



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

N°05 • Institut d'Economie Rurale • Revue Semestrielle Janvier - Juin 2007 • ISSN 1987 - 0000

La Recherche Agricole au Service du Développement Rural

Institut d'Economie Rurale • Rue Mohamed V • Tél.: (223) 222 26 06 - 223 19 05 / Fax : 222 37 75

E-mail : direction@ier.ml • Site web : www.ier.ml

Effet à long terme de la fumure organo-minérale
sur le sol et les rendements en condition
de double culture de riz à la station
de recherche agronomique de Kogoni

Evaluation agronomique du compost de jacinthe d'eau
en riziculture irriguée en zone
Office du Niger

Influence de quelques techniques de plantation
sur la croissance du karité au stade juvénile
en zone Mali-Sud

Criblage variétal et réactions de
variétés prometteuses à la cécidomyie
africaine du riz

Effet à long terme de la fumure organo-minérale
sur le sol et les rendements en condition de simple
culture de riz à la station de recherche
agronomique de Kogoni

Evaluation du niveau d'infestation de divers
plans d'eau par la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*
(Martius) et l'utilisation de ses ennemis naturels dans
le contrôle des infestations au Mali

p• 5

p• 17

p• 25

p• 40

p• 52

p• 63



N°05



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

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

Fax : (223) 22 37 75 - TEL : (223) 222 26 06 / 223 19 05

BP 258 - Rue Mohamed V BAMAKO / MALI

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

Comité de rédaction

Professeur 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
Professeur Alassane Cissé, ENSUP - Bamako
Professeur Siaka Sidibé, Hôpital du Point G- Bamako
Professeur N'Golo Diarra, ISFRA - Bamako
Professeur Alhousseini Bretaudeau, CILSS, Ouagadougou
Professeur Aly Yero 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
Dr Doré Guindo, 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. Généralités

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 devez consulter cette réalisation avec beaucoup de soins, de façon à relever toutes les corrections et rectifications à apporter. Il n'est pas question de modifier le document. Le manuscrit devra ensuite être retourné, dans les meilleurs délais au secrétariat de rédaction de la revue.

8. Tirés à part

Un seul tiré à part sera transmis gracieusement à chaque auteur ou coauteur. D'autres tirés à part pourront être obtenus contre paiement d'un montant qui sera fixé lors de l'expédition de l'exemplaire gratuit.

II. Organisation du manuscrit

1. Première page

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

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

2. Introduction

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

3. Matériel et méthodes

Seul le matériel original sera décrit. Evitez les longues listes de matériel 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 3ème 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.

Effet à long terme de la fumure organo-minérale sur le sol et les rendements en condition de double culture de riz à la station de recherche agronomique de Kogoni

Kamissoko, N^a ; Doumbia, Y^a ; N'Diaye, M.K^a ; Guindo, D^a ; Traoré, A^a

^a Institut d'Economie Rurale (I.E.R)- Bp 258 Rue Mohamed V- Bamako, Mali.

Résumé

La riziculture est de plus en plus un moyen pour atteindre l'autosuffisance alimentaire. Les sols de l'Office du Niger font l'objet de monoculture du riz depuis plusieurs années.

La gestion de la fertilité des sols pour une production durable doit passer par une amélioration des propriétés physiques et chimiques par l'apport de matière organique et le maintien de cette fertilité par une fertilisation minérale permettant d'avoir un bilan cultural positif. L'adhésion paysanne à la gestion à long terme des terres est à rechercher.

Les effets à long terme de l'engrais minéral et de la fumure organo-minérale ont été comparés sur un vertisol avec plus de 50 % d'argile « type dian » représentant 25% des terres de l'Office du Niger. L'essai a été conduit à la station de Kogoni sous culture continue de riz durant la contre saison (1990-2004) et durant l'hivernage (1988 à 2004). Le dispositif d'étude au champ était celui des blocs de Fisher comportant neuf traitements en quatre répétitions. Après 16 ans de culture en hivernage et 14 ans de culture en contre saison, le pH et le taux de carbone organique du sol ont été évalués par des analyses au laboratoire. Toutes les fumures augmentent les rendements mais pas de façon durable (5 à 6 t/ha). L'adjonction de la matière organique (paille de riz ou fumier de parc bovin) à la fumure minérale permet de réduire l'acidification des sols par rapport au sol de départ. Donc l'apport de matière organique est nécessaire pour une production agricole durable.

Mots clés : monoculture du riz, double culture, rendement, fumure organo-minérale, Office du Niger.

Summary

The long term effects of mineral fertilizer and organo mineral manure were compared on a vertisol with more than 50 % clay (« type dian » which represents more than 25 % of the lands at the Office of Niger). The trial has been conducted at the research station of Kogoni , in rice monoculture soil during dry season from 1990 to 2004 and during the cropping season from 1998 to 2004. The experiment design on the field was a randomized complete blocks with nine treatments and four repetitions.

After 16 years of rice monoculture during the rainy season and 14 years during the dry season, soil pH and organic carbon rate have been estimated. The results of the study show that yields can be improved (5 à 6 t/ha) by the different manures, but not in a sustainable way.

The addition of organic matter (rice straw or fertilizer of cattle manure) to the mineral fertilizer allows to reduce soil acidification. As a consequence organic matter supply is necessary for a sustainable agricultural production.

Keywords : rice monoculture, double cropping, yield, fertilizer, Office of Niger.

1. Introduction

La faible fertilité des sols de la zone Office du Niger dépendant de l'origine du matériel alluvial est l'une des contraintes qui limitent la production agricole et qui justifient l'efficacité des engrais minéraux sur les rendements des cultures. Cependant si les engrais minéraux sont généralement efficaces pendant les premières années de culture, on observe après cinq à dix années d'apports continus de fumures exclusivement minérales, une baisse de rendements. Outre les éléments nutritifs qu'il apporte, l'engrais minéral augmente l'acidité du sol et réduit le taux de carbone organique. Le niveau de la matière organique du sol est un facteur important de maintien de la fertilité tandis que l'efficacité des engrais minéraux semble

liée à la quantité de matière organique présente dans le sol.

Beaucoup de recherches sur les ressources naturelles agro-minérales ont donné des résultats importants (Bado et al, 1997; Bationo et al, 1998 ; Haefele et al, 2002). Dans l'optique d'une gestion durable de la fertilité des sols, l'efficacité des fumures doit être évaluée selon leur capacité à augmenter durablement les rendements agricoles. Cette étude se propose d'évaluer les effets à long terme de la fumure minérale et organo-minérale sur le pH et le taux de carbone organique du sol et leurs conséquences sur les rendements en condition de double culture de riz sur une période de seize ans.

2. Matériel et Méthode

L'essai a été implanté à la sous/station de Kogoni sur un vertisol type « dian » (vertisol à drainage externe nul ou réduit à structure grenue avec plus de 50 % d'argile. Il représente environ 25 % des terres de l'Office du Niger). Les variétés BG 90-2 (en hivernage) et TN-1 (contre saison) ont été semées en pépinière à raison de 50 kg/ha de semence. Le repiquage a été fait aux écartements de 25 cm x 25 cm. L'essai comportait 3 niveaux de fertilisation minérale combinés à 3 sources de restitution de matière organique. Ces différentes combinaisons factorielles ont été tes-

tées dans un dispositif en blocs de Fisher à 4 répétitions. Dans chaque bloc, les traitements ont été distribués de façon aléatoire. Les parcelles élémentaires ont une dimension de 6 m x 10 m soit 60 m². La récolte a été effectuée sur les lignes centrales en éliminant 2 lignes de chaque côté soit une surface utile de 41.56 m².

Le fumier de parc bovin est apporté tous les ans au moment du labour à la dose de 5 t/ha. La paille de riz produite est récoltée et enfouie sur les parcelles.

Rappel des traitements testés :

T1	: MoFo	: Sans matière organique et sans engrais
T2	: MoF1	: Sans matière organique + 90 kg/ha N+ 45 kg/ha P ₂ O ₅
T3	: MoF2	: Sans matière organique + 120 kg/ha N + 60 kg/ha P ₂ O ₅ + 30 kg/ha K ₂ O
T4	: M1Fo	: Paille produite enfouie et sans engrais
T5	: M1F1	: Paille produite enfouie + 90 kg/ha N+ 45 kg/ha P ₂ O ₅
T6	: M1F2	: Paille produite enfouie + 120 kg/ha N + 60 kg/ha P ₂ O ₅ + 30 kg/ha K ₂ O
T7	: M2Fo	: 5t/ha fumier et sans engrais
T8	: M2F1	: 5t/ha fumier + 90 kg/ha N+ 45 kg/ha P ₂ O ₅
T9	: M2F2	: 5 t/ha fumier + 120 kg/ha N + 60 kg/ha P ₂ O ₅ + 30 kg/ha K ₂ O

NB: la dose de 120 kg/ha N de l'hivernage est augmentée à 150 kg/ha N pendant la contre saison.

Analyses chimiques :

Avant l'installation des cultures en 1988, un échantillon (composite) moyen de sol séché à l'air a été prélevé à l'horizon 0-20 cm en 5 points de prélèvement (mélangés dans un seau) dans la parcelle devant abriter l'essai. L'analyse a porté sur la granulométrie, la détermination du pH, de la CEC et de la teneur en azote et du phosphore total (Tableau I).

Au laboratoire Sol-Eau-Plante de Sotuba, le pH est déterminé dans une solution de sol avec de l'eau ou du Chlorure de potassium à un rapport 1/2,5 c'est-à-dire 20 g de sol pour 50 ml de solution. Le taux de carbone (% C) organique est utilisé dans la recherche agronomique comme une mesure de la matière organique du sol.

L'activité biologique dans le sol joue un rôle très important dans les phénomènes d'échange des cations, l'altération des roches etc. Par conséquent la connaissance du taux de carbone organique est indispensable puisqu'elle est le reflet de cette activité

biologique. Pour la détermination du taux de carbone, la méthode de WAKLEY et BLACK a été utilisée selon le principe d'oxydation du carbone et la matière organique par une solution de bichromate de potassium et d'acide sulfurique en présence de sel de Mohr. La matière organique est calculée (Mo) à partir du pourcentage de carbone (% C) comme suit : % Mo= % C x 1,72.

La deuxième indication qui a une relation très forte avec la fertilité ou la richesse d'un sol est la capacité d'échange cationique (CEC). Elle consiste à extraire les bases échangeables dans une solution d'ammonium N à pH 7. Le phosphore est déterminé par la méthode Bray-2 avec une proportion sol - solution de 1 : 7 (Yoshida et al, 1976) et l'azote est déterminé par la méthode Kjeldahl (Bremner, 1996). L'évaluation des résultats d'analyse de sol a été empruntée dans la littérature Defoer et al, 2000-et Veldkamp et al, 1991.

3. Résultats

L'analyse du tableau I montre que ces sols sont argileux avec des teneurs en argile de l'horizon de surface (0-30 cm) de 53% contre 19% de limon et 28% de sable. A cause de cette texture, la capacité de rétention en eau est

relativement bonne. D'une façon générale, ces sols ont une faible fertilité naturelle qui s'exprime par un pH acide, la faible teneur en carbone organique du sol et la faible capacité d'échange cationique.

Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques de l'échantillon moyen de sol du site en double culture de riz (1988).

Désignation	PH	%C	%N	P- Total (ppm)	CEC (méq/100g)	% A	% L	% S
Valeurs	5.5	0.51	0.07	220	18.4	53	19	28

% A = % argile ; % L = % limon ; % S = % sable, % C = carbone

La présente synthèse porte sur l'évolution des rendements obtenus pendant l'hivernage (1988-2004) et pendant la contre saison (1990-2004) avec l'apport de matière organique en présence de fertilisation minérale. Les résultats portant sur le pH et le taux de carbone organique (% C) du sol ont été analysés au laboratoire.

• **En hivernage :**

→ Avec 90 kg/ha N+ 45kg/ha P₂O₅.

- De 1988 à 2004, nous avons observé une augmentation du rendement paddy de :

6 % pour MOF1par rapport au témoin ;
26 % pour M1F1par rapport au témoin ;
17 % pour M2F1par rapport au témoin.

L'application de 90 kg/ha N+ 45kg/ha P₂O₅ en combinaison avec la matière organique (paille de riz et fumier) permet d'augmenter le rendement de 26 % (M1F1) et de 17 % (M2F1) par rapport au témoin (Figure 1). Par contre, l'application de la fertilisation minérale seule (90 kg/ha N+ 45kg/ha P₂O₅) permet d'augmenter le rendement de 6 % par rapport au témoin.

→ Avec 120 kg/ha N + 60 kg/ha P₂O₅ + 30 kg/ha K₂O.

- De 1988 à 2004, nous avons observé une augmentation du rendement paddy de :

8 % pour MOF2 ;
14 % pour M1F2 ;
43 % pour M2F2.

L'application de 120 kg/ha N + 60 kg/ha P₂O₅ + 30 kg/ha K₂O en combinaison avec la matière organique (paille de riz et fumier) permet d'augmenter le rendement paddy de 14 % (M1F2) et de 43 % (M2F2) par rapport au témoin (Figure 2). L'application de la fertilisation minérale seule (120 kg/ha N + 60 kg/ha P₂O₅ + 30 kg/ha K₂O) permet d'augmenter le rendement paddy de 8 % par rapport au témoin.

L'apport de la matière organique (paille de riz et fumier de parc bovin) semble amoindrir la baisse de rendement par rapport aux traitements sans matière organique. Donc l'apport de matière organique serait nécessaire pour une production agricole durable.

