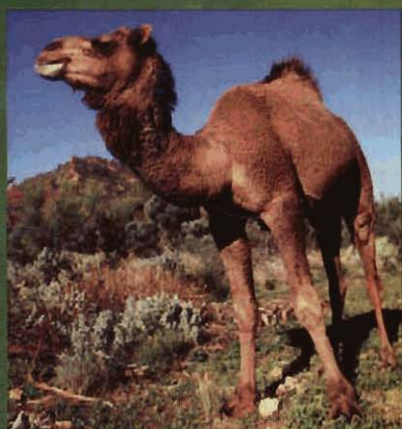




LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

N°06 • Institut d'Economie Rurale • Revue Semestrielle Janvier - Juin 2008 • ISSN 1987 - 0000

La Recherche Agricole au Service du Développement Rural



Système d'élevage camelin dans la région de Gao : I

La connaissance des hommes est primordiale pour améliorer l'élevage

P. 5



Système d'élevage camelin dans la région de Gao : II

Gestion des animaux

P.13

Diagnostic des élevages d'autruches dans la zone péri-urbaine du District de Bamako

P.25



Le semis à la volée dans l'eau des semences pré-germées :

Une solution moins contraignante pour l'intensification de la riziculture

P.33

Le pois chiche : une perspective de diversification et de productivité durable des cultures dans les périmètres irrigués villageois des régions nord du Mali.

P.39



Etude de l'efficacité agronomique du biosuper sur l'arachide (*Arachis hypogea* L.)

P.47

Genre et accès aux facteurs de production pour l'adoption des extraits aqueux de neem (*Azadirachta Indica*) au Bénin

P.69



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

N° 6 - 2008

**Revue Scientifique de l'Institut d'Economie Rurale (IER)
Fax : (223) 20 23 37 75 - TEL : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05
BP 258 - Rue Mohamed V BAMAKO / MALI**



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

Revue Scientifique de l'Institut d'Economie Rurale (IER)

Fax : (223) 20 23 37 75 - TEL : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05

BP 258 - Rue Mohamed V BAMAKO / MALI

Directeur de publication :	Dr Bouréma Dembélé
Editeur Scientifique :	Dr Lassine Diarra
Secrétaire de rédaction :	Dr Modibo Sidibé

Comité de rédaction

Pr Daniel Dansonko, IPR/IFRA Katibougou
Dr Tiéma Niaré, Université de Marseille
Dr Pierre Hiernaux, CESBIO, Toulouse
Dr Kalifa Sanogo, PNUD Bamako
Dr Mamadou D. Coulibaly, DNPIA Bamako
Dr Mike Bertelsen, Virginia Tech
Dr Peter White, Washington State University
Dr Oumar Niangado, Fondation Syngenta
Pr Siaka Sidibé, Hôpital du Point G- Bamako
Pr N'Golo Diarra, ISFRA - Bamako
Pr Alhousseini Bretaudeau, CILSS, Ouagadougou
Pr Aly Yéro Maïga, CNRST - Bamako
Dr Aly Kouriba , Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Niamoye Yaro, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Abdou Yéya Maïga, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Abdoul Karim Traoré, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Abdoulaye Hamadoun, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Amadou Kodio, Institut d'Economie Rurale - Bamako

Comité scientifique

Dr Bourema DEMBELE, Institut d'Economie Rurale
Dr Lassine DIARRA, Institut d'Economie Rurale
Dr Modibo SIDIBE, Institut d'Economie Rurale
Dr Bara Ouologuem, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Ibrahima N'DIAYE, Institut d'Economie Rurale-Bamako
Dr Gaoussou TRAORE, Institut d'Economie Rurale
Dr Mamadou GOITA, Institut d'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 et 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, ainsi que la version électronique doivent être envoyés à l'adresse suivante : Dr Lassine DIARRA, Editeur scientifique, BDIP IER BP 258 Bamako. Mali. Email : lassine.diarra@ier.ml

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 l'Editeur Scientifique 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 devrez consulter cette réalisation avec beaucoup de soins, de façon à relever toutes les corrections et rectifications à y 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. Matériel 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 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 : TRAORE 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 3ième cycle. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 150 pages.

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 : CISSE 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.

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.

Système d'élevage camelin dans la région de Gao : I. La connaissance des hommes est primordiale pour améliorer l'élevage

Bara Ouologuem⁴, Mohomodou Moussa⁵, Mamadou D. Coulibaly⁶

Résumé

L'élevage du dromadaire, malgré son importance pour les régions du Nord Mali, est mal connu. Dans le but de mieux le connaître, une enquête a été réalisée en 2001 dans la région de Gao suivant un questionnaire structuré. Deux cent trente quatre chefs de famille d'éleveurs ont été interviewés dans les cercles d'Ansongo, de Bourem, de Gao et de Menaka. Les principaux points du questionnaire étaient la répartition des animaux selon l'ethnie, les niveaux d'instruction, l'exercice d'activités secondaires, l'utilisation de la main d'œuvre et l'importance de l'élevage du dromadaire dans le système de production de la famille. La tribu Daoushaq a été la plus importante parmi les éleveurs de dromadaires (41,5%) suivie de loin par l'Arabe (18,4%) et les autres tribus Tamasheq (14,1%). L'âge du chef de famille a varié entre 42,2 ans et 48,8 ans, mais il a en moyenne été 44,9 ans. L'instruction corani-

que occupe la première place dans le système éducatif des chefs de familles (56,6%), tandis que 31,1% étaient sans instruction. Pour 54,1% des chefs d'exploitation l'élevage constituait l'unique activité, tandis que 45,9 % des éleveurs exerçaient une activité secondaire. Près de 55,8% des exploitations n'utilisaient pas de main d'œuvre permanente salariée, contre 44,2 % qui l'utilisaient. Les résultats ont donné quelques indications pour l'amélioration des systèmes de production. Cependant vu la courte durée de l'étude, de plus amples investigations sur le fonctionnement socioculturel des systèmes sont nécessaires parce qu'elles ont un effet sur la productivité de ces derniers. En conclusion, on peut dire que dans la région de Gao, l'élevage du dromadaire est un domaine spécialisé des Tamasheq notamment de la tribu Daoushaq.

Mots clés : Eleveurs, Dromadaires, région de Gao, Mali

⁴ Centre régional de recherche agronomique de Sotuba, programme bovin, BP 262, Tél. 224 41 92/646 15 30, e_mail : bara.ouologuem@ier.ml

⁵ Centre régional de recherche agronomique de Gao, BP: 117 Tél. 282 04 11

⁶ Direction nationale des productions et des industries animales, Bamako, BP: 265, Tél. 222 20 22/223 12 17

Abstract

Despite its well recognized importance for livelihood of the northern regions of Mali, camel production system has received little attention even from scientific society of the country. To increase knowledge in the area, a survey was conducted in 2001 in Gao region using a structured questionnaire. Two hundred and thirty four heads of family were interviewed in the District of Ansongo, Bourem, Gao and Menaka. Daoushaq group represented 41.5 % of camel breeders, followed far by Arabic (18.4%) and Tamasheq (14.1). Age of the heads of the family ranged from 42.2 to 48.8 years with an average of 44.9. Coranic education was the most important level of education for family heads (56.6%). Thirty one percent had any education. For 54.1% of owners, livestock production was the only activity practiced, whereas the 45.9% others had a second activity. Many families (55.5%) didn't use permanent paid man power. The results of the study give some indication of areas of intervention for the improvement of the production system. However, because of the short duration of the study, more investigations are required on the socio-cultural functioning of the system as it affects productivity of the system. In Gao region camelfarming is a specialised activity for Tamasheq mainly for Daoushaq tribe.

Keywords : Farmer, Camel, region of Gao, Mali

Introduction

L'élevage du dromadaire est l'une des principales occupations des pasteurs des régions Nord du Mali, dont la région de Gao. La vie dans ces régions serait impensable sans le dromadaire. En effet, cet animal intervient dans tous les aspects de la vie des populations de cette partie du pays : parades des fêtes, sports, transport des personnes et des biens, monture pour la conduite des animaux, exhaure d'eau, différents travaux champêtres, source de nourriture et de richesse monétaire.

Cependant, cet élevage, tout autant que les hommes qui le pratiquent, est peu connus des populations du reste du pays et des services techniques, y compris les structures de recherche. Toutefois, quelques informations sur l'organisation sociale et économique des éleveurs et certaines données générales sur les animaux (Nadio 1985, Ag Erless 1985). Nadio (1985) ont indiqué que certains faits tels que la libération des couches serviles en 1909, l'introduction de l'école occidentale et les sécheresses successives ont bouleversé récemment l'évolution de la structure sociale des nomades et ont eu leur impact sur l'élevage du dromadaire. Ag Erless (1985) a étudié l'organisation sociale des Kel tamasheq et des Maures en relation avec l'élevage du dromadaire. Cependant, aucune de ces études n'a abordé des aspects tels que l'importance de la répartition du cheptel selon les ethnies, les relations entre l'élevage du dromadaire et les autres activités des exploitations. C'est dans le but de combler ces insuffisances et de cibler les interventions futures d'amélioration que la présente étude a été effectuée.

Méthodologie

L'enquête a été menée dans les 4 cercles de la région de Gao. Auparavant, des rencontres avec les chefs de villages, de fractions et des services techniques avaient permis d'identifier les zones de concentration des animaux et leur importance. Les sites touchés par l'enquête ont été les zones dites de concentration des dromadaires (tableau I). Cette enquête a été menée dans chaque cercle par un enquêteur en utilisant un questionnaire structuré. Un échantillon aléatoire de 50 élevages minimum par cercle a été visé à cause de l'étendue du territoire (les distances entre le chef lieu de cercle et les sites variaient entre 25 km et 220 km). A l'exception de la ville de Gao, seules les zones d'élevage situées sur la rive gauche du fleuve Niger (le Haoussa) ont été touchées par l'enquête. Un total de 234 éleveurs a été enquêté dont 62 dans le cercle d'Ansongo, 50 dans le cercle de Bourem, 52 à Gao et 70 dans le cercle de Ménaka.

Tableau I : Répartition des sites touchés par l'enquête

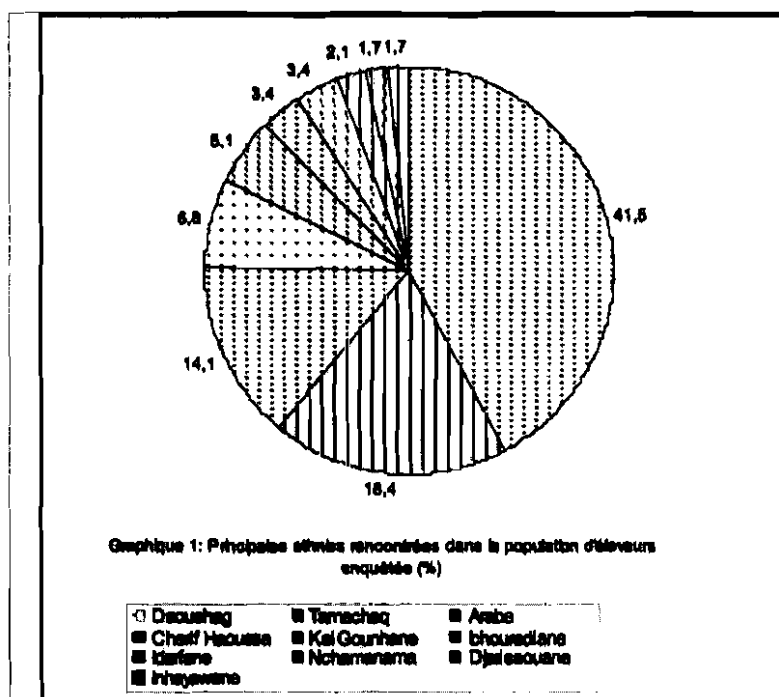
Cercles	Communes	Sites enquêtés
Ansongo	Tin-hamma	Tin-hamma, Tidimbizène, Tintichidène, Aktisikalane, Tagarangabott, Aguta et Inalakam;
	Talataye	Intakoufé, Talataye, Tintachori, Inwelane, Intassalatène et Idelimane
Bourem	Temera	Inabayene, Tondikarey et Isnaskitane
	Tarkinte	Tarkinte, Chincaye, Almoustarate, Tanbankort et Herssane
	Bamba	Immelache
Gao	Anchawadj	Adar, Takalafat, Agdilinta, Tin Abdat, Emnaghil et Enakar, Jebbock
	Tilemsi	Tin Aouker, Argabèche, Ebagaw, Amasrakade et Fas en fas
Ménaka	Ménaka	Tinabaw, Inekar Ouest, Intadeiny et Intileye
	Anderaboukane	Tamalette, Elambaw et Gadeye
	Tidermene	Ibalagan, Sahrn et Tagarett
	Inkar	Aguissouf, Tadriant et Tahabanatt

Le questionnaire a été administré aux chefs de ménage, lorsque ceux-ci étaient présents dans les familles, ou à un autre membre de la famille, jouant le rôle du chef. Le questionnaire a touché les points suivants : l'ethnie de l'éleveur, l'âge du chef de ménage, son activité principale et secondaire, les niveaux d'instruction dans la famille, les méthodes de gestion des troupeaux. L'enquête a duré 3 mois, de février à avril 2002. Les données récoltées ont été analysées en utilisant la statistique descriptive notamment les moyennes et les fréquences. Toutes les moyennes sont des moyennes pondérées en fonction du nombre de réponses dans chaque cercle et de celui de la région en utilisant les procédures du SAS (1994).

Résultats

Répartition ethnique

Dans la région de Gao la tribu Daoushaq a été le plus représenté dans l'échantillon (figure 1). Elle a été largement majoritaire dans 3 des 4 cercles (82,9 % à Menaka, 62,9% à Ansongo et 60 % à Bourem). Par contre, dans le cercle central elle n'a pas été représentée. Les autres tribus Tamasheq ont constitué la 2^e ethnie au niveau régional et la première dans le cercle de Gao (46,2%). L'ethnie Arabe venait en troisième position. Les pourcentages des autres ethnies ont été relativement faibles au niveau régional, mais ils ont caractérisé certains cercles. Ainsi dans le cercle de Gao, les Cherif Haoussa constituaient une proportion assez élevée (30,8%), tandis qu'à Menaka, les Tamacheck (17,1%) ont constitué la seconde ethnie. A Ansongo les tribus Kel Gounhane (19,4%) et Idarfane (12,9%) venaient respectivement en 2^e et 3^e position.



Age et niveau d'instruction des chefs d'exploitation

Toutes les familles étaient dirigées par des hommes. L'âge moyen des chefs de famille était de 44,9 ans. Il a peu varié selon les cercles : 48,8 ans à Ansongo, 46,3 ans à Bourem, 43,9 à Gao et 42,2 ans à Ménaka.

Au niveau de l'instruction, plus de la moitié des chefs avaient le niveau d'éducation coranique (tableau II). Ce taux était particulière-

ment élevé à Bourem et à Ménaka. Par contre à Gao et à Ansongo le pourcentage de chefs sans instruction était plus élevé. En ce qui concerne l'instruction occidentale, les niveaux secondaire et supérieur n'ont été rencontrés qu'à Gao, tandis que le niveau primaire, bien que faible, a été recensé dans les 3 cercles sur les 4 que compte la région. L'alphabétisation est très peu développée dans la population pastorale ; toutefois, quelques néo alphabètes ont été rencontrés à Ménaka et à Gao.

Tableau II : Age et niveau d'instruction des chefs d'exploitation

	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	
Sans instruction (%)	31,1 (73)	48,4 (24)	5,9 (3)	63,5 (29)	10,0 (5)
Instruction coranique (%)	56,6 (133)	45,2 (23)	94,1 (47)	21,2 (11)	65,7 (33)
Instruction primaire (%)	6,8 (16)	6,5 (3)	0	3,8 (2)	14,3 (7)
Alphabétisés (%)	3,4 (8)	0	0	1,9 (1)	10,0 (5)
Instruction secondaire (%)	1,7 (4)	0	0	7,7 (4)	0
Instruction supérieure (%)	0,4 (1)	0	0	1,9 (1)	0

A partir de la 2e ligne les chiffres entre les parenthèses indiquent le nombre de répondants.

Occupation des chefs d'exploitation

L'élevage est l'activité principale des populations enquêtées dans les 4 cercles (tableau III). A Bourem et à Ménaka, il constituait la principale occupation pour tous les enquêtés. Cependant un taux assez élevé de ces éleveurs exerçait au moins une activité secondaire concomitamment avec l'élevage. Ceux qui exerçaient ces activités étaient plus nombreux

à Ménaka que dans les autres cercles, par contre les éleveurs sans activités secondaires étaient plus importants à Bourem que dans les autres localités.

Les principales activités secondaires exercées étaient le commerce et l'agriculture de subsistance (tableau III). La politique aussi occupait une place importante dans les activités secondaires des éleveurs dans tous les cercles.

Tableau III : Importance de l'élevage et des activités secondaires des populations enquêtées (%)

	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Elevage comme activité principale	94,0 (184)	82,3 (41)	100 (50)	94,2(48)	100 (50)
Elevage activité secondaire	6,0 (12)	17,7 (9)	0	5,8 (2)	0
Eleveurs avec une activité secondaire	45,9 (90)	51,6 (26)	19,6 (10)	38,5(18)	71,0 (36)
Eleveurs sans activité secondaire	54,1 (106)	48,4 (24)	80,4 (40)	61,5(28)	29,0 (14)
Principales activités secondaires :					
Commerce	39,3 (44)	45,5 (15)	70,0 (7)	33,3 (6)	31,4 (16)
Culture vivrière	33,0 (37)	30,3 (10)	0	38,9 (7)	39,2 (20)
Elu local	15,2 (17)	21,2 (7)	30 (3)	22,3 (4)	9,8 (5)
Culture de rente	6,3 (7)	0	0	0	13,7 (7)
Forge	0,9 (1)	3,0 (1)	0	0	0
Enseignement	0,9 (1)	0	0	5,6 (1)	0
Maçonnerie	0	0	0	0	2,0 (1)

Les chiffres entre les parenthèses indiquent le nombre de répondants

Utilisation de la main d'œuvre

La main d'œuvre permanente salariée n'a pas été largement utilisée dans l'élevage à l'exception d'Ansongo (tableau IV). La majorité de ceux qui ont utilisé cette main d'œuvre ont employé 1 à 2 personnes; par contre, d'autres ont utilisé 4 personnes et même plus, notamment à Bourem et Gao.

En plus de l'élevage, certaines familles des cercles d'Ansongo, de Gao et de Ménaka, ont employé une main d'œuvre non spécialisée

pour différentes autres activités.

L'importance de l'élevage est démontrée par la comparaison donnée dans le tableau V. L'élevage a été plus important que l'agriculture à Ansongo et à Ménaka. Par contre à Bourem les éleveurs ont déclaré dans une large majorité que l'élevage a été aussi important que l'agriculture. A Gao les avis ont été plus partagés, donnant autant d'importance à l'élevage qu'à l'agriculture.

Tableau IV : Utilisation de la main d'œuvre par les exploitations (%)

	Niveau régional	Cercles			Ménaka
		Ansongo	Bourem	Gao	
Main d'œuvre permanente salariée	44,2 (102)	57,4 (29)	34,0 (17)	44,0 (22)	40,0 (28)
Pas de main d'œuvre permanente	55,8 (129)	42,6 (21)	66,0 (33)	56,0 (28)	60,0 (42)
Main d'œuvre pour l'élevage :					
Utilisation de 1 personne	48,0 (49)	66,7 (19)	23,5 (4)	16,0 (4)	70,4 (19)
Utilisation de 2 personnes	34,3 (35)	30,3 (9)	47,1 (8)	44,0 (11)	22,2 (6)
Utilisation de 3 personnes	6,9 (7)	0	11,8 (2)	20,0 (5)	0
Utilisation de 4 personnes	3,9 (4)	3,0 (1)	0	4,0 (1)	7,4 (2)
Utilisation de plus de 4 personnes	4,0 (4)	0	17,7 (3)	4,0 (1)	0
Main d'œuvre non différenciée	15,7 (37)	19,3 (12)	0	28,8 (15)	14,3 (10)

Les chiffres entre les parenthèses indiquent le nombre de personnes ayant répondu à la question.

En ce qui concerne l'importance des différentes activités de production, celles qui sont liées à l'élevage étaient plus importantes que les autres (tableau V). Cette situation est clairement exprimée à Ansongo et à Bourem; par contre, à Gao et à Ménaka les avis étaient partagés, même si l'élevage prédominait les autres activités.

A l'intérieur du sous – secteur élevage, la vente d'animaux a procuré plus de revenu que la vente de lait dans la majorité des exploitations. Mais à Gao, les avis étaient plus partagés, parce que la vente des animaux était moins importante que celle du lait. Même la vente des peaux était plus importante que celle du lait dans les cercles de Bourem, de Gao et légèrement dans celui de Ménaka. Par contre,

à Ansongo la vente de peaux était moins importante que celle du lait.

La faiblesse économique du lait de la chamelle s'explique par le fait que ce lait est peu commercialisé dans la région (environ 8 % des éleveurs enquêtés). Il est, presque exclusivement, destiné à la consommation familiale. Les rares éleveurs, qui le vendent, le faisaient sous

forme de lait caillé ou de beurre, mais rarement sous forme de lait frais. Les raisons avancées sont très souvent l'insuffisance du lait, le manque de débouché, le lait est la base de l'alimentation familiale et de la tradition. 62 % des éleveurs disent qu'ils ne vendront pas le lait de dromadaire, même dans le futur.

Tableau V : Classement de l'importance économique donnée aux produits d'élevage par rapport à l'agriculture et à d'autres activités (%)

	Niveau régional	Cercle			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Agriculture plus importante que l'élevage	12,2 (24)	0	0	37,5 (17)	13,2 (7)
Elevage plus important que l'agriculture	61,2 (120)	97,8 (49)	15,4 (8)	42,5 (20)	86,8 (43)
Elevage aussi important que l'agriculture	26,6 (52)	2,2 (1)	84,6 (42)	20,0 (9)	0
Autres activités plus importantes que l'élevage	21,9 (43)	20,7 (10)	12,7 (6)	27,5 (13)	28,9 (14)
Autres activités moins importantes que l'élevage	63,8 (125)	77,8 (39)	87,3 (44)	45,0 (21)	42,1 (21)
Autres activités aussi importantes que l'élevage	14,3 (28)	1,5 (1)	0	27,5 (13)	28,9 (14)
Vente d'animaux plus importante que celle de lait	86,4 (159)	94,1 (47)	100,0 (50)	59,0 (27)	92,1 (35)
Vente d'animaux moins importante que celle de lait	12,5 (23)	3,7 (2)	0	38,5 (18)	7,9 (3)
Vente d'animaux aussi importante que celle de lait	1,1 (2)	2,2 (1)	0	2,6 (1)	0
Vente de peaux plus importante que celle de lait	56,2 (109)	11,1 (5)	98,1 (49)	63,1 (29)	52,6 (26)
Vente de peaux moins importante que celle de lait	22,7 (44)	23,0 (11)	1,9 (1)	29,7 (14)	36,8 (18)
Vente de peaux aussi importante que celle de lait	21,1 (41)	65,9 (33)	0	7,2 (3)	10,5 (5)

Les chiffres entre les parenthèses indiquent le nombre d'éleveurs ayant répondu à la question



Discussion

Les résultats exposés ici constituent des données inédites au Mali. Avant cette étude, aucune autre n'a fait de description chiffrée de la répartition des dromadaires selon les ethnies dans la région de Gao. Aucune ne mit non plus assez d'accent sur les liens existant entre l'élevage du dromadaire et les autres activités socioéconomiques.

Selon Nadio (1985), les Touareg en général et les Daousshaq en particulier sont les grands éleveurs de dromadaires. Ce constat, quant à la prépondérance des Daousshaq, a été confirmé par notre étude dans la région de Gao.

Le faible niveau d'instruction occidentale des chefs d'exploitation montre que les langues de travail pour la sensibilisation des populations de pasteurs dans la région doivent être les langues locales (arabe, Daousshaq, etc.).

L'importance accordée à l'élevage par rapport aux autres activités confirme que le dromadaire joue un rôle très important dans la vie socio-économique et culturelle des populations nomades de la région de Gao. Il est évident que l'amélioration de cette richesse permettra d'augmenter les revenus de ces populations et de contribuer par conséquent à la lutte contre la pauvreté.

Conclusion

Les résultats de cette étude permettent de mieux cibler les actions d'interventions de l'élevage du dromadaire dans la région de Gao. Cependant, compte tenu du peu de

temps consacré à l'exécution de l'étude, certains aspects méritent des approfondissements par des recherches complémentaires. Il s'agit notamment de l'actualisation des données sur la structure sociale des différentes ethnies et son influence sur la gestion de l'élevage camelin, de l'éclaircissement des fondements socioculturels du refus de vente de lait de chamelle par certains éleveurs.

Remerciements

Les auteurs remercient tous les chefs de villages et de fractions, les chefs de services, les observateurs qui ont apporté leur contribution à la bonne exécution du travail, ainsi que la Coopération Néerlandaise pour le financement du projet.

Références

AG ERLESS M., 1985, les pasteurs nomades du nord Mali : approche socioéconomique et culturelle. In Gudrun Dahl (éd.) : Camel forum Séminaire National sur le Dromadaire 2 - 9 décembre 1985, Gao, 33 - 41.

NADIO M., 1985 : Elevage du dromadaire et évolution socioculturelle de la société nomade dans le Nord - Est du Mali. In Gudrun Dahl (éd.) : Camel forum - Séminaire National sur le Dromadaire 2 - 9 décembre 1985, Gao, 23 - 29.

SAS, 1994: SAS procedures Guide, version 6, third edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 705 p.

Système d'élevage camelin dans la région de Gao : II. Gestion des animaux

Camel livestock system in Gao region II : Animal management

Bara Ouologuem¹, Mohomodou Moussa², Mamadou D. Coulibaly³

Résumé

Le dromadaire, malgré son importance socio-économique et culturelle, a été peu étudié dans la région de Gao. Dans le but de combler cette insuffisance une enquête a été menée en 2002 dans les 4 cercles de la région. Un total de 234 éleveurs a été choisi au hasard dans les zones de concentration des dromadaires. Un questionnaire structuré a été administré à chaque chef d'exploitation. Le troupeau moyen était constitué en majorité de femelles adultes 69% et de jeunes sevrés 16,4%. Les mâles adultes ont représenté 11%. L'Azawade a été le type dominant dans la région (26,5%), suivi du Tilabayatten (21,4%) et du Talmarokit (19,9%). Les principaux critères de choix des types, mentionnés par les éleveurs, ont été la beauté (25,5%), la production de lait (23,4%), la force de traction (17%), la précocité (16,2%) et la vitesse au déplacement (16,2%). Les principales contraintes du système d'élevage camelin sont la santé (38,9%) et l'alimentation (37,2%). Ces résultats permettent de mieux orienter les actions de recherche et de développement de l'élevage camelin dans la région de Gao.

Mots clés : Elevage, dromadaires, Gao, Mali

1 Centre régional de recherche agronomique de Sotuba, programme bovin, BP 262, Tél. 20 24 41 92 / 646 15 30, e_mail : bara.ouologuem@ier.ml

2 Centre régional de recherche agronomique de Gao, BP: 117 Tél. 20 82 04 11

3 Direction nationale des productions et des industries animales, Bamako, BP: 265, Tél. 20 22 20 22 / 20 23 12 17



Summary

One of main resources in the northern region of Mali is camel. However, despite its socio-economic importance, camel system was few descript. The aim of this study was to complete knowledge on this system in Gao region. Two hundred thirty four heads of families were identified in the areas where camel was concentrated. One structured questionnaire was administrated to these heads of families. Survey lasted 3 months. Camel herd was composed in majority of adult females, 69 % and weaned young, 16.4%. Adult males were 11%. Azawade was the dominant type in the region, followed by Tilabayatten, 21.4%, and Talmarokit, 19.9%. Main criteria of selection of type were beauty, 25.5%, milk production, 23.4%, traction force 17%, precocity 16.2%, and speed in movement 16.2%. Main constraints of the system were health, 38.9% and feeding 37.2%. These results allow to direct research and extension actions in the region of Gao.

