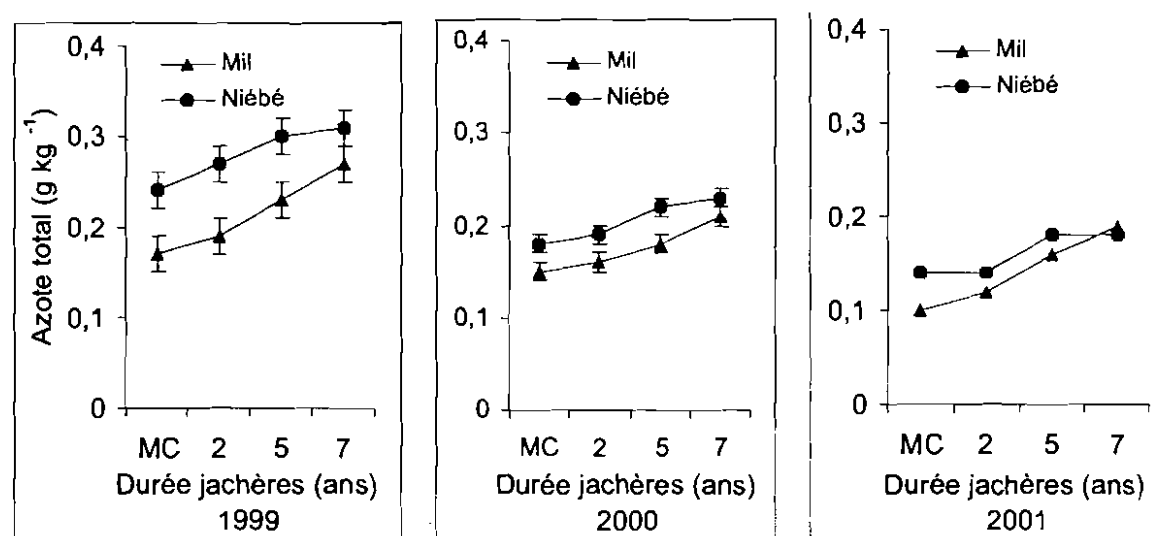


Figure 4b. Effet de la durée des jachères et des précédents culturaux sur l'azote du sol.

Effet de la rotation et du PNT sur le *Striga hermonthica*

Les résultats consignés dans le Tableau 5 indiquent que les précédents culturaux ont significativement affecté le

niveau d'infestation des champs par le *Striga hermonthica*. La culture du niébé en 1998 comme précédent culturel a réduit l'attaque du *Striga* en 1999 de 50% par rapport au précédent mil. Par contre, l'application de fumures phosphatées est restée sans effet sur la propagation de ce parasite du mil.

La pratique de jachères a également influencé le degré d'infestation des champs par le *Striga hermonthica* (Figure 5). En 1999 aussi bien qu'en 2001, la densité du *Striga* était plus élevée dans les parcelles de 3_5 années consécutives de culture du mil (MC) que dans les jachères de 2 ans. Van Ast et al. (2003) ont indiqué que la longévité des semences du *S. hermonthica* dans les zones sud soudanienne et nord guinéenne du Mali était beau-

coup plus courte que celle communément reportée. Ils ont également montré que le déclin de la viabilité des semences enterrées à 5 et 10 cm de profondeur suit une allure exponentielle avec des taux de mortalité compris entre 70 à 95%. Aucune incidence additionnelle sur le nombre de *Striga* n'a été obtenue avec l'augmentation de la durée des jachères de 2 à 7 ans.

Tableau V . Influence des précédents culturels, de la durée des jachères et de l'application du phosphore sur l'infestation du *Striga hermonthica* (nombre de *Striga* par ha)

Système de culture	1999	2001
<i>Effets des précédents culturels</i>		
Mil	3,000	11,920
Niébé	1,480	11,830
Erreur standard	360	1,500
P>F*	0.003	0.967
<i>Effets des jachères</i>		
3-5 années de culture de mil	6,300 a†	24,280 a
Jachère de 2 ans	2,010 b	13,980 b
Jachère de 5 ans	550 c	8,110 c
Jachère de 7 ans	80 c	1,130 c
Erreur standard	500	2,100
P>F	<0.001	<0.001
<i>Effets de P</i>		
P0 (Témoin non fertilisé)	1,960	11,370
P1	2,220	11,930
P2	2,300	12,260
P3	2,450	11,940
Erreur standard	500	2,100
P>F	0.918	0.993
<i>Interactions (P>F)</i>		
Précédents x jachère	0.028	0.726
Précédents x P	0.964	0.998
Jachère x P	0.987	>0.999
Précédents x jachère x P	0.998	0.640

** : Niveau de probabilité

† : Les moyennes à l'intérieur d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes

Une interaction significative a été observée entre les effets des précédents culturels et la durée des jachères sur la densité du *S. hermonthica*. L'effet bénéfique de la rotation du niébé avec le mil dans la réduction du nombre de *Striga* a été perçu quand le niébé est cultivé après 3_5

années consécutives de culture de mil mais pas après des jachères âgées de 2, 5 et 7 ans (Fig. 5). Aucune apparition du *Striga* n'a été constatée en 2000. Cette situation pourrait être due au semis tardif du mil intervenu entre le 20 Juillet au 10 Août.