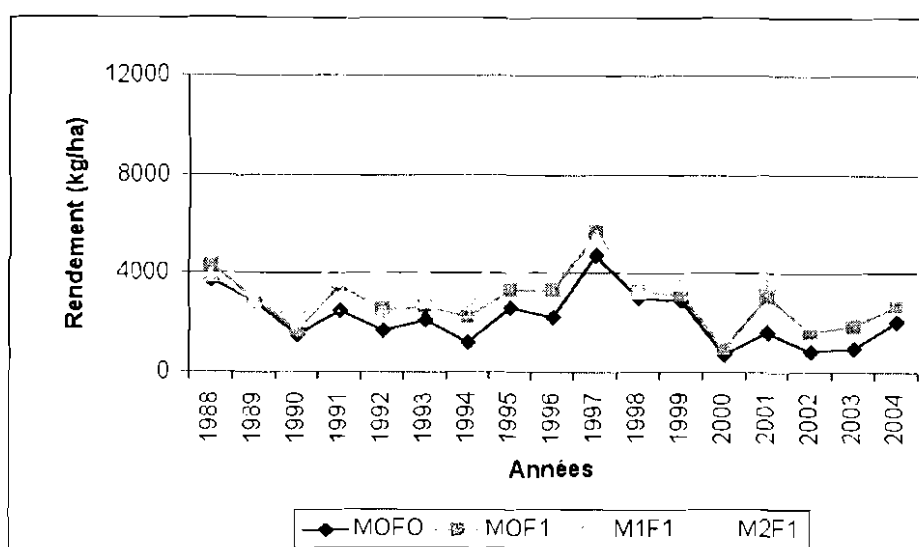


Figure 1 : Evolution des rendements (kg/ha) en présence de 90 kg/ha N + 45 kg/ha P₂O₅ de 1988 à 2004 durant l'hivernage

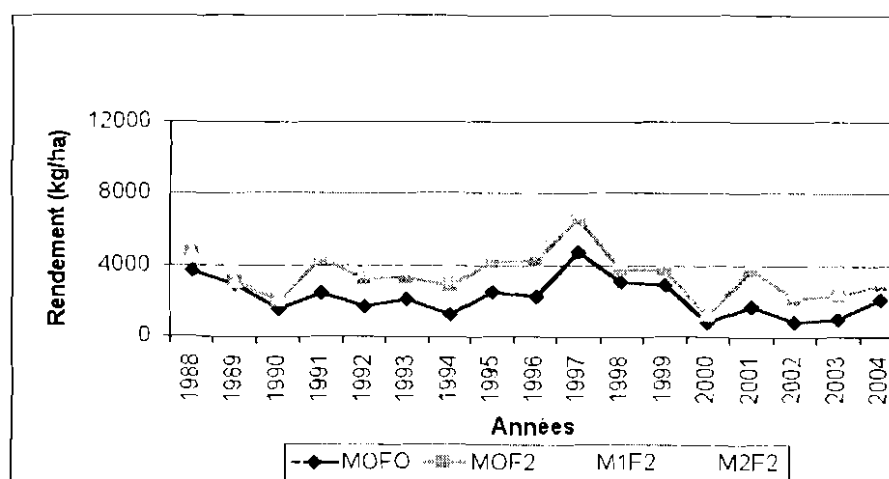


Figure 2 : Evolution des rendements (kg/ha) en présence de 120 kg/ha N + 60 kg/ha P₂O₅ + 30 kg/ha K₂O de 1988 à 2004 durant l'hivernage

En contre saison

→ Avec 90 kg/ha N+ 45kg/ha P_2O_5 :

- De 1990 à 2003, nous avons observé une augmentation du rendement paddy de :
23% pour le traitement MOF1 par rapport au témoin ;
21% pour le traitement M1F1 par rapport au témoin ;
19% pour le traitement M2F1 par rapport au témoin (figure 3) ;

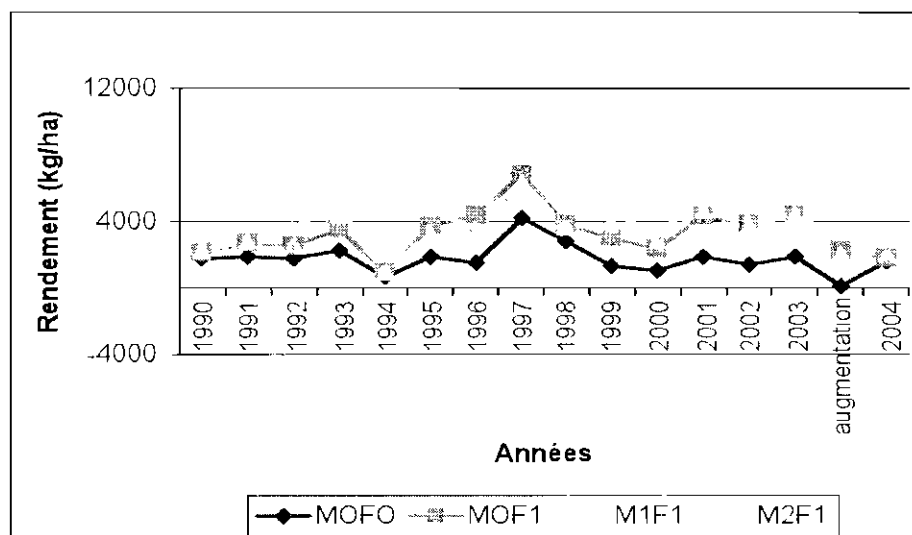


Figure 3 : Evolution des rendements (kg/ha) en présence de 90 kg/ha N+45 kg/ha P_2O_5 de 1990 à 2003 durant la contre saison

→ Avec 120 kg/ha N + 60 kg/ha P_2O_5 + 30 kg/ha K_2O .

- De 1990 à 2003, nous avons observé une augmentation du rendement paddy de :
33 % pour MoF2 par rapport au témoin ;
26 % pour M1F2 par rapport au témoin ;
34 % pour M2F2 par rapport au témoin (figure 4).

Toutes les fumures augmentent le niveau de rendement. L'utilisation des engrais minéraux sans apport de matière organique dans le système augmente les rendements mais pas durablement.

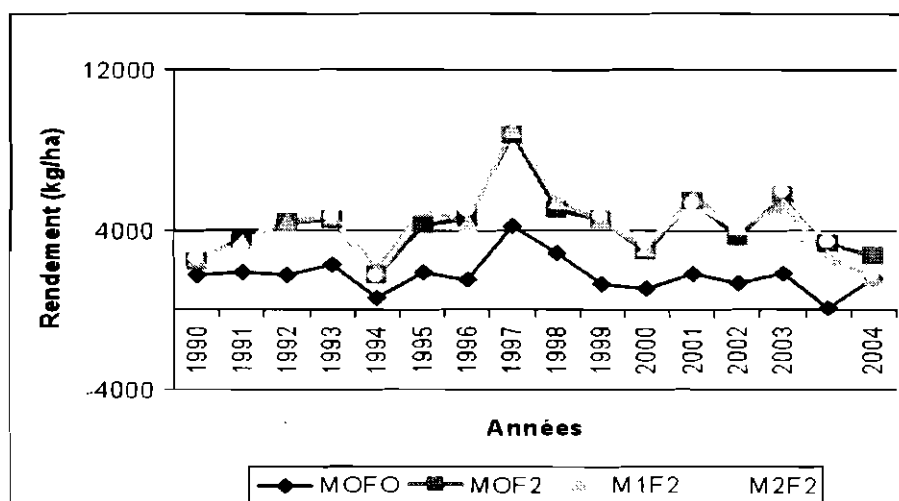


Figure 4 : Evolution des rendements (kg/ha) en présence de 120 kg/ha N + 60 kg/ha P_2O_5 + 30 kg/ha K_2O de 1990 à 2003 durant la contre saison

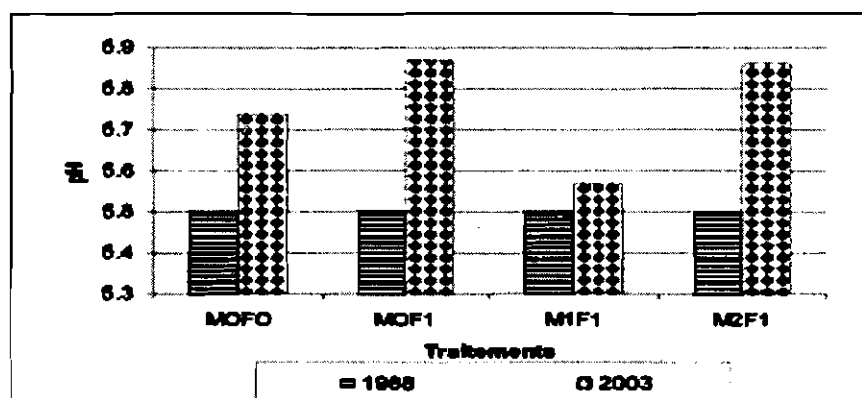


Figure 5 : Evolution de l'acidité du sol en présence de 90 kg/ha N + 20 kg/ha P de 1988 à 2003

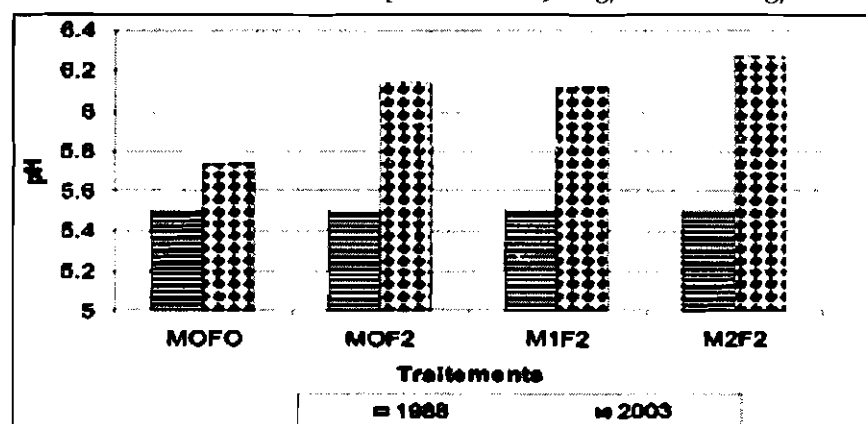


Figure 6 : Evolution de l'acidité du sol en présence de 120 kg/ha N + 60 kg/ha P_2O_5 + 30 kg/ha K_2O de 1988 à 2003

Les caractéristiques chimiques du sol de départ en 1988 et en 2003 indiquent une augmentation du pH pour l'ensemble des traitements.

→ Avec 90 kg/ha N + 45kg/ha P_2O_5 :

On a observé une augmentation du pH de 0,37 pour l'engrais minéral seul (MoF1) ; 0,07 pour le traitement M1F1 et 0,36 pour le traitement M2F1. (figure 5)

Le taux de carbone organique du sol a diminué de 0,01 % pour le traitement MoF50 (témoin) et de 0,05% pour l'engrais minéral seul (MoF1). Cependant, on a pu constater une augmentation du taux de carbone avec l'apport de la matière organique. Elle est de 0,02 % pour le traitement avec la paille (M1F1) et de 0,13 % pour le traitement avec le fumier (figure 7).

→ Avec 120 kg/ha N + 60 kg/ha P_2O_5 + 30 kg/ha K_2O .

La même tendance est observée (figure 6). Le pH a augmenté de 0,64 pour l'engrais minéral seul (MoF2) par rapport au sol de départ ; 0,62 pour le traitement avec la paille (M1F2) et 0,77 pour le traitement avec le fumier (M2F2).

Le taux de carbone organique a diminué de 0,01% pour le traitement témoin (MoFo). Par contre avec les autres traitements, nous avons constaté une augmentation du taux de carbone organique de 0,07 % pour l'engrais minéral seul (MoF2) contre 0,36 % pour le traitement avec le fumier (M2F2). Pour le traitement avec la paille de riz (M1F2), le taux de carbone organique s'est maintenu de 1988 à 2003 (0,51 %).

Après 15 ans (1988-2003) en condition de double culture de riz, on constate l'amélioration et/ou le maintien du taux de carbone organique du sol par rapport au sol de départ (figure 8).

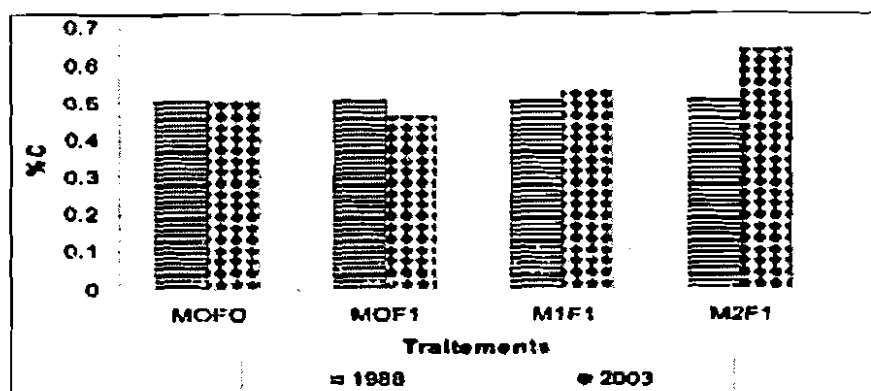


Figure 7 : Evolution du taux de carbone organique du sol en présence de 90 kg/ha N + 20 kg/ha P de 1988 à 2003.