Keywords : Breeding, camel, Gao, Mali

1. Introduction

La région de Gao constitue la deuxième zone d'élevage du dromadaire au Mali. Malgré son importance socio-économique et culturelle pour les régions du Nord (Tombouctou, Gao et Kidal), la situation actuelle de cet élevage contraste avec le peu d'actions de recherche et de développement. Les principaux travaux dans ce domaine ont été menés dans les années 80. Ainsi, Fofana (1985) a donné l'évolution du cheptel camelin au Mali de 1960 à 1984 à partir des estimations vétérinaires et des recensements administratifs. Diall et al. (1985) ont décrit la situation de la trypanosomiase cameline à trypanosoma evansi dans le secteur de Nara, tandis que Kané (1985) a mené une enquête sérologique sur la pasteurellose du dromadaire dans la même zone et Soumaré (1985) a décrit le système d'élevage. Concernant la région de Gao peu d'étude de caractérisation a été menée. N'Diaye (1985) a

rapporté une description du couvert végétal. Seul Nadio (1985) a sommairement écrit sur le système d'élevage camelin dans la région de Gao : alimentation, production de lait et de viande, paramètres de reproduction et principales épizooties et leurs modes de traitements traditionnels. Cependant, cette étude n'a pas décrit en détail le système d'élevage camelin de la région dans le but d'identifier les contraintes de développement et de recherche dont la résolution permettrait une amélioration de la productivité et de la production du système. C'est dans le but de combler ces insuffisances et de cibler les interventions futures d'amélioration que la présente étude a été effectuée.

2. Méthodologie

L'enquête a été menée dans les zones de concentration des dromadaires, des 4 cercles de la région de Gao, identifiées avec l'aide des chefs de villages, de fractions et des services techniques. Ces sites ont été : pour le cercle d'Ansongo : Tin-hamma, Tidimbizène, Tintichidène, Aktisikalane, Tagarangabott, Aguta et Inalakam, Intakoufé, Talataye, Tintachori, Inwelane, Intassalatène Idelimane ; pour le cercle de Goundam : Inabayene, Tondikarey et Isnaskitane, Tarkinte, Chincaye, Almoustarate, Tanbankort, Herssane et Immelache; pour le cercle de Gao : Adar, Takalafat, Agdilinta, Tin Abdat, Emnaghil, Enakar, Jebbock, Tin Aouker, Argabèche, Ebagaw, Amasrakade et Fas en fas; pour le cercle de Menaka - Tinabaw, Inekar Ouest, Intadeïny, Intileye, Tamalette, Elambaw, Gadeye, Ibalagan, Sahrn, Tagarett, Aguissouf, Tadriant et Tahabanatt.

Elle a été exécutée dans chaque cercle par un enquêteur qui administrait un questionnaire structuré. D'abord un échantillon aléatoire de 50 élevages minimum par cercle a été visé à cause de l'étendue du territoire. A l'exception de la ville de Gao, seules les zones d'élevage situées sur la rive gauche du fleuve Niger (le haoussa) ont été touchées par l'enquête.

Puis un total de 234 éleveurs a été enquêté dont 62 dans le cercle d'Ansongo, 50 dans le cercle de Bourem, 52 à Gao et 70 dans le cercle de Ménaka.

Enfin un questionnaire a été administré aux chefs de ménage, lorsque ceux-ci étaient présents dans les familles, ou à un autre membre de la famille, jouant le rôle de chef. Il a touché les points concernant l'éleveur, les animaux, les modes de gestion et les contraintes. Les données relevant de l'éleveur (ethnie de l'éleveur, âge du chef de ménage, son activité principale et secondaire, niveaux d'instruction dans la famille, utilisation de la main d'œuvre) ont fait l'objet d'un premier article. Les données traitées ici ont porté sur les animaux, les modes de gestion et les contraintes du système. L'enquête a duré 3 mois : de février à avril 2002. A partir des déclarations des chefs d'exploitation, l'effectif des dromadaires tenus a été estimé. Les données des interviews ont été analysées en utilisant la statistique descriptive. Toutes les moyennes sont des moyennes pondérées en fonction du nombre

de réponses dans chaque cercle et de celui de la région.

3. Résultats

3.1 Les animaux

L'effectif de dromadaires possédés par les populations enquêtées s'est élevé à 4 905. Ce chiffre représente 5% de l'effectif de dromadaires de la région. Cet effectif est inégalement reparti entre les cercles d'Ansongo (2 352) de Ménaka (1 228) de Bourem (843) et de Gao (482). La taille moyenne du troupeau par famille est de 25 dromadaires au niveau régional et à Ménaka, tandis qu'elle est de 47 à Ansongo, de 11 à Gao et de 17 à Bourem.

Le troupeau est essentiellement composé de femelles adultes (tableau I). Au niveau régional, le nombre des femelles est suivi par celui des jeunes sevrés. La même tendance est observée dans les cercles à l'exception de Gao, où le nombre de mâles adultes est supérieur à celui des jeunes sevrés.

Tableau I : Structure de la population de dromadaires détenus par les populations enquêtées (%)

	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Femelles adultes (%)	69,0	69,4	58,2	62,6	78,7
Mâles adultes (%)	11,4	7,8	18,4	22,8	9,0
Jeunes sevrés (%)	16,4	18,8	21,8	9,7	10,7
Jeunes/non sevrés (%)	3,2	4,0	1,5	4,8	2,2
Total	4905	2352	843	482	1228
Rapport F/M*	6	9	3	3	9

*Rapport femelles adultes sur mâles adultes

3-1-1 Les types de dromadaires

Les dromadaires appartiennent à plusieurs types dont les plus importants sont présentés dans le tableau II. L'azawade a été le type le plus important, notamment dans le cercle de

Bourem. Il est suivi par le type tilabayaten, dominant dans le cercle d'Ansongo. Le troisième type dominant au niveau régional a été le talmorokitt qui occupe la première place à Ménaka. Dans le cercle de Gao le daoussahag et l'azawade ont dominé dans les troupeaux.

Tableau II : Principaux types génétiques de dromadaires rencontrés dans la zone enquêtée (%)

Types de dromadaires	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Azawad	26,5		71,4	24,4	12,4
Tilabayaten	21,4	88,3			
Talmorokit	19,9	1,7			76,9
Metis daoussahag-berabiche	7,6		24,2		
Daoussahag	6,6			28,9	
Saharaoui	4,1			16,7	
Afalla	2,5			10,0	
Alguibla	2,0			7,8	
Tanastarant	1,5	3,8		2,2	
Tichouram	1,0				8,3
Issikiliban	1,0	3,4			

Les éleveurs ont recensé un certain nombre de critères pour le choix des génotypes. Dans l'ensemble le premier critère est la beauté extérieure de l'animal, ensuite suivent dans l'ordre décroissant la production de lait, la force de traction, la précocité et la vitesse à la course (tableau III). Cependant, cet ordre

n'est pas respecté au niveau des cercles. Ainsi à Gao, Bourem et Ansongo, la production de lait est considérée comme premier critère, tandis qu'à Ménaka c'est la beauté qui est placée en première position. La force de traction est un critère assez important à Bourem, alors qu'elle est moins importante à Ménaka.

Tableau III : Principaux critères de choix des types génétiques (%) selon les cercles

Raison	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Beauté	25,5	20,3	16,5	23,6	41,3
Lait	23,4	21,1	30,4	32,6	23,1
Traction	17,2	19,8	27,8	19,1	11,6
Précocité	16,2	18,6	22,8	7,9	11,6
Vitesse à la course	16,2	20,3	2,5	9,0	10,7

A la question de savoir si les éleveurs sont satisfaits de la production actuelle de leurs animaux, les réponses sont partagées. Ainsi, au niveau régional, environ 52 % des éleveurs ont désiré une amélioration, alors que 48 % ne l'ont pas jugé utile. A Bourem 100 % des éleveurs ont exprimé le désir, tandis qu'à Ansongo 90,3 % n'en sont pas désireux. A Gao la proportion a été aussi en faveur de ceux qui ont désiré l'amélioration (75 %). Par contre, à Ménaka les avis sont moins distincts (54,9 % pour et 45,1 % contre).

Parmi ceux qui ont désiré l'amélioration, la majorité a souhaité améliorer la production de lait (tableau IV). Cependant, à Ménaka et à Gao, les réponses ont été plus générales parce que le premier a parlé d'amélioration du rendement et le second de l'amélioration de la production, ce qui laisse entendre que tous les deux termes peuvent signifier la production de lait et d'autres types de produits. La reproduction est apparue aussi comme paramètre à améliorer à Bourem et à Ménaka.

Tableau IV : Avis des éleveurs sur les principaux paramètres à améliorer (%)

	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Rendement	32,5	25,0	0	28,6	68,7
Production de lait	37,9	60,0	67,6	7,1	6,0
Performance de la reproduction	20,1	0	32,4	0	14,9
Production	9,5	15,0	0	42,8	10,4

Le niveau actuel de production a semblé satisfaire les éleveurs qui n'ont pas désiré améliorer les types génétiques. Au niveau régional, 60% des répondants jugent que le rendement actuel des animaux est suffisant et, par conséquent, ne nécessite pas l'introduction d'une amélioration génétique. Ce pourcentage est de 88% à Ansongo et 59,0% à Ménaka. Par contre, à Gao les deux principales raisons avancées sont d'ordre socioculturel : d'une part les éleveurs ont voulu garder les types qu'ils connaissent le mieux (44%) et, d'autre part, le maintien de ces types est lié aux coutumes (31%).

3.2 La gestion

Les chamelons

Selon 65% des éleveurs le chamelon a accès à sa mère uniquement la nuit. Ce taux a été de

74% à Ansongo, 54% à Bourem, 52% à Ménaka et 37% à Gao. Par contre, 34% ont déclaré que le chamelon a accès à sa mère aux moments des traites uniquement. Ce pourcentage a été de 63% à Gao, 48% à Ménaka, 45% à Bourem et 26% à Ansongo.

L'âge moyen du sevrage est de 13 mois. Il varie de 17 mois à Bourem à 9 mois à Gao. Les cas de 13 mois à Ménaka et de 12 mois Ansongo sont les plus proches de la moyenne.

La reproduction

Les mâles non retenus pour la reproduction sont généralement castrés (tableau V). La castration est plus pratiquée à Gao que dans les 3 autres cercles. En plus de cette pratique, la vente et l'utilisation dans la traction ou la selle sont des méthodes utilisées pour éliminer les mâles non retenus pour la reproduction. Par ailleurs, castrés ou non les jeunes mâles sont

soit utilisés dans différentes activités de la famille, soit vendus. A Ansongo une proportion assez importante de mâles est utilisée pour la selle.

L'alimentation

Tableau V : Gestion des mâles non retenus pour la reproduction (%)

	Niveau régional	Cercles			
		Ansogo	Bourem	Gao	Ménaka
Castration	59,0	52,1	4,0	74,2	53,2
Vente de mâles non castrés	16,4	8,3	50,5	16,2	10,6
Traction	12,1	5,2	44,4	6,4	6,4

(tableau VI).

Les éleveurs de dromadaires ont utilisé principalement les pâturages naturels, surtout à Bourem et à Ménaka, et secondairement les résidus de récoltes dans les champs. Ces derniers sont plus utilisés à Ansongo et à Gao

La pâture est faite de jour comme de nuit dans les cercles à l'exception de Bourem, où seule la pâture de jour est pratiquée (tableau VI). La période critique pour l'alimentation des

Tableau VI : Utilisation des pâturages et système de conduite des troupeaux de dromadaires (%)

	Niveau régional	Cercles			
		Ansogo	Bourem	Gao	Ménaka
Pâturages naturels	86,2	64,8	98,9	78,6	95,1
Résidus de récoltes	13,8	35,2	1,1	21,4	4,9
Pâture de jour seulement	51,2	30,7	100,0	37,1	32,0
Pâture de jour et de nuit	48,8	69,3	0	62,9	68,0

animaux est située entre avril et juin. Cependant à Bourem le mois de mars est considéré aussi difficile que les trois mois suivants.

La transhumance est la principale mesure adoptée pour résoudre le problème alimentaire des animaux (tableau VII). Les animaux font de longues distances à la recherche des pâturages et d'eau. La distance la plus longue est observée à Ménaka et la plus courte à Gao. Cependant il est rare que tout le troupeau soit parti en transhumance. Les catégories concernées sont, d'une part, les femelles vides et taries, les jeunes, quelques laitières destinées à l'approvisionnement en lait des bergers et, d'autre part, quelques mâles pour l'exhaure et

le transport d'eau. Un petit troupeau, constitué de femelles en lactation et de quelques mâles pour le transport est en général maintenu pour l'entretien de la famille. Mais à Gao et à Ménaka le troupeau n'est pas divisé en laitier et non laitier.

Malgré la division du troupeau en deux groupes, l'alimentation est peu différenciée chez la majorité des éleveurs, sauf à Ansongo où l'agriculture est assez performante. A Ménaka les réponses sont moins tranchées.

La pratique de la complémentation est très peu développée dans la région. Le principal aliment acheté a été le sel de cuisine ou le sel gemme par 85 à 99 % des éleveurs. A Ménaka,

un seul éleveur a déclaré avoir acheté des grains de coton, du son de céréales et des résidus de récoltes. A Gao deux éleveurs ont acheté du son de céréales. Cependant, les quantités achetées sont assez petites (110 kg en moyenne au niveau régional pour tous les types d'aliments confondus). Dans les cercles, les quantités varient entre 41 kg à Gao et 253 kg à Ménaka. Ansongo et Bourem se situent en position intermédiaire avec respectivement 61 kg et 118 kg.

L'abreuvement

Le problème ne se pose qu'en saison sèche. Durant cette période le rythme d'abreuvement des dromadaires est très variable en fonction des exploitations (tableau VIII). En

moyenne régionale, la majorité des éleveurs abreuvont leurs animaux 3 fois par semaine. Cependant à Ménaka, ceux qui abreuvont 2 fois et ceux qui le font une fois par semaine ont été plus nombreux. Par contre, à Gao ceux qui abreuvont 2 fois par semaine sont les plus nombreux.

Dans tous les cercles la principale source de l'eau d'abreuvement est le puits. Les autres sources (fleuve, mare) sont peu utilisées. Les principaux moyens d'exhaure de l'eau sont le dromadaire et l'âne. Le dromadaire est le plus utilisé partout, sauf à Ansongo, où l'âne a occupé le premier rang.

Tableau VII : Mesures adoptées pour résoudre le problème alimentaire des dromadaires (%)

Stratégies adoptées par les acteurs	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Pratiquer la transhumance	94,6	85,4	100,0	96,3	95,8
Rester sur place	5,4	14,6	0	2,7	4,2
Déplacer tout le troupeau	52,4	51,0	4,9	97,2	61,5
Déplacer une partie du troupeau	47,6	49,0	95,1	2,7	38,5
Conduire le troupeau des laitières à part	54,8	82,1	89,3	6,8	36,8
Réunir et Garder le troupeau	45,4	17,9	10,7	93,2	63,2
Différencier l'alimentation entre troupeaux laitier et non laitier	39,2	80,2	0	6,8	43,2
Alimentation non différenciée	60,8	19,8	100	93,2	56,8
Jouer sur la distance de transhumance (km)	211	219	225	94	281
Jouer sur la durée de transhumance (mois)	3, 3	2,8	4,5	2,6	3,1

La santé

Les principales pathologies du dromadaire signalées lors de l'enquête sont présentées au tableau IX. Les charbons (bactérien et symptomatique) constituent la principale pathologie dans les cercles à l'exception de celui de Bourem où l'avortement des chameelles est déclaré comme principale pathologie. Les autres pathologies importantes sont les dermatoses, la trypanosomiase, et les parasitoses gastro-intestinales.

La vaccination est très peu pratiquée dans la région : en moyenne 12 % des enquêtés. Le cercle de Ménaka a le taux le plus élevé (44%),

tandis que Bourem ne pratique pas du tout de vaccination. A Ansongo 10% des enquêtés et à Gao 3% pratiquent la vaccination. Le charbon bactérien a été la pathologie contre laquelle la majorité des éleveurs immunisaient leurs animaux (72 % en moyenne). Ce taux varie entre 40% à Ansongo et 100% à Gao). A Ménaka ce taux est de 85%. A Ansongo, en plus de cette maladie, la vaccination est pratiquée contre le charbon symptomatique (40%) et la pasteurellose (30). A Ménaka ces taux sont respectivement de 11% et 5%. Cependant ces vaccinations sont généralement faites une fois par an (81 % des répondants) sur décision du propriétaire ou sous impulsion des agents techniques.

Tableau VIII : Rythmes d'abreuvement, la source de l'eau et les moyens d'exhaure durant la saison sèche chaude (%)

		Niveau régional	Cercles			
			Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Rythme d'abreuvement	3 fois/semaine	48,1	67,7	69,9	37,5	12,6
	2 fois/semaine	27,9	10,4	8,7	51,4	48,4
	1 fois/semaine	21,0	17,7	17,5	11,1	35,8
	5 fois/mois	3,0	4,2	3,9	0,0	3,2
Source de l'eau	Puits	89,6	95,8	78,6	100,0	87,4
	Mares	4,4	3,1	1,0	0,0	12,6
	Fleuve	3,3	1,0	10,7	0,0	0,0
	Rivière	2,7	0,0	9,7	0,0	0,0
Moyen d'exhaure	Dromadaire	48,6	26,0	60,2	68,5	43,8
	Anes	40,4	49,0	38,8	31,5	40,4
	Manuel	11,0	25,0	1,0	0,0	15,7

Les traitements contre les parasites externes sont également peu pratiqués par les éleveurs des dromadaires (12 % au niveau régional). Ménaka avait le taux d'utilisation le plus élevé (38,5%), tandis que Bourem ne traite pas du tout les animaux (0%).

Les anthelminthes ne sont pas utilisés par la

majorité des éleveurs (94% en moyenne régionale). Cependant, à Gao, 12 % des éleveurs enquêtés ont déclaré avoir administré des anthelminthes à leurs dromadaires. Les trypanocides sont plus utilisés (39% en moyenne régionale). Ansongo a le taux le plus élevé (76%), suivi de Gao (44%), de Ménaka (30% et Bourem (6%).

Tableau IX : Principales pathologies du dromadaire signalées par les éleveurs (%)

	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Charbons (bactérien et symptomatique)	27,2	37,2	14,3	32,8	32,3
Avortement des chamelles	16,9	4,8	23,9	28,8	12,0
Dermatoses	13,3	19,5	14,3	10,4	5,4
Trypanosomiase	12,4	6,9	14,3	13,6	15,6
Parasitoses	10,4	0,9	17,3	1,6	18,0
Pasteurellose	4,0	2,2	5,6	-	6,6
Entérites	3,9	13,9	0,3	-	-
Fièvre aphteuse	3,0	3,9	-	11,2	1,2
Problèmes respiratoires	2,5	5,2	-	-	5,4
Malnutrition	2,4	-	6,6	-	-

L'une des causes de la situation sanitaire actuelle est l'accès difficile aux vétérinaires pour plus de 80 % des éleveurs. Ce pourcentage atteint 86 à Ansongo, 94 à Gao et 100 à Bourem. Seule Ménaka a un accès relativement facile aux vétérinaires (57%). Les vétérinaires disponibles sont ceux qui relèvent de la Fonction Publique Malienne.

3.3 Contraintes de l'élevage du dromadaire

Les principales contraintes du dromadaire, recensées dans la région de Gao, sont présentées dans le tableau X. La santé et l'alimentation des animaux constituent les principales

préoccupations des éleveurs dans les cercles. Cependant à Bourem le manque de crédit a été cité au même titre que les deux premières contraintes. D'autres problèmes, tels que la sécurité, les points d'abreuvement des animaux, l'insuffisance de débouchés, ont constitué aussi des préoccupations pour les éleveurs.

En plus de la résolution des contraintes citées plus haut les éleveurs ont exprimé des souhaits, dont les principaux ont été 1) la nécessité d'établir un système de suivi des animaux (28 % des répondants), 2) la nécessité d'organiser les éleveurs (22 %), et 3) la reconstitution du cheptel camelin (15%). L'établissement d'un système de suivi des élevages de droma-

daïres constitue le premier souhait exprimé à Ansongo (62%), tandis qu'à Bourem la reconstitution du cheptel (26%) est le premier

vœu. Le souhait d'organiser les éleveurs est exprimé par 32% des répondants à Gao, 20% Bourem et 12% à Ansongo.

Tableau X : Principales contraintes de l'élevage camelin (%)

	Niveau régional	Cercles			
		Ansongo	Bourem	Gao	Ménaka
Santé	38,9	36,3	33,8	45,0	47,4
Alimentation	37,2	49,6	29,1	31,3	44,7
Insécurité	14,0	13,0	18,3	12,2	8,2
Insuffisance de points d'eau	11,6	8,4	22,5	3,3	2,7
Manque de crédit	11,3	3,7	30,4	0,4	0,0
Manque de débouchés	2,2	2,2	2,0	1,5	5,3

4. Discussion

Le nombre plus élevé de dromadaires à Ansongo s'explique, d'une part, par la présence d'une forte concentration d'animaux à Talataye et à Tin Hamma et, d'autre part, par l'accès facile à ces deux zones de concentration. Ménaka est bien connu aussi comme zone d'élevage du dromadaire, mais la région est trop vaste et sa fréquentation est très difficile, surtout eu égard à l'insécurité résiduelle.

La prédominance des femelles adultes dans les troupeaux confirme l'existence d'une gestion de la reproduction. La structure moyenne du troupeau de notre étude est comparable à celle trouvée par Nadio (1985) en ce qui concerne les femelles adultes (70%) et les mâles (10%). Par contre le pourcentage des jeunes est inférieur au 20% donné par Nadio (1985). Pour la zone de Nara Soumaré (1985) a trouvé 46% de femelles, 12% de mâles adultes et 9% de jeunes à la mamelle. De ces chiffres seul celui des mâles est comparable à nos données, les autres étant plus faibles.

Le rapport entre femelles adultes sur mâles adultes indique qu'il y a encore trop de mâles dans les troupeaux. Cependant en éliminant les mâles castrés, le rapport entre femelles

reproductrices sur mâles adultes serait en réalité nettement meilleur. Les avis sont très divergents sur le rapport idéal de mâles aux femelles pendant la période de rut. Les estimations varient de 1 mâle pour 5 à 7 femelles selon Watson rapporté par Mukasa (1985) à un maximum d'un pour 50 à 80 (Williamson et Payne cités par Mukasa, 1985), mais les valeurs moyennes se situent entre 1 pour 10 et 1 pour 30.

Au nombre élevé de types recensés (11) et la localisation par cercle de types à l'exception de l'Azawade, le Talmaroki et le Tanastarant, on est amené à conclure que nous avons une situation de différentes appellations et non différents types nécessairement. Dans tous les cas, ces types sont loin de ceux de la littérature ancienne. Par conséquent, des études plus poussées sont nécessaires pour la différenciation sans équivoque des 11 types rapportés ici. La description phénotypique et la caractérisation moléculaire sont les meilleurs outils pour effectuer ce travail.

L'âge moyen du sevrage est de 13 mois. Ce chiffre est comparable à celui de 12 mois, et plus (des chamelles Gabbra et Somali du Kenya), observé chez 74 % des chameçons par Mukasa, (1985). Par contre dans la zone

d'Agadez, Chaïbou et Faye (2005) ont indiqué que la pratique de sevrage était quasi inexistante.

Le taux élevé de 48% d'éleveurs qui n'ont pas désiré l'amélioration génétique des types actuels de dromadaires interpelle les services de développement et de la recherche pour une sensibilisation de cette frange des éleveurs.

La pratique de la pâture de nuit permet d'exploiter les ressources pastorales durant les heures fraîches, mais expose les animaux aux vols, aux attaques des fauves et favorise leur perte dans la nature.

L'absence presque totale de la complémentation, à l'exception de celle du sel gemme ou de cuisine, est une pratique courante dans le milieu d'élevage de dromadaire. Chaïbou et Faye (2005) ont constaté que les éleveurs qui ne pratiquaient pas la complémentation étaient en perpétuel déplacement, les dromadaires étaient en divagation et se déplaçaient sur de longues distances pour pâturer. Les éleveurs se déplaçaient en fonction de l'emplacement des points d'eau et de bons pâturages. Cette pratique expose les animaux à la sous nutrition qui peut avoir de graves conséquences sur la production et la productivité : retard dans la croissance des jeunes, faible niveau de fécondité, augmentation des avortements et de la mortalité embryonnaire et néonatales, irrégularité de la production de lait et de viande, sensibilité aux différentes pathologies. Une étude sur les ressources alimentaires de la région est indispensable non seulement pour évaluer la disponibilité, mais aussi entrevoir les potentialités qui permettront d'améliorer la base alimentaire afin de soutenir une production intensive.

La non utilisation des anthelminthes (94%) ainsi que le faible taux d'utilisation de la vaccination (12%) à l'exception de Ménaka, expliquent en partie le classement de la santé comme contrainte majeure de l'élevage du dromadaire dans la région. Mais à Ménaka, la présence de l'ONG Néerlandaise « Minika »

qui avait un volet sensibilisation des éleveurs et la couverture sanitaire des dromadaires du cercle ont permis d'améliorer la couverture sanitaire du cheptel.

Le difficile accès aux vétérinaires s'expliquent par deux raisons principales : 1) la grande étendue de la zone d'habitat du dromadaire et les conditions de vie difficiles qui n'attirent pas les vétérinaires privés et 2) l'insuffisance du personnel et le mauvais état d'équipement des services techniques de la région. La conséquence est l'insuffisance d'informations des éleveurs et la perpétuation des méthodes traditionnelles de traitement du dromadaire.

Les deux principales contraintes de l'élevage du dromadaire recensées par les populations sont en fait identiques à tous les systèmes d'élevage extensifs maliens. Elles s'expliquent par le caractère extensif et traditionnel de l'élevage. La maîtrise de la santé, notamment les principales épizooties est prioritaire pour la création d'une base solide pour les productions animales. Pour ce faire de vigoureuses actions de sensibilisation des éleveurs et de renforcement des capacités humaines et techniques de la région sont indispensables.

5. Conclusion

La présente étude a pour mérite de relancer la caractérisation d'un système d'élevage peu connu et jusqu'ici négligé par les services techniques. Certains aspects tels que les ressources alimentaires de la région, la caractérisation des types de dromadaires et la prévalence des principales maladies, les technologies de transformation des produits (lait, viande) n'ont pas été touchés et ils constituent de ce fait de nouvelles pistes de recherche pour une meilleure compréhension du système. Malgré ces insuffisances, l'étude a permis de comprendre le point de vue des éleveurs sur des aspects importants de l'élevage du dromadaire tels que la structure des troupeaux, les principaux types, la gestion des animaux et surtout les principales contraintes au développement du système.

Remerciements

Les auteurs remercient les enquêteurs qui ont mené les interviews des éleveurs, les chefs de villages ou de fractions ainsi que les services techniques qui ont apporté leur soutien dans l'exécution de cette étude. Nos remerciements vont également à la Coopération Néerlandaise pour le financement du projet.

Références

- CHAÏBOU M. ET B. FAYE. 2005 - Fonctionnement des élevages camelins de la zone périurbaine d'Agadez au Niger. Enquête typologique. *Revue Elev. Méd.vét. Pays trop.* 58 (4) : 273-283
- DIALLO O., A. COUMARE, B. DIARRA, Y. SANOGO, Z. COULIBALY. 1985 - Note sur la trypanosomiase T. Evensi dans le secteur de Nara (Mali) dans le Sud Mauritanien. In Gudrun Dahl (édit.) *Camel forum, Séminaire National sur le dromadaire 2 - 9 décembre 1985*, Gao. Somali Academy of Sciences and Arts. Working paper N°8: 97 - 99.
- FOFANA S. 1985 - Le dromadaire : statistique évolutive et exploitation du cheptel. In Gudrun Dahl (édit.) *Camel forum, Séminaire National sur le dromadaire 2 - 9 décembre 1985*, Gao. Somali Academy of Sciences and Arts. Working paper N°8 : 17 - 21.
- KANE M. 1985 - Enquête sérologique sur la pastorellose des dromadaires dans le cercle de Nara (Mali) et à Adel Bagrou (Mauritanie). In Gudrun Dahl (édit.) *Camel forum, Séminaire National sur le dromadaire 2 - 9 décembre 1985*, Gao. Somali Academy of Sciences and Arts. Working paper N°8 : 95 - 96.
- MUKASA-MUGERWA E. 1985 - Le chameau (*Camelus dromedarius*) : Etude bibliographique, Centre international pour l'élevage en Afrique, Addis Abeba, CIPEA, Monographie N°5, 111 pages.
- NADIO M. 1985 - Elevage du dromadaire et évolution socio-économique de la société nomade dans le Nord-Est du Mali. In : Gudrun Dahl (édit.) *Camel forum, Séminaire National sur le dromadaire 2 - 9 décembre 1985*, Gao. Somali Academy of Sciences and Arts. Working paper N°8: 23 - 29.
- N'DIAYE I. 1985 - Elevage du dromadaire : état et évolution du couvert végétal. In : Gudrun Dahl (édit.) *Camel forum, Séminaire National sur le dromadaire 2 - 9 décembre 1985*, Gao. Somali Academy of Sciences and Arts. Working paper N°8: 57 - 71.
- SOUMARE C. 1985 - L'élevage du dromadaire dans le Sahel occidental du Mali : l'exemple de Nara. In : Gudrun Dahl (édit.) *Camel forum, Séminaire National sur le dromadaire 2 - 9 décembre 1985*, Gao. Somali Academy of Sciences and Arts. Working paper N°8: 83 - 93.