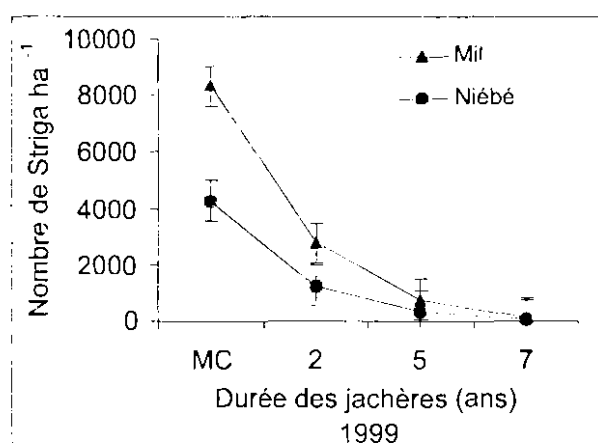


Fig. 5. Effets des précédents culturels et de la durée des jachères sur l'infestation du Striga à Lagassagou dans la zone nord du Mali

CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont montré que la rotation du niébé avec le mil améliore le rendement moyen du mil de 23% à la première année de rotation et reste sans effet appréciable les années qui suivent. Elle a permis d'améliorer le niveau de l'azote total du sol de 27% par rapport au mil continu, sans affecter significativement la quantité de carbone organique. Aussi, cette pratique a entraîné une réduction du taux d'infestation des champs par le Striga hermonthica de 50%. L'effet bénéfique de la rotation niébé_mil sur la réduction du nombre de Striga a été plus marqué quand le niébé est cultivé après 3_5 années consécutives de mil.

Dans la recherche de technologies durables de production, la rotation niébé_mil semble une option intéressante pour des paysans à faibles revenus étant donné que les ressources en terre diminuent de plus en plus et les producteurs

doivent intensifier les systèmes de culture pour accroître la production et satisfaire les besoins alimentaires croissants de la population. L'effet de cette rotation peut être amélioré avec l'apport du PNT à la dose unique de 300 kg/ha sur les cultures en tête de rotation ou d'autres fumures phosphatées. Le choix de ces intrants au niveau des producteurs dépendra des différences de prix entre les sources d'approvisionnement, le pouvoir d'achat du producteur et sa disponibilité de la main d'œuvre pour leur transport et leur utilisation.

Quand la pratique des jachères est possible, les effets de deux années de jachère dans l'augmentation du rendement du mil et dans la réduction du nombre de Striga sont similaires à ceux de 5 années. L'augmentation de la durée des jachères de plus de 7 ans réduit davantage les taux d'infestation des champs par le Striga.

Remerciement

Les auteurs remercient Aly Konta et de Karim Diarra, tous deux techniciens à l'Equipe Système de Productions et Gestion de Ressources Naturelles de

Mopti pour leur contribution dans la collecte des données et les paysans collaborateurs du village de Lagassagou pour leur disponibilité.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, J.R., 1992. Difficulties in Africa agricultural systems enhancement: ten hypotheses. *Agricultural Systems* 38: 387-409.
- Bagayoko, M., S.C. Mason and R.J. Sabata, 1992. Effects of previous cropping systems on soil nitrogen and grain sorghum yield, *Agron. J.* 84:862-868.
- Bationo, A and B.R. Ntare, 2000. Rotation and nitrogen fertilizer effects on pearl millet, cowpea and groundnut yield and soil chemical properties in a sandy soil in the semi-arid tropics. *West Africa J. Agricult. Science* 134:277-284.
- Bationo, A, F. Lompo and S. Koala, 1998. Research on nutrient flows and balances in West Africa: State-of-the-art. *Agriculture. Ecosystems & Environment*. 71:19-35.
- Bationo, A., A. Buerker, M.P. Sedogo, B.C. Christianson and A.U. Mokwunye, 1994. A critical review of crop residue use as soil amendment in the West African Semi-arid Tropics. In: *Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan Africa*, J.M. Powell, S. Fernandez-Rivera, T.O. Williams and C. Renard (eds.), Volume 1: Conference summary Proceedings of an International Conference held in Addis-Ababa, Ethiopia. 22-26 November 1993.
- Bationo, A., S.H. Chien, J. Henao, C.B. Christianson and A.U. Mokwunye, 1990. Economic evaluation of two acidulated and partially acidulated phosphate rocks indigenous to Niger. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:1772-1777.
- Buerkert, A. and P. Hiemaux, 1998. Nutrients in the West African Sudano-Sahelian zone: Losses, transfers and role of external inputs. *Z. Pflanzenernahr. Bodenkd.* 161:365-383.
- Club du Sahel, 1991. Synthèse des travaux 1990 du secrétariat du Club du Sahel. Bilan de la décennie 1980-1990 et réflexions pour l'avenir du Sahel. Rapport SAH/D/91/381. Club du Sahel, CILSS, OCDE, Paris, 186 pp.
- Dembélé, B., A.R. Roques, G. Sallé and C. Tuquet, 1994. Plantes parasites des cultures et des essences forestières au Sahel. Institut du Sahel, Bamako, Mali.
- Dugué, P., 1993. La gestion de la fertilité et l'utilisation des ressources naturelles dans les systèmes agro-pastoraux soudano-sahéliens. Quelques éléments de réflexion à partir des situations du Yatenga (Burkina Faso) et du Sine Saloum (Sénégal). Communication présentée à la journée AGR (Gestion de la fertilité) du 20 Janvier 1993. CIRAD-SAR No 26/93, 15 p.
- Giller, K.E. and K.J. Wilson, 1991. Nitrogen fixation in tropical cropping systems. CAB International, Oxford, UK, pp. 171.
- Jama, B., R.J. Buresh and F.M. Place, 1998. Sesbania tree fallows on phosphorus-deficient sites: maize yield and financial benefit. *Agron. J.* 90:717-726.
- Jones, M.J., 1971. The maintenance of organic matter under continuous cultivation at Samaru, Nigeria. *J. Agric. Sci. Camb.* 77: 473-482.
- Juo, A.S.R. and R. Lal, 1977. The effect of fallow and continuous cultivation on the chemical and physical properties of an alfisol in western Nigeria. *Plant and soil*. 47:567-548.