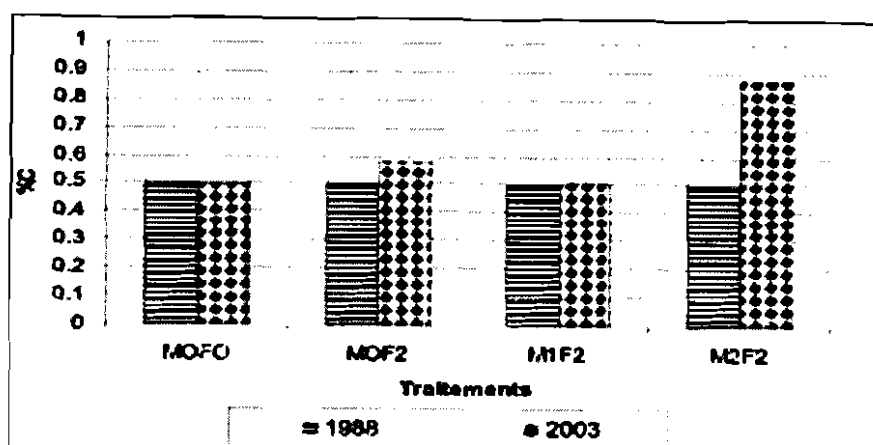


Figure 8 : Evolution du taux de carbone organique du sol en présence de 120 kg/ha N + 60 kg/ha P_2O_5 + 30 kg/ha K_2O de 1988 à 2003

4. Discussion :

La mise en culture du riz sans apport d'engrais entraîne une diminution du taux de carbone organique du sol qui s'expliquerait par la minéralisation de la matière organique, l'absorption des cations par la culture ayant pour conséquence une baisse de rendement. La baisse de la teneur en carbone organique du sol met en évidence la problématique de gestion de la matière organique dans les systèmes traditionnels qui exportent continuellement les résidus de récolte. Sans restitution des résidus ou d'autres amendements organiques pour compenser la minéralisation, il y a risque d'une baisse de matière organique du sol.

La baisse de matière organique est-elle responsable des réductions de rendements ? Le sol fertilisé par la fumure minérale perd une partie de son carbone organique (figure 7). Si la matière organique était le seul facteur responsable de la baisse de rendement, il suffirait d'accompagner l'engrais minéral d'un amendement organique pour

maintenir le stock de carbone organique et stabiliser les rendements. Or, la fumure organo-minérale ne maintient pas les rendements, probablement parce que le niveau de la matière organique du sol n'est pas le seul facteur impliqué.

La synthèse des résultats de 1988 à 1995 rapporte ce qui suit (Sidibé, 1995) :

Une baisse de rendement observée en hivernage 1994 par rapport à 1988 (début de l'essai) sur l'ensemble des traitements. Cet abaissement pourrait être en partie dû aux exportations importantes d'éléments nutritifs inhérentes au système de culture et serait de :

- 67 % pour le traitement MoFo ;
- 33 % pour le traitement MoF1 ;
- 18 % pour le traitement MoF2 ;
- 52 % pour le traitement M1Fo ;
- 31 % pour le traitement M1F1 ;
- 9 % pour le traitement M1F2 ;
- 40 % pour le traitement M2Fo ;
- 14 % pour le traitement M2F1 ;
- 23 % pour le traitement M2F2.

Le niveau de production est en baisse quel que soit le traitement. Les sources et niveaux de fertilisation minérale utilisés actuellement semblent insuffisants pour maintenir la production ; néanmoins l'apport de matière organique semble amoindrir la baisse de production.

Par ailleurs, on remarque que le taux de matière organique qui était faible en 1988 (<1 %) a augmenté pour tous les traitements en 1994. Cette augmentation est de l'ordre de 0,09 % pour le traitement MoFo et varie entre 0,26 et 0,74 % pour les autres traitements ; le maximum est obtenu avec le traitement M1F2. On constate qu'avec ou sans apport

organique, la teneur en matière organique du sol augmente.

N'diaye et al, (1999) ont montré que l'interaction fertilisation minérale et matière organique commence à apparaître à travers le fumier après 19 saisons de culture. Les effets simples indiquent une supériorité des traitements avec le fumier sur les traitements avec la paille produite et enfouie. L'évolution des rendements est variable d'une année à une autre. Cette variation des rendements est pour une grande part liée aux dégâts des oiseaux surtout en contre saison. La valeur nutritive du sol indique un rendement de 2 t/ha après 19 saisons de culture.

5. Conclusion:

Les résultats agronomiques indiquent que sur ce type de sol, une plante exigeante comme le riz demande un minimum de fertilisants. Les réserves minérales du sol étant épuisées, l'engrais minéral est nécessaire mais ne suffit pas seul pour une production à long terme suite à la baisse de taux de carbone organique du sol et à l'acidification. Donc un complément en matière organique sous forme de paille de riz ou de fumier de parc bovin permet de limiter ces conséquences défavorables liées à l'engrais minéral sans cependant stabiliser les rendements car il est incapable de neutraliser toute l'acidité induite par l'engrais minéral.

L'objectif final de tout système de culture est de permettre une productivité durable. Pour atteindre cet objectif, une bonne gestion de la fertilité est essentielle. Dans ce cadre, une comparaison entre les deux systèmes de culture (simple et double culture de riz) s'impose. Il ressort des résultats obtenus que par rapport au maintien et/ou l'amélioration de la fertilité du sol, la simple culture de riz permet une amélioration à long terme de la fertilité du sol (0,10 à 0,60 % de carbone organique) mieux que la double culture de riz (0,13 à 0,36 % de carbone organique).

6. 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 le fruit d'une équipe de recherche composée de Sidi Traoré, Djibril Sissoko, Al housseyini Touré, Mamadou Tangara, Mamadou Siby et

Sidi Makono Coulibaly que nous tenons à remercier. Nos remerciements vont à l'ensemble du personnel du Programme Riz Irrigué et à nos collaborateurs. A tous nous leur disons merci !

7. Références

Bado.V. B ; M.P.Sedogo ; P. Cescas ; François Lompo ; A. Bationo

(1997) : Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso- Cahiers Agriculture 6 : 571-5.

Bationo, A ; S. Koala et E. Ayuk, (1998): Fertilité des sols pour la production céréalière en zone soudano-sahélienne et valorisation des phosphates naturels In : cahiers Agricultures ; 7 (5). Pp. 365-371.

Bremner.J.M (1996): Nitrogen total In : D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Chemicals methods. Soil science society of America books series n°5, Madison, Wisconsin, pp 1085-112.

Defoer, T and Budelman, A (eds), 2000: Managing soil fertility in the tropics : A resource guide for participatory learning and action research. Amsterdam, the Netherlands. Royal Tropical Institute (KIT).

Haefele,S.M ; Wopereis, M.C.S ; Wiechmann. H, (2002) : Long terme fertility experiments for irrigated rice in the west African Sahel. Agronomic results. Field Crops Res.78.119-131.

N'Diaye M.K (1992 à1994/1996 à 1999): Synthèses partielles de l'étude de l'évolution de la fertilité des sols et des rendements en condition de double culture de riz.

Sidibé. S (1995): Suivi de l'évolution de la fertilité d'un sol "dian" et des rendements dans un système de double culture du riz irrigué : Synthèse des résultats de huit (8) années d'un essai pérenne à Kogoni. P. 45.

Veldkamp.W.J; N'diaye. M.K ; Keïta. M.K ; Keïta. B ; et Bagayoko M ; (1991) : Fertilité des sols du Mali-sud/Office du Niger : Interprétation des données analytiques des sols et des plantes. Cellule Agropédologie. Projet Assistance au laboratoire des sols/AGP.

Yoshida, S ; Forno.D.A ; Cock.J.H; Gomez. K.A, (1976) : Laboratory Manual for physiological studies of rice, 3rd ed. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 83.PP.

EVALUATION AGRONOMIQUE DU COMPOST DE JACINTHE D'EAU EN RIZICULTURE IRRIGUEE EN ZONE OFFICE DU NIGER.

Kamissoko, N^a ; Diarra, L^a; Dembélé, B^a; Sarra, S^a

^a Institut d'Economie Rurale (I.E.R)- Bp 258 Rue Mohamed V- Bamako, Mali.

Résumé

La jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes* (Martius) a été introduite au Mali en 1990, autour de la ville de Bamako. Depuis cette date, elle a commencé à envahir le cours du fleuve Niger ainsi que d'autres plans d'eau notamment ceux de l'OPIB, de l'ORS et de l'ON. Les biomasses produites par m² sont considérables. Compte tenu de son impact néfaste sur la pêche, la navigation, la production d'énergie et des problèmes de santé qu'elle pose, diverses méthodes ont été initiées pour lutter contre la jacinthe. Le compostage à partir de la jacinthe et de la paille de riz disponible à l'ON permettrait non seulement de contribuer à la lutte contre ce fléau mais aussi de valoriser la jacinthe d'eau.

Des composts de jacinthe d'eau ont donc été produits à partir de la technique du compostage en tas de la paille de riz et évalués sur le périmètre rizicole irrigué de la station de recherche agronomique de Niono.

Les rendements des cultures de riz après trois saisons de culture ont été sensiblement améliorés (5 t/ha) mais restent statistiquement équivalents à ceux obtenus avec la fumure minérale vulgarisée. Une gestion intégrée des engrais minéraux et des fertilisants organiques contribuerait à améliorer la production.

Mots clés : compost, jacinthe d'eau, riz irrigué, sol, matière organique

Summary

Water hyacinth has been introduced in Mali in 1990, around Bamako. Since this period, it started colonising waterbodies shed, particularly those of OPIB, ORS and Office of Niger. Biomass per m² are important. Water hyacinth has a disastrous impact on fishing, navigation, energy production ; it is also responsible for some health problems. Then various methods have been initiated to fight against Water hyacinth. Compost production with water hyacinth and rice straw available in the Office of Niger zone, will allow to contribute to fight against this flail, but also to valorize water hyacinth.

Composts of water hyacinth were produced from the technique of damping of the rice straw compost and evaluated at irrigated rice agricultural research station in Niono.

Rice yields have been slightly improved after 3 seasons of cultivation; however, there was no significant differences among the results obtained after the use of mineral .The integrated management of the mineral fertilizers and fertilizing organic would contribute to improve the production.

Keywords: compost, hyacinth of water, irrigated rice, ground, organic matter

Introduction

Un des principaux problèmes liés à la culture du riz est le maintien de la fertilité du sol. L'environnement irrigué en zone Office du Niger (ON) est essentiellement caractérisé par la monoculture du riz sur des sols pauvres en matière organique, en azote, en phosphore et récemment en potassium (PRI, 1997). L'utilisation quasi exclusive des engrais minéraux par les exploitants, le brûlis ou l'exportation des résidus de récolte sans véritable mesure de restitution entraînent à la longue une baisse du taux de carbone organique du sol (Bado et al, 1997 ; Bationo et al, 1998 ; N'Diaye et al, 1995). L'utilisation de la matière organique est incontournable pour la résolution du problème de fertilité des sols (Pieri, 1989). Le fumier a toujours été considéré comme la source de matière organique de référence. Cependant sa production rencontre un certain nombre de contraintes dont la disponibilité du bétail et son intégration dans le système d'exploitation (N'Diaye et al, 1995). Il se pose également la difficulté liée à la collecte et au transport de cette matière organique (Berger, 1996). Les coûts élevés des engrais minéraux, la faible disponibilité du fumier et la nécessité de compenser les exportations militent en faveur de la valorisation agricole des résidus culturels par compostage. L'utilisation de la matière organique sous forme de compost

devrait permettre de diminuer les doses d'engrais minéraux, donc les coûts de production et contribuer au développement d'une agriculture durable. La présente étude se propose d'évaluer l'effet résiduel du compost de *jacinthe* d'eau sur le rendement du riz irrigué à la station de Niono. La jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach appartient à la famille des Pontederiacées. Elle a été introduite au Mali en 1990 autour de la ville de Bamako. A partir de Bamako, elle a envahi le cours du fleuve Niger et différents plans d'eau du pays, notamment ceux de l'Office du Périmètre Irrigué de Baguineda (OPIB), de l'Opération Riz Ségou (ORS) et de l'Office du Niger (ON). Les biomasses produites par m² étant considérables, la jacinthe cause des dommages à la production d'énergie à Sotuba ; elle constitue une menace pour la pêche et la navigation dans de nombreuses localités et pose aussi des problèmes de santé, entraînant ainsi des conséquences socio-économiques néfastes (Dembélé, 2002). Aussi, pour lutter contre ce fléau, un projet intitulé "Appui à la lutte contre la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques nuisibles" a été initié. Le compostage à partir de la jacinthe et de la paille de riz disponible à l'ON permettrait non seulement de contribuer à cette lutte, mais aussi de valoriser la jacinthe d'eau.

Matériel et Méthode

L'étude a été conduite en 2002 à la station de recherche agronomique de Niono sur un sol de type « danga » (hydromorphe peu humifère à gley oxydé en profondeur avec 11 à 35 % d'argile, riche en sable, limon et fer), qui occupe 56 % des terres de l'Office du Niger. La variété de riz utilisée est Kogoni 91-1 qui

est largement répandue en zone Office du Niger. Le dispositif expérimental était celui des blocs de Fisher. Douze traitements sont comparés à la fumure vulgarisée (120 kg/ha N + 20 kg/ha P) et à celle en voie de vulgarisation (120 kg/ha N + 20 kg/ha P + 50 kg/ha K) soit quatorze traitements répétés quatre fois :

- T1 : 120 N-20P
 T2 : 120 N-20P-50K
 T3 : 60N-10P-5000 kg/ha jac 100 %
 T4 : 60N-10P-5000 kg/ha jac 75 % + 25 % typha
 T5 : 60N-10P-5000 kg/ha jac 50 % + 50 % typha
 T6 : 60N-10P-5000 kg/ha jac 75 % + 25 % paille de riz
 T7 : 60/ha N-10P-5000 kg/ha jac 50 % + 50 % paille de riz
 T8 : 60 N-10 P-5000 kg/ha jac 50 % 25 %T+25 % paille de riz
 T9 : 120N-20P-5000 kg/ha jac 100 %
 T10 : 120N-20P-5000 kg/ha jac 75 % + 25 % typha
 T11 : 120N-20P-5000 kg/ha jac 50 % + 50 % typha
 T12 : 120N-20P-5000 kg/ha jac 75 % + 25 % paille de riz
 T13 : 120N-20P-5000 kg/ha jac 50 % + 50 % paille de riz
 T14 : 120N-20P-5000 kg/ha jac 50 % + 25 % typha + 25 % paille de riz.