Diagnostic des élevages d'autruches dans la zone péri-urbaine du District de Bamako.

B. Traoré¹, M. Diarra¹, A. Kouriba²,
A. Diarra³ et A. Traoré⁴

1. Centre Régional de Recherche Agronomique de Satuba - Programme Volaille,
BP 262 - Tél. (223) 224 35 82 / 224 78 53.

E-mail : Bantieni.traore@ler.ml / traorebantieni@yahoo.fr

2. Institut d'Economie Rurale BP 258 Tél. (223) 222 26 06 / 223 19 05

3. Institut Polytechnique Rural/Institut de Formation et de Recherche Appliquée (IPR / IFRA)
Tél. 222 26 55 • E-mail : Arina_diarra@yahoo.fr

4. Comité National de la Recherche Agronomique (CNRA) Tel : 224 78 93

Résumé

Trois élevages d'autruches ont été suivis pendant six mois dans la zone péri-urbaine du District de Bamako. Les paramètres étudiés étaient relatifs à l'habitat, aux races, à la santé, à l'alimentation et à la reproduction.

L'étude fait ressortir la précarité de l'habitat, un manque de soins sanitaires, une insuffisance dans les quantités et la qualité des aliments distribués par sujet se traduisant par une faible production et productivité des autruches.

L'absence d'actions de valorisation des produits de l'autruche amène à penser à un élevage de prestige pratiqué par de riches exploitants peu soucieux des profits qui pourraient en être tirés. Cependant compte-tenu de l'intérêt grandissant de l'autruche (viande, peaux, plumes, œufs, onglons, etc.), des efforts doivent être portés dans la promotion de cet élevage.

Mots clés : Elevage périurbain - autruches - contraintes - caractérisation amélioration.

Abstract

A survey of three ostrich farming systems was done during six months in the peri-urban zone of Bamako in order to study the habitat, the

race, the health, the nutrition and the reproduction.

These ostrich farms were characterized by precarious house-poultry, a lack of health treatments, poor nutritive value and consumption of feed per bird and low production and productivity of the birds. Moreover, ostrich's production is not used. In short, ostrich farms are existing for prestige. However, because of the increasing advantage of the ostrich (meat, skins, feathers, eggs, fingernail, and so on.), some improvement actions must be envisaged to promote really its farming.

Keywords : Peri-urban farming system – ostriches – constraints – characterization – improvement.

Introduction

L'autruche (*Struthio camelus*) qui est originaire d'Afrique, est le plus grand oiseau de la faune aviaire des steppes et des déserts. L'adulte mesure 2,5 à 3m et pèse 150 à 170kg (Shananwany, 1995). L'aire de distribution de l'autruche couvre la boucle saharienne allant de la Mauritanie à l'Ethiopie en passant par le Mali, le Niger, le Tchad, le Soudan et l'Egypte ainsi que l'Afrique du Sud, le Botswana et la Namibie (Shananwany et Dingle 1999).

L'autruche est une espèce très intéressante.

En effet, sa chair, pauvre en cholestérol, est très appréciée, ses plumes, sa peau, ses onglons, ses œufs et leur coquille sont utilisés. L'autruche a vécu à l'état sauvage dans le nord du Mali et est de plus en plus présente chez des éleveurs dans la zone périurbaine du District de Bamako.

La présente étude a pour objectifs de caractériser les élevages d'autruches dans la zone périurbaine du district de Bamako.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

La zone périurbaine couvre une superficie de 23 750 km² et s'étend dans un rayon de 100 km autour de Bamako. Son climat est de type soudanien avec deux saisons inégalement réparties dans l'année. Une saison pluvieuse qui s'étend de juin à octobre et une saison sèche qui se subdivise en une saison froide et une saison chaude. La moyenne pluviométrique annuelle est de 1050 mm et la température moyenne varie entre 26 et 35°C.

La végétation est très diversifiée avec des graminées, des arbres et des arbustes. La population de la zone est estimée à 132 146 habitants (DNE, 1994). Les ethnies dominantes sont les bambaras et les malinkés.

2.2. Choix des élevages

Les élevages d'autruche ont été choisis sur la base du volontariat, de la disponibilité et de l'accessibilité des élevages. Ainsi, trois élevages sur quatre ont été retenus pour la conduite de l'étude.

2.3. Collecte et analyse des données

Les données ont été collectées à partir d'une enquête menée sur une base hebdomadaire.

L'étude a duré six mois de juin à novembre 2006. Les données collectées portaient sur l'habitat, les races présentes, la santé, l'alimentation et la reproduction.

Les données ont été traitées à l'aide de la statistique descriptive.

3. Résultats

3.1. L'habitat

Les constructions sont réalisées en matériaux locaux de différentes manières. Elles sont soit couvertes, soit à ciel ouvert. Les dimensions moyennes sont de 146 m² pour les habitats couverts contre 484 à 3000 m² pour les habitats à ciel ouvert. La densité des oiseaux est de un oiseau pour 10,4 m² pour les habitats couverts et de 161 -1500 m² pour les habitats à ciel ouvert. Les habitats sont équipés de mangeoires et d'abreuvoirs apparentés à ceux utilisés en aviculture moderne.

3.2. Les races d'autruches

Les races d'autruche élevées dans le périurbain de Bamako sont *Struthio camelus* provenant de l'Afrique du Nord. Les sujets sont importés au stade autruchon, du Ghana, du Niger ou de France. Cette pratique existe depuis 1999.

3.3. Les soins sanitaires

A part une infection au niveau des yeux, aucune maladie n'a été observée dans les élevages malgré une absence totale de plan de prophylaxie. Les traitements se limitent à quelques distributions d'antibiotiques vitaminés et de déparasitants internes. La vaccination n'est pas pratiquée. Le taux moyen de mortalité est de 33,3 % pour l'ensemble des élevages (tableau I)

Tableau I : Taux de mortalité des autruches au cours de l'étude

Eleveurs	Effectif initial	Nombre de morts	Taux (%)
N° 001	5,00	0,00	0,00
N° 002	2,00	2,00	100,0
N° 003	3,00	0,00	0,00
Moyenne	3,33	0.66	33,33

3.4. Alimentation

Les éleveurs du périurbain de Bamako ne disposent pas de formules alimentaires appropriées. Ils achètent les aliments chez les provendiers ou les fabriquent eux-mêmes en fonction des ingrédients disponibles (maïs, son de mil, niébé, mil, sorgho, farine de pois-

son, tourteaux de coton, farine basse de riz, coquilles, poudre d'os, sel, jacinthe d'eau). Ces aliments contiennent environ 2500 Kcal EM/kg, 15 % de protéines, 0,61 % Ca et 12 % de cellulose et sont distribués deux à trois fois par jour dans des mangeoires.

Tableau n° II : Consommation moyenne journalière des oiseaux

Eleveurs	Quantités (Kg)
N° 001	0,80
N° 002	0,82
N° 003	1,68
Total	3,3
Moyenne	1,1
Ecart -type	0,09

La consommation moyenne journalière par sujet est de 1,1 kg (tableau II). Elle est plus élevée chez l'éleveur n° 003 que chez les deux autres. En effet, celui-là donne de la vitamine qui stimule la consommation de concentré, seul aliment distribué contrairement chez les autres où il est diversifié. Il fait en outre le déparasitage interne tous les six mois et pos-

sède un micro-climat favorable aux oiseaux.

3.5. Production et reproduction :

3.5.1. Composition et structure du troupeau :

Les oiseaux étaient tous des adultes âgés de 2 à 8 ans.

Tableau III : Structure du troupeau au début et à la fin des enquêtes (%)

Eleveurs	Effectif début enquêtes (%)		Effectif fin enquêtes (%)		Effectif (%)	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
N° 001	20,0	80,0	20,0	80,0	20,0	80,0
N° 002	50,0	50,0	0,0	0,0	0,5	0,5
N° 003	33,3	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7
Moyenne	34,4	65,6	26,6	73,4	26,9	73,1

Le troupeau est composé en moyenne de 27 % de mâles et de 74 % de femelles, avec un sexe-ratio d'un mâle pour 2,7 femelles (tableau III).

L'âge d'entrée en ponte est de 2 à 3 ans et l'intervalle entre pontes successives est d'une semaine en moyenne dans les élevages. Deux troupeaux sont entrés en ponte sur les élevages suivis (tableau IV).

5.5.2. Paramètres de reproduction

Tableau IV : Taux moyen de ponte et poids moyen des œufs pondus

Eleveurs	Taux de ponte (%)	Poids des œufs (kg)
N° 001	3,60	0,95
N° 003	7,50	1,26
Moyenne	5,50	1,11
Ecart- type	0,00	0,27

Le taux moyen de ponte est de 5,5 % et varie entre 3,6 et 7,5%. Quant au poids moyen des œufs, il est de 1,11 kg. La moyenne de la race est de 75 % et 1-1,5 kg respectivement pour le

taux de ponte et le poids des œufs (Shanawany ; 1995 et Hallan ; 1992). Il est à noter que les œufs pondus n'ont pas fait l'objet de couvainson par les oiseaux ni par l'éleveur.

3.5.3. Evolution du troupeau

Tableau V : Evolution du troupeau

Eleveurs	Effectif initial	Effectif de fin	Croît du troupeau
N° 001	5,00	5,00	0,00
N° 002	2,00	0,00	-2,00
N° 003	3,00	3,00	0,00
Moyenne	3,33	2,66	- 0,66

La taille moyenne du troupeau, au début des enquêtes est 3,33 et, à la fin des enquêtes, elle est de 2,66 autruches d'où un croît négatif de 0,66 (tableau V). Ceci serait lié aux mortalités et au manque d'éclosion d'autruchons.

3.7. Contraintes et possibilités d'amélioration

Les contraintes liées à l'habitat

Si, pour l'habitat couvert, l'espace requis par autruche est insuffisant, celui non couvert

pose des problèmes de forme en raison de la surface non rectangulaire et de la présence désordonnée d'arbres qui ôtent aux autruches toute possibilité de mouvement. En plus, le grillage est la cause de fréquentes blessures pouvant entraîner d'importantes perturbations de productions.

Les mesures susceptibles d'améliorer cette situation sont relatives à la mise à disposition des éleveurs d'autruche des plans- types d'habitat à réaliser avec des matériaux locaux.

Les contraintes sanitaires

Mises à part les vaccinations pratiquées sur les oiseaux dans les pays d'origine, il n'y a pas d'autres interventions sanitaires. L'éleveur est son propre vétérinaire, il administre, au besoin des antibiotiques, des déparasitants en faisant fi des modes d'emploi des effets secondaires éventuels. Les solutions envisagées sont relatives à la mise au point et à la diffusion de plans de prophylaxie ainsi qu'au renforcement de l'hygiène (mettre un pédu-live à l'entrée des parquets pour les visiteurs) ;

Les contraintes d'alimentation

Les contraintes liées à l'alimentation se rapportent à l'insuffisance des aliments ingérés et à leur faible valeur nutritive. On note également un manque de professionnalisme des éleveurs et des provendiers qui ignorent les besoins nutritionnels de l'autruche dans la formulation des rations. Les solutions à préconiser devront consister à mettre à la disposition des éleveurs des formules alimentaires économiques à partir des ressources alimentaires disponibles pour les différentes catégories animales.

4. Discussions

4.1. Habitat

L'espace initial recommandé par autruchon est de 0,16 m², ceci devant être augmenté de 10 % par semaine et par autruchon (Hallan ; 1992). L'espace minimal requis pour l'autruche adulte est de 16,8 m². Cet espace est insuffisant pour l'habitat couvert dans nos exploitations d'autruche. Les habitats sont implantés en ville ou dans les champs des éleveurs. En règle générale, l'habitat des adultes n'est pas couvert. Il est en bois grillagé et bâti sur une surface rectangulaire de manière à ce que les oiseaux puissent s'adonner à la course. Quelques arbres fournissent l'ombrage sous lequel les oiseaux peuvent se reposer. De plus, les élevages d'autruches sont implantés à la campagne et non dans les villes où les

autruches peuvent souvent agresser l'homme.

4.2. Les races :

L'autruche appartient à l'ordre des Struthioniformes, au Sous-ordre des Struthionés, à la famille des Struthionidae, au genre *Struthio* et à l'espèce *camelus*. Il existe cinq sous-espèces ou races d'autruches qui diffèrent peu les unes des autres par la taille, la couleur du plumage, la tête et le cou, la taille et la couleur des œufs (Jarvis, 1994). Il s'agit de :

Struthio camelus Massaicus : l'autruche de l'est de l'Afrique ou Autruche Masaï;

Struthio camelus australis : l'autruche de l'Afrique du sud,;

Struthio camelus Syriacus : l'autruche arabe, , est supposée éteinte aujourd'hui;

Struthio camelus spatzi : l'autruche de Rio de Oro ou autruche naine,;

Struthio camelus camelus : l'autruche de l'Afrique du nord, qui est présente dans les *Struthio camelus camelus*, présente autrefois, dans toute la partie nord de l'Afrique, a vu son aire d'expansion se réduire à une bande d'un côté comme de l'autre du continent africain, du sud du Maroc et de l'ouest de la Mauritanie, à la vallée de Awash au nord-est de l'Ethiopie et du fleuve Omo au sud-ouest de l'Ethiopie (est) du sud du Soudan et du nord de l'Ouganda au sud de l'Egypte et le long de la mer rouge (nord). Elle est la plus grande race caractérisée par une couronne chauve distincte sur la tête qui se tient en cercle avec de courtes plumes brunes hérissées, s'étendant derrière le cou. La partie dépilée du cou et des cuisses est d'une couleur rose-brillante. Les plumes des ailes et des cuisses du mâle sont blanc-pures, la mandibule inférieure est rouge, les yeux bruns et les jambes rouge-brillants à l'échelle des tarses. Les plumes du corps de la femelle sont brun-sombres avec les plumes des ailes et de la queue sombre-pâles. Pendant la saison de reproduction, le cou et le bec du mâle deviennent rouge-brillants de même que la couleur du tarse (Jarvis, 1994).

4.3. Mortalité des oiseaux

Les taux de mortalités de 33,3 % observés dans les élevages maliens se situent dans la fourchette de 10 à 40 % de mortalité obtenus en Namibie, de l'éclosion à l'abattage qui a lieu à l'âge de 9-11 mois avec un poids de 90 kg ou à 12-14 mois avec 120 kg (Shanawany et Dingle, 1999). Ces taux se distinguent des résultats obtenus au Zimbabwe (Anon, 1995) où les taux de mortalité varient selon les fermes d'autruche et les saisons de 0 à 90 %. Cependant des taux de mortalité de 2 % pour les femelles et de 5 % pour les poussins (Hallan, 1992). Il est à noter que le taux de mortalité varie selon les pays et le mode de gestion.

4.4. Alimentation

La consommation moyenne journalière a été estimée à 1,1 kg alors que la moyenne est de 2,5 à 3 Kg/sujet (Shanawany ; 1995). La valeur nutritive de la ration distribuée est de 2500 Kcal EM/kg, 15 % de protéines, 0,61 % Ca et 12 % de cellulose. Le taux moyen de ponte enregistré pour ce niveau d'ingestion et cette qualité de régime est de 5,5 % avec l'œuf pesant en moyenne 1,1 kg. Ce taux de ponte est largement en deçà de la norme de la race qui est de 75 % avec des œufs pesant entre 1 et 1,5 kg (Shanawany ; 1995 et Hallan ; 1992). Dans le système de production intensif : le foin ou le fourrage vert, haché de préférence, doit être apporté, mélangé au concentré (Eramus et Huchzermeyer ; 1995). Ce fourrage vert peut être l'herbe, la luzerne, de la laitue, des épinards ou du trèfle, ou toute autre herbe de qualité et bien appétée. Cet apport d'herbe verte dans la ration des autruches fait défaut dans la zone périurbaine. Dès l'âge d'un an à l'entrée en ponte, les

besoins quotidiens sont estimés à 2,0 – 2,5 kg par sujet. La teneur minimale de la ration est de 12 % pour les protéines, 0,6 % pour la lysine, 0,22 % pour la méthionine et 0,75 % pour le phosphore. Le calcium serait de 1,5 % maximum (Eramus et Huchzermeyer ; 1995). Pendant toute la durée de la ponte qui débute à 18 mois, les besoins quotidiens en protéines sont 14%, lysine (0,70 %), méthionine (0,27 %) et phosphore (0,75 %) pour une consommation moyenne journalière de 1,5 kg/oiseau. (Shanawany et Dingle, 1999 ; Eramus et Huchzermeyer ; 1995). Pendant cette période, les oiseaux doivent recevoir une ration de reproducteur riche en énergie et en protéines mais pauvre en cellulose.

Dans le système de production semi-intensif :

Les reproducteurs, particulièrement les femelles, devraient passer d'une ration d'entretien à une ration de reproduction en avril. Au début, ils doivent recevoir 1 kg d'aliment « pondeuse » sous forme de granulés, cette quantité devrait augmenter au bout de quelques semaines pour atteindre 2 ou 3 kg par sujet. Le fourrage vert est toujours haché et mélangé aux granulés pour augmenter la palatabilité. Si dans ces conditions d'alimentation d'une femelle ne manifeste aucun signe de reproduction, la ration devrait être augmentée (Shanawany et Dingle, 1999).

Dans le système de production extensif :

Très peu de supplémentation est pratiquée sous ce système. Les caractéristiques nutritionnelles des rations utilisées en Afrique du Sud, en Namibie, au Ghana et en Australie sont les suivantes :

Tableau VI : Caractéristiques nutritionnelles des rations utilisées en Afrique du Sud, en Namibie, au Ghana et en Australie

physiologique Des oiseaux	Afrique du Sud		Namibie	Ghana		Australie	
	Energie digestible	Protéines brutes	Protéines brutes	Energie Métabolisable	Protéines brutes	Protéines brutes	Consommation
Démarrage	13 MJ/kg	20-23%	21 %	2600-2800 Kcal/kg	20-22 %	19 %	0,4 kg/sujet/j
Croissance	12 MJ/kg	16 %	18 %	2700 Kcal/kg	18-20 %	19 %	1,5 kg/sujet/j
Finition	11 MJ/kg	14 %	15 %	-	-	-	-
Ponte	9 MJ/kg	14 %	14 %	2400-2700 Kcal/kg	18 %	19%	2-3 kg/sujet/j

Les rations distribuées aux autruches contiennent 19-23 % de protéines et 2 600-2 800 kcal d'Energie Métabolisable (EM)/kg au démarrage, 16-20 % de protéines et 2 700 kcal EM/kg à la croissance, 14-15 % de protéines et 11 Méga Joule/Energie Digestible (MJ/ED) à la finition et 14-19 % de protéines et 2 400-2 700 kcal/kg EM pendant la ponte. La valeur nutritive des rations distribuées dans les exploitations pourrait convenir à la finition et à la ponte (14-19 % de protéines et 2 400-2 700 kcal/kg EM) si les niveaux de consommation étaient suffisants (2,5 à 3 Kg/sujet).

4.5. Production et reproduction

Lorsque les mâles et les femelles ne sont pas destinés à la reproduction, il convient de les séparer étant donné que les besoins des mâles sont plus élevés que ceux des femelles. Dans le cas contraire, le rapport mâle/femelle doit être de 1 mâle pour 1 à 4 femelles (Shanawany et Dingle ; 1999) ce qui est conforme au sex-ratio observé dans les troupeaux de Bamako à savoir 1 mâle pour 2,7 femelles. Quant au taux moyen de ponte, il est très faible, comparé à la moyenne de 75 % rapporté par différents auteurs (Shanawany ; 1995 et Hallan ; 1992). En revanche, le poids moyen des œufs est acceptable (Eramus et Huchzermeyer ; 1995).

4.6. Valorisation des produits de l'autruche

Aucune exploitation commerciale n'est faite actuellement de l'autruche et de ses produits dans la zone périurbaine de Bamako. En effet, l'exploitation optimale de l'autruche repose sur la vente des peaux et de la viande. (Ghenasia; 1994). Cependant tous les produits de l'autruche notamment la viande, les œufs, les plumes, la graisse, les onglons, les tendons et la coquille sont valorisés à des fins alimentaires et pharmaceutiques par les populations du Nord du Mali. En effet, la viande et les œufs auraient des vertus médicamenteuses. Les plumes grillées, mises en poudre et mélangées à du beurre, serviraient à traiter certaines maladies.. Les plumes serviraient à parer les chapeaux des peuls Jermas. La graisse intervient dans le traitement du rhumatisme. Les onglons et les tendons servent à la confection des amulettes protectrices contre le mauvais sort. Les onglons sont également utilisés pour confectionner les boutons pour les habits. La peau est utilisée pour confectionner des sacs et des chaussures. La coquille sert d'ornement sur le minaret des mosquées et dans la chambre des nouvelles mariées chez les peuls Bororo (Traore et Mohomoud ; 2005).

5. Conclusion

L'étude nous a permis de jeter un regard sommaire sur les élevages naissants d'autruche dans la zone périurbaine de Bamako. Ces élevages existent depuis sept ans dans le périurbain et ils sont pratiqués sous une forme sentimentale. On constate que peu d'attention est accordée à l'oiseau à travers les facteurs de production dont l'habitat, la santé et l'alimentation ainsi qu'à la valorisation des produits. Cependant, cette activité est appelée à se développer compte tenu des potentialités importantes de cette espèce et de la nécessité de diversifier la production agricole.

6. Références

1. Anon, 1995. Small holder ostrich development Departure of Agritex, Ministry of Agriculture, Harare, Zimbabwe.
2. DNE, 1994. Projet de développement d'un élevage commercial d'autruches au Mali; 13 p.
3. Erasmus J.R et Huchzermeyer, 1995. Ostrich Odyssey : A Guide to ostrich farming in Southern Africa ; 43p
4. Ghenasia N; 1994. Quel marché pour la viande d'autruche et les sous-produits d'abattage ? Notes et études. Monde.
5. Hallan M.G, 1992. The topaz introduction to practical ostrich farming. Superior Print and Packaging. Hazard Zimbabwe; 149 p.
6. Jarvis, M.J.F, 1994. The different ostrich races and their potential for hybridisation. Ostrich Update, 3:55-56.
7. Shanawany M.M ; 1995. Elevage d'espèces non conventionnelles : une activité en plein essor, Revue mondiale de Zootechnie 83 (2).
8. Shanawany M.M et Dingle J., 1999. Ostrich production systems. FAO Animal Production and Health paper, 144, Rome, Italy, 256 pages.
9. Traoré B et Mohomoud M. ; 2005. Rapport de mission effectuée a Gao, Tombouctou et Kidal du 09 Décembre 2005 au 08 Janvier 2006
10. Well, G. et Rice S.1993. The Australian ostrich industry. Primary Industries South Australia, Adelaide, Australia.

Le semis à la volée dans l'eau des semences pré-germées : une solution moins contraignante pour l'intensification de la riziculture

Nianankoro Kamissoko; Yacouba Doumbia; Mamadou Kabirou N'Diaye Doré Guindo; Amadou Traoré,
Institut d'économie Rurale (IER) Bamako, BP 258.

Résumé

L'introduction du système intensif en riziculture irriguée a entraîné un changement des techniques culturales. Actuellement, la mise en place de la culture du riz à l'Office du Niger se fait essentiellement à partir du repiquage. Cette technique de mise en place coûte d'autant plus cher qu'elle ne donne toujours pas les résultats escomptés surtout si elle est pratiquée par une main-d'œuvre salariée. Face à cette contrainte, une expérimentation a été initiée afin de trouver une alternative aussi rentable que le repiquage et moins onéreuse. Les semis à la volée dans l'eau des semences pré-germées avec drainage après 21 jours ou 2 jours après semis ont été comparés au repiquage en milieu paysan pendant cinq ans dans différentes zones de l'Office du Niger. Le dispositif était constitué par des blocs dispersés. A l'issue de ces années d'expérimentation, le semis à la volée dans l'eau des semences pré-germées constitue une alternative permettant d'obtenir des rendements au moins équivalents à celui du repiquage. Les contraintes identifiées sont le maintien de la lame d'eau, le gardiennage pour le cas où le drainage s'effectue 2 jours après semis et l'utilisation de l'herbicide. L'analyse économique partielle montre une plus grande rentabilité avec le semis pré germé dans l'eau avec drainage deux jours et 21 jours après semis.

Mots clés : semis à la volée, semences pré germées, repiquage, système intensif, riziculture irriguée, Office du Niger.

Abstract : Introduction of the intensive cropping system in irrigated rice led a cultural practice change. Currently, growing rice is essentially made by transplanting in Niger Office areas. This technique is expensive and don't always give the especially expected results if it is made by labor. Facing this constraint, a experiment was conducted to find profitable alternative and less costly. Broadcasting in water of pre germinated Seed with drainage after 21 days or after 2 days have been compared to the transplanting method during five years in different areas of office of Niger. The design used is the dispersed blocks. At the end of this experiment, broadcasting in water of pre germinated seed constitutes an alternative which can give at least the same yield compare to transplanting method. The identified constraints are the maintenance of the water level, the caretaker of the plot where we had drainage 2 days after sowing and the use of the herbicide. Partial economic analysis shows a bigger profitability with sowing method after drainage 2 days and after 21 days that with transplanting.

Key words : broadcasting, pre germinated seeds, transplanting, intensive cropping system, irrigated rice grow, Office of Niger;

1. Introduction

La culture du riz à l'Office du Niger a évolué vers un système intensif depuis plus d'une dizaine d'années. Ce système nécessite une utilisation importante de la main-d'œuvre pour faire face à certaines opérations culturales liées au repiquage (arrachage, transport, distribution, etc.). Au moment de l'exécution de ces travaux, effectués généralement en début de saison des pluies, la main d'œuvre est rare et chère. Cette faible disponibilité et le coût élevé de la main d'œuvre entravent quelquefois l'exécution des opérations aux périodes indiquées. Ce qui entraîne une diminution de rendement d'environ 36 % (PRI, 2001). De plus, les travaux effectués par la main d'œuvre salariée ne donnent toujours pas les résultats escomptés. C'est dans ce cadre qu'une proposition d'alternative pour la mise en place du riz permettant l'obtention de rendement aussi élevé que ceux obtenus avec le repiquage et à moindre coût, s'avère nécessaire.

Des recherches ont donc été faites en vue d'évaluer en conditions réelles les modes de mise en place du riz afin de dégager la rentabilité économique de ces différents modes et de recenser les contraintes et les avantages qui y sont liés.

2. Matériel et Méthode

L'étude a été menée à l'Office du Niger, dans les zones rizicoles de Molodo, de N'Débougou, de Niono, de Macina et de Kouroumary, sur des sols ferrugineux tropicaux « Danga ». La variété utilisée est BG 90-2. Cette variété très productive était largement utilisée à l'Office du Niger. Elle est actuellement peu cultivée à cause de sa grande sensibilité à la virose. Les traitements étaient constitués par deux variantes de semis dans l'eau des semences pré-germées et le repiquage. :

T1 : semis dans l'eau des semences pré-germées avec drainage de l'eau deux (2) jours après le semis ;

T2 : semis dans l'eau des semences pré-ger-

mées avec drainage de l'eau vingt un (21) jours après le semis ;

T3 : repiquage.

Dans la parcelle semée avec les semences pré-germées et drainage de l'eau deux (2) jours après le semis, le semis des semences pré-germées a été fait dans une lame d'eau d'environ 10 cm. Cette eau a été d'abord maintenue pendant 2 jours pour être ensuite drainée. Pendant deux semaines, la parcelle a été maintenue sèche. Après un traitement herbicide, la parcelle a été remise en eau.

Dans le cas de la parcelle semée avec les semences pré-germées et drainage de l'eau 21 jours après le semis, la lame d'eau a été maintenue pendant 21 jours. Au 21ème jour après semis, la parcelle a été vidée dans un intervalle de deux jours. La parcelle a été maintenue sèche pendant une semaine. Un traitement herbicide a été appliqué. La parcelle a été remise en eau.