- Nyakanda, C., I.K. Maringa, B.H. Dzowela and H. Murwira, 1998. Biomass production and maize yield under a tree-based improved fallow of *Sesbania* and pigeonpea. In S.R. Waddington et al. (eds.) Soil fertility research for the maize-based farming systems in Malawi and Zimbabwe. Proc. Soil Fertil. Network Results and Planning Workshop. Africa Univ., Mutare, Zimbabwe, 7-11 July 1997. Soil Fertil. Network and CIMMYT-Zimbabwe, Harare, Zimbabwe, pp. 115-119.
- Peterson, T.A. and G.E. Varvel, 1989. Crop yield as affected by rotation and N rate. II. Grain Sorghum, Agron. J. 81:731-734.
- Piéri, C., 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. Ministère de la Coopération/CIRAD, Paris, 444 p.
- Roesch, M. and J. Pichot, 1985. Utilisation du phosphate naturel de Tahoua en fumure de fond et en fumure d'entretien dans les sols sableux du Niger. Agronomie Tropicale 40 :89-97.
- Samaké, O., 1990. Characterization and agronomic potential of Tilemsi (Mali) rock phosphate Thesis for a degree of Master of Science, Texas A&M University, USA, pp 62.
- Samaké, O., 2003. Main induced spatial variation of soil fertility and millet yields in the Sahel. In Integrated crop management strategies in the Sahelian land use systems to improve agricultural productivity and sustainability: A case study in Mali; 47:39-53.
- Stoorvogel, J.J. and E.M.A. Smaling, 1990. Assessment of nutrient depletion in sub-saharan Africa: 1983-2000. Vol. III. Literature review and description of land use systems. 2nd Ed., Report No.28, the Winand Starting Centre for Integrated Land. Soil and Water Research, Wageningen, The Netherlands.
- Tarawali, R., M.A. Von Kaufman and M. Saleem, 1992. The role of livestock-based cropping systems for developing sustainable food production in the sub-Saharan Africa. In: Bezeneh, T., M. Kamuaanaga, T. Kibrah and J.O. Olukosi (eds.), SAFGRAD. Oagadougou, Burkina Faso.
- Témé, B., H. Breman and K. Sissoko, 1995. Intensification agricole au Sahel: Mythe ou réalité? Rapport de synthèse du colloque international sur l'intensification agricole au Sahel; Bamako (Mali), Déc. 1995, 28 pp.
- Thibout, F., Traoré, M.F., Piéri, C., Pichot, J., 1980. Utilisation agricole des phosphates naturels de Tilemsi (Mali). Synthèse des résultats de la recherche agronomique sur les cultures vivrières et oléagineuses. Agronomie Tropicale, 35:240-249.
- Turco R.F., M. Bischoff, D.P. Breakwell and D.R. Griffith, 1990. Contribution of soil-born bacteria to the rotation effect in corn. Plan and Soil 122:115-120.
- Van Ast, A., L. Bastiaans, Z.J.L. Sanogo, A.H. Pieterse and M.J. Kropff, 2003. Longevity of *Striga hermonthica* seed under field and laboratory conditions (in preparation).
- Van der Pol, F., 1992. Soil mining: an unseen contributor for farm income in southern Mali. Bull 325. Royal Tropical Institute. Amsterdam. The Netherlands. 47 pp.
- Van Reuler, H. and B.H. Janssen, 1989. Nutrient constraints in secondary vegetation and upland rice in southwest Ivory Coast. In: J.H. Proctor (eds), Mineral Nutrients in Tropical Forest and Savanna Ecosystems. Special publication No 9 of the British Ecological Society, Blackwell Scientific publications, Oxford, England, pp 371-382.
- World Bank, 1984. Toward sustained development in sub-Saharan Africa. World Bank, Washington DC, USA.

Evaluation agronomique des cultivars d'arachide sous irrigation dans les aménagements hydro-agricoles du cercles de Kayes

Kodio, O. Diallo, F. Maïga, H.