N = azote ; P = phosphate ; K = potassium ; jac = jacinthe.

Dans chaque bloc, les traitements sont distribués de façon aléatoire. Chaque parcelle élémentaire mesure 6 m x 5 m (30 m²) et a été entourée de diguettes afin de rendre autonomes l'irrigation et le drainage. Les plants ont été repiqués aux écartements de 20 cm x 20 cm. Le compost de jacinthe a été enfoui au moment du labour. La fumure de fond constituée de Chlorure de potassium (50 % K) a été apportée de façon variable suivant les traitements. Le Di ammonium de phosphate (DAP : 18%N et 46% P₂O₅) a été apporté en couverture sept jours après repiquage.

L'azote contenu dans le DAP a servi de « stater » et a été pris en compte dans les 120 kg/ha N apportés. Le reste de l'azote a été apporté essentiellement sous forme d'urée en complément minéral (CM) sur tous les traitements au tallage (18 jours après repiquage) et à l'initiation panículaire (53 jours après repiquage). La récolte a été effectuée sur la parcelle utile en éliminant 2 m de chaque côté.

Compostage en tas de la jacinthe

La méthodologie consiste à confectionner des compostières de 3 m x 2 m x 1,5 soit 9 m³ dans lesquelles la jacinthe et/ou d'autres matériaux végétaux sont mis à décomposer en couches successives pendant deux mois. La jacinthe et les autres matériaux sont coupés en petits morceaux de 15 cm environ et mélangés à du fumier de parc dans les proportions de 3 pour 1 (75 kg de substrat pour 25 kg de fumier). Ensuite, les substrats coupés furent empilés de façon à former une première couche d'environ 10 à 15 cm de hauteur (75 kg de substrat). A cette couche, il a été apporté 1,5 kg d'urée ainsi que 25 kg de fumier de parc suivi d'un arrosage léger. L'opération est répétée 10 fois pour obtenir une tonne de substrat décomposable. (Compostage en tas de la paille de riz, SEGDA 1997). Le fumier et le Phosphate Naturel de Tleusi (PNT) sont utilisés pour enrichir le compost tandis que l'urée est utilisée comme activateur de décomposition.

Les matériaux et matériels de compostage ont été rassemblés et l'aire de compostage a été nettoyée auprès d'une source d'eau (robinet).

Les traitements testés au laboratoire Sol- Eau- Plante de Sotuba sont les suivants :

- T1 : 100 kg de jacinthe + 20 kg de fumier + 1,5 kg d'urée
 T2 : 75 kg de jacinthe + 25 kg de Typha + 20 kg de fumier + 1,5 kg d'urée
 T3 : 50 kg de jacinthe + 50 kg de Typha + 20 kg de fumier + 1,5 kg d'urée
 T4 : 75 kg de jacinthe + 25 kg de paille de riz + 20 kg de fumier + 1,5 kg d'urée
 T5 : 50 kg de jacinthe + 50 kg de paille de riz + 20 kg de fumier + 1,5 kg d'urée
 T6 : 50 kg de jacinthe + 25 kg de Typha + 25 kg de paille de riz + 20 kg de fumier + 1,5 kg d'urée.

Cette opération a essentiellement porté sur l'évaluation de l'arrière effet de ces composts sur le rendement du riz. L'analyse de variance a été utilisée pour traiter les données et la séparation des moyennes a été faite par la méthode de Newman et Keuls. Le logiciel STATITCF a été utilisé.

Analyses chimiques

L'échantillonnage du sol a été fait avant l'installation des cultures dans les champs des paysans retenus. Un échantillon moyen de sol a été prélevé à l'horizon 0-30 cm par type de sol sur l'ensemble des sites. Il a été fait sur le champ en 5 points dont un situé sur le point

de rencontre des diagonales et médianes et 4 autres situés sur les médianes, déterminés à partir des pas et cela de façon systématique. Les sols des 5 points de prélèvement ont été mélangés et un échantillon composite d'environ 1 kg a été prélevé puis séché à l'air libre et conservé dans des sachets en plastiques pour analyse au laboratoire.

Evaluation agronomique

Pour chaque traitement, le poids de la paille ainsi que le rendement grain ont été évalués. Avant la récolte on a procédé au comptage des talles et de panicules par m² et à la mesure de la hauteur des plants.

Résultats

Caractéristiques chimiques des sols

Les caractéristiques chimiques des sols sont consignées dans le tableau 1. La valeur moyenne des pH des sols « danga » est de 5,5 (+ ou - 0,30). Celle des sols « moursi » est de 6,3 (+ ou - 0,5). Le pH moyen de ces sols est légèrement acide (pH : 5,5 à 6,5), donc la plupart des éléments sont disponibles en quantité suffisante pour les plantes. Les taux de K, Ca et Mg sont bas. Les ratios

des taux de K/Ca et K/Mg sont aussi bas. Ils varient entre 0,03 pour le K/Ca et 0,08 et 0,18 pour le K/Mg.

Toutes ces valeurs semblent indiquer la faible disponibilité des sols en K. Les valeurs comprises entre 0,1 et 0,2 % de K dans les sols suivant la convention indiquent une déficience modérée en potassium des sols (Veldkamp et al, 1991). Le taux moyen en phosphore assimilable varie de 3,6 pour les sols moursi à 3,9 pour les sols danga.



Tableau I : Caractéristiques des sols

Caractéristiques	Sol danga (0,30 cm)	Sol moursi (0,30 cm)
% Argile	10,6	57,7
% Limon	16,6	21,0
% Sable	72,7	21,3
pH eau	5,5	6,3
pH KCl	3,9	4,6
% C	1,00	1,90
% Azote total	0,06	3,26
% Ca	0,55	8,74
% Mg	0,11	3,08
% K	0,02	0,27
% Na	0,19	0,27
P.assimilable	3,9	3,6

Evaluation agronomique

Les résultats de l'analyse de variance et de la comparaison des moyennes selon le test de Newman et Keuls figurent dans le tableau II. Les coefficients de variation sont de 5,2 pour la hauteur moyenne des plants et 12,6% pour le rendement paddy (en kg/ha). L'arrière effet

du compost n'est pas perceptible sur les traitements testés. Cependant les rendements paddy obtenus avec les différentes combinaisons sont assez intéressants avec une moyenne de 5174 kg/ha (tableau II). Ceci montre que le compost de la jacinthe seule ou en combinaison avec la paille de riz ou le typha peut être utilisé en riziculture.

Tableau II : Résultats d'analyse de variance de l'effet résiduel du compost à base de jacinthe sur le rendement du riz irrigué

À Traitements	Talles /m ²	Panicu les/m ²	Hteur (cm)	Poids paille (kg/ha) (kg/ha)	RDT (kg/ha)
T1 : 120 N-20P	281	254	86,1	5114	4852
T2 : 120 N-20P-50K	312	268	81,25	5314	5005
T3 : 60N-10P-5000kg/ha jac100 %	330	307	84,45	5732	5018
T4 : 60N-10P-5000kg/ha jac 75 % + 25 % typha	294	260	80,55	4930	4860
T5 : 60N-10P-5000kg/ha jac 50 % + 50 % typha	299	276	82,15	5665	5088
T6 : 60N-10P-5000kg/ha jac 75 % + 25 % P.riz	297	269	81,70	5949	5358
T7 : 60/ha N-10P-5000kg/ha jac 50 % + 50 % P.riz	312	291	81,8	5548	4719
T8 : 60 N-10 P-5000kg/ha jac 50 % 25 % T + 25 % P.riz	306	280	83,90	5515	5323
T9 : 120N-20P-5000kg/ha jac 100 %	311	274	81,2	5465	5000
T10 : 120N-20P-5000kg/ha jac 75 % + 25 % typha	324	300	84,55	5715	5593
T11 : 120N-20P-5000kg/ha jac50 % + 50 % typha	329	313	84,24	5816	5426
T12 : 120N-20P-5000kg/ha jac75 % + 25 % P.riz	301	284	83,95	5615	5330
T13 : 120N-20P-5000kg/ha jac50 % + 50 % P.riz	308	277	81,90	5264	5109
T14 : 120N-20P-5000kg/ha jac 50 % + 25 % typha +25 % paille de riz.	320	313	84,9	5799	5545
Moyenne	309	283	83,05	5531	5174
Signification	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	10,0	11,9	5,2	10,0	12,6

Conclusion :

L'évaluation de l'arrière effet du compost de la jacinthe montre que les différentes combinaisons de la jacinthe avec d'autres plantes sont statistiquement équivalentes. Ceci montre que le compost de la jacinthe seule ou en combinaison avec la paille de riz ou le typha peut être utilisé en riziculture.

La matière organique constitue un facteur important dans l'accroissement des rendements du riz. Une meilleure gestion des ressources locales par compostage ou après transformation par les animaux, sous forme de fumier, pourrait constituer l'amorce d'un système de culture durable.

Références

BADO. B.V ; SEDOGO.M.P; CESCAS. M.P; LOMPO.F ; BATIONO.A, 1997 : Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers d'agricultures. Vol.6 -6 : 571-575.

BATIONO, A ; S. KOALA et E. AYUK, (1998): Fertilité des sols pour la production céréalière en zone soudano-sahélienne et valorisation des phosphates naturels In : cahiers Agricultures ; 7 (5). Pp. 365-371.

BERGER. M, 1996 : L'amélioration de la fumure organique en Afrique Soudano-sahélienne. Agriculture et développement. Hors séries n°10 : 33-103.

DEBÉLÉ B. 2002 : Mise au point des techniques de lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et d'autres plantes aquatiques nuisibles. Rapport de recherche jaci, 9è session du Comité de Programme de l'IER, Bamako, Mali, 21 pages.

N'DIAYE, M.K ; GUINDO. D ; DICKO. M, (1995) : Gestion de la fertilité des sols rizicoles de l'Office du Niger. In (K.Miézan, M.C.S.Wopereis ; Dingkuhn, J ; Deckers

Reconnaisances 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 le fruit d'une équipe de recherche composée de Sidi Traoré et Souleymane Coulibaly que nous tenons à remercier. Nos remerciements vont à l'ensemble du personnel du Programme Riz Irrigué et à nos collaborateurs. A tous nous leurs disons merci !

and T.F Randolph (ed). Irrigated rice in the Sahel. Prospects for sustainable development Association (WARDA), Bouaké, Côte d'Ivoire: 201-211.

PIERI. C, 1989: Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. Ministère Français de la coopération et du développement CIRAD- IRAT, Paris, 444 P.

PRI, 1997: Rapport analytique- «Programme Riz Irrigué» - CRRRA/Niono-IER- Mali.

SEGDA. Z, 1997 : Fiche technique sur le compostage en tas de la paille de riz. (Formation organisée par le PSI/CORAF-Niono à l'attention des chercheurs, développeurs et exploitants agricoles). 3 pages.

VELDKAMP.W. J; N'DIAYE. M.K; KEITA. M.K ; KEITA. B ; et BAGAYOKO M ; (1991) : Fertilité des sols du Mali-sud/Office du Niger : Interprétation des données analytiques des sols et des plantes. Cellule Agro-pédologie-Projet Assistance au laboratoire des sols/AGP.

Influence de quelques techniques de plantation sur la croissance du karité au stade juvénile en zone Mali-Sud.

Influence of some plantation techniques on the growth of young plants of shee tree in Southern Mali.

Auteurs : Harouna Yossi¹, Oumar Senou¹, Sayon Kamissoko¹, Ibrahima N'Diaye², René Dackouo¹

1 Chercheurs au Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso.

2 Coordinateur Scientifique, Institut d'Economie Rurale.

Résumé

La présente étude a pour objectif de mettre au point des techniques de plantation permettant d'améliorer la croissance juvénile des plants de karité. Elle a été menée en zones soudanienne sud (Station de recherche agronomique de N'Tarla) et guinéenne nord (Sous-station de recherche agronomique de Farako). Les travaux ont porté sur l'évaluation de l'influence :

- de la fertilisation minérale et de l'arrosage sur le comportement des sauvageons de karité après transplantation ;
- de la fertilisation minérale sur le comportement des plants de karité élevés en pépinière après transplantation.

L'arrosage des sauvageons a permis d'améliorer leur survie après plantation. En effet, le taux de survie des sauvageons de karité non arrosés est inférieur à 21 %. Par contre, celui des sauvageons arrosés est compris entre 21 et 40 %. Le taux de survie des plants de karité issus de pépinière est supérieur à 81 %.

La fertilisation pendant deux ans après plantation n'a pas eu d'effet significatif sur la croissance des jeunes plants de karité toutes catégories confondues. En revanche, l'arrosage des plants pendant deux ans après transplantation a permis d'améliorer la croissance (hauteur et grosseur au collet) des sauvageons de karité 41 mois après plantation. L'eau apparaît alors comme un facteur limitant de la croissance juvénile du karité.

Mots clés : karité, techniques de plantation, fertilisation, arrosage, Mali-Sud.

Abstract

Plantation techniques aiming at improving the growth of shee tree young plants were conducted in the Southern Sudanian zones (N'Tarla's Agricultural Research Station) and Northern guinean (Farako's Agricultural Research Sub-station). Tests were conducted to assess the effect of: mineral fertilization and watering on the behaviour of wild shee trees seedlings *Vitellaria paradoxa* (shee tree) after plantation ;

mineral fertilization on the growth of planted seedlings from nursery .

The effect of watering on the survival of planted wild shee tree seedlings has been established. The survival rate of non watered control of wild shee trees is inferior to 21 %. This rate is raised to 21 - 40 % when wild shee trees are watered. The shee tree plants rate grown in tree nursery is qualified as very high after plantation (survival rate is superior to 81 %).