La troisième parcelle a été repiquée avec des plants âgés de 21 jours. Le repiquage a été fait aux écartements de 20 cm x 20 cm à 2 ou 3 brins par poquet.

Les parcelles ont été labourées et hersées. Les parcelles ont été piquetées pour délimiter les traitements. Après une semaine de submersion, la mise en boue a été faite par un puddlage. Les parcelles ont été entièrement nivelées (water levelling). La pré-germination a été effectuée en trempant les semences pendant 24 heures puis en les incubant pendant 36 heures.

Par ailleurs, les planches de pépinière ont été confectionnées pour la mise en place de la pépinière. Sur les parcelles planées et mises en boue, un apport de DAP et de Chlorure de potasse a été fait.

Exceptée la fertilisation, les entretiens des différentes parcelles ont été identiques. Comme fumure de fond, 100 kg ha⁻¹ de phosphate d'ammoniaque et 100 kg ha⁻¹ de chlorure de potasse ont été utilisés. Les apports d'urée ont varié suivant les modes de mise en place. Sur les semis pré germés, le premier apport d'urée a été fait à la dose de 90 kg ha⁻¹ d'urée, le deuxième à la dose de 100 kg ha⁻¹ d'urée et le

troisième apport à la dose de 100 kg ha⁻¹ d'urée. Pour la parcelle repiquée les apports ont été faits au tallage (18 jours après repiquage) et à l'initiation paniculaire (52 jours après repiquage) à raison de 100 kg ha⁻¹ par apport.

Le dispositif utilisé est constitué par des blocs dispersés comportant 3 traitements. Chaque paysan constitue une répétition (bloc). Pour toutes les zones, 5 répétitions ont été retenues. La superficie des parcelles élémentaires était de 1000 m². Pour le calcul du rendement, la parcelle a été récoltée sur la partie centrale en éliminant 2 m de chaque côté.

Une évaluation économique fondée sur le budget partiel a été faite. Une approche simple du budget partiel a été utilisée (Crawford et Kamuanga, 1991). Elle consiste à évaluer les bénéfices et coûts additionnels directs associés à l'application des différentes techniques. Ce qui donne une idée sur la rentabilité des différentes techniques appliquées.

Cette évaluation économique partielle repose sur les éléments suivants :

- le produit brut: valeur du rendement de chaque technique. Cette valeur est obtenue en multipliant le rendement à l'hectare par le prix unitaire du riz paddy. Le prix utilisé est de 120 francs CFA le kg

- le coût des techniques: c'est la somme dépensée pour l'achat des types et quantités d'engrais nécessaires pour l'application de chaque technique. Ces coûts sont évalués sur la base du prix payé par les paysans. Les coûts des intrants figurent sous les différents tableaux.

- le bénéfice ou marge semis-nette : pour chaque technique, le gain monétaire est obtenu en soustrayant de la valeur du produit brut les coûts directs associés à l'utilisation de la technique.

- la marge semis-nette technique= Prix du kg paddy * Rendement - Coûts des techniques.

La rentabilité économique est perçue à travers le ratio bénéfice/coût.

Une évaluation paysanne a été faite chez des

producteurs qui ont conduit les tests. Il s'agissait d'avoir leur avis par rapport aux techniques comparées. Ainsi, pendant toute la durée de l'expérimentation, ces producteurs ont donné leur avis sur la conduite des techniques, les rendements pour chacune d'elle et les contraintes rencontrées.

3. Résultats et Discussion

Les résultats de l'analyse de variance et la comparaison des moyennes figurent au tableau 1.

Les coefficients de variation sont allés de 1,9 % pour le poids 1000 grains à 10% pour le nombre de panicules au m². Le rendement moyen du test est très bon (6069 kg/ha).

Pour les variables nombre de talles, de panicules au m² et rendement paddy, il existe une différence significative à hautement significative. Avec toutes ces variables, le semis pré germé avec drainage 21 jours après semis est supérieur au repiquage et au semis pré germé avec drainage 2 jours après semis. Malgré l'utilisation des mêmes quantités de semences pour les deux techniques de semis dans l'eau des semences pré germées, la différence de rendement pourrait être attribuée à la mauvaise levée et à l'effet néfaste des adventices. A cause du retrait précoce de l'eau, 2 jours après semis, les adventices ont levé avec le riz et affecté négativement le développement du riz.

Le rendement du semis pré germé avec drainage après 2 jours de submersion reste équivalent à celui du repiquage.

La supériorité du rendement du semis pré germé avec drainage 21 jours après semis par rapport au repiquage pourrait s'expliquer par :

- la bonne maîtrise des adventices par la submersion prolongée qui a assuré aux jeunes plants de riz un bon développement après drainage. En effet le maintien d'une lame d'eau en début de végétation permet une bonne maîtrise des adventices (De Datta et al. 1970) ;

- la densité élevée des plants au m² liée à la quantité de semences utilisée.

- l'augmentation de 16 % du nombre de talles et de panicules du semis pré-germé avec drainage 21 jours après le semis par rapport au

repiquage. Ce qui est lié à la densité de plants au m².

Par contre, les techniques de semis n'ont aucun effet sur le poids des grains.

Tableau I : Résultats d'analyse de variance et comparaison des moyennes du test semis des semences pré-germées sous condition paysanne

Traitements	Nombre talles au m ²	Nombre panicules au m ²	Hauteur moyenne (cm)	Rendement paddy kg/ha	Poids 1000 grains
Semis pré-germé 2 JAS*	322 b	319 b	105,00	5902 b	25,40
Semis pré germé 21JAS	362 a	358 a	106,86	6492 a	26,00
Repiquage 21 JAS	312 b	308 b	105,29	5813 b	25,16
Moyennes	295	292	101,70	6069	25,52
Signification	S	S	NS	HS	NS
CV %	9,9	10,0	3,4	5,4	3,8

Les chiffres affectés d'une même lettre sont statistiquement équivalents selon le test de Newman et Keuls au seuil de 1% et de 5%. HS: hautement significatif au seuil de 1% ; S : significatif au seuil de 5% ; NS : non significatif.

JAS : jour après semis

Évaluation économique partielle :

L'évaluation économique est faite en appréciant la rentabilité économique des différentes techniques à travers le ratio bénéfice/coût (RBC). Pour chacune des techniques, les dépenses monétaires engagées ont été évaluées. Ensuite la valeur de la production a été calculée en multipliant le rendement paddy par le prix de vente (120 f/kg). Une marge partielle est ainsi dégagée. Plus le RBC est élevé,

plus la technique est rentable. L'analyse des résultats présentés dans le tableau II a montré que les deux techniques de semis à la volée dans l'eau avec des semences pré-germées sont économiquement plus intéressantes que le repiquage.

L'évaluation paysanne révèle :

- la surprise des paysans devant les deux techniques de semis à la volée dans l'eau avec des semences pré-germées

- l'intérêt qu'ils portent aux 2 techniques de semis à la volée dans l'eau avec des semences pré-germées du fait qu'elles sont moins contraignantes;

- les craintes basées sur le planage et le gardiennage contre les oiseaux dans le système avec drainage 2 jours après le semis.

Tableau II : Evaluation économique partielle d'un ha de riz exploité suivant différentes techniques de mise en place.

Rubriques	Repiquage en foule	Submersion 2 jas	Submersion 21 jas
labour + hersage	20 000	20 000	20 000
puddlage + planage	-	8000	8000
semences	10 500	25200	25200
mise en place pépinière	4000	-	-
surveillance contre oiseaux	7000	7000	-
arrachage + repiquage	40 000	-	-
engrais	114 150	114900	114900
herbicidage	-	24000	24000
désherbage	10 000	-	-
récolte	27 500	27500	27500
frais de battage	45 000	54 000	55 200
sacherie	16 000	18 250	19 500
transport	9 600	10 950	11 700
redevance eau	57 150	57 150	57 150
Budget partiel	360 900	366 950	363 150
Rendement moyen sur 5 ans en kg/ha	4776	5446	5866
Valeur monétaire du produit brut en franc CFA/ha	573 120	653 520	703 920
Marge partielle (FCFA/ha)	212 220	286 570	340 770
Ratio Bénéfice/Coût (RBC)	0,58	0,78	0,93

N.B : semence = 210 f cfa/kg ; Phosphate d'ammoniaque = 240 f cfa/kg; urée = 210 f cfa/kg Chlorure de potassium = 300 f cfa/kg ; Londax = 24000 f cfa/flacon ; sacherie = 250 f cfa/sac Transport = 150 f cfa/sac ; prix de vente du paddy = 120 f cfa/kg

4. Conclusion

Après 5 années d'expérimentation en milieu réel et sous conditions paysannes, le semis des semences pré-germées avec drainage 21 jours après semis constitue une alternative au repiquage. Cette technique de mise en place est plus rentable que le repiquage qui est assez contraignant en main-d'œuvre. Elle nécessite toutefois la maîtrise de la lame d'eau. La performance de cette technique réside dans le fait qu'il y a une augmentation du nombre de panicules de 16 % par rapport au repiquage. Pour la technique avec un drainage 2 jours après semis, le rendement reste équivalent à celui du repiquage. Sa contrainte majeure est le gardiennage après le drainage de l'eau et l'utilisation d'herbicide. La supériorité de ces techniques pourrait s'expliquer par la densité de plants. Ces techniques n'ont aucun effet

sur le poids des grains.

Toutes ces deux techniques de mise en place sont économiquement plus intéressantes que le repiquage.

5. Reconnaissances et remerciements

Cette étude a été financée par la Coopération Néerlandaise avec l'appui de l'Institut d'Economie Rurale (IER)-Mali. Ce travail est celui d'une équipe de recherche (MM Sidi TRAORE, Djibril SISSOKO, Alhousseyni TOURE, Sidiki TELLY, Mamadou SANGARE, Lassana COULIBALY, Mamadou TANGARA, Mamadou SIBY et Sidi Makono COULIBALY) que les auteurs tiennent à remercier. Ils remercient l'ensemble du personnel du Programme Riz Irrigué et les collaborateurs. Merci à tous.

Références

Crawford E. et M. Kamuanga, 1991. L'analyse économique des essais agronomiques pour la formulation des recommandations aux paysans, Volume 4, n°7.

De Datta Surajit K., Gil Levine, and Akin William. 1970. Water management

practices and irrigation requirements for rice. Part I. Water management practices for rice production. Rice production manual - Philippines 1970. p 89-10.

Programme Riz Irrigué. 2001. Détermination d'une date optimale de semis. Rapport de recherche, Comité de Programme, 7e Session.

Le pois chiche : une perspective de diversification et de productivité durable des cultures dans les périmètres irrigués villageois des régions nord du Mali

O. Samaké*, M.K. N'Diaye** et A. Kodio***

* Institut d'Economie Rurale, B.P. 258, Bamako, Mali.
E-Mail : odiabasamake@yahoo.fr

** Institut d'Economie Rurale, B.P. 258, Bamako, Mali. E-mail :

*** Institut d'Economie Rurale, B.P. 258, Bamako, Mali. E-mail : kodio53@yahoo.fr

Résumé

Une étude exploratoire a été conduite en 1996 dans la région de Tombouctou pour déterminer le comportement de deux variétés de pois chiche (*Cicer arietinum* L.), une légumineuse alimentaire en vue de son introduction comme culture de diversification dans les petits périmètres irrigués villageois du nord Mali. L'expérimentation a été conduite en 10 répétitions dans six villages repartis entre les cercles de Diré, Goundam et Tombouctou. La parcelle de chaque paysan constituait une répétition. La superficie parcellaire était de 100 m². Les résultats ont indiqué que le pois chiche s'adapte bien aux conditions agro écologiques des zones d'inondation de la région de Tombouctou. En rotation avec le riz ou le blé, cette culture peut être une bonne opportunité de contribuer à la restauration de la fertilité des sols pauvres et à l'amélioration de la productivité des cultures. Les résultats ont également montré que le pois chiche est une plante très parasitée. Les rendements moyens obtenus en grains ont été de 162,5 kg/ha avec ICCV92311-27, type Kabuli et 117,1 kg/ha avec ICCV93954-24, type Desi pour un potentiel de production de 1 à 2,5 t/ha. Ce faible niveau de rendement pourrait s'expliquer par les effets

du semis tardif et la conduite de l'expérimentation sans apport de fumure et sans protection de la culture contre les insectes ravageurs. Pour mieux répondre aux attentes des producteurs, l'accent doit être mis sur le développement des méthodes de gestion intégrée des cultures et nuisibles et la promotion de la consommation locale du pois chiche à travers, non seulement la formation des populations en recettes culinaires selon leur goût et leur habitude alimentaire, mais aussi, le développement d'une chaîne de marché locale et internationale pour assurer un meilleur écoulement des produits.

Mots clés : Diversification des cultures, pois chiche, productivité durable, périmètres irrigués, nord Mali.

Abstract

This exploratory study was conducted in the region of Tombouctou to determine the behaviour of two varieties of chickpea (*Cicer arietinum* L.), a food legume for its introduction as diversification crop in small irrigated perimeters in the northern region of Mali. The study was conducted in 10 replications in six villages distributed within the circumscription of Diré,

Goundam and Tombouctou. Each farmer's plot constituted a replication. Plot size was 100 m². Results showed that chickpea fits well to the agro-ecological conditions of the flooding zones of Tombouctou region. In rotation with rice or wheat, this crop can be a good opportunity to contribute to poor soil fertility restoration and improvement of crops productivity. Results also showed that chickpea is a very parasite friendly crop. Average grain yields were 162, 5 kg/ha with ICCV92311-27, type Kabuli and 117,1 kg/ha with ICCV93954-24, type Desi for a potential production of 1 to 2.5 kg/ha. This low yield can be explained by the effect of the late seeding and the implementation of the experiment with no fertilizer use and no crop protection against the ravaging insects. To respond to farmers' expectation, accent could be made on the development of integrated crop and pest management methods and the promotion of domestic consumption of chickpea through not only population training and making available recipes for various preparation of chickpea to suite their taste and food habit but also, development of domestic and international market chain for ensuring fair return of chickpea produce to farmers.

Key words: Crop diversification, chickpea, sustainable productivity, irrigated perimeters, northern Mali.

Introduction

Le Mali est un vaste pays sahélien, enclavé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, qui dispose d'un potentiel de plus de deux millions d'hectares de terres irrigables. Dans les zones nord où la variabilité des précipitations fait courir des risques aux producteurs, l'irrigation est perçue comme la solution la plus évidente pour augmenter et sécuriser la production alimentaire. Ainsi, en 1999, le Gouvernement du Mali a adopté une stratégie nationale de développement de l'irrigation avec un accent particulier sur la maîtrise totale de l'eau pour le développement durable du secteur agricole. A partir de cette période, les périmètres irrigués villageois (PIV) se sont vite répandus dans ces

zones.

Dans la région de Tombouctou, l'exploitation de ces PIV repose sur la monoculture du riz généralement pratiquée en saison pluvieuse et du blé en saison sèche et froide (Pande, 1999). Les résultats des études ont montré que la monoculture des céréales provoque à long terme, la dégradation de l'agro-écosystème et la baisse de la productivité à travers la réduction du niveau de la matière organique du sol, l'accroissement de la salinité et la propagation des pestes et adventices dans les parcelles cultivées (Samaké et al. 2005 ; Dicko, 2005 ; Dembélé et al., 1994). Aussi, la pauvreté des exploitants et l'insuffisance des variétés performantes à cycle court entraînant le chevauchement des calendriers agricoles entre les cultures de saison et de contre-saison, constituent d'autres contraintes de production dans les PIV.

Pour minimiser ces problèmes, beaucoup d'efforts doivent être consentis dans la diversification des cultures incluant les légumineuses pour prévenir les conséquences néfastes de la culture continue des céréales sur la fertilité des sols et améliorer à moindre coût, la productivité des cultures dans les PIV. C'est dans ce cadre qu'un test d'introduction du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) a été mené dans la région de Tombouctou pour étudier le comportement de cette culture en rotation avec le riz ou le blé. Le pois chiche est une légumineuse bien adaptée au stress environnemental. Selon Pande (1999) cité par Gaur et Samaké (2006), il peut être cultivé sans aucune irrigation supplémentaire si l'eau d'irrigation n'est pas disponible. Cependant, pour obtenir une meilleure production, deux à trois irrigations peuvent être effectuées à l'intervalle de 25-30 jours à partir du semis. Au delà de ce seuil, les rendements peuvent souffrir d'un développement végétatif excessif ou d'un engorgement du sol.

Comme toute autre légumineuse, le pois chiche joue un rôle important dans l'amélioration de la fertilité des sols et dans la durabilité du système. Il permet de couvrir 80 % de ses besoins en N grâce à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique qui avoisine 140 kg N/ha (Kumar Rao et al. 1998). Il restitue au sol

une quantité importante d'azote résiduel fixé pour les cultures suivantes et fournit au sol beaucoup de matière organique nécessaire pour améliorer et maintenir la santé et la fertilité du sol et assurer la durabilité de l'écosystème. Ces caractéristiques confèrent à la culture du pois chiche, un avantage pour les paysans marginaux à faibles revenus des zones sahéliennes.

Dans le domaine alimentaire, le pois chiche dispose d'une qualité nutritionnelle plus élevée que toutes les légumineuses comestibles sèches avec en moyenne 20% de protéine, 64% d'hydrate de carbone, 47% de cellulose, 5% de corps gras, 6% de fibre brute, 6% de sucre soluble et 3% de cendre (ICRISAT, 1991).

L'objectif de cette étude était de voir les possibilités d'introduction du pois chiche en rotation avec le riz ou le blé dans le système d'exploitation des PIV en vue de contribuer à l'amélioration de la productivité et à la sécurité alimentaire dans les régions nord du Mali.

Matériel et méthodes

Un test exploratoire d'introduction du pois chiche a été conduit dans la Région de Tombouctou en zone nord du Mali. L'étude de faisabilité réalisée par Gaur et Samaké (2006) a montré que les conditions climatiques (Figure 1) et du sol de la vallée du fleuve Niger de cette région sont favorables à la culture du pois chiche (Patancheru 1999).

En relation avec certaines ONG et services techniques de la place, des PIV ont été choisis dans les villages de Kondi, Findoukeïna (cercle de Diré), Guindikata, Yourouni, Bagadadji (cercle de Goundam) et Bori (cercle de Tombouctou). Un total de 10 exploitants repartis entre ces villages a été sélectionné sur la base du volontariat pour conduire le test. Les parcelles sans problème apparent d'engorgement ou de salinité ont été choisies après la récolte du riz pour la culture du pois chiche. Ces parcelles ont été préparées suivant la pratique habituelle du paysan.

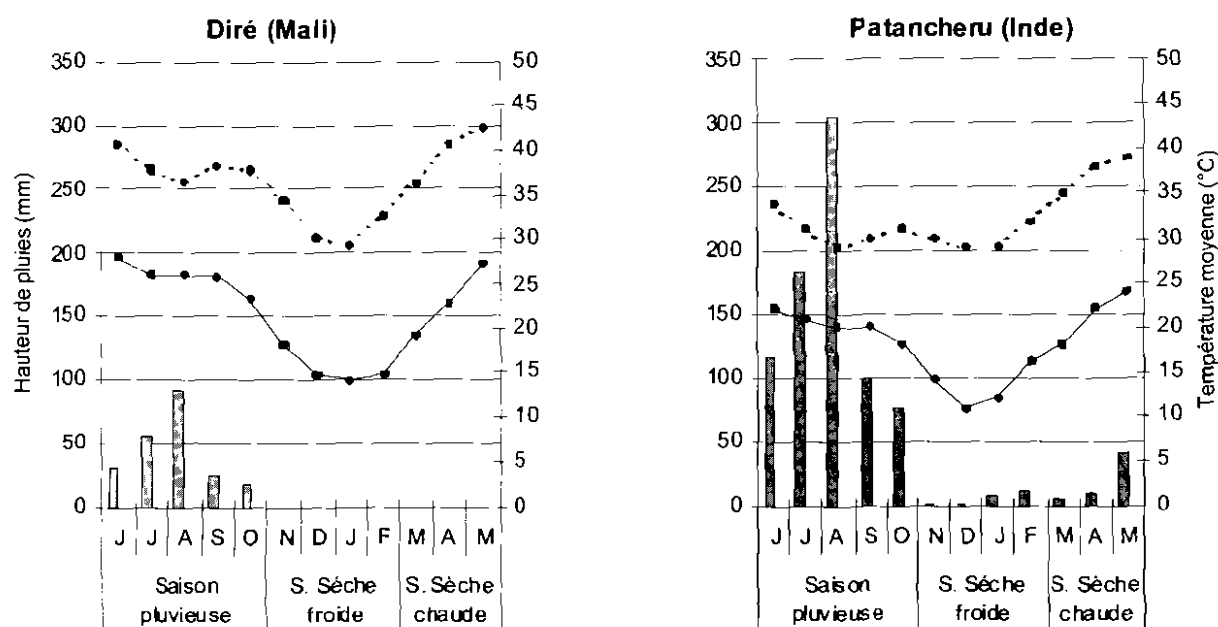


Figure 1. Situations climatiques comparées de la Station de Patancheru, une zone de culture du pois chiche en Inde et de Diré, une Station de Recherche Agronomique du Mali (Source : Gaur et Samaké, 2006).

Les traitements étaient constitués de deux variétés de pois chiche ICCV92311-27 de type Kabuli et ICCV93954-24 de type Desi (Figure 2). Ces traitements ont été arrangés dans un dispositif de bloc complet randomisé en 10 répétitions où la parcelle de chaque paysan constituait une répétition. La superficie de la parcelle élémentaire était de 100 m².

Le semis a été effectué tard dans la première décade de Décembre 2006 par rapport au calendrier habituel allant de la troisième décade d'Octobre à la deuxième décade de Novembre à cause des problèmes de finance-

ment. Pour obtenir une humidité adéquate pour la germination et une bonne levée des plantules, une pré irrigation a été faite 4 à 6 jours avant le semis. Les graines traitées avec un mélange de thiram et carbendazim au ratio de 2 :1 à la dose de 3 g par kg de semence, ont été semées à la profondeur de 5-7 cm et aux écartements de 30 cm entre les lignes et 10 cm entre les poquets. Les quantités de semences utilisées ont été de 60 kg/ha pour les variétés ICCV93954-24 du type Desi à petites graines et 80 kg/ha pour la variété ICCV92311-27 du type Kabuli à graine large (Figure 3).



Figure 2. Plants de pois chiche variétés ICCV92311-27, type Kabuli en fructification à gauche et ICCV93954-24, type Desi en floraison à droite



Variété ICCV92311-27 (type Kabuli)



Variété ICCV93954-24 (type Desi)

Figure 3. Images des graines des deux variétés de pois chiche introduites dans la région de Tombouctou.

Dans le cadre de l'entretien, des irrigations ont été effectuées à intervalles réguliers de 25 et 30 jours après le semis dans tous les sites sauf à Findoukéïna où la première irrigation a été réalisée 10 jours après le semis. Deux sarco-binages ont été faits dans tous les sites. Le premier est intervenu 15 jours après la levée et le second, 20 jours après le premier. L'irrigation et le sarco-binage ont été effectués par le paysan collaborateur. Par contre, l'apport du complexe 15-15-15 à la dose de 100 kg/ha au semis et la protection au décis à 2 l/ha contre les insectes ravageurs initialement prévus n'ont pas été réalisés à cause des problèmes de financement. Les récoltes sont intervenues entre le 20 Mars et le 10 Avril 2007. Les gousses récoltées ont été séchées au soleil pendant 15 jours et pesées pour l'évaluation du poids gousse et du rendement en graines. L'analyse de la variance (ANOVA) a été effectuée pour déterminer la différence entre les traitements et la procédure de Student-Newman-Keuls pour séparer les moyennes.

Une visite paysanne du test a été organisée au niveau de chaque village entre le 15 et le 17 Mars 2007 en rapport avec les agents des services d'encadrement et des ONG partenaires. Elle a regroupé des présidents des organisations paysannes, des paysans collaborateurs et certains exploitants du même PIV. Dans certaines localités, la visite a été élargie aux élus communaux et aux chefs de villages. Au cours de cette visite, de larges informations ont été données sur le pois chiche, sa culture et son rôle dans l'alimentation humaine et

animale et dans la restauration de la fertilité des sols pauvres. Des interviews ont été réalisées avec les producteurs sur les difficultés rencontrées dans la conduite du test, leurs avis sur les deux variétés introduites et les suggestions par rapport à l'adoption de la culture les 15 et 16 mars 2007 au niveau de chaque village sur la base de questionnaires..

Résultats et discussion

Evaluation du comportement végétatif du pois chiche

Les conditions écologiques (climat et sol) de la région de Tombouctou n'ont eu aucune incidence néfaste sur le développement végétatif des variétés testées. Dans l'ensemble, la levée a été bonne pour les deux variétés. Cependant, dans le village de Findoukéïna, la première irrigation intervenue de façon précoce à dix jours après le semis a provoqué la mort de beaucoup de plants par asphyxie.

Dans les autres sites, les plants se sont bien comportés durant tout leur cycle. La variété ICCV92311-27 (type Kabuli) s'est montrée plus précoce que Desi. Elle a atteint le stade 70-80 % de maturation dans la première décade du mois de Mars 2007 contre 30-40 % pour la variété ICCV93954-24 du type Desi.

Concernant la situation phytosanitaire, les deux variétés ont été fortement parasitées. Les attaques ont été constatées à partir du stade de remplissage des gousses 60 à 70 jours environ après le semis jusqu'à la maturation. Le principal ravageur identifié était le

à travers des fiches techniques, des formations, des démonstrations, des journées paysannes et des médias ;

- la promotion de la consommation locale du pois chiche en informant les populations sur l'avantage du pois chiche en terme de santé et en mettant à la disposition des utilisateurs, des recettes culinaires pour l'adapter à leur goût et à leur habitude alimentaire ;

- le développement d'un système durable de production et de distribution de semences du pois chiche en vue d'assurer l'approvisionnement sur place des producteurs ;

- le développement d'une chaîne de marchés locaux et internationaux pour assurer un meilleur écoulement des produits.

Remerciements

Les auteurs remercient l'USAID pour le financement de l'étude à travers le Programme de Développement de la Production Agricole au Mali (PRODEPAM) ainsi que les paysans collaborateurs, les ONGs partenaires de la place (AFRICARE et AMRAD) et le chef Secteur d'Agriculture de Tonka pour leur franche collaboration.

Références

- Dembélé B., Roques A.R., Sallé G. et Tuquet C. 1994. Plantes parasites des cultures et des essences forestières au sahel. Institut du Sahel, Bamako, Mali.
- Dicko M., 2005. Analyse du fonctionnement d'une parcelle de riz irrigué sur sol alcalin. Application à la gestion intégrée de la fertilisation azotée et du calendrier cultural dans le delta intérieur du Niger. Thèse présentée pour obtenir le diplôme de docteur.
- FAO, 2004. Production yearbook 2004. FAO, Rome, Italy.
- ICRISAT (International Crops Research Institute for Semi-arid Tropics), 1991. Uses of tropical grain legumes: Proceedings of a Consultants Meeting, 27-30 Mars 1989, ICRISAT Center, India. Pantancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. ICRISAT, 326 pp.
- Kumar Rao J.V.D.K., Johansen C., and Rego T.J., (eds.), 1998. Residual effects of legumes in rice and wheat cropping systems of Indo-Gangetic Plain. Pantancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. International Crops Research Institute for Semi-arid Tropics; New Delhi, India: Oxford 1 IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. 250 pp.
- M.S.M. Touré, A. Kodio, O. Samaké, S. Cissé, 2005. La gestion de l'eau dans les aménagements hydro-agricoles du projet de développement en zone lacustre Phase II, Niafunké (PDZL-II NKE). Rapport final, 61p.
- O. Samaké, E.M.A. Smaling, M.J. Kropff, T.J. Stomph, A. Kodio, 2005. Effects of cultivation practices on spatial variation of soil fertility and millet yields in the Sahel of Mali. *Agricult. Ecosyst. and Environ.*, 109:335-345.
- P. Gaur et O. Samaké, 2006. Etude de faisabilité de la culture du pois chiche comme culture de diversification dans le nord Mali.
- Pande, S. 1999. Integrated management of chickpea in the rice based cropping systems of Nepal: Progress report of the ICRISAT and NARC. ICRISAT Center, Pantancheru 502 324, Andhra Pradesh, India
- Piéri C., 1989. fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la Coopération/CIRAD, Paris, 444 pp.