RESUME

Deux essais d'arachide sous irrigation ont été conduits dans trois périmètres hydro-agricoles de Kayes pendant la contre saison sèche 1996-1997. Deux types de variétés d'arachides, précoces (75-90 jours) et à cycle intermédiaire (90-120 jours) furent utilisés dans l'étude. Les essais ont été implantés à trois (3) dates, à deux semaines d'intervalle pour mesurer l'effet date de semis sur le rendement. Une analyse économique par date de semis a été effectuée pour évaluer la période la plus rentable de la culture de contre saison. Les rendements moyens en gousses varient entre 2,3 tonnes à 4 tonnes à l'hectare. La variété Demba Niuma s'est révélée plus performante sur les trois sites avec un rendement en gousses de 2,6 t/ha, 2,5 t/ha, 3,4 t/ha respectivement à Fégui, Samé et Lani-Mody. Ces rendements dépassent le potentiel productif de ces variétés en culture pluviale (1,5 t –1,8 t /ha). Une interaction positive est observée entre les dates de semis et les variétés d'arachide. L'effet date de semis a fortement influencé le temps d'émergence des plantules, surtout chez les variétés tardives. Une prolongation très marquée des phases phénologiques de la culture a été observée chez les plants issus de la première et de la deuxième date de semis à cause de la basse température du mois de décembre. La deuxième date d'implantation des essais (21 décembre) paraît être la période la mieux indiquée pour la culture de l'arachide de contre- saison sèche dans les aménagements hydro- agricoles du cercle de Kayes. Les variétés tardives ont été moins performantes au point de vue production en raison des conditions climatiques (haute température). L'évaluation économique a montré que le semis du 21 décembre (deuxième date) des variétés précoces est la plus rentable. En ce qui concerne les variétés tardives, en raison de leur cycle long 120-140 jours, celles semées le 7 décembre présentent une rentabilité plus élevée que celles semées aux deux dates plus tardives.

Mots clés : arachide, irrigation, date de semis, cultivars, évaluation économique

ABSTRACT

Two groundnut tests under irrigation were carried out in three hydro-agricultural perimeters of Kayes during dry season 996 -1997. Two varieties of groundnut, early maturity (75-90 days) and medium maturity (90-120 days) were used in the study. The tests were conducted in three dates with two weeks apart, to measure the effect of the planting date on yield. An economic evaluation of the crop according to the date was carried out. The average yield pods varied from 2,3 tons to 4 tons per hectare. The variety Demba Niuma appeared to have better yield among the level of the three sites with an yield pods of 2.5 t, 2.6, 3.4 t respectively with FEGUI, Same and Lani Mody

These yield exceed the potential production of these varieties in rain fed crop (1,5 T -1,8 T/ha). A positive interaction is observed between the dates of sowing and the varieties of groundnut. The effect of planting date has strongly influenced the emergence time of the seedlings, especially with the medium maturity varieties. A very marked prolongation of the phenologic phases of the culture at summer has been observed in first and second date of sowing with the low temperature of December. The second date of establishment of the tests (December 21) appears being the best period indicated for the culture of groundnut of dry season in the agricultural water managements of Kayes area

The medium maturity varieties were less powerful from the production point of view because of the high temperatures. The economic evaluation related to the planting dates has been performed. For early maturity varieties, the second date of sowing, December 21 is most profitable economically. With regard to the late varieties, because of their long cycle 120-140 days, the varieties of groundnut sown on December 7 have a profitability higher than those sown at the two later dates which generate losses.

Keywords : groundnut, irrigation, cultivars, planting date, economic evaluation

INTRODUCTION

L'arachide (*Arachis hypogaea*) est l'une des principales cultures de rente du Mali, en raison de son importance économique et de sa place dans le système de culture. Elle est très riche en protéines et est utilisée dans l'alimentation humaine et animale.

Au Mali, même si presque toute la production de l'arachide est obtenue en culture pluviale, il existe cependant de grandes potentialités pour sa production en contre saison dans les aménagements hydro agricoles de l'Office du Niger, de Manantali et, Sélingué, dans les périmètres irrigués de la région de Kayes et les petits barrages du plateau Dogon.

Dans la première région (Kayes) plus précisément les cercles de Kayes et Bafoulabé, il existe de nombreux petits aménagements agricoles. On y cultive du maïs ou autres céréales en saison pluviale et des cultures maraîchères en contre saison. Dans le cadre d'une meilleure rentabilité de ces aménagements, l'arachide y est souvent cultivée sous irrigation. Il faudra également souligner que les arachides fraîches de contre saison sous irrigation sont de qualité exceptionnelle et se vendent deux fois plus chères et constituent un revenu très substantiel pour les différentes coopératives de la région de Kayes.

L'introduction de la culture irriguée de l'arachide dans les différents périmètres irrigués existants du Mali (les périmètres aménagés de la vallée du fleuve Sénégal et Niger, les barrages du pays Dogon, les périmètres aménagés des régions CMDT) permettrait de sécuriser la production arachidière au Mali.

La culture de l'arachide sous irrigation pourrait être un palliatif très important pour réduire d'une part les dégâts de termites et d'autre part d'obtenir une production de qualité d'arachide saine et sans aflatoxine (Backman, and al. 1978). Cette technique permettra également de

diversifier les cultures et contribuer ainsi à rentabiliser les périmètres aménagés.

Durant la campagne 1996 -1997, deux essais (essai 1 et 2) ont été conduits au niveau de trois périmètres irrigués de Kayes : Samé, Lani Mody et Fégui.

L'objectif visé consiste à proposer aux producteurs des périmètres irrigués des variétés d'arachide adaptées et ayant un potentiel de rendement et de qualité élevés sous culture irriguée.