The fertilization during two years after plantation didn't have significative effect on the shee tree young plants growth (wild shee trees and grown plants in tree nursery). In return, watering plants during two years after plantation has permitted to improve the growth (height and roughness of the collar) of the wild shee trees 41 months after plantation. So, water appears as one factor limiting the growth of young plants of shee tree

Key words : shee tree, plantation techniques, fertilization, watering, southern Mali.

1. Introduction

Le Karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertner) est une espèce intégralement protégée par le code forestier de la République du Mali à cause du rôle socio-économique et écologique qu'il joue pour les populations rurales : sources de revenus et de matières grasses, énergie, protection des sols, alimentation. Son aire couvre 229 125 km² au Mali (Maïga, 1990). La consommation moyenne de beurre de karité a été estimée à 5 kg par personne et par an en zone Mali-Sud (Bagnoud 1992). Selon Guillaume-Gentil (2001), la production malienne d'amandes de *V. paradoxa* en l'an 2000 était de 85 000 tonnes contre un potentiel de production de 661 500 tonnes (CECI 1994). Selon Konaté (2000), la valeur ajoutée générée par ce produit au Mali est de l'ordre de 5 milliards de FCFA par an.

La réduction des superficies et celle de la durée de la jachère, la pratique généralisée de la culture attelée dans les zones de production des amandes ont entraîné une diminution drastique de la régénération des karités dans plusieurs terroirs (Ouédraogo et Devineau 1996, Senou, 2000, Yossi et al., 2002). En conséquence, des peuplements de l'espèce connaissent un vieillissement généralisé. Malgré son importance socio-économique, le karité ne fait pas jusqu'ici l'objet de plantations. En effet, à part quelques cas isolés de plantations de karité réussis signalés par Bonkougou (1987) dans diverses parties du Burkina Faso (de 2 arbres à une dizaine d'hectares) et du Mali (plantations d'alignement à Kadiolo), les tentatives de plantations industrielles ont connu jusque là des difficultés malgré les acquis de recherches conduites depuis 1902 au Mali (Yossi et Traoré 1987) et 1935 au Burkina Faso (Bonkougou (op. cit.) et cela pour plusieurs raisons :

- la faculté germinative des graines est de courte durée ; elle disparaît 2 à 3 mois après la récolte ;
- la lenteur de croissance des jeunes plants dont l'élevage en pépinière par les techniques actuellement connues exige 2 à 4 ans ;
- le faible développement du système aérien des jeunes plants les expose aux rongeurs et aux feux de brousse. Ainsi, à 20 ans le karité ne dépasse guère 4 à 5 m de hauteur ;
- l'entrée en production du karité dans les conditions naturelles ne se produit qu'après 20 ans et la pleine production n'est atteinte que vers 40-50 ans.
- par ailleurs, cette production est irrégulière et aucun cycle de production n'a pu être mis en évidence (Demarest 1957).

Il s'avère nécessaire d'améliorer les techniques culturales et la production de l'espèce. Ce qui nécessite entre autres, la sélection et la propagation de matériel végétal performant, la mise au point d'itinéraires techniques appropriés de culture, la gestion des peuplements naturels et la lutte contre les maladies, les parasites végétaux et les insectes. La présente étude a pour objectif de mettre au point des techniques de plantation permettant d'améliorer la croissance juvénile des plants de karité.

2. Matériel et méthodes

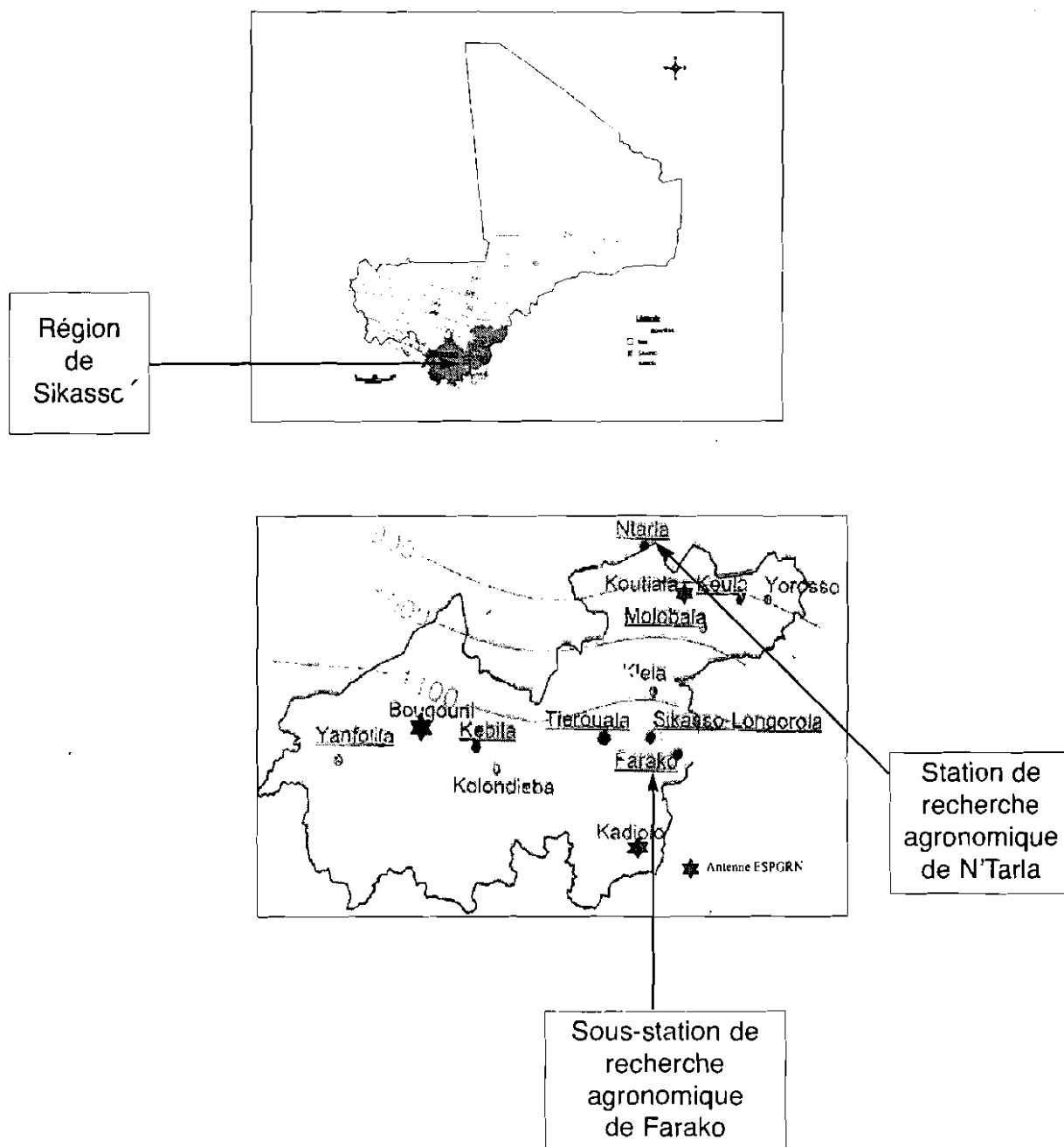
Les travaux ont porté sur :

- l'étude de l'influence de la hauteur initiale des sauvageons de *Vitellaria paradoxa* (karité) sur leur comportement après transplantation ;
- l'étude de l'influence de la fertilisation minérale et de l'arrosage sur le comportement de sauvageons de karité en transplantation ;
- l'étude de l'influence de la fertilisation minérale sur le comportement de jeunes plants de *Vitellaria paradoxa* (karité) en plantation en zone guinéenne nord et soudanienne sud.

2.1. Sites

Les travaux ont été menés dans la Station de Recherche agronomique de N'Tarla et la Sous-station de recherche agronomique de Farako-Finkolo (Figure 1). La Sous-Station de recherche agronomique de Farako-Finkolo est située en zone guinéenne nord (PIRT 1986) à environ 25 km à l'Est de la ville de Sikasso sur la route Sikasso-Bobo Dioulasso et à 425 km au Sud-Est de la ville Bamako. La zone guinéenne nord est définie par une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 1100 mm et 1400 mm. La saison des pluies est relativement longue (avril à octobre) avec environ 90 jours de pluies. La Station de recherche Agronomique de N'Tarla est située en zone soudanienne sud (PIRT 1986) à environ 200 km au nord de la ville de Sikasso et à 350 km au sud de Bamako. La zone soudanienne sud couvre les terres où la pluviosité moyenne annuelle est comprise entre 750 à 1100mm. La saison des pluies y dure de 4 à 6 mois (mai à octobre) avec environ 70 à 80 jours de pluies.

Figure 1 : Localisation des sites de recherche



2.2. Etude de l'influence de la fertilisation minérale et de l'arrosage sur le comportement de sauvageons de *Vitellaria paradoxa* en plantation

L'essai a été mis en place en 2002 à la Sous-Station de Recherche Agronomique de Farako sur un sol ferrugineux tropical lessivé à tâches et concrétions. Il a été adopté un dispositif expérimental en quatre blocs complets randomisés avec quatre traitements représentant la combinaison des niveaux des facteurs suivants :

- Fertilisation avec deux modalités : plants avec engrais de fond et fertilisés pendant les deux premières années après transplantation et des plants recevant un engrais de fond, mais non fertilisés les années suivantes ;
- Arrosage avec 2 modalités : plants arrosés et plants non arrosés.

La formule d'engrais recommandée par le Programme Fruits et Légumes de l'Institut d'Economie Rurale (IER) pour la fertilisation du manguier a été retenue. Cette formule est de 217 grammes de DAP, +300 g de sulfate de potassium +133 g d'urée par plant à appliquer un an après transplantation. Pour les années suivantes, les doses de la première année sont à multiplier par le nombre d'années. La dose à apporter à partir de 10 ans sera maintenue pour les années suivantes.

L'engrais de fond apporté à la plantation est constitué par 5 kg de terre de forêt plus 1,5 kg de Phosphate naturel de Tilemsi. L'arrosage a consisté à apporter à chaque plant 20 litres d'eau deux fois par semaine pendant toute la saison sèche dès l'arrêt des pluies. L'essai comporte 16 parcelles unitaires constituées

chacune par une ligne de 5 plants à un écartement 3 m x 3 m. Les sauvageons ont été transplantés en juillet 2002 dans des trous de 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m. Les plants ont été fertilisés en juillet 2003 et 2004. Les données collectées ont porté sur le taux de survie, la hauteur et le diamètre au collet des plants 41 mois après transplantation. L'analyse de variance a été utilisée pour le traitement des données.

2.3. Etude de l'influence de la dose d'engrais minéral sur le comportement de jeunes plants de karité issus de pépinière en zones guinéenne nord et soudanienne

2.3.1. Zone guinéenne nord

L'essai a été implanté en 2002 à la Sous-Station de Recherche Agronomique de Farako sur un sol ferrugineux tropical profond. Il a été adopté un dispositif expérimental en 5 blocs complets randomisés avec 5 traitements que sont :

- plants ne bénéficiant ni d'engrais de fond à la transplantation, ni d'apport de fertilisant les années suivantes ;
- plants bénéficiant d'engrais de fond à la transplantation, mais sans apport de fertilisant les années suivantes ;
- plants bénéficiant d'engrais de fond à la transplantation et d'un apport de la moitié de la dose recommandée d'engrais sur manguier pendant les deux premières années après transplantation ;
- plants bénéficiant d'engrais de fond à la plantation et d'un apport de la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;

- plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de 1,5 fois la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation.

L'engrais de fond apporté est constitué par 5 kg de terre de forêt plus 1,5 kg de Phosphate naturel de Tilemsi. L'essai comporte 25 parcelles expérimentales de 4 plants chacune. Les plants ont été produits en pots et ont séjourné pendant deux ans en pépinière. La plantation a été réalisée le 15 août 2002 selon l'écartement 3 m x 3 m après un labour profond du sol à la charrue. La fertilisation a été appliquée en août 2003 et 2004. Les données collectées ont porté sur le taux de survie, le diamètre à la base et la hauteur des plants 40 mois après plantation.

2.3.2. Zone soudanienne sud

L'essai a été implanté en 2003 à la Station de recherche agronomique de N'Tarla sur un sol ferrugineux tropical fortement érodé. Il a été adopté un dispositif expérimental en 4 blocs complets randomisés avec 7 traitements.

Les traitements sont :

- plants n'ayant bénéficié ni d'engrais de fond à la plantation ni d'apport de fertilisant les années suivantes ;
- plants ayant bénéficié d'engrais de fond à la plantation et d'apport de fertilisant les années suivantes ;
- plants ayant bénéficié d'engrais de fond à la plantation et d'apport de 5 kg de fumure organique (FO) pendant les deux premières années après plantation ;
- plants ayant bénéficié d'engrais de fond à la plantation et d'apport de la moitié de la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières

années après plantation ;

- plants ayant bénéficié d'engrais de fond à la plantation et d'apport de la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;
- plants ayant bénéficié d'engrais de fond à la plantation et d'apport de 1,5 fois la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;
- plants ayant bénéficié d'engrais de fond à la plantation et d'apport de 2 fois la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation.

L'engrais de fond apporté est constitué par 5 kg de terre de forêt plus 1,5 kg de Phosphate naturel de Tilemsi. L'essai a comporté 28 parcelles expérimentales de 4 plants chacune. Les plants ont été produits en pots et ont séjourné pendant deux ans en pépinière. La plantation a été réalisée le 22 août 2003 à un écartement 7 m x 7 m après un labour à la charrue et dans des trous de 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m. La fertilisation a été appliquée un an après plantation en août 2004. Les données collectées ont porté sur le taux de survie, le diamètre à la base et la hauteur des plants 28 mois après plantation. L'analyse de variance a été utilisée pour le traitement des données.