Etude de l'efficacité agronomique du biosuper sur l'arachide (*Arachis hypogaea* L.)

Ondié Kadio¹, Fafré Samaké², Mamadou K. Diaye³, Fodé Diallo⁴

1- Centre Régional de Recherche Agronomique de Kayes, BP 281 Kayes, République du Mali ; 2- IPR/ISFRA, Université de Bamako Mali ;

3- Institut d'Economie Rurale (IER), Rue Mohamed V, BP 258, Bamako, Mali.

4. - Centre Régional de Recherche Agronomique de Kayes, BP 281 Kayes

Résumé

L'investigation d'une voie alternative de valorisation du Phosphate Naturel de Tilemsi, (PNT) en vue de son utilisation à grande échelle en agriculture, été une préoccupation de la recherche agronomique. L'approche utilisée est celle du procédé des biosupers. Une expérience en pots de végétation a été conduite au centre Régional de Recherche Agronomique de Kayes en 2004 afin d'évaluer l'efficacité agronomique des biosupers. A cet effet, deux sols sableux en provenance de Kita et de Samé/Kayes ont été utilisés. Les effets des biosupers sur les composantes de rendement (formation des gousses, poids gousse, formation de nodules, etc.) et le prélèvement en phosphore par l'arachide ont été mesurés, ainsi que certains paramètres du sol. L'efficacité agronomique des différents traitements par rapport à l'engrais de référence était de 20% pour la roche brute (le Phosphate Naturel de Tilemsi) et de 163% pour le biosuper 5 :1 plus 2 tonnes de fumier à l'hectare dans sol de Samé contre 26,95% et 76,95% respectivement pour le PNT et le biosuper 5 :1 plus 2 tonnes de fumier dans le sol de Kita. Il a été établi que l'ajout de la matière organique au Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT), quel que soit le type de sol, favorise ou, du moins,

contribue positivement à l'augmentation du rendement en gousses et en fanes d'arachide. Autrement dit, ces matières organiques jouent un rôle de catalyseur et elles libèrent plus de P assimilable pour la culture.

Les résultats enregistrés ont permis aussi d'établir des corrélations positives entre le rendement obtenu et certains paramètres de sol et de plante. Il a été prouvé dans l'étude que la masse racinaire de l'arachide, le prélèvement foliaire et le pH du sol sont des paramètres déterminants dans l'augmentation du rendement de l'arachide.

Mots clés : Biosuper, Phosphate Naturelle de Tilemsi, rendement gousses et fanes, prélèvement, assimilable.

Summary : An alternative way of valorization the Natural Phosphate of Tilemsi was investigated for its utilization to large scale in agriculture been studied. The biosupers method was used. An experience bucket was conducted in the Regional center of Agronomic Research of Kayes in 2004 in order to assess the agronomic efficiency of biosuperses. Two sandy soils from Kita and Samé/Kayes were used. An effect of biosuperses on yield compounds (formation of pods, pod weight, formation of nodules, etc.) and

the phosphorus up taking by the peanut have been measured, as well as some parameters of soil. The agronomic efficiency of the different treatments in relation to the fertilizer of reference was: 20 % for the raw rock (the Natural Phosphate of Tilemsi) and 163 % for the biosuper 5:1 plus 2 tons of manure per hectare in the soil of Samé against 26.95 % and 76.95 % respectively for the PNT and the biosuper 5:1 plus 2 tons of manure in the soil of Kita. It has been established that the addition of the organic matter to the Natural Phosphate of Tilemsi (PNT), to any type of soil either contribute to the increase of the yield in pods and fades peanut. In otherwised, these organic matters play a role of catalyst and release more assimilated P for the culture. The results also have allowed to establish some positive correlations between the obtained yield and some parameters of the soil and the plant. The study showed that root mass of the peanut; leaf up taking and the pH of soil are determinant keys parameters in the peanut yield increase.

Key words : Biosuper, Natural Phosphate of Tilemsi, pods and fades yield, assimilated up take.

1. Introduction

Les expérimentations sur la solubilisation du PNT en vue d'une meilleure utilisation en agriculture ont été réalisées au Mali de 1969 à 1977 (Jenny, 1973 ; Poulain, 1976 cité par Thibout et al. (1978). Il ressort que l'acidité du sol favorise la solubilisation du PNT (F. Samaké 1987). Il y a peu de possibilités pour trouver une solution économiquement acceptable à la pulvérulence de cet engrais et rendre sa solubilisation plus rapide. Face à cette situation, d'autres alternatives ont été essayées, dont l'incorporation de PNT pulvérulent à la matière organique. Cependant, Samaké (1987) indique que les investigations sur la solubilisation du PNT par la matière organique sont peu nombreuses et se limitent à l'évaluation agronomique de leur association. L'enfouissement direct du PNT avec un

engrais vert ou avec les résidus de récolte ou son compostage avec des résidus donne de bons résultats agronomiques. Les récents travaux du projet « Phosphate Fertilizers (IFDC/West Africa.1989. » ont montré que les réponses des cultures au PNT sont excellentes et elles s'améliorent au cours des années surtout sur le cotonnier, montrant un très bon effet résiduel.

Depuis quelques années, une autre voie de fabrication d'engrais phosphatés a été développée par des chercheurs Australiens. Swaby (1975) utilisait pour la première fois une approche très imaginative pour améliorer l'efficacité du phosphate naturel en agriculture. Il fabriqua pour la première fois le "biosuper", un biogéofertilisant qui est un mélange de phosphate naturel et de soufre élémentaire broyés, de l'eau et de bactéries selon le besoin. Ces chercheurs ont aussi démontré que le processus d'acidification du phosphate naturel peut être accompli par des bactéries du genre *Thiobacillus* sp. qui sont présentes dans le sol ou dans des boues organiques. Le "biosuper" est un exemple de bio-réacteur qui ne nécessite qu'une faible infrastructure de production. Il serait d'un intérêt considérable de substituer au superphosphate simple importé des "biosuper" produits localement là où c'est possible. Plusieurs expérimentations sur la forme physique du PNT ont été effectuées au Mali. Cependant, en dépit des nombreux acquis de la recherche, le PNT connaît jusqu'à présent très peu de succès auprès des utilisateurs.

Ce projet de recherche a pour but principal, d'explorer des voies alternatives d'amélioration du phosphate naturel de Tilemsi dans le cadre de son utilisation durable dans l'agriculture avec un double objectif d'efficacité et d'économie.

2. Matériel et Méthodes

2.1 Matériel

• Sols de l'étude

Deux sols sableux (sol de Samé et de Kita) ont

été utilisés. Les échantillons ont été prélevés dans la couche de 0-20 cm, puis séchés et passés au tamis de 2 mm avant de procéder aux analyses de laboratoire.

3. Analyses physico-chimiques des sols

Les analyses de sol ont porté sur: le phosphore total, le phosphore assimilable, l'azote, le Potassium, les éléments secondaires et traces (Ca, Mg, Fe et l'Al). Les analyses ont été réalisées au laboratoire de sol de Sotuba. Le pH eau est déterminé par potentiomètre dans un rapport volumétrique de sol : eau de 1:2. La détermination du besoin en chaux des sols s'effectue par la méthode du pH tampon.

La teneur en matière organique des sols a été déterminée pour identifier des bactéries nécessaires à la transformation du soufre en acide sulfurique. L'analyse granulométrique des deux sols est effectuée par la méthode de l'hydromètre de Bouyoucos (1936). La concentration en P total du sol est déterminée par la méthode de digestion à l'aide de l'acide perchlorique (HClO_4) à 72% et nitrique (HNO_3). Le dosage du P est effectué par colorimétrie.

4. Test d'aptitude des sols à transformer le soufre en acide sulfurique

Ce procédé consiste à une incubation des échantillons de sol et de soufre pendant 35 jours dans des conditions de température et d'humidité. Des mesures régulières de pH eau par semaine sont effectuées sur les deux types de sol de notre étude : sol de Samé et de Kita. La vitesse d'incubation indique une présence plus importante de micro-organismes dans le sol d'où l'aptitude du sol à transformer le soufre élémentaire en acide sulfurique. Ce processus de transformation est accompli par des bactéries du genre *Thiobacillus* (Vitolins et Swaby, 1969) Ce test d'aptitude a été effectué dans le but de vérifier la capacité des sols à transformer le soufre en acide sulfurique. Un rapport sol/soufre de 1 kg de sol pour 1 g de

soufre a été utilisé pour l'incubation des échantillons pendant 35 jours dans des conditions de température (25°C) et d'humidité (capacité au champ). Par intervalle de 7 jours, le pH des échantillons a été déterminé.

• Caractérisation des sources de phosphore

• La roche phosphatée, le Phosphate Naturel utilisé est celui du Mali provenant de Tilemsi (PNT). L'engrais de référence est le super simple (0-21-0) mais à défaut le Complexe coton (26% de P) a été utilisé. Les analyses effectuées sont le P total (digestion aux acides perchlorique et nitrique) et assimilable (Méhlich III), la solubilité dans l'eau et au citrate d'ammonium (AOAC, 1975). Le pH a été déterminé par potentiomètre dans un rapport volumétrique de 1:2. Le dosage du P total a été effectué par colorimétrie.

• Le biosuper (sa fabrication)

Le terme "Biosuper" a été employé pour la première fois par Swaby (1975) pour se référer à la forme biologique du superphosphate, pour laquelle *Thiobacillus* sp. oxyde et transforme le soufre élémentaire en acide sulfurique.

Pour le choix d'une meilleure formulation, deux niveaux d'incorporation de soufre ont été choisis (Rajan, 1980) :

- 5 parties de phosphate naturel (PNT) pour 1 partie du soufre (5:1) et
- 5 parties (PNT) pour 2 parties de soufre (5:2).

Le procédé de fabrication a été décrit par Rajan (1981 et 1982). Si le sol est suffisamment riche en matière organique supérieur à 1%, il n'est pas nécessaire d'inoculer avec le *Thiobacillus*.

La fabrication est simple et requiert une infrastructure mineure par rapport à celle du superphosphate. La roche naturelle et le soufre élémentaire sont finement broyés à 100 microns et mélangés à sec. Le mélange ainsi obtenu est humidifié jusqu'à 20-30% de contenu en eau, puis mélangé à nouveau pour une meilleure agglomération des particules. La granulation s'effectue par une série de mouvements rotatifs. Les granules sont

ensuite stabilisés par chauffage à 130°C pendant 5 à 10 minutes. Ils sont ensuite séchés dans une chambre à une température de 45°C suivis d'un rapide refroidissement. Les granulés seront conservés entre 2 à 5 mm de grosseur. Les analyses physico-chimiques de ces formulations sont toutes réalisées au LABO-SEP de Sotuba.

• Matériel végétal (la culture test)

La plante test est l'arachide (*Arachis hypogaea*) en raison de sa grande réponse au phosphore du PNT par rapport aux céréales. C'est une plante qui a la faculté d'absorber du phosphore dans des sols très pauvres en cet élément. La variété d'arachide utilisée est la Saméké ou JL24. Elle est classée parmi le type d'arachide du groupe Spanish. La JL24 (Saméké) est assez largement cultivée au Mali en zone à faible pluviométrie (350-700 mm de pluie par an). Son cycle est de 90 jours. Elle présente un port érigé et a de larges folioles de couleur vert clair. La gousse contient en général 2-1 graines. Le tégument séminale est de couleur rose clair. Les graines sont grosses et très lisses. Le bec est apparent. La variété Saméké présente un très bon regroupement

des gousses facilitant ainsi les opérations de récolte. Elle convient mieux sur des sols sablo-limoneux. Elle a un rendement moyen gousses en milieu paysan de 1800 Kg/ha et ne présente pas de dormance. Elle est actuellement bien appréciée par les paysans dans les régions de Kayes, Ségou et de Koulikoro pour sa grande productivité et de sa qualité grainière.

2.2 Méthodes

Pour cette étude, la technique de culture en pots de végétation proposée par Chamade a été adoptée. L'expérience a été conduite à la station de recherche agronomique de Samé/Kayes.

• Dispositifs expérimentaux :

Le dispositif expérimental utilisé est un dispositif factoriel à 4 répétitions. Deux facteurs sont étudiés : le type de sol et le type de fertilisation ou la source de phosphore à 7 modalités y compris le témoin (sans apport de phosphore). Ce qui donne quatorze (14) traitements, soit 14 x 4 répétitions = 56 unités expérimentales.

Tableau I : quantité en g d'engrais utilisé par pot

Traitements	Quantité en g / pot
T1 = biosuper 5:1 (72 kg/ha)	4,3*
T2 = biosuper 5:2 (91 kg/ha)	5,5
T3 = biosuper 5:1 + 2 t/ha de fumure organique	4,3 + 122,2**
T4 = biosuper 5:2 + 2 t/ha de fumure organique	5,5 + 122,2
T5 = Complexe coton (22% de P ₂ O ₅) (63 kg/ha)	3,9
T6 = PNT pur (100 kg/ha)	6,11
T7 = Témoin sans fumure (0)	0

* : quantité en g/pot de biosuper (engrais)

** : Quantité en g/pot de matière organique apportée

• Les pots de végétation

Ce sont des pots en plastique du type « Sada Diallo » trapézoïdal dont les dimensions sont :

- Hauteur : 26 cm
- Grande base : 27 cm
- Petite base : 20 cm
- Volume du pot : 7150 cm³
- Aire du pot : somme des bases x hauteur

$$= \frac{(27 + 20) \times 26}{2} = 611 \text{ cm}^2$$

Chaque pot porte :

- un numéro d'ordre, un numéro de traitement et de répétition ;
- le fonds de chaque seau est percé de trous et recouvert d'un tapis de gravier (1 kg) pour éviter la stagnation d'eau et donc permettre un bon drainage et une bonne aération. Les graviers sont utilisés pour empêcher l'obstruction des trous des vases ;
- concernant la mise en place du dispositif (traitements en pots), initialement, un mélange munitieux (sol, traitements et complément minéraux) a été opéré. Les semis sont exécutés à raison d'une graine par poquet avec des semences préalablement traitées au thioral rouge. L'arrosage est effectué suivant une fréquence de deux fois par semaine et selon le besoin.

Paramètres mesurés

• Le diagnostic foliaire constitue une technique d'investigation qui permet de déterminer rapidement les principaux besoins d'une plante en éléments minéraux. Le diagnostic foliaire consiste à analyser les teneurs en éléments chimiques d'une feuille dont le choix a été standardisé. Cette analyse donne un reflet de l'état nutritionnel de la plante. Ainsi, des prélèvements de feuilles de la base de la tige principale ayant terminé sa croissance (organe d'accumulation) ont été faites entre le quarantième et cinquantième jour après le semis. Les feuilles prélevées sont lavées à l'eau distillée, écorcées et mises à sécher dans un four à infra-rouge, la température de séchage ne devant pas dépasser 100°C.

La notion de « niveau critique » a été introduite dans cette utilisation du diagnostic foliaire. Elle indique une teneur en éléments en dessous de laquelle on peut attendre une réponse de cet élément sur les rendements. Autrement dit, on entend par niveau critique la concentration en éléments au dessus de laquelle l'application d'engrais ne donne plus d'augmentation de rendement rentable. Les valeurs se situant en dessous de cette courbe indiquent une nutrition phosphorée déficiente. Il en résulte qu'une même teneur en P, 0,2% par exemple, pourra correspondre à une nutrition phosphorée élevée si la teneur en N est de 2,5% ou à une carence en P si la teneur en N est de 3,5 %.

• L'efficacité agronomique relative (EAR) des différentes formulations par rapport au PNT et l'engrais de référence a été calculée suivant la formule préconisée par Englestad et al. 1974, Chien et Hammond, 1978.

Rendement** (culture avec fertilisant) – Rendement (témoin sans engrais)

RAE%* = $\frac{\text{Rendement (culture avec fertilisant)} - \text{Rendement (témoin sans engrais)}}{\text{Rendement (culture avec Complexe coton)} - \text{Rendement (témoin sans engrais)}} \times 100$

Quant aux indices de recouvrements des divers fertilisants, ils ont été calculés suivant la formule de Chien et Hammond (1978).

Observations

- Densité à la levée, à 28 jours après semis ;
- Densité à la récolte ;
- Dates à 50 % floraison ;
- Taille des plants à 60 jours ;
- Maladies foliaires ;
- Rendement en fanes (kg/parcelle ou en ha) ;
- Rendement en gousses (kg/parcelle ou en ha) ;
- Poids de 100 graines ;
- Rendement au décorticage en pourcentage ;
- Prélèvement de sol /pot après l'expérience.

• Analyses statistiques Toutes les analyses statistiques ont porté sur les données du rendement en gousses et en fanes d'arachide et des

analyses de corrélation entre les rendements obtenus et les paramètres de sol tels que le prélèvement de P par les racines, le P résiduaire du sol, le pH eau.

3. Résultats et discussions

Tableau II : Quelques propriétés physico-chimiques des parcelles d'expérimentation de Samé et de Kita avant l'expérimentation (Essai en pot de végétation)

Type de sols	Traitements	Sable %>0,05 mm	Limon fin 0,05-0,002	Argile %<0,002 mm	pH eau	% MO	p assi (ppm)	Azote % N
SAME	T1: Biosuper 5:1	92	4	4	6,4	0,36	8	0,02
	T2: Biosuper 5:2	88	8	2	6,3	0,77	8	0,03
	T3: Biosuper 5:1+2 t/ha FO	89	5	6	5,9	0,56	8	0,05
	T4: Biosuper 5:2+2 t/ha FO	91	4	5	6,2	0,54	7	0,03
	T5: Superphosphate simple	89	5	6	6,3	0,46	8	0,03
	T6: PNT pur	90	4	6	6,4	0,54	8	0,03
	T7: Témoin sans fertilisant	90	8	2	6,2	0,56	8	0,03
	Moyenne Samé	89,5	5,4	4,5	6,2	0,54	7,85	0,03
KITA	T1: Biosuper 5:1	89	9	2	6,1	0,37	5	0,02
	T2: Biosuper 5:2	91	5	4	6,3	0,42	6	0,03
	T3: Biosuper 5:1+2 t/ha FO	89	6	5	5,9	0,68	6	0,01
	T4: Biosuper 5:2+2 t/ha FO	88	7	5	5,8	0,84	6	0,01
	T5: Superphosphate simple	90	6	4	6,3	0,12	8	0,01
	T6: PNT pur	89	6	5	6,3	0,65	6	0,02
	T7: Témoin sans fertilisant	88	8	7	6,3	0,40	5	0,02
	Moyenne Kita	89,14	6,7	4,57	6,14	0,49	6,00	0,01

Tableau III : Quelques caractéristiques des biosurpers

Sources de phosphore	Phosphore total % (1)	Calcium total %	Dilution phosphore (2)	N total %
Biosupers 5:1	18,88	28,16	67,51	0,08
Biosuper 5:2	19,2	27,35	68	0,04
Biosuper 5:1 + 2 tonnes de FO	19,87	27,12	6,5	0,12
Biosuper 5:2 + 2 tonnes de FO	20,01	25,45	68,66	0,18
PNT pur	12,2	30,8	61,20	-

Les propriétés physico-chimiques du sol ont été déterminées (tableau II) et elles présentent une forte variabilité entre les parcelles et selon le type de sol. Au niveau de Samé, on note qu'on est en présence d'un sol sablonneux avec plus de 89,50% de sable et 5,4 de limon et 4,5% d'argile. À Kita, nous avons aussi un sol sableux (89,14%) avec une teneur en limon

3.1 Caractéristiques des sols de l'étude
Les résultats des analyses physiques et chimiques des sols sont présentés dans les tableaux II et III. Les deux sols sont originellement des sols acides. D'une manière générale, les deux sols présentent une carence en phosphore.

relativement plus élevée qu'à Samé. Nous savons que la texture du sol peut influencer son pouvoir alimentaire. Ainsi, sur un sol poreux, la diffusion de P est fonction de la teneur en argile. Le coefficient de diffusion de P augmente en même temps que la teneur en argile. Ceci voudrait dire qu'il faut davantage de phosphore dans les sols riches en argile.

En d'autres termes, dans les sols argileux la diffusion de P est moins importante que sur un sol sableux.

Concernant l'influence des caractéristiques minérales, dans les sols très riches en CaCO_3 , les phosphates se trouvent surtout sous forme d'apatite peu soluble. Quant à la teneur en matière organique et en P assimilable dans les différentes parcelles d'expérimentation, les niveaux enregistrés sont relativement faibles.

3.2 Test d'aptitude des sols à la transformation du soufre en acide sulfurique

En ce qui concerne le processus de transformation du soufre en acide sulfurique dans le sol (figures 1 et 2), cela est accompli par des bactéries du genre *Thiobacillus*. Les résultats obtenus sont présentés dans les figures 1 et 2. Le sol de Samé offre une meilleure transformation de l'élément soufre en acide sulfurique car la baisse de pH est nettement plus marquée. Ceci dénote une présence plus importante d'activités microbiennes provoquant l'oxydation que dans celui de Kita. En d'autres termes, cela veut dire que le sol de Samé est plus apte à transformer l'élément soufre en acide sulfurique.

Figure 1 : Test d'aptitude du sol de Kita à la transformation du soufre

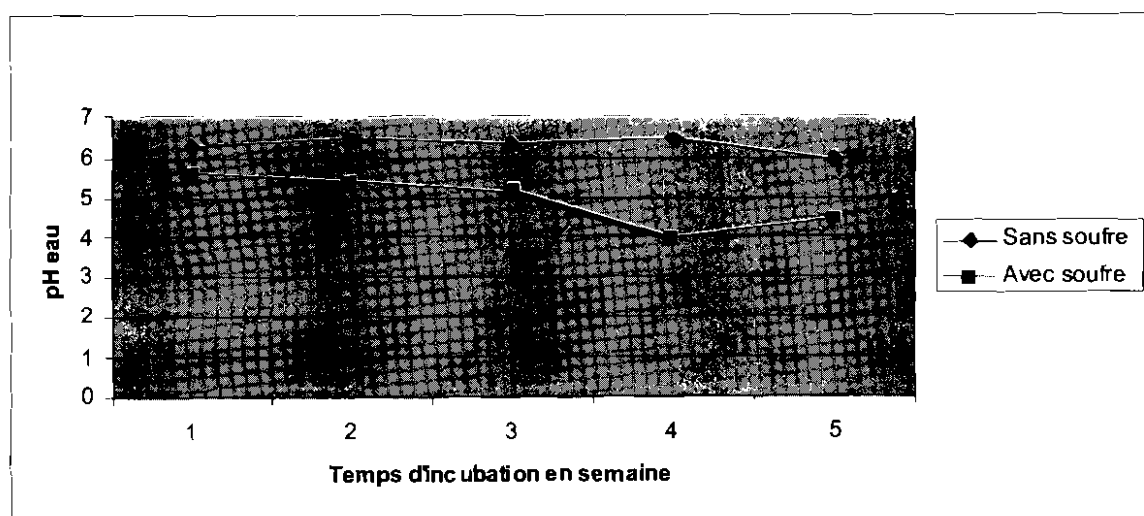
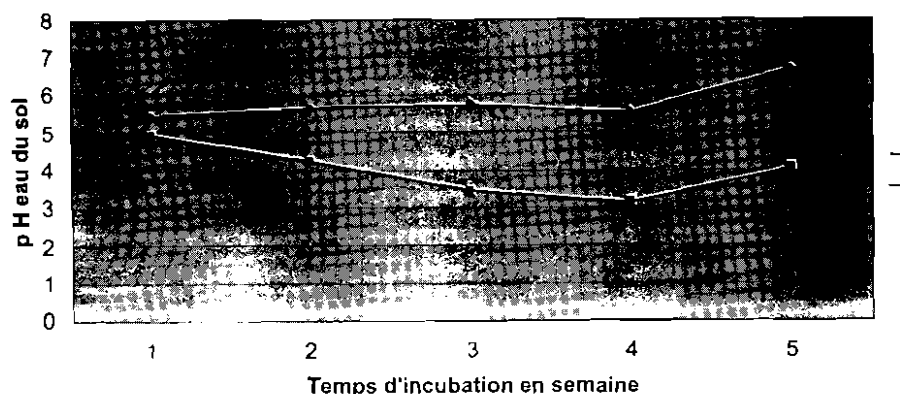


Figure 2: Test aptitude du sol (sol de Samé) à la transformation du soufre



3.3 Analyse de l'efficacité agronomique des différentes formulations

L'étude de l'efficacité agronomique a été basée sur l'effet des différentes formulations sur les paramètres de rendement gousses, fanes et nombre de gousses par plant ou par pot. Une analyse de variance a été réalisée. Les résultats d'analyse (tableau IV) ont mon-

tré une valeur de F calculée, hautement significative, au seuil de probabilité ($P < 0,0001$). Il existe également une différence hautement significative entre les deux sols de culture (Kita et Samé). Des interactions significatives sol*traitements sont observées. L'existence de ces interactions nous amène à procéder à une analyse des résultats séparés par sol.

Tableau IV : Effet des fertilisants sur la formation des gousses, le poids gousses et fanes /plant de l'arachide. Kita et Samé 2004.

N° Ord	Type sol	Traitements	Nombre Gousses/plant	Poids (g)	
				gousses	matière sèche
1	KITA	Biosuper 5:1	13bc	11b	10b
2		Biosuper 5:2	21a	16a	12a
3		Biosuper 5:1+2 t/ha FO	22a	17a	13a
4		Biosuper 5:2+2 t/ha FO	14b	11b	9ab
5		Complexe coton	14b	8c	7bc
6		PNT pur	11bc	7c	8b
7		Témoin (sans engrais)	10c	7c	6c
1		SAME	Biosuper 5:1	12bc	9c
2	Biosuper 5:2		16ab	12a	10ab
3	Biosup 5:1+2 t/ha FO		18a	14a	11a
4	Biosuper 5:2+2 t/ha FO		12bc	9bc	10ab
5	Complexe coton		13b	11ab	9b
6	S.EM		PNT pur	10c	7c
7		Témoin (sans engrais)	11bc	6c	4c
		Traitements	2,085	1,301	0,624
		Sol	1,327	0,716	0,209
C.V (%)		Interaction	3,035	1,848	0,843
		Traitements	14	12,8	4,5
		Sol	19,9	15,6	3,6
		Interaction	44,3	40	19,1
Signification		Traitements	S	HS	HS
		Sol	S	HS	HS
		Interaction	S	S	S

• Sur le sol de Kita

L'étude de l'efficacité agronomique a été basée

sur l'effet des différentes formulations sur les paramètres de rendement gousses, fanes, la formation des nodules.

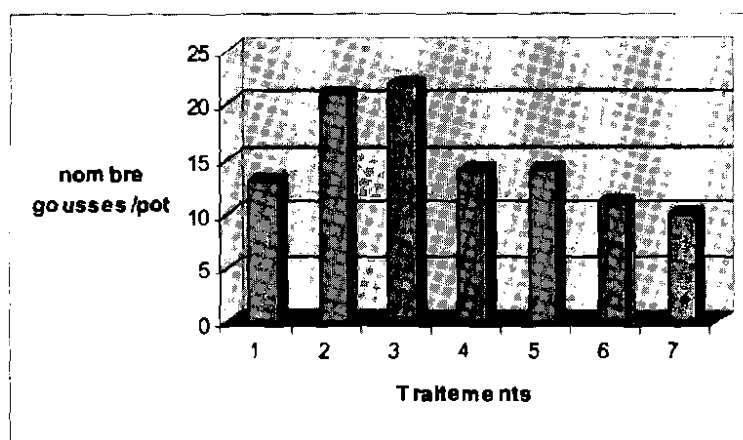
Tableau V : Effet des fertilisants sur la formation des gousses, le poids gousses et le poids fanes /plant de l'arachide. Kita 2004.