MATERIELS ET METHODES

Le matériel végétal comprenait 6 variétés précoces pour l'essai 1 et 3 variétés intermédiaires pour l'essai 2. Les essais comportaient trois dates de semis effectués à 2 semaines d'intervalle afin de mesurer leur effet sur le rendement pour chacune des variétés.

Les sites sont situés le long du fleuve Sénégal, à 15, 25 et 50 km respectivement pour Samé, Lani Mody et Fégui. Les sols sont de type limoneux sableux. L'irrigation se fait par gravité.

* Traitements :

a. Variétés d'arachide :

• Essai 1 : Variétés précoces

Il portait sur six variétés :

- V1 : Variété Saméké (JL 24)
- V2 : -" Mossi Tiga (CN 94 C)
- V3 : -" Allason (Fleur 11)
- V4 : -" 47 10
- V5 : - - Demba Niourman (ICGS (E) 34)
- V6 : - - 55 437 (Témoin)

• Essai 2 : Variétés intermédiaires

Trois variétés ont été utilisées:

- V1 : Variété Niakhali Tiga (GH 119-20)
- V2 : -" Djigui Sémé (HYQ (CG) S-49)
- V3 : -" 28-206

b. Dates de semis :

Les semis ont été effectués aux dates suivantes :

- Date 1 : 07 Décembre 1996
- Date 2 : 21 Décembre 1996
- Date 3 : 05 Janvier 1997

* Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé était un factoriel du type 6x3 en blocs de Fisher à 3 répétitions pour le premier essai et 3 x3 en bloc de Fisher également à 3 répétitions pour le second essai soit 54 unités expérimentales (UE) ou parcelles élémentaires pour l'essai 1 et 27 pour l'essai 2

Chaque parcelle est semée sur 6 lignes de 5 m de long. Les 4 lignes centrales constituent la surface utile. Les écartements de semis ont été :

- Essai 1 avec variétés d'arachide précoce : 0,40m x 0,15m
- Essai 2 avec variétés intermédiaires : 0,60m x 0,15m.

* Paramètres mesurés

Les observations ont porté sur :

- le nombre de plants malades (cercosporioses, rouille).
- le nombre de plants levés et récoltés.

- le rendement en gousses, en fane et au décortilage.
- la teneur en aflatoxine.

* **Analyses effectuées**

* Une analyse multifactorielle a été effectuée afin de vérifier l'influence des dates de semis sur le rendement gousse et fane.

La méthodologie utilisée dans l'analyse de rentabilité économique est celle du budget partiel suivi d'une analyse marginale. Les coûts ont été obtenus à partir d'une enquête auprès des producteurs. Celui de l'irrigation a été obtenu en divisant les charges de pompage par les superficies irriguées à Fégui. Ceci donne 1.100 F/ha/irrigation

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Périmètre irrigué de Lani-Mody

Essai 1: Evaluation agronomique des cultivars précoces d'arachide sous irrigation

Les données de la troisième date de semis au niveau de Lani-Mody n'ont pu être exploitées par suite de dégâts d'animaux. Dans l'ensemble les résultats obtenus sont bons avec un rendement moyen de 2526 kg/ha (tableau I). La deuxième date de semis (21 décembre) a fourni le meilleur rendement avec 2614 kg/ha, moyenne de rendement des traitements. D'une manière générale, on observe un effet significatif des deux dates de semis au niveau rendement.

L'analyse des résultats montre qu'il existe une interaction hautement significative entre les variétés (tableau I). On note également que la date de semis de l'arachide en contre saison est un facteur qui influence significative-

ment le rendement comme l'avait si bien démontré une étude conduite par le programme ouest Africain de l'ICRISAT au Niger en 1993.

Ainsi, le traitement 5, variété ICGS (E)-34 (Demba Niuma) a enregistré la meilleure performance avec un rendement moyen de 3385 kg/ha, elle est suivie de la 55-437 avec 2875 kg/ha. L'interaction, dates de semis x variétés ne présente statistiquement aucun effet significatif sur le rendement en gousses des divers traitements en comparaison.

Sur le plan phytosanitaire, à l'exception de la variété CN94-C (Mossi Tiga), l'incidence des attaques de Cercosporioses est faible (tableau I). La variété 55-437, confirme bien sa tolérance aux attaques d'*Aspergillus flavus*. Cette variété a enregistré le taux le plus faible en aflatoxine avec 6.4ppb suivie de ICGS (E)-34 (Demba Niuma) et CN94-C (Mossi-tiga) avec respectivement 14,6 et 15.2 ppb.