3. Résultats

3.1. Influence de la fertilisation, de l'arrosage et de leur interaction sur le taux de survie des sauvageons 41 mois après plantation

Le taux de survie moyen est de 26,25 %. Il est qualifié de faible parce qu'il est compris entre 21 et 40 %. Les facteurs fertilisation, arrosage et leur interaction n'ont pas eu d'effets signifi-

catifs sur le taux de survie des sauvageons 41 mois après plantation au seuil de probabilité de 5 % (Tableau I). En dépit de la non signification de l'impact des facteurs et de leur interaction sur le taux de survie, on peut noter que l'arrosage permet d'améliorer sensiblement le taux de survie des sauvageons (35,00 %). Par ailleurs, la fertilisation des sauvageons non accompagnée d'apport d'eau est nocive pour leur survie après transplantation (taux de survie = 5 %).

Tableau I : Influence de la fertilisation et de l'arrosage sur le taux de survie des sauvageons 41 mois après plantation

Fertilisation Arrosage	Fertilisé	Non fertilisé	Moyenne arrosage
Arrosé	35	35	35
Non arrosé	5	30	17,50
Moyenne fertilisation	20	32,50	26,25
Facteurs	Probabilité	Signification	
Fertilisation (F)	0,2555	Non significatif	
Arrosage (A)	0,1211	Non significatif	
Interaction F X A	0,2555	Non significatif	
CV en %	26,25		

3.2. Influence de la fertilisation, de l'arrosage et de leur interaction sur la hauteur moyenne des sauvageons après plantation

Les plants arrosés ont été plus performants en terme de croissance en hauteur que ceux qui

n'ont pas été arrosés (122,69 cm contre 42,34 cm) quel que soit le niveau de la fertilisation au seuil de probabilité de 5 % (Groupe A, tableau II). Par contre la fertilisation n'a pas eu d'impact significatif sur la croissance en hauteur des plants dont la moyenne a été de 82,52 cm 41 mois après plantation.

Tableau II. Influence de la fertilisation et de l'arrosage sur la hauteur moyenne (en cm) des sauvageons 41 mois après plantation

Fertilisation Arrosage	Fertilisé	Non fertilisé	Moyenne arrosage
Arrosé	121,25	124,13	122,69A
Non arrosé	43,25	41,44	42,34B
Moyenne fertilisation	82,25	82,78	85,52
Facteurs	Probabilité	Signification	
Fertilisation (F)	0,9842	Non significatif	
Arrosage (A)	0,0305	significatif	
Interaction F X A	0,9406	Non significatif	
CV en %	76,5		

3.3. Influence de la fertilisation et de l'arrosage sur le diamètre à la base des sauvageons après transplantation

contre 1,05 cm pour les plants non arrosés. L'arrosage a eu un effet significatif sur la grosseur à la base des sauvageons (Tableau III). La fertilisation et l'interaction entre fertilisation et arrosage n'ont pas eu d'effet significatif sur la grosseur à la base des sauvageons au seuil de 5 % (Tableau IV).

Les sauvageons arrosés ont eu un diamètre à la base de 3,07 cm 41 mois après plantation

Tableau III: Influence de la fertilisation et de l'arrosage sur le diamètre à la base (en cm) des sauvageons 41 mois après plantation

Fertilisation Arrosage	Fertilisé	Non fertilisé	Moyenne arrosage
Arrosé	3,18	2,96	3,07A
Non arrosé	0,90	1,20	1,05B
Moyenne fertilisation	2,04	2,08	2,06
Facteurs	Probabilité	Signification	
Fertilisation (F)	0,9263	Non significatif	
Arrosage (A)	0,0047	Hautement significatif	
Interaction F X A	0,0562	Non significatif	
CV en %	68,69		

3.4. Influence de la fertilisation minérale sur le comportement des plants de *Vitellaria paradoxa* (karité) après plantation

3.4.1. Zone guinéenne nord (Sous-Station de Recherche Agronomique de Farako)

L'influence de la dose d'engrais sur le comportement des plants de karité issus de pépinière transplantés à la Sous-Station de Recherche Agronomique de Farako est consignée dans le

tableau IV. A 40 mois, on ne note pas d'effet significatif de l'apport d'engrais sur la survie et la croissance des plants.

Le taux de survie des plants de 95 % est qualifié de très élevé parce qu'il est supérieur à 81 %. La hauteur moyenne des plants a été de 76,40 cm et le diamètre moyen à la base de 2,47 cm. L'influence de la dose d'engrais sur le comportement des plants de karité issus de pépinière transplantés à la Sous-Station de Recherche Agronomique de Farako est consignée dans le tableau IV. A 40 mois, l'apport d'engrais n'a pas d'effet significatif sur la survie et la croissance des plants.

Tableau IV: Influence de la dose d'engrais sur le comportement des plants de karité élevés en pépinière 40 mois après plantation en zone guinéenne nord (Sous-Station de Farako/Finkolo)

TRAITEMENTS	Taux de survie en %	Diamètre à la base en cm	Hauteur des plants en cm
To	95	2,12	69,36
T1	90	2,33	55,61
T2	95	2,68	85,63
T3	95	2,44	72,76
T4	100	2,78	90,1
Moyenne Générale	95	2,47	74,69
Probabilité	0,7382	0,371	0,1543
Signification	NS	NS	NS
CV en %	11,8	21,2	29,6

Légende :

- To = plants non fertilisés avec engrais de fond à la plantation et sans apport de fertilisant les années suivantes ;
- T1 = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation sans apport de fertilisant les années suivantes ;
- T2 = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de la moitié de la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;

- T3 = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;
- T4 = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de 1,5 fois la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation.

NS : non significatif ($P < 0,05$),

3.4.2. Zone soudanienne sud (Station de Recherche Agronomique de N'Tarla)

Le comportement des plants de karité élevés en pépinière à la Station de Recherche Agronomique de N'Tarla est consigné dans le tableau V. Il n'a pas été observé une différence

significative entre les doses d'engrais apportées sur le comportement des plants 28 mois après transplantation. Le taux de survie de 86,96 % est qualifié de très élevé (parce qu'il est supérieur à 81 %). La hauteur moyenne des plants a été de 36,15 cm et le diamètre à la base de 1,57 cm.

Tableau V: Paramètres de comportement des plants de karité élevés en pépinière 28 mois après plantation en zone soudanienne sud (Station de Recherche Agronomique de N'Tarla)

TRAITEMENTS	Taux de survie en %	Diamètre à la base en cm	Hauteur des plants en cm
T0	100	1,4	30,06
T1	93,75	1,4	30,29
T2	93,75	1,6	38,97
T3	87,5	1,4	39,93
T4	81,25	1,3	38,41
T5	81,25	1,9	36,6
T6	71,25	2	38,83
Moyenne Générale	86,96	1,57	36,15
Probabilité	0,6514	0,7713	0,5899
Signification	NS	NS	NS
CV en %	26,8	47,6	26,2

Légende

- T₀ = plants non fertilisés avec engrais de fond à la plantation et sans apport de fertilisant les années suivantes ;
- T₁ = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation sans apport de fertilisant les années suivantes ;
- T₂ = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de fumure organique pendant les deux premières années après plantation ;
- T₃ = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de la moitié de la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;
- T₄ = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;
- T₅ = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de 1,5 fois la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation ;
- T₆ = plants fertilisés avec engrais de fond à la plantation avec apport de 2 fois la dose d'engrais recommandée sur manguier pendant les deux premières années après plantation.

NS : non significatif ($P < 0,05$),

4. Discussion

En zone guinéenne nord, la croissance en hauteur des sauvageons transplantés a été plus forte que celle des plants élevés en pépinière. En effet, l'accroissement moyen mensuel en hauteur des sauvageons a été de 2,01 cm contre 1,86 cm pour les plants élevés en pépinière. En revanche la croissance en diamètre à la base a été plus forte avec les plants élevés en pépinière. L'accroissement moyen mensuel en diamètre a été de 0,06 cm (7,2 mm d'accroissement moyen annuel en diamètre à la base) pour les plants élevés en pépinière et de 0,04 cm pour les sauvageons (4,8 mm d'accroissement moyen annuel en diamètre à la base).

Les plants élevés en pépinière ont mieux survécu après plantation que les sauvageons, qu'ils soient arrosés ou non. Le taux de survie

des plants élevés en pépinière 40 mois après plantation a été 95 %. Le taux de survie moyen des sauvageons arrosés est qualifié de faible parce qu'il est compris entre 21 et 40 %. Celui des sauvageons non arrosés est qualifié de très faible parce qu'il est inférieur à 21 %, 41 mois après leur transplantation. Ceci démontre l'intérêt d'arroser les sauvageons transplantés pour améliorer leur survie.

La fertilisation n'a pas eu d'effet significatif sur le comportement en plantation des sauvageons des plants de karité élevés en pépinière. Les essais réalisés à Kadiolo en zone guinéenne nord n'ont pas également permis de mettre en évidence un effet significatif de la fertilisation des pieds adultes de karité sur la production fruitière (Yossi et al., 2005).

La croissance en hauteur des plants de karité élevés en pépinière a été plus forte en zone guinéenne nord (Sous- Station de Farako) qu'en zone soudanienne sud (Station de N'Tarla). En effet l'accroissement moyen mensuel en hauteur des plants de karité a été de 1,86 cm en zone guinéenne nord (Farako) et de 0,03 cm en zone soudanienne sud (N'Tarla). La différence entre la croissance en hauteur des plants au niveau des deux sites semble être due à la différence de pluviométrie dans la mesure où ils n'appartiennent pas à la même zone agro-climatique. La croissance en diamètre a peu varié entre les zones 40 mois après transplantation.

L'accroissement moyen mensuel en diamètre à la base a été de 0,06 cm (soit 7,2 mm d'accroissement moyen annuel en diamètre) en zone guinéenne nord (Farako) contre 0,05 cm (soit 6 mm d'accroissement moyen annuel en diamètre) 28 mois après transplantation en zone soudanienne sud (N'Tarla). Ruyssen (1957), a rapporté des accroissements moyens annuels en diamètre de karités mesurés à Katibougou (Zone Soudanienne sud) assez proches des résultats obtenus à N'Tarla (Zone soudanienne sud). En effet, Ruyssen (Op.cit), a obtenu après mesures, des accroissements moyens annuels en diamètre de 5 mm à 6,4 mm pour des pieds de karité âgés de 10 à 40 ans et de 4,4 mm pour les pieds de 40 à 100 ans à Katibougou. En outre les mesures de cernes concentriques annuels réalisées dans les stations de Ferkéssédougou et de Niangoloko ont donné des accroissements

moyens annuels du diamètre respectivement de 4 et 3,7 mm (Ruyssen 1957), inférieurs à ceux obtenus à Farako en zone guinéenne nord.

Les accroissements moyens annuels en diamètre obtenus à Farako en zone guinéenne nord se rapprochent de ceux signalés par Bagnoud (1992) pour les karités en zone Mali-Sud. En effet Bagnoud (Op. cit.) a estimé l'accroissement moyen annuel en diamètre à 6 mm par an jusqu'à 40 ans, puis à 4 mm par an au delà de 40 ans pour les pieds de karité de la zone Mali-Sud.

La hauteur moyenne des plants de karité a été de 74,69 cm avec un diamètre moyen à la base de 2,47 cm 40 mois après transplantation à Farako. Ruyssen (1957), a observé la même tendance de croissance chez des jeunes pieds de karité issus de semis directs à Bamako. L'auteur indique que les pieds de karité de 50 cm à 1 m de hauteur avaient un diamètre moyen à la base de 2 à 3 cm.

Tout ceci dénote que le karité est une espèce à croissance très lente en plantation. En effet tous les auteurs entre autres Delolme (1947), Ruyssen (1957), Picasso (1984), Yossi et al. (1988), admettent que le karité est une espèce à croissance très lente. Pour cette raison, certains auteurs notamment Chevalier (1946) et Ruyssen (1957), sont favorables à un aménagement agro-sylvicole des peuplements existants et non à la plantation de l'espèce.

5. Conclusion

Le taux de survie des sauvageons de karité non arrosés est très faible parce qu'il est inférieur à 21 % et celui des sauvageons arrosés est qualifié de faible. Ceci démontre la nécessité d'arroser les sauvageons afin d'améliorer leur survie à la transplantation. Le taux de survie des plants de karité élevés en pépinière est qualifié de très élevé après plantation. La fertilisation pendant deux ans après transplantation n'a pas eu d'effet significatif sur la

croissance des jeunes plants de karité (sauvageons et plants élevés en pépinière). En revanche, l'arrosage des plants pendant deux ans après transplantation a permis d'améliorer la croissance (hauteur et grosseur au collet) des sauvageons de karité 41 mois après transplantation. L'eau apparaît alors comme le facteur limitant de la croissance juvénile du karité.

6. Références

Anonyme (1992) : Plan Stratégique de la Recherche agronomique du Mali. Productions forestières et halieutiques Vol II Document 6, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement, Institut d'Economie Rurale, Bamako, 157 pages.

Bagnoud N., (1992) : Aspects du rôle socio-économique des arbres dans les parcs à karité et Néré de la zone du Mali-Sud et conséquences pour l'évolution future : exemple des villages de Pourou, Guatélé et N'Tossoni. Travail de diplôme, ETH-Zentrum Zürich, Suisse. Opération Aménagement et Reboisement de Sikasso, Mali.

Boffa J. M. (2000) : Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne. Cahier FAO, Conservation n° 34. 258 pages, Rome.

Bonkougou E. G. (1987), Monographie du karité, *Butyrospermum paradoxum* (Gartn, F.) Hepper, espèce agroforestière à usages multiples, IRBET / CNRST, Ouagadougou, 67p.