N° Ordre	Type de sol	Traitements	Nombre Gousses/ plant	Poids (g)	
				gousses	matière sèche
1	KITA	Biosuper 5:1	13bc	11b	10b
2		Biosuper 5:2	21a	16a	12a
3		Biosuper 5:1+2 t/ha FO	22a	17a	13a
4		Biosuper 5:2+2 t/ha FO	14b	11b	9ab
5		Complexe coton	15b	10c	7b
6		PNT pur	11bc	8c	7b
7		Témoin (sans engrais)	10c	7c	6b
CV %			14,27	12,71	11,82
Signification			HS	HS	S

• Nombre de gousses

Les données du tableau V ci-dessus montrent que les traitements 3 (biosuper 5 : 1 + 2 tonnes/hectare de fumure organique) et 2 (biosuper 5 :2) sont statistiquement équivalents en ce qui concerne le nombre de gousses formées et qu'il présentent aussi un poids gousses et fane relativement plus important. Cette tendance a été également remarquée au niveau des traitements : biosuper 5 : 2 +2 t/ha FO et le complexe coton, de même qu'entre le témoin et le PNT pur. Il est aussi important de noter l'existence d'une différence hautement significative entre les 3 groupes de fertilisants. D'une manière générale et à l'exception du complexe coton (engrais soluble), les biosupers ont présenté un effet plus marqué que les autres fertilisants appliqués. Il faut aussi souligner l'effet de l'ajout de la fumure organique sur la formation des gousses. Toutes les for-

mulations ont donné en poids et en nombre de gousses nettement supérieures au témoin sans engrais et la roche phosphatée, le PNT. Une analyse de variance a été réalisée et on a noté une grande variabilité en ce qui concerne le nombre de gousses formées par pot et par plant. Trois groupes de formulations se sont distingués nettement : le groupe composé des biosupers : 5:1+ 2 tonnes FO et 5:2 se démarque nettement des autres et celui constitué des formulations 5:2+2 t/ha FO, du Complexe coton et biosuper 5:1. Le troisième groupe comprend : PNT pur et le témoin sans engrais. Statistiquement, on a observé une différence hautement significative entre les trois groupes, bien qu'aucune variabilité n'ait été observée à l'intérieur du groupe. La formulation biosuper 5:1+ 2 tonnes FO s'est révélée être la plus performante avec 22 gousses par pot et par plant.



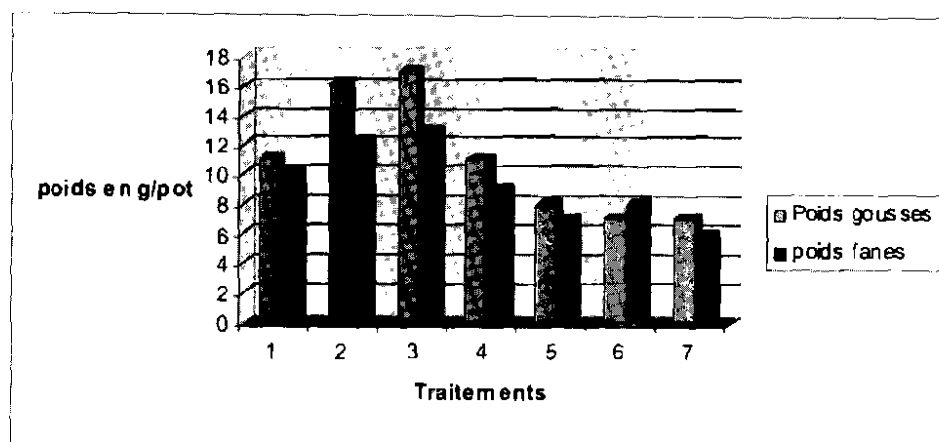
Légendes : 1 : Biosuper 5 :1 ; 2 : biosuper 5 : 2, 3 : biosuper 5 :1+ 2 tonnes FO ; 4 : biosup ; 5 : 2+2 t/ha FO ; 6 : Complexe coton ; 7 : PNT pur ; 7 : témoin sans engrais

Graphique 1 : Effet des formulations sur la formation des gousses. Kita.2004.

• Effet des formulations sur le poids gousses et fanes

Ici aussi, on a observé la même tendance avec le nombre de gousses formées et la matière sèche obtenue, c'est-à-dire un poids de fane et de gousses plus lourd avec les deux traitements (biosuper 5:1 + 2 tonnes/ FO) et 5:2, avec respectivement 17 g et 16g comme poids gousses et 13 g et 12g comme poids fanes. Il faut aussi souligner que le biosuper 5:2 +2 tonnes de FO/ha et le biosuper 5 :1 ont sensiblement eu les mêmes effets car, statistiquement, aucune différence ne s'est dégagée entre eux. Ils ont été suivis par les traitements : complexe coton, le PNT et le témoins sans engrais avec respectivement 10, 8 et 7 grammes comme poids gousses enregistrés. Au niveau du poids sec des fanes, on a obtenu deux groupes. Le premier groupe se composait des biosupers : Biosuper 5:1+2 t/ha FO,

Biosuper 5:2 et Biosuper 5:2+2 t/ha FO tableau 8. Le second groupe comprenait des traitements : Biosuper 5 :1, complexe coton, le PNT et le témoin sans engrais. Une analyse de variance a été réalisée qui a dégagé une différence significative entre les deux groupes. Ainsi, on a remarqué clairement que les deux biosupers (Biosuper 5:2 et Biosuper 5:1 + 2 t FO) étaient les plus performantes et avaient remarquablement contribué à la formation de la biomasse aérienne avec respectivement 13 et 12 g/pot) et le poids gousses, respectivement 17 et 16 g/pot. D'une manière générale, les formulations de biosuper ont été supérieures aux autres traitements en comparaison, et il faut reconnaître que l'ajout du fumier a sensiblement eu un effet notable sur les paramètres de rendement de la culture de l'arachide. Ainsi, le biosuper 5:1, à la dose normale de 72 kg de P₂O₅ à l'hectare, combiné à 2 tonnes de fumier présente un effet comparable aux biosupers simples.



Légendes : 1: Biosuper 5:1 ; 2: biosuper 5:2, 3 : biosuper 5:1+ 2 tonnes FO ; 4: biosup 5:2+2 t/ha FO ; 5: Complexe coton ; 6 : PNT pur ; 7 : témoin sans engrais.

Graphique 2 : Effet des formulations sur le poids gousses et fanes d'arachide à Kita (2004).

En conclusion, il faut noter le bon comportement du biosuper 5:1 + 2 tonnes de fumure organique par rapport aux autres formulations. Appliquée à la dose normale de 72 kg/ha, cette formulation a présenté un effet comparable aux engrais solubles commer-

ciaux, actuellement recommandés dans la culture de l'arachide.

• Sur le sol de samé

• Performances des formulations sur les paramètres de rendement mesurés à Samé (2004).

Tableau VI : Effet des fertilisants sur la formation des gousses, le poids gousses et le poids fanes /plant de l'arachide à Samé (2004)

Biosupers	Nombre gousses/plants/pot	Poids (g) gousses	Poids (g) fanés
Bio super 5:1	12bc	9c	8b
Bio super 5:2	16ab	12a	10ab
Biosup 5:1+2 t/ha FO	18a	14a	11a
Biosup 5:2+2 t/ha FO	12bc	9bc	10ab
Complexe coton	13b	11ab	9b
PNT pur	10c	7c	6bc
Témoin (sans engrais)	11bc	6c	4c
Signification	S	HS	HS

D'une manière générale, on a observé que le nombre de gousses obtenues par plant est relativement faible (tableau VI), en moyenne 14 gousses/plants. Les formulations telles que le biosuper 5 :1, biosuper 5 :2 + 2 t de FO, le PNT pur et le témoin n'ont présenté aucune différence significative statistiquement entre elles. Cependant, une différence significative, à hautement significative a été observée entre d'autres traitements tels que le Biosuper 5:1+2 t/ha FO, le Biosuper 5:2+2 t/ha FO, le

Complexe coton, le PNT pur et le témoin sans engrais. En ce qui concerne le poids gousses mesuré par plant, tout comme à Kita la formulation du biosuper 5:1+ 2 tonnes de fumure organique s'est révélée plus performante à Samé (tableau 11). Elle est suivie du biosuper 5 :2 et 5:2 + 2 tonnes plus de Fumure organique/ha. On n'a pas observé de différence entre l'engrais de référence (complexe coton) et les formulations contenant la fumure organique. Une fois de plus, on pourrait dire que

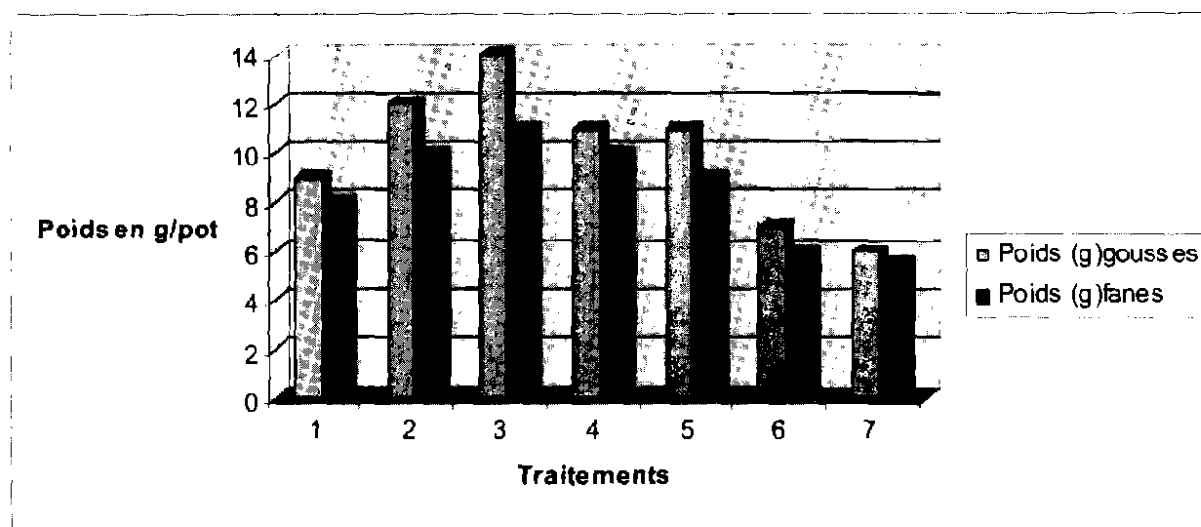
l'ajout de la fumure organique a contribué à améliorer les performances des biosupers.

• Poids gousses et fanes

Pratiquement, on remarque la même tendance qu'avec le nombre de gousses.

Le graphique 3 ci-dessous montre la supériorité du traitement 3 (formulation biosuper 5:1 + 2 tonnes de FO) par rapport aux autres. La même tendance est également remarquée en ce qui concerne la matière sèche, c'est-à-dire un poids de fane plus abondant.

Graphique 4 : Effets des formulations sur le poids gousses et le poids fanes d'arachide



Légende : 1 : Biosuper 5 : 1 ; 2 : biosuper 5 : 2, 3 : biosuper 5 : 1+ 2 tonnes FO ; 4 : biosuper ; 5 : 2+2 t/ha F ; 6 : PNT pur ; 7 : témoin sans engrais

Les résultats d'analyse de variance du nombre de gousses dénombrées par pot de végétation, de production de poids gousses et de matière sèche aérienne (fanés) (tableau VI et graphique 3) ont montré un effet significatif des différentes sources de phosphore. Les meilleures performances ont, toutefois, été obtenues dans le sol de Kita (tableau V).

Au niveau des deux sols, la formulation Biosuper 5:1 + 2 tonnes/ha de FO a été la plus performante avec respectivement 22 gousses plants/pot, 17 g et 13 g (poids gousses et fane) sur le sol Kita et 18, 14, 11 g sur sol de Samé (graphiques 1, 2 et 3). Par rapport au témoin, on a observé une nette amélioration des formulations avec la combinaison de la fumure organique et cela, au niveau des deux sols d'étude. Il faut cependant souligner que les formulations simples (sans ajout de Fumure organique) ont présenté des résultats acceptables. Le problème de l'efficacité comparée de

formes de sources de phosphore est pour l'utilisateur une grande préoccupation.

L'efficacité agronomique relative (EAR) des différentes formulations (traitements) par rapport au PNT a été calculée suivant la formule de Englestad et al. (1974) et Chien et Hammond, (1978)

Rendement** (culture avec fertilisant) – Rendement (témoin sans engrais)

$RAE\% = \frac{\text{Rendement (culture avec fertilisant)} - \text{Rendement (témoin sans engrais)}}{\text{Rendement (témoin sans engrais)}} \times 100$

Rendement (culture avec Complexe coton) – Rdt (témoin sans engrais)

* EAR % = Efficacité Agronomique relative

** Rdt = Rendement

L'efficacité agronomique des différents traitements par rapport au complexe coton a été calculée (tableau VII). Elle a varié de 20% pour la roche brute PNT à 160% pour la formulation biosuper 5:1 plus 2 tonnes de

fumure organique dans le sol de Samé. Au niveau du sol de Kita, nous obtenons une efficacité relative plus élevée, comprise entre 30% et 330% respectivement pour le phosphate Naturel PNT et le biosuper 5:1 plus 2 tonnes de fumure organique. Le bon comportement du biosuper fabriqué avec 5 parties de roche et 1 partie de soufre élémentaire plus 2 tonnes l'hectare par rapport aux autres formulations a été remarqué (tableau VII) avec une efficacité agronomique relative de 160% et 330% respectivement pour le sol de Samé et Kita. Des résultats similaires avaient été obtenus par McLean et Wheeler (1964), McLean et al, (1970), Mokwunye et Chien (1980) et

(Partidge 1980). Il y a lieu cependant de rappeler que leurs études ne comportaient pas la fumure organique comme catalyseur. Ces chercheurs avaient trouvé que le phosphore du biosuper était mieux prélevé par les plantes que celui des phosphates naturels partiellement acidulés avec l'acide sulfurique et l'acide phosphorique. Ceci explique le rôle important que joue la fumure organique dans la disponibilité du phosphore du PNT. Schofield et al. (1981) avaient également trouvé dans un essai en serre que le biosuper fabriqué avec des phosphates à très faible réactivité, de l'Île de Christmas, possédait une efficacité supérieure à celle du superphosphate simple.

Tableau VII : Indice d'efficacité agronomique relative des biosupers

Sources de phosphore	Sol de Samé %	Sol de Kita%
Biosuper 5:1	60	166
Biosuper 5:2	120	300
Biosuper 5:1+2 t/ha.FO	160	330
Biosuper 5:2+2 t/ha F O	60	160
Complexe coton	100	100
PNT pur	20	30

3. 4 Prélèvements de Phosphore (P) par l'arachide

L'analyse de variance des différents prélèvements aériens a montré une différence hautement significative entre les fertilisants appliquée au niveau des deux sols. En terme d'exportation du P par la culture de l'arachide, on a observé une grande efficacité du complexe coton soluble avec un taux de prélèvement assez important (0.28% et 0.24% respectivement sur le sol de Samé et Kita), suivis des formulations de biosuper 5:1 + 2 tonnes de FO (0.27 et 0.40%), biosuper 5:2 + 2 tonnes/ha

de fumure organique (0.24 – 0.22%), tableau 13 ci-dessous. Tout comme pour le poids gousses, le sol de Samé offre les meilleures conditions de prélèvement du P par l'arachide. Le prélèvement maximal fut obtenu par l'engrais minéral (graphique 5), le complexe coton utilisé comme témoin de référence. Pour les autres formulations, on a remarqué tout de même que le prélèvement du phosphore (P) a été fortement amélioré par rapport au témoin sans phosphore et au Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT).

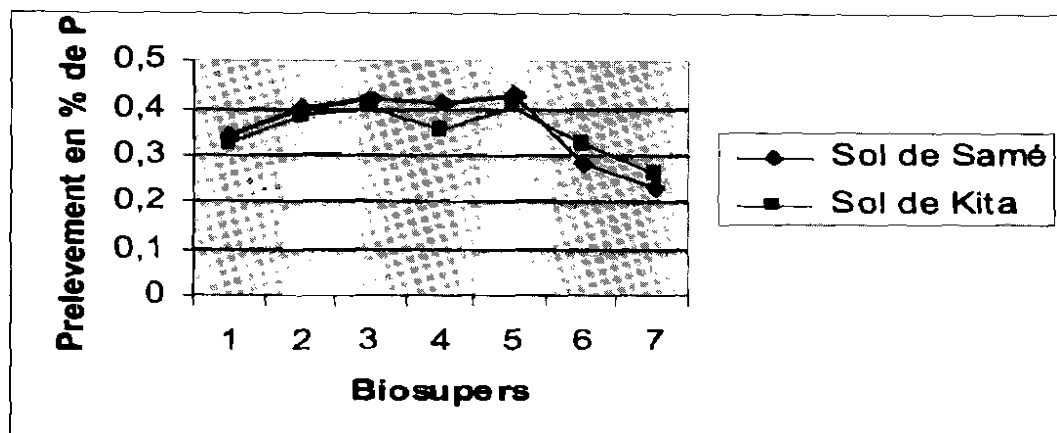
Tableau VIII : P total prélevé par l'arachide influencé par l'application des formulations fertilisantes

Sources de Phosphore	P% prélevé	
	Sol de Samé	Sol de Kita
T1: Biosuper 5:1	0,34bc	0,32b
T2: Biosuper 5:2	0,40b	0,38ab
T3: Biosuper 5:1+2 t/ha FO	0,42a	0,40a
T4: Biosuper 5:2+2 t/ha FO	0,41b	0,35b
T5: Complexe coton	0,43a	0,40a
T6: PNT pur	0,28c	0,32b
T7: Témoin sans fertilisant	0,23c	0,26c
CV%	12,17	13,14
Signification	HS	HS
Contrastes (Valeurs de F)	(Valeurs de F)	
Biosuper 5:1 VS Biosu 5:2	40,32**	36,21**
Biosuper 5:1 VS PNT	93,05***	123,07***
Complexe coton VS Biosuper 5:1 Complexe	110,42***	1,87NS
Coton VS Biosuper 5:2	382*	147,45***
Complexe coton VS PNT	165,47***	84,60***
Complexe VS Bios 5:1 + 2 t FO Complexe Cot VS	112,08***	1,47NS
Bios 5:2 + 2 t FO	1,09NS	67,81**
Biosuper 5:2 VS PNT	72,15**	

Des contrastes orthogonaux (tableau VIII) ont été effectués avec les données de P prélevé au niveau des deux sols pour les différents fertilisants. La valeur de F calculée pour le contraste Biosuper 5:1 VS Biosuper 5:2 a montré des effets significatifs au seuil de probabilité de 0.0001 avec un F de 40.32** et 36.21** respectivement au niveau des deux sols. Ceci signifie qu'il a existé une différence significative entre les deux niveaux d'incorporation de soufre dans la préparation des biosupers. Une autre observation a porté sur le prélèvement du phosphore (P) par l'arachide. Ce prélèvement a semblé être du même ordre de grandeur au niveau des formulations des

biosupers 5:1 (cinq parts de PNT pour 1 part de soufre élémentaire) et le biosuper 5:2 (5 parts pour 2 parts) et les valeurs F calculées tableau VIII sont respectivement de 93.05*** et 88.62*** présentant également des effets significatifs au niveau des 2 types de sols. À l'exception des formulations : Complexe Coton vs Biosuper 5:2 et Complexe Coton vs Bios 5:2 + 2 t FO qui ne montrent aucune différence significative, tous les autres contrastes ont présenté des valeurs de F significatives, ce qui veut dire que la formulation biosuper 5:2 avec ajout de 2 tonnes de fumier a présenté une efficacité similaire à celle de l'engrais industriel, le complexe coton.

Figure 3 : Prélèvement de P sous l'effet de l'application des biosupers



Légendes : 1 : Biosuper 5 : 1 ; 2 : biosuper 5 : 2, 3 : biosuper 5 : 1+ 2 tonnes FO ; 4 : biosup ; 5 : 2+2 t/ha FO ; 5 : Complexe coton ; 6 : PNT pur ; 7 : témoin sans engrais.

3.5 Indices de recouvrement des diverses formulations

Les indices de recouvrements des divers fertilisants ont été calculés suivant la formule de Chien et Hammond (1978).

Indice de Recouvrement de P en% =

$$\frac{(P \text{ prélevé par culture avec engrais}) - (P \text{ par témoin sans engrais})}{P \text{ total ajouté}} \times 100$$

Dans la détermination de l'efficacité agronomique des différentes sources de fertilisants par rapport au complexe coton, la formulation biosuper 5:2 avait aussi démontré une bonne performance par rapport aux autres. Cette efficacité s'expliquerait en partie par sa haute

réactivité en présence du soufre (Khasawneh et Doll, 1978). La réponse de l'arachide à ce type de fertilisant a dénoté une fois de plus que le mélange soufre-phosphate naturel améliore sans doute le degré de solubilité donc l'assimilabilité de ces fertilisants par la culture.

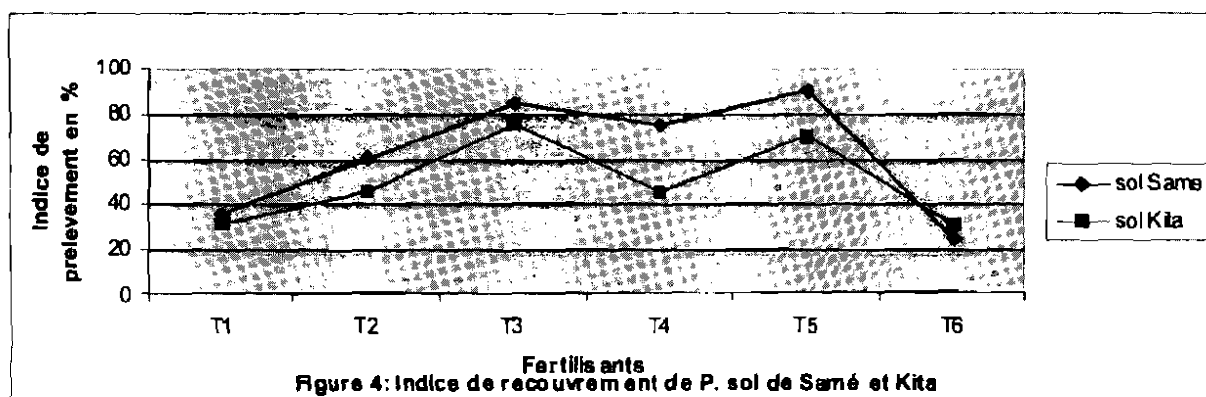


Figure 4: Indice de recouvrement de P. sol de Samé et Kita

Légendes : 1 : Biosuper 5 : 1 ; 2 : biosuper 5 : 2, 3 : biosuper 5 : 1+ 2 tonnes FO ; 4 : biosup 5 : 2+2 t/ha FO ; 5 : Complexe coton ; 6 : PNT pur ; 7 : témoin sans engrais

Les indices de recouvrement du P des fertilisants, figure 4 ont varié de 25% pour la roche mère PNT à 90% pour le complexe coton très soluble dans le sol sableux de Samé et de 30 à 70% dans celui de Kita. Les meilleurs recouvrements de P dans le sol de Kita ont été obtenus par le biosuper 5:2 et complexe Coton. Tout comme dans le sol de Samé, les deux formulations biosuper 5:2 et le complexe coton ont possédé un potentiel de recouvrement plus élevé que les autres fertilisants en compétition quel que soit le type de sol (figure 4). Les rendements obtenus en matière sèche avaient également montré le bon comportement du biosuper 5:2 dans les 2 sols.

En terme d'exportation de P par la culture de l'arachide, on note une plus grande performance de l'engrais minéral, (le complexe coton) avec 23% de recouvrement. Ceci s'explique par le phénomène de dilution du P, plus important chez cet engrais et par conséquent une production plus élevée de matière sèche et de gousses.

3.6 Étude des paramètres mesurés à la fin de l'expérience

À la fin de l'expérience, certains paramètres de sol et de plante ont été mesurés. Il s'agit, entre autres, du prélèvement de P par les racines, le P résiduaire du sol et du pH eau. L'analyse de variance de ces divers paramètres a montré des valeurs de F calculées hautement significatives à significatives au seuil de probabilité de $P < 0.0001$. Une interaction significative sol*traitements au niveau de chaque paramètre analysé a été observée à l'exception du prélèvement du P par les racines. Il y'a donc une différence significative entre les deux sols, ce

qui conduit à procéder aux analyses de variance par sol.

D'une manière générale, les résultats des deux tableaux 14 et 15 ont montré clairement qu'en ce qui concerne le poids racinaire, on a remarqué que les meilleures performances des différents fertilisants ont été obtenues avec le sol de Kita. Ce qui est aussi intéressant à observer est que entre les traitements, les mêmes tendances ont été notées : c'est toujours le traitement Biosuper 5:1 + 2 tonnes hectare de fumure organique qui s'est classé en tête avec un poids racinaire important, 10 g/pot et 9 g/pot respectivement sur sol de Kita et celui de Samé. On observe que le développement racinaire (biomasse racinaire) a été plus important (8.42 g/pot) dans le sol de Kita que celui de Samé (4.75 g/pot). Ainsi, les différents prélèvements de phosphore par les racines ont été aussi élevés. Les meilleures performances des diverses formulations sur le sol de Kita pourraient certainement s'expliquer par le pH plus acide de ce sol. En ce qui concerne le P résiduel, le phosphate naturel a montré une accumulation plus élevée par rapport aux autres traitements au niveau des deux sols en raison de sa faible disponibilité (solubilité) pour la culture.

Quant à l'acidité des sols, mesurée en fin d'expérience dans chaque pot, elle a varié très significativement dans les deux sols (tableaux 14 et 15). Le sol de Kita est relativement un peu plus acide que celui de Samé. D'une manière générale, on a observé une tendance à la baisse plus marquée du pH au niveau des biosupers, expliquant ainsi le rôle de l'activité des microorganismes dans le sol quant à la transformation du soufre en acide sulfurique.

Tableau IX : Influence des traitements sur les paramètres de sol et de plante mesurée à la fin de l'expérience dans le sol de Samé, 2004.

Traitements	Poids racines (g/pot)	Rdt Gousse (g)	P% Graine	P% dans racines	P% Foliaire	P Résiduel ppm	pH eau	Prélè totaux
T1: Bios 5:1	7ab	9b	2,5a	0,21c	0,30c	5,18b	5,3b	2,86b
T2: Bios 5:2	8a	12a	2,42a	0,22c	0,40a	5,83b	5,1b	3,04b
T3 : Bios 5:1+ 2 t/ha FO	9a	11a	2,5a	0,1a	0,37ab	5,35b	6,2a	3,13a
T4: Bios5:2+2 t/ha FO	4,5b	9b	2,4a	0,1a	0,38ab	5,38b	5,2b	3,13a
T5: Complexe coton	5b	11a	2,1a	0,3a	0,41a	5,31b	5,1b	3,15a
T6: PNT pur	3,5c	7c	1,5b	0,5b	0,28c	6,22a	6,2a	2,48b
T7: Témoin	2,75d	6c	1,2b	0,0c	0,23cd	5,12b	6,3a	1,91c
Moyenne	4,75	9	2,19	0,26	0,34	5,48	5,58	0,62
CV %	13,27	1,23	10,32	10,1	14,07	13,12	11,23	15,01
Signication	HS	S	S	S	HS	S	S	HS

Tableau X : Influence des traitements sur les paramètres de sol et de plante mesurée à la fin l'expérience dans le sol de Kita, 2004.

Traitements	Pds racine (g/pt)	Rdt Gou (g)	P en % graine	P en % prél par racines	P% préle foliaire	P Résid (ppm)	pH eau après récolte	Prélev totaux P %
T1: Biosuper 5:1	8b	11b	2,45a	0,23b	0,32c	3,56c	4,7c	3,00b
T2: Biosuper 5:2	10a	16a	2,52a	0,26b	0,38a	4,37b	4,4c	3,16b
T3: Biosuper 5:1+2 t/ha FO	10a	7c	2,55a	0,31a	0,40a	4,37b	5,2b	3,26a
T4: Biosuper 5:2+2 t/ha FO	9b	11b	2,65a	0,25b	0,35b	4,51b	5,3b	3,25a
T5: Complexe coton	8b	8c	2,70a	0,21b	0,40a	3,65c	5,3b	3,31a
T6: PNT pur	7c	7c	1,62b	0,18c	0,32c	5,84a	5,6a	2,12c
T7: Témoin 0	7c	7c	1,44b	0,15c	0,26d	5,63a	5,8a	1,85c
Moyenne	8,42	9,85	2,27	0,18	0,34	4,56	5,18	0,57
CV	9,24	10,23	7,24	8,52	13,14	7,10	8,12	7,17
Signification	HS	HS	S	S	HS	HS	S	HS

3.7 Relation entre le rendement gosses et les autres paramètres mesurés

En plus du rendement (Rdt), le prélèvement en P foliaire (Pf) de l'arachide et d'autres paramètres tels que le poids racinaire (PDR) et de son contenu en P (PRS), le P résiduel (PRESID), le pH eau du sol à la fin de l'expérience ont été évalués. Tous ces paramètres ont contribué potentiellement à l'explication du rendement.

L'objectif est de rechercher les variables qui

ont été les plus fortement reliées (corrélées) au paramètre rendement et de les ranger par ordre d'importance. La procédure Stepwise a été utilisée à cet effet. Cette analyse consiste à exécuter progressivement et pas à pas la meilleure variable indépendante selon le critère du R^2 maximum ou du F maximum.