Tableau I: Performance agronomique des variétés précoces d'arachide sous Irrigation. Rendement gousses (kg/ha).Contre saison,1996-1997. Lani-Mody

Variétés	Date 1 7/12/96	Date 2 21/12/96	Rendement moyen kg/ha	Maladies Echelle 1-9 (Cercospo)	Taux aflatoxine (ppb)	Rendement au décortilage
55-437	2771b	2979a	2875b	2	6.4	71
47-10	1396c	2500b	1948d	2	21	70
JL 24 (Saméké)	1833c	1979c	1906d	2	25	69
CN94-C (Mossi Tiga)	2812b	2916a	2864b	3	15.2	70
ICGS (E)-34(Demba Niuma)	3708a	3062a	3385a	1	14.6	72
Fleur 11 (Allason)	2104b	2250c	2177c	2	17.9	68
Total	14624	15686	15155	12	100.1	420
Moyenne	2437b	2614a	2526b	2	16.68	70
Effet date de semis				S		
Variété				HS		
Dates x variétés				NS		
CV %				21		

Essai 2 : Evaluation agronomique des cultivars d'arachide à cycle intermédiaire sous irrigation

Les variétés à cycle intermédiaire (90-115 jours) ont été fortement influencées par l'effet date de semis et surtout par le temps d'émergence (tableau II). Ainsi, il a été observé plus de 15 jours le temps de germination des graines contre un maximum de 7 jours en saison pluviale. Ce retard dans l'émergence des graines est dû à la baisse de température du mois de décembre. On a observé aussi une prolongation du cycle végétatif de la culture de plus de 30 jours par rapport au cycle cultural pluvial. Au point de vue rendement, ces variétés se sont montrées moins performantes par rapport aux variétés précoces. La variété Niakhali Tiga (GH119-20) a été la plus productive, bien que son rendement soit de loin très bas (1815 kg/ha) par rapport à son potentiel productif de la saison pluviale. Aucune différence significative n'ap-

paraissait entre les variétés au point de vue rendement à l'intérieur de chaque date de semis.

Pour ce qui est de l'effet date de semis, il a été remarqué une réaction hautement significative au niveau rendement entre les traitements. Malgré les dures conditions d'implantation et d'entretien (fréquences d'irrigation), la première date de semis (07 décembre) est la plus indiquée, car présentant une moyenne de rendement des trois variétés de l'ordre de 2775 kg/ha contre 1265 et 814 Kg/ha (tableau II) respectivement pour la deuxième et troisième date de semis. Les rendements obtenus en troisième date de semis ont été nettement inférieurs à cause de l'effet négatif des hautes températures (450 C) des mois d'avril et de mai qui ont joué sur la formation normale des gynophores d'arachide dans le sol. Le taux d'aflatoxine de ces variétés est nettement plus élevé à celui des variétés à cycle court (précoce) avec une moyenne de 22 ppb.

Tableau II: Performance agronomique des variétés précoces d'arachide sous Irrigation. Rendement gousses (kg/ha).Contre saison,1996-1997. Lani-Mody

Variétés	Date 1 7/12/96	Date 2 21/12/96	Date 3 21/12/96	Rendement moyen kg/ha	Maladies Echelle 1-9 (Cercospo)	Taux aflatoxine (ppb)	Rendement au décorticage
GH119-20	3176	1300	963	1815	1	20	68
28-206	2528	1297	888	1571	2	21	70
HYQ(CG)S-49	2620	1170	592	1463	2	25	69
Total	8325		2443	4854	5	66	207
Moyenne	2775a	1265b	814c	1618	2	22	69
Effet date de semis				HS			
Effet variété				NS			
Effet Date x variété				HS			

Site de samé

délai semis-émergence variait de 10 à 15 jours.

Essai 1 : Evaluation agronomique des cultivars précoces d'arachide sous irrigation

Tout comme à Lani-Mody, les variétés précoces ont été plus performantes que les variétés à cycle intermédiaire. La germination a été très lente comme à Lani Mody. Le

Les semis du 21 décembre ont fourni le meilleur rendement en gousses. La variété 47-10 s'est montrée très productive en première date de semis avec un rendement de 3016 kg/ha. La production de fane fut très importante (Tableau III). Les variétés 55-437, Saméké (JL 24) et 47-10 ont fourni plus de 5 tonnes /ha de fane (CP IER 1997).

Tableau III : Performances agronomiques des cultivars précoces d'arachide. sous-irrigation. Samé. 1996-97 Rendements fanes et gousses (kg/ha).

Variétés	Date 1 07/12		Date 2 21/12		Date 3 05/91/97		Moyenne kg/ha	
	Fanes	Gousses	Fanes	Gousses	Fanes	Gousses	Fanes	Gousses
55-437	5813b	2963a	6084a	2485c	3875	1426d	5591	2291b
47-10	5041b	3016a	5400a	2376d	5686	2260a	5376	1884d
JL 24	5291b	2072d	4800b	2743b	5833	1391d	5308	2069c
CN94-C	6125a	2638b	3980c	2463c	4791	1787c	4965	2296b
ICGS(E)-34	5375b	2281c	4700b	2893a	5666	2376a	5247	2517a
Fleur 11	4709c	2013d	5300a	2943a	5875	1943b	5295	2299b
Total	32354	14983	31264	15903	31726	11283	31782	14056
Moyenne	5392	2497	5288	2651	5288	1881	5297	2343
Effet								
Date de semis	S							
Variété	HS							
Dates x variété	HS							
CV %	16 ,3.							

Le faible niveau de rendement enregistré à Samé est imputable en partie aux difficultés d'irrigation. Ainsi, contrairement au site de Lani-Mody, c'est au niveau de la troisième date de semis que les rendements les plus bas furent obtenus, (tableau III). D'une manière générale, on observe une différence significative entre les variétés au niveau de chaque date de semis ; quant à la différence de rendement en fonction des dates de semis, elle est hautement significative.