CECI (1994) : Etude de la filière karité. CECI (Centre Canadien d'Etude et de Coopération Internationale) Sahel - Côte d'Ivoire. Bamako, 47 pages.

Demarest J. (1957) : Observations sur la population de karités de Niangoloko de 1953 à 1957. Oléagineux 13 : 449-455.

DNEF (1982) : Politique forestière nationale de la Direction Nationale des Eaux et Forêts, Bamako.

Delolme, (1947) : Étude du karité à la station agricole de Ferkessedougou Oléagineux, 2,186-200

Guillaume-Gentil, A. (2001) : Le karité, un produit d'exception aux larges perspectives de développement. Dossier Karité. Marchés tropicaux. 385-387.

Hall J B., Aebischer D P., Tomlinson H F., Osei-Amaning, E O. et Hindle J R., (1996) : *Vitellaria paradoxa* : a monograph. School of Agricultural and Forest Sciences Publication n° 8. university of Wales, Bangor, Royaume Uni. 105 pages.

Konaté, G. (2000) : La revue et l'amélioration des données relatives aux produits forestiers au Mali. Projet GCP/INT/679/EC. Programme de partenariat CE-FAO (1998-2001).

Maïga A. Y. (1990) : Etude sur la mortalité du karité Phase de Prolongation. Rapport final, Budget CCE 1984, Article 958. 83 pages

Ouédraogo J. S., Devineau J L. (1996) : Rôle des jachères dans la reconstitution du parc à karité (*Butyrospermum paradoxum* (Gaertn. F. Hepper) dans l'ouest du Burkina Faso. La jachère lien de production, C. Floret (Ed), IRD, Dakar, pages 81-87.

Picasso, (1987) : Synthèse des résultats acquis en matières de recherche sur le karité au Burkina Fasso de 1950 à 1958. Rapport IRHO 45P.

PIRT, 1986 : Zonage agro-écologique du Mali vol 1 projet Inventaire des Ressources Terrestres.

Ruyssen B., (1957) : Le karité au Soudan. L'Agronomie Tropicale 2 (143-172); 3 (249-306),4 (415-440).

Sallé G., Boussim J., Raynal-Roques A., et Brunck F., (1991) : Le karité : une richesse potentielle. Perspectives de recherche pour améliorer sa production. Bois et forêts des Tropiques 228 : 11-22.

Schreckenberk K. (1996) : Forests , fields and markets : a study of indigenous tree products in the woody savannas of Bassila region, Benin. Ph. D. Thesis. University of London, 326 pages.

Senou O (2000) : Les peuplements de karité (*Vitellaria paradoxa* Gaert.) dans le cercle de Koutiala, au Sud du Mali : répartition, structure et parasitisme par les *Tapinanthus*. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, Faculté des Sciences et Techniques, 85 pages.

Terpend N. (1982) : La filière karité: Produit de cueillette, produit de beauté. Les dossiers Faim et développement. Paris, 90 pages.

Yossi H., Coulibaly K., Senou O., (2005) : Mise au Point et validation de technologies agroforestières en milieu paysan, Rapport final, 12ème Session du Comité de programme de l'IER, Bamako, 105 pages.

Yossi H., Karembé M, Dembélé F. (2002) : Mise au Point de technologies agroforestières appropriées, Rapport final, 8ème Session du Comité de programme de l'IER, Sotuba du 10 au 21 juin 2002. 172 pages.

Yossi H., Niamaly, N., Dembélé B., Sanogo, M., (1988) : Projet Arbres Autochtones, Budget CRDI 3 P 84 0119. Rapport technique final. INRZFH/DRFH/SRBEA, Sotuba, 120 pages + 3 annexes.

Yossi H et Traoré M L., (1987) : Actions thématiques sur la mortalité du karité (*Butyrospermum paradoxum* (Gaertner f. Hepper) dans la Région de Ségou. Rapport final, INRZFH/DRFH Sotuba, 75 pages.

Criblage variétal et réactions de variétés prometteuses à la cécidomyie africaine du riz

Varieties screening and reaction of promising varieties to African rice gall midge

Hamadoun A¹, Cissé F¹, Coulibaly M.B², Doumbia Y.¹, Konaté P.¹

1- IER/CRRA Sikasso Bp 16 Sikasso Mali

2- IER/CRRA Niono Bp 7 Niono Mali

Résumé

La cécidomyie africaine du riz, causée par *Orseolia oryzivora* Harris et Gagne, constitue l'une des principales contraintes biotiques de la riziculture dans les zones centre et sud du Mali. Les cultures de bas-fond et irriguées demeurent les plus attaquées avec des niveaux d'infestation variables de 30 à 80 %.

Pour minimiser les pertes de rendements, des recherches ont été menées dans le site-clé de Baguinéda afin d'identifier des variétés tolérantes ou résistantes à la cécidomyie africaine.

Ces recherches ont porté sur le criblage préliminaire de 25 entrées et l'évaluation du comportement de 14 variétés prometteuses vis à vis de la cécidomyie africaine. Les observations de talles saines et infestées par le ravageur ont porté sur un échantillon de 20 poquets par parcelle élémentaire.

Il ressort des résultats obtenus des réactions très diverses. Ces réactions indiquent, d'une part la sensibilité d'une large gamme de variétés, et d'autre part des comportements de tolérance et parfois de résistance d'autres variétés. Les entrées TOX 3553-36-2-2-2 et TOX 3559-6-2-1 -1 issues de la pépinière de criblage sont prometteuses pour la constitution de sources de résistance vis à vis de la cécidomyie. La gamme de variétés, actuellement cultivées par les producteurs, pourrait s'élargir avec les variétés WITA 4 et TOX 4118-34-1-1-2.

Mots clés : cecidomye du riz, *Orseolia oryzivora*, variétés prometteuses

Summary

African rice gall midge caused by *Orseolia oryzivora* Harris and Gagne, is one of the main biotic constraints to rice production in central and southern Mali. Crops on low and irrigated lands remain the most infested by the midge with 30 and 80 % damage rate respectively.

To reduce the losses of yield, research activities were conducted at the Baguineda station to identify varieties tolerant or resistant to african rice gall midge. These activities were based on preliminary screening of 25 lines and the evaluation of the behaviour of 14 varieties towards the African rice gall midge. Observations on healthy and damaged tills by midge were done on a sample of 20 planting hills per plot.

The results showed different reactions. Some varieties were sensitive and others tolerant or resistant to African rice gall midge. The lines TOX 3553-36-2-2-2 and TOX 3559-6-2-1 obtained from the nursery screening are promising for the resistance source to the African rice gall midge. The range of varieties, recently grown by the producers might be extended with the varieties Wita 4 and Tox 4118-34-1-1-2.

Mots-clés : rice gall midge, *Orseolia oryzivora*, promising varieties.

1. Introduction

Le riz est la deuxième céréale mondiale avec une production de 585 millions de tonnes de paddy sur 152 millions d'hectares. Au Mali, la production rizicole est en nette progression. Elle est passée de 727 140 tonnes en 1999 à 932 588 tonnes en 2002, soit un accroissement de 9 % par an (APCAM, 2005). Malgré les efforts consentis par l'Etat malien en terme d'investissements hydroagricoles, la production actuelle de riz au Mali est insuffisante pour satisfaire les besoins de la population sans cesse croissante. Les importations pour résorber le déficit sont estimées à 110 000 tonnes en l'an 2010 (FAO, 1995).

Les rizicultures irriguée et de bas-fond au Mali sont confrontées à des contraintes biotiques et abiotiques. Les principales contraintes biotiques de ces rizicultures demeurent la panachure jaune du riz (RYMV), la cécidomyie africaine et les adventices (Hamadoun et al. 1998).

La cécidomyie est l'un des ravageurs du riz les plus cités à travers l'Afrique (Agen Sampong, 1985 ; Alam et al. 1985). Signalée pour la première fois au Soudan en 1954 par Joyce, l'espèce africaine *Orseolia oryzivora* a été longtemps confondue avec l'espèce asiatique *Orseolia oryzae*. Ce n'est qu'à partir de 1982

que Harris et Gagne ont montré que l'espèce africaine était morphologiquement différente et qu'elle est indigène à l'Afrique sub-saharienne.

Des dégâts spectaculaires ont été enregistrés en zone de savane du Nigéria (Ukwungu et al. 1989). Au Mali, les infestations ont atteint 80 % sur la variété BG 90-2, largement cultivée par les paysans, dans le périmètre irrigué de Baguineda au cours de l'hivernage 1994 (Hamadoun, 1996). Par endroit, il est observé une destruction totale de pépinières rendant impossible le repiquage des jeunes plants par certains paysans.

Récemment encore, les périmètres rizicoles de San et de Baguineda ont connu une recrudescence du ravageur et les pertes de rendement sont estimées à 55 % (Hamadoun et al 2000).

La présente étude vise à minimiser les pertes de rendement causées par la cécidomyie du riz, en mettant à la disposition des paysans des variétés tolérantes ou résistantes. En conséquence, on aboutira à une augmentation sensible de la production du riz et une amélioration des revenus des producteurs et productrices.

2. Matériel et méthodes

L'activité de recherche a porté d'une part sur le criblage préliminaire de nouvelles entrées et d'autre part sur l'évaluation de matériel végétal prometteur (pour sa productivité et son adaptabilité) vis à vis de la cécidomyie du riz, en conditions naturelles d'infestation. Ce matériel est composé de plusieurs variétés/lignées de riz irrigué et de riz de bas-fond.

Le dispositif expérimental est en blocs de Fisher dans chaque cas. Les semis en pépinière ont été réalisés en juillet 2002 et 2003. Les repiquages sont intervenus 21 jours après semis. Les plants sont repiqués à 20 cm x 20 cm, à 2 brins par poquet.

La pépinière de criblage est composée de 25 entrées issues de l'ADRAO. Il s'agit de:

KASTURI

TOX 3566-6-1-2-2-1-1-2

MR 1523

TOX 3580-41-3-2-3-2

TN 1/BD83 -I

TOX 3760-20-2-2-1-1-1

TN1/KALIMUCH 64

TOX 3870-18-1-1-3

TOX 3073-17-1-3-3-3

TOX 3880-38-1-1-2

TOX 3248-76-3-1-2

TOX 3899-31-1-3-1-1-2

TOX 3389-8-1-3-3-2

TOX 3971-34-1-2

TOX 3413-210-3-2-3

TOX 4004-28-3-1-2-2

TOX 3440-16-3-3-2-2-2

TOX 4004-8-1-2-3

TOX 3552-109-2-1-3-2

TOX 4136-WAT-26-1

TOX 3553-36-2-2-2

IB 44

TOX 3559-6-2-1-1

TOX 3562-61-1-3-2-1-1

ITA 306 (témoin)

La variété ITA 306 est utilisée comme témoin pour sa sensibilité à la cécidomyie. Le nombre de répétitions est de 3.

Quant à **l'essai de comportement des variétés prometteuses**, les traitements sont constitués de 14 variétés/lignées en provenance de l'ADRAO et des Programmes Riz Irrigué et Riz de Bas-fonds de l'IER. Ce sont:

SK 51-5-2

TOX 3100-12-1-2-2

TOX 4329-WAT-36-1-3-1

TOX 3100-32-2-1-3-5

TOX 4329-WAT-36-3-1-1-2-1

TOX 3055-10-1-1-3-3-2

TOX 4329-WAT-36-3-3-2-1

TOX 4118-34-1-1-2

IR 53 964-39-1-2-3-3

SIK 353-A10

IR 31787-85-3-3-2

ARC 6605

WITA 4

ITA 306 (témoin)

WTA 10

Le témoin est représenté par la variété ITA 306. Le nombre de répétition est de 4. Les parcelles élémentaires sont de 20 m².

Il a été d'abord procédé au labour, au hersage et à la mise en boue de la parcelle avant d'effectuer le repiquage. Le phosphate d'ammoniaque est appliqué à 100kg/ha en fumure de fond et 250 kg/ha d'urée en couverture (tallage et montaison-épiaison). L'entretien a consisté essentiellement au désherbage manuel à la demande.

Le site retenu demeure le site-clé de Baguinéda.

Le périmètre irrigué de Baguinéda est situé à 30 km en aval de Bamako sur la rive droite du fleuve Niger. Il est géré par l'Office du périmètre irrigué de Baguinéda. Le réseau d'irrigation est marqué par un canal principal d'une longueur de 44 km. Ce canal joue le rôle de pièce maîtresse dans la maîtrise de l'eau dans le périmètre. Le climat de type soudanien, est caractérisé par l'alternance de deux saisons: une saison sèche de 7 mois (novembre à mai) une saison des pluies de 5 mois (juin à octobre)

La végétation est constituée de hautes herbes et de grands arbres. A cette végétation naturelle s'ajoutent de arbres plantés par les populations pour des usages multiples (nourriture, ombrage, construction...). Les sols sont pour la plupart composés d'argile et de sable. On y rencontre par endroit des

quantités importantes de graviers et de latérites grossièrement fragmentés. Les sols se caractérisent par une fine texture possédant

des propriétés hydromorphiques. La superficie totale du périmètre irrigué est de 4500 ha dont 2352 ha réaménagés.

Observations

Le comptage du nombre de talles et de tubes d'oignons est réalisé sur un échantillon de 20 poquets par parcelle élémentaire. Les dates de 40 jours après repiquage (JAR) et 60 JAR

sont retenues pour les comptages. Aussi, le nombre total de poquets (sains et attaqués) au niveau de chaque parcelle élémentaire est noté, de même que le rendement des variétés.

Analyse

L'analyse de variance a été réalisée avec le logiciel STAT - ITCF et le test de séparation des moyennes utilisé a été celui de Newman et

Keuls. L'évaluation de la réaction des variétés est basée sur l'échelle de l'International Rice Research Institute (IRRI) 1988.