Avant la sélection du modèle approprié, une étude de corrélation entre la variable dépendante (rendement) et les variables indépendantes a été effectuée.

Tableau XI : Matrice de corrélation entre le rendement de l'arachide et les variables explicatives dans les sols de Samé et de Kita, 2004.

Traitements	Rendement gosses	P Foliaire (Pf)	Poids sec racinaire	P Racines	P Résiduel	pH
Rendement (Rdt)	1,00					
P Foliaire (Pf)	0,477**	1,00				
Poids racine (PDRS)	0,888***	0,315**	1,00			
P résiduel (PRESID)	- 0,324**	0,211*	-0,383**	0,469***	1,00	
pH eau	- 0,577***	- 0,475***	- 0,503***	-0,141 NS	0,228*	1,00

Le tableau de la matrice de corrélation entre la variable dépendante rendement (Rdt) et les variables indépendantes : (P foliaire, poids sec des racines, P racines, P résiduel et pH) a montré des corrélations significatives entre le P racinaire et le P prélevé par la culture de l'arachide (Pf) durant sa phase végétative avec $r = 0.315$), et le pH du sol en fin d'expérience et le poids racinaire (PDRS) avec $r = 0.503$.

D'autres variables, telles que le P résiduel et le P racinaire d'une part et le pH et le P prélevé d'autre part, étaient faiblement corrélées avec $r = 0.47$ et 0.48 respectivement. Nous avons remarqué que le contenu en P de la masse racinaire de l'arachide joue un rôle important dans le prélèvement du phosphore et donc sur le rendement Barley (1970) et Andrews et Newman (1970) dans leur étude sur le rôle des racines dans le prélèvement du phosphore avaient démontré le même phénomène.

On a aussi noté que le pH du sol en fin d'expérience était négativement corrélé au rendement en raison sûrement de l'acidité plus élevée du sol de Kita.

La sélection des prédicteurs incluant toutes les variables à l'exception des variables contenu en P des racines et P résiduel était représentée dans le modèle tableau 17 au seuil de probabilité $p < 0.01$. La variable poids racine, paraît être la variable la plus importante dans le modèle avec un carré de corrélation semi partielle SR^2 de 0.35^{**} . Ceci s'est confirmé avec les résultats obtenus par la procédure de sélection stepwise (tableau 14) où la contribution de la variable poids racinaire a été la plus significative. L'équation de régression multiple est de la forme suivante :

$Rdt = -0.0363 + 0.033Pf + 0.694 PDRS$ avec un R^2 de 0.83 ou PDRS est le poids racinaire et le Pf est le P foliaire.

Tableau XII : Sélection des variables par la procédure stepwise parmi toutes les variables indépendantes

Variables	Rdt gousses	P Folia (Pf) %	Poids racinaire	P % Racine	P% Résiduel	pH	α	β	SR*
Rendement (Rendt)	1,00								
P Foliaire (Pf)	0,477***	1,00					0,284	0,205	0,023
Poids sec racine (PDSR)	0,888***	0,315**	1,00				0,640	0,755	0,347**
P racines (PRS)	0,196*	0,553**	0,114 NS	1,00			0,012	0,016	0,0001NS
Présiduel (PRESID)	-0,324***	0,211*	-0,383***	0,469***	1,00		-0,060	0,066	0,002 NS
pH eau	-0,577***	0,475**	-0,503***	-0,141	0,228*	1,00	-0,031	-0,082	0,004 NS

Moyenne = 1,026 Origine = 0,306 R² = 0,84 R² ajusté = 0,83*** : significatif au seuil de probabilité $p < 0,01$ et $0,05$, respectivement,

NS : non significatif

* : coefficient de régression

, : Coefficient de standardisé

SR² : Carré de corrélation semi partielle

4. Discussion

Les résultats des expérimentations ont montré que l'acidité et le contenu du sol en carbone organique ont été des facteurs déterminants dans la disponibilité du phosphore des phosphates Naturels au niveau des deux sols d'étude. À Kita tout comme à Samé, de toutes les formulations utilisées en pots de végétation, c'est la formulation (Biosuper 5 : 1 + 2 t/ha de fumier) qui a offert le meilleur rendement avec un rendement de 2115 kg/ha d'arachide gousses et 2724 kg/ha de fanes. Elle a été suivie de la formulation Biosuper 5 : 2 plus 2 t de Fumure organique avec 1675 kg/ha d'arachide gousses. L'engrais chimique de référence, le complexe coton a produit 2012 kg/ha de gousses. L'ajout du fumier a considérablement contribué à l'augmentation du rendement. L'efficacité agronomique elle, a varié de 20% pour la roche brute PNT à 160% pour la formulation biosuper 5:1 plus 2 tonnes de fumure organique dans le sol de Samé. Au niveau du sol de Kita, nous avons obtenu une

efficacité relative plus élevée, comprise entre 30% et 330% respectivement pour le phosphate Naturel PNT et le biosuper 5:1 plus 2 tonnes de fumure organique. Le bon comportement de ce biosuper fabriqué avec 5 parties de roche et 1 partie de soufre élémentaire plus 2 tonnes l'hectare par rapport aux autres formulations a été constaté avec une efficacité agronomique relative de 160% et 330% respectivement sur le sol de Samé et Kita. Des résultats similaires avaient été obtenus par McLean et Wheeler (1964), McLean et al., (1970), Mokwunye et Chien (1980) et Partidge (1980). L'efficacité de ces biosupers comparée, à la valeur fertilisante des sources naturelles non activées, a montré l'importance que joue le soufre dans l'activation de ces roches broyées. Des contrastes orthogonaux ont été effectués avec les données de P prélevé au niveau des deux sols pour les différents fertilisants. La valeur de F calculée pour le contraste Biosuper 5 : 1 VS Biosuper 5 : 2 a montré des effets significatifs au seuil de probabilité de 0,0001 avec un F de 40,32** et

36,21** respectivement au niveau des deux sols. D'où l'existence d'une différence significative entre les deux niveaux d'incorporation de soufre dans la préparation des biosupers. Une autre observation porte sur le prélèvement du phosphore (P) par l'arachide. Le prélèvement du phosphore a semblé être du même ordre de grandeur au niveau des formulations des biosupers 5 : 1 (cinq parts de PNT pour 1 part de soufre élémentaire) et le biosuper 5 : 2 (5 parts pour 2 parts) et les valeurs F calculées tableau VIII respectivement 93.05*** et 88.62*** ont indiqué également des effets significatifs au niveau des 2 types de sols. À l'exception des formulations : Complexe Coton vs Biosuper 5 : 2 et Complexe Coton vs Bios 5 : 2 + 2 t FO qui n'ont montré aucune différence significative, tous les autres contrastes présentent des valeurs de F significatives ce qui veut dire que la formulation biosuper 5 : 2 avec ajout de 2 tonnes de fumier présente une efficacité similaire à celle de l'engrais industriel, le complexe coton.

Les indices de recouvrement du P des fertilisants (figure 5) ont varié de 25% pour la roche mère PNT à 90% pour le complexe coton très soluble dans le sol sableux de Samé et de 30 à 70% dans le sol de Kita. Les meilleurs recouvrements de P dans le sol de Kita ont été obtenus par le biosuper 5:2 et complexe Coton. Tout comme dans le sol de Samé, les deux formulations biosuper 5:2 et le complexe coton possèdent un potentiel de recouvrement plus élevé que les autres fertilisants quel que soit le type de sol.

La contribution comparée de certains paramètres physico-chimiques du sol et de plante à l'explication du rendement de l'arachide a permis d'établir des corrélations positives entre le poids racinaire, le P prélevé et le rendement. Le pH du sol en fin d'expérience était négativement corrélé au rendement. La même tendance a été observée avec l'approche de sélection des prédicateurs où le poids racinaire, le P prélevé et le pH du sol à la fin de l'essai étaient les plus importants dans le modèle et contribuaient significativement à

l'augmentation du rendement. L'apport de ce biosuper a augmenté le rendement de l'arachide de l'ordre de 52% par rapport au témoin sans engrais. L'action des biosupers a varié considérablement selon le pH et la teneur en matière organique. L'évaluation relationnelle des différents paramètres analysés par approche factorielle a permis de clarifier la matrice de saturation après la rotation varimax. Ainsi, au niveau des deux facteurs retenus, les variables pH, P assimilable du sol, matière organique (MO), ont été les principaux éléments déterminants de l'amélioration du rendement.

5. Conclusion.

Différentes formulations de fertilisants à base de phosphate Naturel de Tilemsi ont été fabriquées et étudiées dans l'optique de leur application en Agriculture. Des résultats obtenus de ces différentes expérimentations conduites en pots sur l'action des biosupers sur la disponibilité du P des phosphates, il est résulté que l'acidité et le contenu du sol en carbone organique sont des facteurs déterminants dans la disponibilité du phosphore des phosphates Naturels au niveau des deux sols d'étude. L'efficacité de ces biosupers, comparée à la valeur fertilisante des sources naturelles non activées a montré l'importance que joue le soufre dans l'activation de cette roche broyée. La contribution de certains paramètres physico-chimiques du sol et de la plante a été démontrée et a permis d'établir des corrélations positives entre le poids racinaire, le P prélevé et le rendement. Le pH du sol en fin d'expérience était négativement corrélé au rendement. L'étude a montré que le biosuper pourrait être avantageusement substitué à certains minéraux solubles. Il est possible que la technologie d'utilisation de ce biogéo-fertilisant trouve sa place dans les pays en voie de développement, en raison de la simplicité de sa fabrication adaptée à leurs besoins.

REFERENCES

- ANDREWS, R.E. et I. NEWMAN, 1970. Toot density and competition for nutrients. *Oecol. Plant.* 5:319-334.
- BARLAYS, K.P. 1970. The confirmation of root system in relation to nutrient uptake. *Adv. AGRON.* 27:159-201.
- BOUYOUCOS. 1936. Méthodologie de détermination de l'analyse granulométrique de sol.
- CHIEN, SH. HAMMOND, L. 1978. Dissolution of north Carolina Phosphate Rock in Acid. *Oolombian Soil Properties "Soil Sci.Soc.Am. J.* 44:1267-1271.
- CHIEN. (1982) ET BARROW (1983). Effet of the temperature on Phosphate Sorption and Description in two Acid Soil *Sci.* 133 :160-166.
- ENGLESTAD.O.P. JUGSUJINDA., A. DE DATTA,SK. 1974. Reponse by flooded rice to phosphate rocks varying in citrate solubility. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38:524 529.
- IER/DRA.1981. Rapport de la campagne. SRCVO Projet SAFGRAD au Mali. Bamako.Mali
- IFDC, 1989. Final summury report to IFDC, Phosphate Fertilizers (IFDC/West Africa Projet). Document non publié, IFDC, Muscle Shoals, Al., U.S.A.
- JENNY F., 1973. Expérimentation agronomique sur les phosphates naturels de Tilemsi (Mali) en conditions de cultures sèche. *Agron. Trop.* pp. 1070 78.
- MCLEAN, E.O. LOGAN, (T.J. EVAN,L. MUL- LER.F.B.1970). Sources of phophorus for plant grown in Soil of differing phosphorus fixation tendencies. *Soil Sci. Soc. Proc.* 34: 907-911.
- MCLEAN, E.O. R. WHEELERW (1964). Partialy acidulated rock phosphate as a source of phosphorus to plants. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28: 545-550.
- MEHLECH, A. 1984. Meglich 3. Soil test extratant. A modification of Mehlich 2 extrac- tant. *Commun. Soil Sci.Plant Anal.* 15 (12); 1409-1416.
- MOKWUNYE, A.U., CHIEN, S.H. 1980. Reactions of partially acidulated phosphate rock with soil from the trpics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 477-492.
- N'TARLA. 1990. Exposé des résultats et pre- mière conclusion de l'expérimentation menée Durant la campagne 1989. Cellule agronomie et expérimentation extérieure. Station de N'Tarla. IER/DRA/SRCFJ. Bamako.Mali
- Rajan, S.S.S. EDGE, E.A. 1980. Dissolution of granulated low grade phosphate rocks, phos- phate rocks/sulphur (biosuper), and super- phosphate in soil. *New Zealand J. Agric. Res.* 23:451 456.
- RAJAN S.S.S., 1982. Effect of phosphate Rock reactivity and granular size on the performance. New Deli, India: 9-89.
- RAJAN S.S.S., 1981. Use of lov grade phos- phate Rock as biosuper fertilizer. *Fert. Res.* 2:199- 209.
- SAMAKE, F. 1987. Contribution à la valorisa- tion du PHOSPHATE Naturel de Tilemsi (Mali) par l'action des acides minéraux et de composés humifiés. Thèse présentée à l'Institut National Polytechnique de Lorraine en vue de l'obtention du grade de docteur ingénieur. France.
- SAS INSTITUTE INC.1985. SAS/STATIM USER'S. Release edition. 6.03. Cary, NC.
- SCHOFIELD,P.E., P. M. GREGG and J.K. SYRES.1981. Biosuper as phosphate fertilizer: a glasshaouse evaluation. *N.Z. J. Exp. Agric.* 9- 63-67.
- SCHOFIELD, H.E., O. MCLEEN et P.

F.PRATT.1961.Buffer methods for determining lime requirement of soil with appreciable amounts of extractable aluminium. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25:274-277.

SWABY,R.J. 1975. BIOSUPER BIOLOGICAL SUPERPHOSPHATE. P. 2136220 dans Roclachlan K.D. (Ed). Sulphur in Australasian Agriculture. Sydriey University Press.

THIBOUT, F.; C.C. et PICHOT. J.1978.

L'utilisation des PNT au Mali. Synthèse des résultats de la recherche agronomique sur les cultures vivrières et oléagineuses. IER/DRA.Bamako. Mali. IRAT Montpellier (France).

VITOLINS, M.I et R.J SWABY. 1968. Activity of sulphur oxydizing microorganisms in somme Australian soils. Austr. J. Res. 7 :171-83.



Genre et accès aux facteurs de production pour l'adoption des extraits aqueux de neem (*Azadirachta indica*) au Bénin

Gender and production factors access for the adoption of neem's (*Azadirachta indica*) aqueous extracts in Benin

Djinadou K. A.¹, O. N. Coulibaly², V. A. Agbo³ et A. A. Adégbidi⁴

1. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 B.P.884, Cotonou, Bénin.

2. Institut International d'Agriculture Tropicale, 08BP0932, Cotonou, Bénin and Lambourn & Co., Carolyn House, 26 Dingwall Road, Croydon CR9 3EE, United Kingdom.

3. et 4. : Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin.

Résumé

Cette étude applique l'approche genre et l'analyse économétrique Probit pour déterminer les facteurs socio-économiques affectant l'adoption des extraits aqueux de neem (*Azadirachta indica*) pour le contrôle phytosanitaire du niébé au sud-ouest du Bénin. L'analyse genre porte essentiellement sur l'accès différencié des membres du ménage (unité de production agricole) aux facteurs de production (terre, capital, main d'œuvre, connaissances, information) pour l'adoption des extraits aqueux contre les insectes du niébé au champ. Les résultats de l'analyse économétrique montrent que, parmi les facteurs genre qui influencent la probabilité d'utilisation des extraits aqueux de neem, le statut de la femme ou de l'homme dans le ménage (chef de ménage) est le plus significatif. Au niveau des facteurs de production, l'accès à l'information augmente la probabilité d'adoption des extraits de neem sans différenciation de genre tandis que l'accès au capital au niveau des femmes favorise plutôt la demande pour les pesticides chimiques dispo-

nibles, pour utiliser à la place des extraits aqueux. L'étude conclut que l'adoption des extraits aqueux est neutre par rapport au genre per se, et la disponibilité des extraits sous une forme directement utilisable ainsi que l'accès à l'information seraient des facteurs clés pour favoriser l'adoption des extraits aqueux comme substituts aux pesticides chimiques toxiques.

Mots-clés: Genre, adoption, niébé, extraits aqueux, neem, Bénin.

Abstract

This study applies gender approach and econometrics analysis to assess the factors likely to affect the adoption of neem (*Azadirachta indica*) aqueous extracts for cowpea pest control in south-west region of Benin. The gender approach in this study is mainly the inequity in production factors' access of (land, capital, labour, knowledge and information) of farm household members. Farm level surveys were carried out with men and women. An econometrics Probit model has been used to determine key factors likely to affect the

probability of adoption of neem extracts and to rank them according to their significance level. The results show that among independent variables linked to gender, woman or man's status as head of household is important for adopting plant extract. Among the factors of production, access to information is an incentive for the adoption of neem aqueous extract without any difference according to gender. Women's access to financial capital decreases the use of aqueous extracts' adoption and rather encourages the ready to use chemical pesticides. The study concludes that the adoption of aqueous extracts is favoured by readiness to use and access to information on the process and benefits of plant extracts as substitutes to toxic chemical pesticides.

Key-words: Gender, adoption, innovations, cowpea, neem aqueous extracts, Benin.

1. Introduction

Compte tenu du rôle crucial que jouent les femmes dans le développement rural, prendre en compte la dimension genre dans l'allocation et l'accès aux ressources devient une nécessité. Les approches participatives et intégrant le genre pour la sécurité alimentaire, la création des revenus et le développement durable sont développées et promues par les organismes internationaux de développement tels que la Banque Mondiale, la FAO, le PNUD, le FIDA et les Fondations telles que Rockefeller, Ford et Gates, de même que les structures publiques et soutenues par la société civile. Cette tendance, amorcée depuis les années 1980, évolue et est reflétée dans les stratégies, programmes et projets exécutés par les Centres Internationaux de Recherche Agricole du Groupe Consultatif de Recherche Agricole Internationale (GCRAI). Ces derniers sont tenus d'incorporer l'approche Genre dans les méthodologies de recherche et de développement participatif des innovations. Les critères pertinents les plus utilisés pour refléter la dimension genre sont l'équité dans l'accès aux facteurs et résultats de production (y inclus les revenus), la participation dans la gouvernance locale, la prise et l'exécution des décisions au

sein des ménages et la réduction de la fracture entre les couches socio-économiques pour la réduction de la pauvreté.

Selon la FAO (2003) et le CTA (2004), le genre est un facteur discriminatoire d'accès aux technologies. De même, le développement des innovations et les mécanismes de diffusion tiennent rarement compte des différences liées au genre.

Le concept genre fait référence aux rôles et aux responsabilités dévolus aux hommes et aux femmes qui sont façonnés au sein de nos familles, de nos sociétés et de nos cultures (Sow, 2001 ; CTA, 2004). Ces notions s'acquièrent par l'apprentissage et peuvent varier dans le temps, dans l'espace et selon les cultures. Cependant, le genre n'est pas la promotion des femmes. Il s'agit d'un concept d'analyse sociale et économique qui prend en compte la société dans sa diversité pour son fonctionnement efficient et son évolution (Hoffman, 2004). Le genre s'intègre dans l'histoire sociale, entendue comme l'histoire complète des sociétés, impliquant toutes ses composantes et ses facteurs réactifs (Afard, 2003 ; Marrekchi, 2001). Il se focalise sur les relations entre les hommes et les femmes, entre les générations, entre les classes socioprofessionnelles, soulignant leurs rôles, l'accès et le contrôle sur les ressources productives (terre, capital, travail qualifié), la division du travail, et les besoins stratégiques et pratiques (AFARD, 2003 ; Le Nouvel, 2001).

Le cadre de cette recherche est celui du Champ Ecole Paysan (CEP), approche participative utilisée par le Projet Niébé pour l'Afrique (PRONAF), logé à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA). Ce projet a introduit et diffusé des innovations parmi lesquelles les extraits aqueux de plantes pour la lutte contre les insectes du niébé au sud-ouest du Bénin. Plusieurs études ont démontré l'efficacité et l'échelle de l'adoption des extraits aqueux de neem en même temps que l'intérêt qu'elle a suscité au sein des producteurs. Ainsi, les extraits aqueux ont été adoptés par les producteurs à un rythme et à des taux différents selon la formation, le sexe, etc. (Nouhoheflin, 2001 ; PRONAF, 2002 ; Adeoti

et al., 2002 ; Gbaguidi, 2005 ; Nathaniels, 2005 ; Saloufou, 2007). Nkamleu et Coulibaly (2000) ont montré que les paysans tiennent compte des avantages qu'offrent les extraits aqueux de neem dans leur prise de décision d'adoption. Ces avantages sont la disponibilité du produit au niveau local (100 % des réponses), le coût financier insignifiant du produit (97 %), et la toxicité apparemment faible (95 %). Selon Agli et al. (2001) et PRO-NAF (2003), les extraits aqueux de plantes ont été adoptés à un taux de 45 % dans le centre et le sud du Bénin. Ce taux serait expliqué par certaines contraintes dont la pénibilité du pilage et la non conservation de l'extrait aqueux préparé pendant plus de 48 h. L'utilisation des extraits aqueux de neem, de papayer et de piment a enregistré des taux variant de 10 à 40 % au Bénin, au Ghana, au Niger et au Nigeria (Adéoti et al., 2002). Allogni et al. (2008) et Gbaguidi (2008) ont montré que l'adoption de cette technique de traitement phytosanitaire moins toxique que les produits chimiques a augmenté la consommation locale du niébé.

Néanmoins, ces études n'ont pas exploré l'effet de l'accès aux ressources de production selon le genre sur l'adoption des ces extraits aqueux de neem. La présente recherche se propose de déterminer les facteurs de genre qui entraînent le comportement différentiel d'adoption des innovations technologiques. Ceci permettrait de faire des recommandations appropriées devant conduire à une diffusion et une adoption à large échelle en tenant compte de la dimension genre.

L'hypothèse qui sous-tend cette étude est qu'il existe une différence selon le genre dans l'accès aux ressources nécessaires à l'application des extraits aqueux de neem pour le contrôle de *Maruca vitrata*.

2. Matériel et méthodes

2.1. Échantillonnage

Un échantillon de quatre villages ayant connu la technique d'extraits aqueux entre 2000 et 2002 a été sélectionné pour l'étude. Les villa-

ges sont Gbaconou, Assouhoué, Davihoué et Gbécotchioué dans le département du Couffo au sud-ouest du Bénin. Un échantillon aléatoire de 146 ménages a été sélectionné, avec au total 235 producteurs, à raison de 92 hommes et 143 femmes, producteurs et productrices de niébé, dans les quatre villages. Les données ont été collectées avec essentiellement trois techniques que sont les entretiens non structurés, semi-structurés, structurés, les observations participantes, et la triangulation. Les principales données collectées, quantitatives et qualitatives, concernent les caractéristiques démographiques, économiques et agricoles des producteurs et productrices de niébé : sexe, âge, niveau d'éducation, niveau de prospérité, position dans le ménage, taille des ménages, taille des exploitations, activités principales, spéculations pratiquées, production obtenue en niébé, activités para-agricoles génératrices de revenus, etc.

2.2. Application de l'approche genre dans la présente étude

L'application des outils de l'analyse genre à la recherche agricole améliore l'efficacité de l'analyse des problèmes relatifs à la production (Hoffman, 2004). Valvidia et Jere (2001) et Coquery-Vidrovitch (2004) indiquent qu'incorporer le genre comme une variable dans l'analyse du développement agricole est nécessaire et peut contribuer à une meilleure science.

Plusieurs auteurs ont introduit le genre dans les modèles d'analyse en utilisant diverses interprétations de ce concept. Certaines études ont considéré le genre comme la promotion des femmes séparément de celle des hommes ou comme les femmes chefs de ménage contre les hommes chefs de ménage. Doss et Morris (2001), en étudiant l'effet du genre sur l'adoption des innovations agricoles avec comme étude de cas une variété améliorée de maïs et un engrais chimique, ont considéré le genre du producteur au sein du ménage plutôt que le sexe du chef de ménage. L'avantage est que cette méthode permet d'examiner le comportement des productrices

vivant dans des ménages gérés par des hommes et aussi celles vivant dans des ménages gérés par des femmes.

D'autres auteurs ont considéré le genre comme une variable qualitative bi-variée ou multi-variée. Burton et al. (2003), dans leur étude de modélisation de l'adoption d'une technologie organique, ont considéré le genre comme une variable qualitative parmi d'autres. Ils ont montré que les femmes productrices ont une probabilité conditionnelle d'adoption deux fois et demi plus élevée que celle des hommes. Cette méthodologie qui consiste à inclure le genre comme agent de production fait percevoir les femmes comme des agents économiques séparés, en opposition aux hommes, plutôt que de considérer leur contribution dans le ménage. Selon la définition du concept, une étude sur le genre devrait inclure les relations et le flux de ressources entre les hommes et les femmes dans cette unité sociale très rapprochée qu'est le ménage. Considérant cela, quelques études ont défini le genre comme le nombre ou le pourcentage de femmes dans le ménage. Par exemple, Somda et al (2002), en étudiant les facteurs socio-économiques de la technologie du compost au Burkina Faso, ont montré que le genre, défini comme le pourcentage de femmes actives dans le ménage, était positivement significatif.

En fait, définir le genre comme le pourcentage de femmes actives est une alternative pour mesurer la contribution des femmes dans le ménage. Cependant, dans certains cas, ce pourcentage de femmes actives peut être élevé, alors qu'en réalité, la contribution des femmes est faible, et vice-versa. Considérer directement la contribution des femmes dans la production et l'économie familiale permet de minimiser ce biais. Cette alternative a été utilisée par Tovignan (2005) dans l'étude des perspectives du genre dans l'adoption du coton organique au Bénin. Il a conceptualisé le genre comme la contribution en main d'œuvre et en terres cultivées des femmes sur les champs communs du ménage et la part du revenu du ménage provenant de leurs activités individuelles.

La présente étude tient à évaluer la contribution des différentes catégories socio-économiques dans la production du niébé, selon leur accès aux facteurs de production, plus précisément ceux inhérents à l'utilisation des extraits aqueux. Ainsi, le genre y est opérationnalisé comme les différences d'accès des hommes et des femmes, des jeunes et des vieux, des autochtones et des allochtones, des instruits et des non instruits, à la terre, au capital, à la main d'œuvre, aux connaissances et à la technologie des extraits aqueux.

2.3. Modèle économétrique d'analyse de l'adoption de la technologie

La décision d'adoption a fait l'objet de modélisation dans de nombreux cas d'études en sociologie, en psychologie, en économie (Doss, 2001 ; Doss et Morris, 2001, Doucouré, 2001 ;). Dans la plupart des études d'adoption (Wejnert, 2002 ; Horna, 2005, les auteurs ont préféré la méthodologie probit ou logit, plus adaptée et plus facile à utiliser dans le cadre de la recherche de la décision d'adoption contre la non-adoption. L'extension de ces deux modèles de probabilité non linéaire : Logit ou Probit, à plusieurs choix est directe et se justifie économiquement de la même manière. En fait, on parle de Probit lorsque la loi de probabilité utilisée est la loi normale et Logit dans le cas de la fonction logistique. Dans le cas actuel de l'adoption des extraits aqueux, l'analyse des données s'appuiera alors sur le Probit parce que les variables mises en jeu sont pour la plupart qualitatives à plusieurs modalités. La non continuité des variables implique donc l'impossibilité de réaliser des analyses de régression avec les méthodes d'estimation traditionnelle car les hypothèses sur les termes d'erreur ne sont plus respectées (Gourieroux, 1989).

De façon mathématique, le modèle Probit est

$$\Phi(\beta X_i) = \int_{-\infty}^{\beta X_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$$

représenté comme suit :

Q_i

() représente suivant la loi de distribution normalement la probabilité que l'individu i adopte la technologie i ;

β est un vecteur de coefficients à estimer ;

X_i est un vecteur de caractéristiques de l'individu i ;

t est une variable aléatoire distribuée suivant une loi normale ;

$\exp$ est une fonction exponentielle.

La probabilité d'adopter la technologie i est donc la région sous la courbe de la distribution

normale qui s'allonge entre - et . Plus grande est la valeur de , plus il est possible au producteur d'adopter cette technologie.

Spécification du modèle

La spécification empirique du modèle d'adoption est employée pour investiguer les décisions sur la technologie d'extraits aqueux. Il découle du modèle théorique relatif à l'équation 2 de la section précédente le modèle empirique suivant pour l'évaluation des déterminants de l'adoption différentielle des

$$\begin{aligned} \text{Adopextr}_{ij} = & \gamma + \beta_0 \text{Age}_i + \beta_1 \text{Sexe}_i + \beta_2 \text{Pome}_i + \beta_4 \text{Instru}_i + \beta_5 \text{SupHom} + \beta_6 \text{SupFem} \\ & + \beta_7 \text{MofHom} + \beta_8 \text{MofFem} + \beta_9 \text{ScHomPro} + \beta_{10} \text{ScFemPro} + \beta_{11} \text{HomCapfin} \\ & + \beta_{12} \text{FemCapfin} + \varepsilon_i \end{aligned}$$

extraits aqueux.