Un effet nettement positif d'interaction date x variété est remarqué. Au point de vue performance en rendement gousses et malgré l'influence des dates d'implantation

des essais, la variété Demba Niouma (ICGS (E) – 34) apparaît être la variété la plus plastique et est plus productive que les autres. Son rendement moyen en gousses est de 2517 Kg par hectare.

Site de Fégui

Essai 1 : Evaluation agronomique des cultivars précoces d'arachide sous irrigation

Le meilleur rendement en gousse a été obtenu avec les semis du 7 décembre (tableau IV)

Tableau IV : Résultats de l'essai arachide à cycle court sous irrigation. Fégui. 1996-97

Variétés	Date 1 07/12	Date 2 21/12	Date 3 05/01/97	Rdt moyen kg/ha
55-437	3020a	2467b	2270a	2582
47-10	3207a	2375b	2145b	2576
JL 24 (Saméké)	2125c	2082d	2000c	2069
CN94-C (Mossi Tiga)	2625b	2312c	1812d	2250
ICGS (E)-34 Demba Niouma	2541b	3270a	1957c	2589
Fleur 11 (Allason)	1928d	2457b	1853d	2080
Total	15446	14953	12037	14144
Moyenne	2774a	2492b	2006d	2358c
Effet date de semis	S			
Variété	S			
Dates x variétés	NS			
CV %	14.8			

Les variétés 55-437 et 47-10 ont confirmé leur supériorité avec un rendement de plus de 3 tonnes/ha tableau 4. D'une manière générale, la variété Demba Niouma s'est très bien comportée et a été assez plastique au niveau des différents sites d'expérimentation. Son rendement a été nettement supérieur à ceux des autres traitements avec respectivement: (2589 kg/ha à Fégui, 2517 kg/ha à

Samé et 3385 kg/ha à Iani-Mody). Il n'a pas été noté d'interaction entre les dates de semis et les variétés bien qu'une différence hautement significative ait été observée entre les variétés.

Essai 2 : Evaluation agronomique des cultivars d'arachide à cycle intermédiaire sous irrigation

Tableau V : Performances des variétés d'arachide à cycle intermédiaire sous irrigation. Rendement gousses Kg/ha. Fégui. 1996-97

Traitements	Date 1 07/12	Date 2 21/12	Date 3 05/01/97	Rdt moyen kg/ha
GH119-20	1074	833	777	895
28-206	1268	1287	648	1068
HYQ(CG)S-49	1314	1092	944	1117
Total	3656	3212	2369	3080
Moyenne	1219	1071	790	1027
Date de semis			HS	
Variétés			NS	
Dates x variétés			HS	

Les rendements obtenus à Fégui confirment les mauvaises performances des variétés à cycle intermédiaire enregistrées à Iani Mody. (Tableau V). Les résultats obtenus sont nettement inférieurs aux performances de ces variétés même en conditions de culture pluviale. La longueur de leur cycle (4 à 5 mois) ne favorise pas leur culture sous irrigation dans ce milieu où les conditions climatiques sont sévères. Ainsi, d'une manière générale, les

rendements obtenus sont très faibles. Il a été observé un effet date de semis sur le rendement des traitements. Les semis du 5 janvier sont moins indiqués à cause des faibles rendements enregistrés (790 Kg/ha). Il n'existe aucune différence significative entre les variétés, cependant une interaction hautement significative est remarquée entre date x variétés semées.

ANALYSES ECONOMIQUES DES ESSAIS D'ARACHIDE SOUS IRRIGATION

Une mauvaise estimation des temps de travaux et de l'amortissement n'ont pas permis une évaluation des coûts de production. Il en est de même pour l'évaluation

des performances entre différentes variétés. L'analyse a donc porté sur l'évaluation économique des rendements obtenus par les différentes dates de semis.

Périmètre de Lani-Mody :

Tableau VI : Résultats analyse économique des essais d'évaluation des cultivars d'arachide à cycle précoce et intermédiaire sous irrigation dans les périmètres hydro-agricole du cercle de Kayes.

	Essai (Précoce)		Essai II (Intermédiaire)		
	Date 1 (7/12)	Date 2 (21/12)	Date 1 (12/12)	Date 2 (29/12)	Date 3 (13/12)
Rendements moyens (kg/ha)	2437	2614	2775	1265	814
Rendement: ajustés 10% (kg/ha)	2193,3	2352,6	2497,5	1138,5	72,6
Produits (FCFA)	548 325	588 150	624 375	284 625	183 150
	39	35	50	46	42
d'irrigations					
Coûts variables (F CFA)	429 000	385 000	550 000	506 000	462 000
Bénéfice net	19 325	20 3150	74 375	-44000	-278850
Analyse de domaine	Dominé				

L'arachide coque a été vendue à 250 F CFA/kg en contre-saison à Fégui et Lani-Mody. Les coûts variables sont les coûts qui ont varié entre deux traitements et correspondent aux coûts des irrigations effectuées. Il ressort de l'analyse des résultats que:

- en ce qui concerne les variétés précoces la deuxième date de semis (21 décembre) est la plus rentable;
- en ce qui concerne les variétés intermédiaires la première date de semis (12 décembre) est la plus rentable, les deux dates plus tardives engendrent des pertes.