Avec la variable dépendante représentant l'adoption de la technologie i par le producteur/trice j .

représente les coefficients des facteurs affectant l'adoption des extraits aqueux

est la constance et

les termes d'erreur (distribution normale).

Variables introduites dans le modèle

Après une évaluation des études empiriques d'adoption des innovations agricoles dans les pays en développement, Feder et Umali (1993) ont relevé, comme facteurs clés, la disponibilité des ressources matérielles (terre, main d'œuvre, capital,) et immatérielles (éducation), et de facteurs complémentaires inhérents à l'innovation. Dans la présente étude, la fonction comprend la probabilité d'adoption des extraits aqueux spécifiée comme une fonction des caractéristiques socioéconomiques des producteurs : les dimensions du genre et les ressources nécessaires pour l'adoption des extraits aqueux. La variable dépendante est l'adoption des extraits aqueux de neem au cours de la campagne agricole 2005-2006 (ADOPEXTR). Cette variable prend la valeur 1 si le producteur adopte la technologie et 0 quand la technologie n'est pas adoptée.

Les variables qualitatives liées au genre sont les suivantes :

• Sexe de l'exploitant (SEXE).

Certains auteurs ont argumenté que les femmes font généralement l'objet de discrimination en terme d'accès aux intrants et à l'information (Doss, 2001 ; Tovignan, 2004 ; 2005). Le sexe est une variable binaire qui prend la valeur 1 lorsque l'enquêté est un homme et 0 lorsque l'enquêtée est une femme. Etant donné la nature de la préparation de la technologie, à savoir le pilage (activité à priori féminine), on pourrait s'attendre à ce que les femmes adoptent plus la technologie que les hommes.

• Niveau d'éducation (INSTRU).

Plusieurs études ont montré l'effet positif de l'instruction sur la connaissance des technologies améliorées et, par conséquent, sur son adoption. L'instruction accroît la capacité du producteur à rechercher des informations sur les technologies nouvelles, à en évaluer la pertinence. Le niveau d'instruction permet aux producteurs d'être plus ouverts aux innovations, contrairement aux producteurs non instruits (Nganje et al., 2001 ; Ouédraogo, 2003). C'est une variable dichotomique qui est égale à 1 si le producteur est instruit et/ou alphabétisé et 0 sinon.

• Age (AGE) .

La relation entre l'âge et l'adoption n'est pas clairement définie (Adégbola et Gardebroek,



2007). Pour Sall et al. (2000), les producteurs âgés adopteraient plus facilement les technologies que les jeunes car les producteurs âgés auraient accumulé beaucoup de biens, ou auraient accès au crédit ou à la terre ou disposeraient d'une main-d'œuvre importante. Par contre, les jeunes producteurs, selon Zegeye et al., (2001) et Ouédraogo (2003) seront disposés à prendre des risques. Ici, l'âge est catégorisé en Jeunes (moins de 35 ans), Adultes (35 - 55 ans) et Agés (plus de 55 ans).

• Statut au sein du ménage (POME).

La position de l'individu au sein du ménage doit avoir une influence sur la capacité de prise de décision. Cette variable POME est égale à 1 pour un(e) chef de ménage et 0 dans le cas contraire.

En plus des composantes genre, les facteurs de production nécessaires pour l'utilisation des extraits aqueux ont été introduits comme variables dans le modèle. Ces variables sont désagrégées selon le sexe pour mieux faire ressortir l'accès différencié des hommes et des femmes à ces ressources.

La main - d'œuvre familiale (ACMOF) : L'utilisation des extraits aqueux, comme toute autre innovation, nécessite une demande en travail. La rareté de la main-d'œuvre pendant la saison de cultures est une contrainte majeure dans les systèmes agricoles africains et peut expliquer le rejet des technologies à demande en main d'œuvre élevée (Zeyeye et al., 2001 ; Idrissou, 2002 ; Ouédraogo, 2003). Pour la préparation des extraits aqueux, la main d'œuvre est nécessaire pour piler les feuilles de neem, préparer l'extrait aqueux, puis l'épandre. La main d'œuvre utilisée dans le cas d'espèce est la main d'œuvre familiale (femmes et enfants). Cette variable sera désagrégée en deux variables binaires : MofHom et MofFem. MofHom prend la valeur 1 lorsque les hommes ont accès à la main d'œuvre familiale et 0 dans le cas contraire. MofFem prend la valeur 1 lorsque les femmes ont accès à la main d'œuvre familiale et 0 dans le cas contraire.

Le capital financier (CAPFIN).

La préparation de l'extrait aqueux nécessite peu de frais financiers, mais il faut tout de même un peu d'argent pour acheter le savon

(entre 100 F et 500 F selon la quantité d'extrait à préparer). De plus, les frais de location du pulvérisateur pour la pulvérisation de l'extrait sont de 1500 F CFA l'heure. Pour analyser le comportement de cette variable selon le genre, et précisément selon le sexe des adoptants, cette variable sera désagrégée en deux variables binaires : HomCapFin et FemCapFin. HomCapFin prend la valeur 1 lorsque les hommes ont accès au capital et 0 dans le cas contraire. FemCapFin prend la valeur 1 lorsque les femmes ont accès au capital et 0 dans le cas contraire.

La superficie de terre emblavée (SUPERF) est une variable continue qui mesure la superficie de niébé emblavée par l'enquêté(e). La terre représente une importante variable dans la décision d'utiliser ou non une technologie culturale. L'hypothèse est que la pénibilité du pilage des extraits aqueux devrait amener à ne pas utiliser les extraits aqueux sur de grandes superficies. Un producteur disposant de superficie faible utiliserait plus les extraits aqueux de neem. On suppose donc un signe négatif pour le coefficient de cette variable. Cette variable est désagrégée en deux variables binaires : SupHom et SupFem. SupHom prend la valeur 1 lorsque les superficies emblavées par les hommes sont d'une part supérieure à 1,5 ha et 0 sinon ; SupFem prend la valeur 1 lorsque les superficies emblavées par les femmes sont d'une part supérieure à 0,55 ha et 0 sinon.

L'accès à l'information sur la technologie d'extraits aqueux (SOURCE).

Les extraits aqueux ont été introduits par le PRONAF, considéré comme la source formelle. L'approche utilisée par le PRONAF, à savoir le Champ-Ecole Paysan (CEP), se base sur la diffusion « paysan à paysan » qui, dans ce modèle, est considérée comme source informelle (producteur formateur ou simple producteur). Cette variable est désagrégée en deux variables binaires : ScHomPro et ScFemPro. ScHomPro prend la valeur 1 lorsque les hommes ont accès à l'information sur les extraits aqueux à travers une source formelle et 0 si la source est informelle. ScFemPro prend la valeur 1 lorsque les femmes ont accès à l'information sur les extraits aqueux à travers une source formelle et 0 si la

source est informelle.

4. Résultats

4.1. Perceptions des producteurs sur les extraits aqueux

Le tableau I présente les perceptions des producteurs face aux extraits aqueux de neem. Selon Nathaniels (2005), c'est pour des raisons de protection de l'environnement que les décideurs politiques, les institutions de recherche et de vulgarisation ont introduit les extraits aqueux en milieu rural. Les résultats de la présente étude montrent que les producteurs n'adoptent pas les extraits aqueux de neem pour ces raisons. Ils sont plutôt motivés par la rentabilité, la qualité du produit récolté et la santé humaine. Les perceptions diffèrent selon le genre. Le critère "bon rendement" se retrouve de manière égale au niveau des deux sexes. Les femmes énoncent plus que les hommes le critère de rentabilité. En effet, parmi les 47 % de producteurs qui ont adopté la technologie, 23 %, dont 9 % d'hommes contre 14 % de femmes, trouvent qu'elle est plus rentable que l'utilisation des produits chimiques. Ensuite,

5 %, dont 1 % des hommes contre 4 % des femmes, estiment qu'elle donne des grains de niébé de bonne qualité. Ces résultats confirment ceux de Nkamleu et Coulibaly (2000), Adeoti et al., (2002), et Nathaniels, (2005), qui, dans leurs études respectives, avaient démontré la rentabilité financière dans les critères de choix des producteurs en général, mais sans distinction de genre, les deux critères les plus fréquents (rentabilité et bonne qualité) sont émis plus par les femmes que par les hommes car, d'une part, ce sont elles qui commercialisent le niébé dans les marchés, et d'autre part ce sont elles qui cuisent le niébé. Les non-adoptants, 53 % des producteurs enquêtés, évoquent diverses raisons. Environ 32 % n'ont jamais pratiqué pour raison de manque de temps et d'insuffisance d'informations, avec 20 % de femmes contre 12 % d'hommes. Parmi ceux qui ont essayé et ont abandonné, les raisons d'abandon sont la pénibilité et les coûts de transactions élevées ou les faibles rendements. La non adoption diffère alors aussi selon le genre, avec moins de femmes adoptantes que d'hommes.

Tableau I : Perceptions des 235 producteurs enquêtés sur les extraits aqueux

Catégorie	Raisons évoquées	Pourcentage Femmes	Pourcentage Hommes	Total
Adoptants	Plus rentable	14	9	23
	Donne un produit de qualité consommable	4	1	5
	Tue les insectes et rend moins malade les producteurs	5	4	9
	Donne un bon rendement	5	5	10
Non-adoptants	Inefficace quand grande superficie	0	1	1
	Jamais pratiqué (pas de temps ; non informés)	20	12	32
	Rendement plus faible que traitement avec insecticide chimique	5	2	7
	Très tracassant et pénible	9	4	13
	Total	62 %	38 %	100 %

4.3. Déterminants du genre dans l'adoption des extraits aqueux

Le tableau II présente les résultats empiriques

du modèle économétrique des déterminants du genre et des ressources productrices dans l'adoption de la technologie des extraits aqueux introduite.

Adoptant	Définition	Coefficient	Z-Statistic	Erreur Standard
Age	Age	-0,002	-0.12	0,013
Sexe	Sexe	-0,738	-1.09	0,680
Instru	Niveau d'instruction	0,268	0.83	0,323
Pome	Position dans le ménage	0,682**	1.96	0,347
SupHom	Superficie du champ des hommes	0,373	0.87	0,427
SupFem	Superficie du champ des femmes	0,219	0.48	0,458
MofHom	Main d'œuvre des hommes	0,306	0.99	0,309
MofFem	Main d'œuvre des femmes	0,225	0.68	0,332
ScHomPro	Accès hommes à une source d'information	-2,847***	-7.32	0,389
ScFemPro	Accès femmes à une source d'information	-2,548***	-6.73	0,378
FemCapFin	Accès à capital par femmes	-0,928***	-2.64	0,352
HomCapFin	Accès à capital par hommes	-0,566	-1.53	0,370
Nombre d'observations	235			
Wald chi ² (12)	102,13			
Prob > chi ²	0,0000			
Log pseudolikelihood	-71,714			
Pseudo R ²	0,5127			
Pouvoir de prédiction correcte	89,79%			

Source : Résultats de terrain, 2007

*** = Significatif à 1%; ** = Significatif à 5%; * = Significatif à 10%

L'analyse du tableau II montre que le modèle présente de bonnes propriétés prédictives et estimatives. En effet, le pourcentage de prédiction correcte est de 89,79 %, et la valeur du test de (102,13) est significative à 1 %. D'après ces résultats, trois variables sont significatives pour expliquer la probabilité de l'adoption des extraits aqueux. Le statut dans le ménage (POME) est positivement significatif ($p > 0.05$). L'accès à l'information des hom-

mes (ScHomPro) et des femmes (ScFemPro) est négativement corrélé à l'adoption des extraits aqueux, mais fortement significatif ($p > 0.01$). De même, l'accès des femmes au capital financier (FemCapFin) est fortement significatif ($p > 0.01$), mais il influence négativement l'adoption des extraits aqueux.

5. Discussion

Cette étude a permis d'identifier les dimen-

sions du genre qui présentent un rapport avec la décision d'adoption des extraits aqueux de neem dans la protection du niébé au champ. L'analyse des variables telles que le sexe, l'âge, le niveau d'instruction, l'accès à la terre, au capital et à la main d'œuvre, le contact avec une source formelle de diffusion, en l'occurrence le PRONAF qui a mis au point et diffusé la technologie a montré qu'il n'y a aucune corrélation significative entre le sexe du producteur et la probabilité d'adopter les extraits aqueux. Parmi les dimensions du genre, seul le statut de l'individu au sein du ménage est déterminant dans l'adoption de la technologie des extraits. Les producteurs et productrices chefs de ménage sont plus disposés que tout autre membre du ménage à adopter la technologie des extraits aqueux. Ce résultat est justifié par le fait qu'être chef de ménage donne (1) un pouvoir de décision et (2), un accès plus facile aux facteurs de production tels que la terre et la main-d'œuvre constituée prioritairement par les autres membres du ménage, à savoir femmes et enfants. Ceci les prédispose à adopter les technologies, car ayant les moyens, il leur suffit de décider. Ces résultats corroborent ceux de Doss (2001) qui avait trouvé que le chef de ménage a tendance à plus adopter les technologies qu'un simple membre du ménage.

La particularité de la technologie (pilage des feuilles de neem pour extraction) confirme la suprématie du chef de ménage, car ici, la main d'œuvre constitue la ressource productive la plus nécessaire. Les résultats d'enquête qualitative ont montré que 100 % des hommes (tous chefs de ménage) ont accès à la main d'œuvre familiale (leurs épouses et enfants) alors que les épouses n'ont pas accès à la main d'œuvre de leur mari, surtout qu'il s'agit d'une activité de pilage qui est par essence une activité féminine. De plus, elles n'ont accès à la main d'œuvre des enfants que sur autorisation du mari chef de ménage.

Notons que les femmes chefs de ménage (20 % de l'échantillon) ont moins accès à cette main d'œuvre familiale constituée par les enfants, surtout ceux d'un certain âge. Malgré cette position dans le ménage, elles ont souvent des

freins (autres parents ou beaux-parents masculins) les empêchant de prendre toutes les décisions.

L'accès des femmes au capital diminue l'adoption de la technologie des extraits aqueux. Les femmes préfèrent acheter les pesticides chimiques lorsqu'elles ont les moyens financiers. Les raisons sont de deux ordres : (1) l'étude est basée sur l'hypothèse que le pilage étant une activité féminine, la technologie allait être plus facilement adoptée par les femmes que par les hommes. Mais il s'est avéré que les femmes constituent la main d'œuvre de leur mari pour le pilage des feuilles. A ce titre, elles devaient d'abord piler les feuilles de neem pour leur mari et disposaient ainsi de peu de temps pour en faire pour elles-mêmes, étant donné que l'extrait ne peut se préparer que la veille du traitement et aussi vu que les femmes vont finir d'aider le mari dans son champ avant d'aller sur le leur. A ce moment, vu que le temps presse, les femmes n'arrivent plus à préparer l'extrait. (2) les femmes se plaignent de la pénibilité du pilage entraînant des blessures à la main après un long temps de pilage. Ces deux raisons amènent les femmes à préférer acheter les produits chimiques dès qu'elles en ont les moyens. Bien que la technologie des extraits aqueux ne soit pas onéreuse, comparée aux produits chimiques, le manque de temps et la pénibilité de la technologie poussent les femmes à utiliser les pesticides chimiques en dépit de leurs coûts élevés. Les résultats actuels prouvent que l'accès au capital n'entraîne pas toujours l'adoption d'une nouvelle technologie (Zegeye et al., 2002).

L'accès à l'information sur la technologie à travers la source informelle a favorisé l'adoption des extraits aqueux. Ces résultats prouvent un succès évident de l'approche Champ-Ecole Paysan qui se base sur la diffusion « paysan à paysan », sans distinction de sexe. Les sources secondaires de diffusion constituent alors des canaux sûrs pour la dissémination à large échelle des extraits aqueux. Il s'agit des parents et amis qui s'approprient la technologie et contribuent considérablement à sa diffusion. Les producteurs - formateurs, formés aux champ-écoles paysans par les facilitateurs

du PRONAF, passent l'information à quelques habitants de leurs hameaux qui les transmettent à leurs proches et voisins. Ce résultat confirme ceux de Djinadou (2005) dans le Département des Collines et de Nathaniels (2005) dans le département du Couffo, qui ont montré que la diffusion des extraits aqueux à travers le canal paysan à paysan a été très efficace, donnant de meilleurs résultats que la source formelle. Ces résultats confirment également ceux de Lahai et al. (2000), puis de Adégbola et Gardebroek (2007). Selon ces auteurs, l'exposition à l'information sur les nouvelles technologies introduites favorise leur adoption.

6. Conclusion

Les résultats de l'étude montrent que l'adoption des extraits aqueux, bien que faible, dépend du genre à travers la position dans le ménage, mais surtout de l'accès aux facteurs de production à travers l'information informelle. La corrélation positive et significative entre la position de l'homme ou la femme dans le ménage et l'adoption des extraits aqueux prouve encore une fois que les hommes ont un avantage comparatif en détenant les décisions d'allocation de la main d'œuvre familiale. Les hommes ont un accès à la main d'œuvre familiale non rémunérée (femmes et enfants), tandis que les femmes doivent passer par les hommes pour avoir accès à cette main d'œuvre familiale, même celle de leurs enfants. L'accès des femmes au capital entraîne un abandon des extraits aqueux.

Les recommandations portent essentiellement sur l'information et la sensibilisation des décideurs de politiques agricoles sur le genre et l'équité dans l'accès aux facteurs de production pour une sécurité alimentaire et une agriculture durable.

Bibliographie

Adégbola, Y P. et C. Gardebroek, 2007. The effect of information sources on technology adoption and modification decisions. *Agricultural Economics* 37 (2007). 55 – 65.

Adeoti R., Coulibaly O. et Tamo M. 2002. Facteurs affectant l'adoption des nouvelles technologies du niébé *Vigna unguiculata* en Afrique de l'Ouest. *Bulletin de la Recherche Agronomique*. N° 36. Bénin. 18p.

AFARD. 2003. Recherche féministe francophone : « Ruptures, Résistances et Utopies », *Echo* N°12.

Agli C., Coulibaly O. N. et Adéoti R., 2001 ; Adoption de technologies de l'utilisation des variétés améliorées et des extraits des plantes naturelles pour la protection de la culture du niébé au Bénin. Working document. N°01. 2001. SE-BE PRONAF Bénin. 17pp.

Allogni, W. N., O. N. Coulibaly et A.N. Honlonkou. 2008. Impact des nouvelles technologies de la culture de niébé sur le revenu et les personnes des ménages agricoles au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 10 (2) : 179 – 192. ISSN 1659-5009.

Burton, C. J., Rigby, D. et Young T. 2003. Modelling the adoption of organic horticultural technology in the UK using duration analysis. In : *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 47 (1), pp. 29-54.

Coquery-Vidrovitch C. 2004. Historiographie et histoire du concept Genre : le point de vue de la recherche. In : *Renforcer le genre dans la recherche : Approche comparative Sud-Nord*. Journées d'études à l'IEP de Bordeaux ; 25, 26 et 27 novembre 2004. www.genreenaction.net / www.cean.sciencespobordeaux.fr.

CTA, Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale 2004. La problématique hommes-femmes et l'agriculture dans la société de l'information. Rapport spécial de la réunion CTA 2004. Wageningen, Pays-Bas.

Djinadou, K. A. 2005. Analyse de l'influence du genre sur la diffusion des nouvelles technologies de Farmer Field School. Mémoire de diplôme d'Etudes Approfondies (DEA). FSA/UAC. 98p.

Doss C. R. et Morris M. L. 2001. How does gender affect the adoption of agricultural innovations? The case of improved maize technology in Ghana. *Agricultural Economics* 25 (2001). 27-39.

Doss, C. R., 2001. Designing agricultural tech-



- nology for African Women farmers : lessons from 25 years of experience. World Development. 18p.
- Doucoure, F. B. 2001. Économétrie des variables qualitatives binaires (Probit, Logit, Gombit,...). Séminaire sur les techniques économétriques avancées. CODESRIA, 18/02.
- FAO, 2003. Genre et sécurité alimentaire [en ligne]. Rome. www.fao.org/Gender/genre.htm
- Feder, G. et Umali, D., 1993. The adoption of agricultural innovations: a review. Technol. Forecast. Social Change 43. 215-239.
- Gbaguidi, B. 2005 : Analyse de performance du champ école paysan dans l'utilisation et la diffusion des technologies par les producteurs: cas du Projet Niébé pour l'Afrique au Bénin. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Étude Approfondie (DEA), FSA/UNB/Bénin, 118 p.
- Gbaguidi, B. J. O. Coulibaly et A. Adégbidi. 2008. Évaluation de l'efficacité des Champs Ecoles Paysans dans le renforcement de capacité de production des agriculteurs de niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique. N° 36. Bénin. 18p.
- Hofmann E. 2004. Le genre dans la recherche : Expériences et témoignages. La formation en genre, une condition préalable pour une intégration dans la recherche et dans l'action Journées d'études à l'IEP de Bordeaux. 25, 26 et 27 novembre 2004. p.92-93.
- Horna, J. D. Smale M. et von Oppen M. 2005. Farmer willingness to pay for seed – related information: rice varieties in Nigeria and Benin. In : EPT Discussion Paper 142 International Food Policy Research Institute. Environment and Production Technology Division, 2033K. Street, NW Washington, USA. 55p.
- Idrissou, A. L. 2002. Les déterminants socio-économiques dans un processus de prise de décision : Cas de l'adoption du coton biologique dans la Circonscription Urbaine de Kandi. Thèse d'ingénieur agronome UAC / FSA, Bénin. 129 p.
- Lahai B. A. N., P. Goldey, and G. E. Jones. 2000. The Gender of the Extension Agent and Farmers' Access to and Participation in Agricultural Extension in Nigeria. J. Agr. Educ. Ext. N°4, 223-233.
- Le Nouvel E. 2001, Comprendre le Concept de Genre. In : Classeur d'outils pédagogiques réalisé sous coordination de l'IFAID. 15 - 27
- Marrekchi K. 2001. Genre, Activité économique et environnement. Théories des organisations, pratiques de GRH et genre : vers une explication du phénomène de glass ceiling. Colloque international Genre, population et développement en Afrique International Colloquium. UEPA/UAPS, INED, ENSEA, IFORD. Abidjan, 16-21 juillet. Session IV. 15p.
- Nathaniels N. Q. R. 2005. Cowpea, Farmer field Schools and farmer-to-farmer extension : a Benin case study. Agricultural Research & Extension Network. Network paper N°148. July 2005.
- Nganje W., Schuck E. C., Yantio D. and Aquach E. 2001. Farmer Education and a option of slash and burn agriculture. Agribusiness & applied Economics Miscellaneous Report N°190. November 2001.
- Nkamleu G. B. et O. N. Coulibaly. 2000. Le choix des méthodes de lutte contre les pestes dans la plantation de cacao et de café au Cameroun. Economie Rurale 259. Pp. 75 – 84.
- Nouhoheflin, T. 2001. Impact de l'adoption des nouvelles technologies de niébé sur l'amélioration et la distribution des revenus dans les sous-préfectures de Save et de Klouékanmè. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome. 129p.
- Obuobie E., P. Drechsel, et G. Danso. 2004. Gender in Open-space Irrigated Urban Vegetable Farming in Ghana. International Water Management Institute (IWMI), West Africa Office, Accra, Ghana. Mai 2004. 17p.
- Ouédraogo, R. 2003. Adoption et intensité d'utilisation de la culture attelée, des engrais et des semences améliorées dans le centre nord du Burkina. CEDRES, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. p.107.
- PRONAF, 2003. Rapport d'activités Bénin Farmer Field School. Campagne 2002 – 2003. FFS/IITA, Cotonou, Bénin. 40p.
- Reimann, C. 2001. Towards Gender mainstreaming in crisis prevention and conflict management : guidelines for the German Technical Co-operation. Eschborn 2001.

- Saloufou M. 2007. Déterminants socio-économiques et adaptations différentielles dans la prise de décision : cas de l'adoption des technologies améliorées de production du niébé sur le plateau Adja. Thèse d'Ingénieur Agronome. DESAC. FSA. UAC. 98p.
- Somda, J., Nianogo, A. J., Nassa, S., and Sanou, S. 2002. Soil fertility management and socio-economic factors in crop-livestock systems in Burkina Faso : a case study of composing technology. In : *Ecological Economics*, 43 (2002) : 175 – 183.
- Sow, F. 2001. La recherche africaine en science sociale et la question du genre. Papier présenté au colloque international genre, population et développement en Afrique. Session 1 ; Genre et développement ; théorie et mise en œuvre des concepts dans le développement. UEPA/UAPS ; INED ; ENSEA ; IFORD. 14p.
- Sullivan, A. 2003. Gender, Household Composition, and Adoption of Soil Fertility Technologies: A Study of Women Rice Farmers in Southern Senegal. *African Studies Quarterly* 6, N° 1 & 2.
- Tovignan S. D. et Nuppenau E. A. 2004. Adoption of organic cotton in Benin: does gender play a role? Conference on Rural Poverty Reduction through Research for Development and Transformation. Deutscher Tropentag-Berlin, 5-7 October 2004. 10p.
- Tovignan S. D. 2005. Gender perspectives in the adoption of organic cotton in Benin : a farm household modelling approach. Edited by Doppler W. and Bauer S. Margraf Publishers GmbH. 128p.
- Valdivia C. et G. Jere, 2001. Genre et gestion des ressources: ménages et groupes, stratégies et transitions Agriculture and Human Values 18: 5–9, 2001 Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Wejnert B., 2002. Integrating models of diffusion of innovations : a conceptual framework. *Annu. Rev. Sociol.* 2002. 28 :297-326.
- Zegeye, T., Tadesse, B., Tesfaye, S. 2001. Determinants of adoption of improved maize technologies in major maize growing regions of Ethiopia. Second National Maize Workshop of Ethiopia. November, 12-16, 2001, Ethiopia.

Programme Maïs, CRRA Sotuba

Mission

Le Programme Maïs, à l'instar des autres Programmes de recherche agricole de l'IER, assume les missions suivantes :

Mise au point de nouvelles variétés adaptées et performantes de Maïs; Participe à l'homologation des produits phytosanitaires.

Formation des étudiants, agents de terrain et producteurs sur différents aspects de la production du maïs.

Participe à des foires et expositions à travers le pays et réalise des émissions radio télévisées à l'endroit du monde rural et des décideurs.

Objectifs

Les objectifs de développement à long terme pour la culture du maïs au Mali consistent à contribuer à l'augmentation de la production du maïs à travers l'accroissement de la superficie et du rendement. L'objectif quantifié de la recherche sur le maïs est de porter le rendement moyen de 2.2 T/ha à 3.0 T/ha d'ici 2012. Les rendements devront atteindre 3-4 T/ha dans le Sud et 2-3 T/ha à l'Ouest. Au Centre, l'objectif de la recherche sur le maïs reste la sécurisation de la production.

Domaine de recherche

Les activités de recherche portent sur :

Recherche de variétés adaptées aux différentes zones agro écologiques Diversification et valorisation des produits pour l'agro-industrie au Mali Recherche d'itinéraires techniques performants : fertilisation, lutte contre les adventices, conservation, etc.

Acquis du programme

La production nationale de maïs est passée de 50.000 T en 1980 à plus de 600.000 T depuis 2005, cela grâce aux efforts conjugués de la recherche, la vulgarisation, les ONG et les producteurs. Les principales variétés proposées à la vulgarisation sont :

Tiémantié : Période de diffusion: 1970

Cycle : 110 - 115 jours, grain jaune corné

Rendement moyen : 4 - 5 T/ha

Sotubaka : Période de diffusion : 1995

Cycle: 100 - 110 jours, grain jaune corné

Rendement moyen milieu paysan: 4-5 T/ha

Dembanyuman : Période de diffusion 1998

Cycle : Grain blanc dente 105 - 110 jours

Rendement milieu paysan : 4 - 5 T/ha

Jorobana : Période de diffusion : 2008

Cycle: 70-80 jours, grain blanc corné

Rendement milieu paysan : 2-3T/ha

Malihybride7 : Période de diffusion : 2008

Cycle : 100-110jours, grain blanc luisant corné

Rendement en milieu paysan : 6T/ha

Ntji.coulibaly@ier.ml Tel : 6715342/2241829