Périmètre de Fégui :

Tableau VII : Analyses économiques des essais d'évaluation les cultivars d'arachide à cycle précoce et intermédiaire sous irrigation dans les périmètres hydro- agricole du cercle de Kayes

	Essai I (précoce)			Essai II (Intermédiaire)		
	Date 1 (01/12)	Date 2 (17/12)	Date 3 (05/01)	Date 1 (01/12)	Date 2 (17/12)	Date3 (05/01)
Rdts moyens (kg/ha)	2574	2492	2006	1219	1017	790
Rdts ajustés 10% (kg/ha)	2316,8	2242,8	1805,4	1097,2	93,9	711
Produits (CFA)	579200	56070 0	451335	274300	240975	177750
Nbre d'irrigation	49	45	40	49	45	40
Coûts variables	539 000	495 000	440 000	539 000	495 000	440 000
Bénéfice net	40 200	65 700	11 350	-264700	-254025	-262250



L'analyse du tableau VII donne les résultats suivants :

- en ce qui concerne les variétés précoces (Essai I), la deuxième date de semis est la plus rentable;
- en ce qui concerne les variétés intermédiaires (Essai II), aucune date n'a été rentable, elles engendrent des pertes.

La deuxième quinzaine du mois de décembre est la période de semis la plus rentable pour les variétés précoces, tandis que pour les variétés intermédiaires les résultats nécessitent une seconde vérification.

CONCLUSION

Les différentes dates de semis ont fortement influencé sur le temps d'émergence de la culture. Ce phénomène a été plus accentué chez les variétés à cycle intermédiaire surtout en première et deuxième date de semis. On note une interaction positive entre la date de semis et les variétés en comparaison. La deuxième date semis (21 décembre) est la période propice de culture d'arachide sous irrigation dans les périmètres irrigués du cercle de Kayes.

De très bonnes performances ont été obtenues avec les variétés précoces. La variété ICG(S)E-34 s'est très bien comportée et est assez plastique (2589 kg/ha à Fégui, 2517 kg/ha à Samé et 3385 kg/ha à Lani-Mody).

Concernant les variétés d'arachide à cycle intermédiaire, l'effet date de semis a été très fortement remarqué. Une prolongation des phases phénologiques (début de florai-

son et la maturité) a été également observée. Les résultats obtenus ont été nettement inférieurs au potentiel de production de ces variétés en culture pluviale. Les meilleurs rendements ont été obtenus à Lani-Mody. Contrairement aux variétés précoces, chez les variétés à cycle intermédiaires, c'est la première date de semis (7 décembre) qui offre les meilleurs résultats et est donc la période la plus indiquée de culture de contre saison d'arachide en saison sèche. L'évaluation économique des rendements obtenus par dates de semis (tableaux 5 à 8) a montré les mêmes tendances, c'est dire que la deuxième et première date de semis respectivement chez les variétés précoces et intermédiaires ont été les plus rentables économiquement.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARACHIDE INFOS. 1992. La lettre du réseau de la CORAF. N° 4 et 5
2. BACKMAN, P.A. and al. 1978. effects of irrigation on peanut disease. Proc, Ammer. Peanut Res. & Educ. 10 :68. Astr.
3. CIRAD-IRHO. 1990- 1991. Assistance technique à la société NOVASEN. Sénégal. Rapport annuel.
4. ICRISAT-NIGER. 1993. Programmes Ouest Africains de l'ICRISAT. Rapport annuel.
5. COMITE TECHNIQUE REGIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE DE KAYES. 1997. IER.. Rapport de recherche. Programme arachide.

**Chers collègues,
Envoyez vos articles,
aux cahiers de l'Economie Rurale pour la vie de votre revue**

Connaissez-vous le Programme Volaille de l'Institut d'Economie Rurale ?

MISSION

Le Programme Volaille est l'un des dix sept programmes de recherche de l'Institut d'Economie Rurale (IER).

Il est basé au Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba.

Il a pour mission de mener des recherches sur la volaille sur toute l'étendue du territoire malien.

OBJECTIF GENERAL

Améliorer le revenu des paysans à travers l'augmentation de la production et de la productivité de la volaille.

OBJECTIFS QUANTIFIES /2005

En aviculture villageoise

- Augmenter le poids et de 800 à 1100 g/sujet ;
- Améliorer le taux d'exploitation de 51 à 75%.

En aviculture moderne

- Augmenter le poids de 1700 à 2200 g/sujet en aviculture moderne (2 mois) ;
- Améliorer le taux de ponte de 60 à 80 %.

DOMAINES D'ACTIVITES

Aviculture villageoise

- Amélioration de la couverture sanitaire et de l'habitat ;
- Elaboration de formules alimentaires à partir d'ingrédients locaux disponibles ;
- Amélioration du potentiel génétique des races locales.

Aviculture moderne

- Elaboration de formules alimentaires efficaces par type de production (ponte, chair) ;
- Mise au point de plans de lutte adaptés ;
- Conception de types de poulaillers appropriés.

RESULTATS OBTENUS

- Création d'une souche améliorée de poulet local en station, dénommée « Wassachiè » ;
- Mise au point de plans de prophylaxie en aviculture villageoise ;
- Mise au point de formules alimentaires ;
- Amélioration de la couveuse à pétrole ;
- Mise au point de techniques de production de termites et d'asticots ;
- Diffusion du poulailler amélioré.