3. Résultats

Pépinière de criblage

Les tableaux I et II récapitulent les infestations des plants de riz par la cécidomyie. Les réactions sont très faibles à 40 JAR pour toutes les variétés où des réactions modérément résistantes sont révélées. A 60 JAR, on note une augmentation sensible de ces infestations. L'examen des différentes réactions des variétés à ce stade conduit à l'identification de 2 variétés modérément résistantes, 8 variétés modérément sensibles, 9 variétés sensibles et 4 variétés hautement sensibles.

Comportement de variétés prometteuses de riz

Les tableaux III et IV indiquent les réactions des variétés sur la base des infestations de

talles. Les infestations sont encore faibles à 40 JAR pour les variétés avec des réactions modérément résistantes. Ces infestations ont sensiblement augmenté à 60 JAR. Les comportements qui en résultent vont de la haute sensibilité de certaines variétés à des réactions intermédiaires d'autres. Ainsi, on distingue 2 variétés modérément sensibles, 7 variétés sensibles et 5 variétés hautement sensibles à l'attaque de la cécidomyie.

L'analyse du rendement révèle une différence hautement significative entre les variétés en 2003. Il ressort du test de séparation des moyennes 5 groupes homogènes. Les variétés Tox 4118-34-1-1-2 et Wita 4 regroupent les rendements les plus élevés à la différence de la variété SIK 353-A10 avec le rendement le plus faible.

Tableau I : Réactions de la pépinière de criblage vis-à-vis de la cécidomyie du riz (Baguinéda, hivernage 2002)

Traitements	Infestations de talles par la cécidomyie (%)			
	40 JAR	Réactions	60 JAR	Réactions
KASTURI	2	MR	3	MR
MR 1523	2	MR	1	MR
TN 1/BD83 -I	3	MR	3	MR
TN1/KALIMUCH 64	3	MR	3	MR
TOX 3073-17-1-3-3-3	1	MR	3	MR
TOX 3248-76-3-1-2	4	MR	4	MR
TOX 3389-8-1-3-3-2	1	MR	3	MR
TOX 3413-210-3-2-3	1	MR	2	MR
TOX 3440-16-3-3-2-2-2	2	MR	4	MR
TOX 3552-109-2-1-3-2	1	MR	1	MR
TOX 3553-36-2-2-2	3	MR	5	MR
TOX 3559-6-2-1-1	1	MR	2	MR
TOX 3562-61-1-3-2-1-1	2	MR	3	MR
TOX 3566-6-1-2-2-1-1-2	1	MR	2	MR
TOX 3580-41-3-2-3-2	1	MR	2	MR
TOX 3760-20-2-2-1-1-1	1	MR	2	MR
TOX 3870-18-1-1-3	3	MR	3	MR
TOX 3880-38-1-1-2	2	MR	3	MR
TOX 3899-31-1-3-1-1-2	2	MR	2	MR
TOX 3971-34-1-2	2	MR	2	MR
TOX 4004-28-3-1-2-2	4	MR	4	MR
TOX 4004-8-1-2-3	5	MR	5	MR
TOX 4136-WAT-26-1	2	MR	2	MR
IB 44	4	MR	4	MR
ITA 306	5	MR	10	MS

MR : Modérément Résistant

MS : Modérément Sensible

Tableau II : Réactions de la pépinière de criblage vis à vis de la cécidomyie du riz (Baguinéda, hivernage 2003)

Traitements	Infestations de talles par la cécidomyie (%)			
	40 JAR	Réactions	60 JAR	Réactions
KASTURI	1	MR	11	S
MR 1523	1	MR	7	MS
TN 1/BD83 -I	1	MR	6	MS
TN1/KALIMUCHI 64	1	MR	18	HS
TOX 3073-17-1-3-3-3	2	MR	6	MS
TOX 3248-76-3-1-2	1	MR	16	HS
TOX 3389-8-1-3-3-2	1	MR	13	S
TOX 3413-210-3-2-3	1	MR	11	S
TOX 3440-16-3-3-2-2-2	1	MR	21	HS
TOX 3552-109-2-1-3-2	1	MR	9	MS
TOX 3553-36-2-2-2	1	MR	5	MR
TOX 3559-6-2-1-1	1	MR	3	MR
TOX 3562-61-1-3-2-1-1	1	MR	11	S
TOX 3566-6-1-2-2-1-1-2	1	MR	10	S
TOX 3580-41-3-2-3-2	2	MR	17	HS
TOX 3760-20-2-2-1-1-1	1	MR	11	S
TOX 3870-18-1-1-3	1	MR	15	S
TOX 3880-38-1-1-2	1	MR	7	MS
TOX 3899-31-1-3-1-1-2	1	MR	6	MS
TOX 3971-34-1-2	1	MR	10	MS
TOX 4004-28-3-1-2-2	1	MR	12	S
TOX 4004-8-1-2-3	1	MR	6	MS
TOX 4136-WAT-26-1	1	MR	14	S
IB 44	1	MR	19	HS
ITA 306	4	MR	20	HS

MR : Modérément Résistant

S : Sensible

MS : Modérément Sensible

HS : Hautement Sensible

Tableau III : Comportement des variétés et lignées prometteuses vis à vis de la cécidomyie africaine du riz (Périmètre irrigué de Baguinéda, hivernage 2002)

Lignées / Variétés	Infestations des talles par la cécidomyie (%)				Rendements (Kg/ha)
	40 JAR	Réactions	60 JAR	Réactions	
SK 51-5-2	3	MR	11	S	4234
TOX 4329-WAT-36-1-3-1	3	MR	8	MS	4031
TOX 4329-WAT-36-3-1-1-2-1	5	MR	10	MS	3703
TOX 4329-WAT-36-3-3-2-1	4	MR	13	S	3953
IR 53 964-39-1-2-3-3	1	MR	13	S	4125
IR 31787-85-3-3-2	3	MS	9	MS	3125
WITA 4	2	MR	4	MR	5641
WTA 10	4	MR	10	MS	4422
TOX 3100-12-1-2-2	4	MR	8	MS	5219
TOX 3100-32-2-1-3-5	5	MR	5	MR	5046
TOX 3055-10-1-1-3-3-2	2	MR	2	MR	3891
TOX 4118-34-1-1-2	2	MR	3	MR	4781
SIK 353-A10	3	MR	5	MR	4312
ARC 6605	2	MR	4	MR	5016
ITA 306	6	MS	12	S	4562

MR : Modérément Résistant

MS : Modérément Sensible

S : Sensible

Tableau IV : Comportement des variétés et lignées prometteuses vis à vis de la cécidomyie africaine du riz (Périmètre irrigué de Baguinéda, hivernage 2003)

Lignées /Variétés	Infestations des talles par la cécidomyie (%)				Rendement (kg/ha)
	40 JAR	Réactions	60 JAR	Réactions	
SK 51-5-2	2	MR	12	S	3 638 abc
TOX 4329-WAT-36-1-3-1	1	MR	25	HS	3 3350 bc
TOX 4329-WAT-36-3-1-1-2-1	1	MR	25	HS	3 413 bc
TOX 4329-WAT-36-3-3-2-1	3	MR	25	HS	3 525 abc
IR 53 964-39-1-2-3-3	2	MR	12	S	3 538 abc
IR 31787-85-3-3-2	2	MR	25	HS	3 625 abc
WITA 4	2	MR	15	S	4 288 ab
WTA 10	2	MR	24	HS	3 213 bc
TOX 3100-12-1-2-2	1	MR	15	S	3 350 bc
TOX 3100-32-2-1-3-5	1	MR	13	S	4 150 abc
TOX 3055-10-1-1-3-3-2	1	MR	11	S	3 075 bc
TOX 4118-34-1-1-2	1	MR	12	S	4 725 a
SIK 353-A10	1	MR	8	MS	2 850 c
ARC 6605	1	MR	7	MS	3 075 bc
ITA 306	3	MR	21	HS	3 320 bc

MR : Modérément Résistant

S : Sensible

MS : Modérément Sensible

HS : Hautement Sensible

4. Discussions

L'évaluation du comportement des variétés et lignées a révélé plusieurs réactions de la plante - hôte vis à vis de la cécidomyie. La plupart des variétés/lignées testées ont connu des faibles niveaux d'infestation à 40 JAR. Ces infestations ont sensiblement augmenté à 60 JAR pour révéler des réactions variables d'un groupe de variétés à l'autre. Cette variation des infestations au cours du cycle de développement semble suivre pour certaines variétés l'évolution du tallage. Le tallage abondant peut ainsi créer un microclimat favorable à la ponte, au déplacement des larves et au développement de *Orseolia oryzivora*.

Pour Vergara (1984), la nuisibilité de la cécidomyie peut être établie jusqu'à 60 jours après repiquage pour une variété de 135 jours. Cette hypothèse est en concordance avec les résultats de certaines variétés /lignées testées. Au sein de la pépinière de criblage, les variétés TOX 3553-36-2-2-2 et TOX 3559-6-2-1 -1 ont manifesté les plus faibles sensibilités vis à vis de la cécidomyie au cours de ces deux années d'expérimentation dans le périmètre irrigué de Baguinéda.

D'autres variétés telles que TOX 3073-17-1-3-3-3, TN1/BD83-I, TOX 3899-31-1-3-1-1-2, TOX 4004-8-1-2-3 se sont révélées modérément sensibles. En revanche, TOX 3440-16-3-3-2-2-2, IB 44, TN1/KALIMUCH 64 et TOX 3580-41-3-2-3-2 ont été les plus sensibles à la cécidomyie. La haute sensibilité de IB 44 avait été d'ailleurs remarquée dans 5 sites de recherche de l'Afrique de l'Ouest (Nwilene et al, 2002)

En ce qui concerne le comportement des variétés prometteuses (en terme de rendement pour des périodes de faible infestation),

les variétés se sont révélées sensibles à hautement sensibles. Les variétés SIK 353-A10 et ARC 6605 ont montré les plus faibles infestations à la différence de TOX 4329-WAT-36-1-3-1, TOX 4329-WAT-36-3-1-1-2-1, TOX 4329-WAT-36-3-3-2-1, IR 31787-85-3-3-2, WITA 10 très sensibles.

Lorsque l'on considère à la fois les paramètres d'infestation et le rendement, il se dégage deux variétés intéressantes pour la zone irriguée. Il s'agit de WITA 4 et TOX 4118-34-1-1-2.

Les faibles réactions de certaines variétés vis à vis des insectes nuisibles peuvent s'expliquer en partie par des organes végétatifs (tiges peu feuillues, feuilles très peu larges ne gardant pas longtemps les gouttelettes d'eau) non favorables au développement du ravageur. Selon Norris et Kogan (1980) dans Kumar (1991), l'épaisseur de la paroi cellulaire des feuilles perturbe les mécanismes d'alimentation et de ponte des insectes. Pour Patanakamjorn et Pathak (1967), les limbes foliaires des plants de riz dont la face supérieure est pileuse, la gaine foliaire enroulée, les petites tiges à la surface striées et les couches hypodermiques épaisses pouvaient provoquer une résistance contre le foreur de tige *Chilo suppressalis*.

Aussi, les faibles réactions des variétés peuvent s'expliquer par leur composition en substances chimiques qui agissent défavorablement sur les processus métaboliques du ravageur. Selon Munatkata et Okamoto (1967) dans Kumar (1991) certaines variétés de riz contiennent de l'oryzanone (P-métalacétophénone) qui n'est pas favorable au développement des foreurs de tige.

5. Conclusions

Le criblage préliminaire des 25 entrées a révélé que les variétés TOX 3553-36-2-2-2 et TOX 3559-6-2-1 -1 sont prometteuses pour la constitution de sources de résistance vis à vis de la cécidomyie. Par contre, les variétés TOX 3440-16-3-3-2-2-2, IB 44, TN1/KALIMUCH 64 et TOX 3580-41-3-2-3-2 ont manifesté une sensibilité très marquée à la cécidomyie.

L'étude du comportement des 14 variétés et lignées prometteuses de riz vis à vis de la

cécidomyie a montré diverses réactions des variétés de riz. Elles se sont caractérisées par une sensibilité générale du matériel végétal.

Toutefois, les variétés WITA 4 et TOX 4118-34-1-1-2 pourraient élargir la gamme de variétés tolérantes actuellement cultivées dans les périmètres irrigués du Mali. Aussi, les variétés ARC 6605 et SIK 353-A10 peuvent servir les sélectionneurs dans les programmes de croisement.

Références

Agyen-Sampong M. (1982) - Les principaux déprédateurs des écosystèmes de culture irriguée, pluvial et mangrove dans les zones climatiques des régions tropicales humides, de la savane guinéenne et sahel. In « Gestion intégrée des déprédateurs du riz en Afrique de l'Ouest ». ADRAO.

Alam M.S., Zan K. et Alluri K.(1985) - Gall midge, *Orseolia oryzivora* H. et G. in Zambia. Int. Rice Research Newsletter, 10(2), pp 15-16.

APCAM (2005) - Bulletin d'information sur la filière riz au Mali. Réseau riz n°4 -14p

FAO (1995) - Programme spécial : Production alimentaire à l'appui de la sécurité alimentaire dans les pays à faible revenus et déficits vivriers (PSPA) : Justification, objectifs et démarche. FAO, Rome.

Harris K. M. et Gagne R.J. (1982) - Description on African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* sp. n. with comparative notes on the Asian rice gall midge *O. oryzae* W. et M (Diptera, Cécidomyiidae). Bull. Ent

Res., 72 : 467-472.

Hamadoun A. (1996) - Distribution et importance de la cécidomyie du riz en zone Mali-sud. Groupe d'Action SPIR-ADRAO. 7p.

Hamadoun A., Traoré M., Traoré B. (1998) - Les problèmes phytosanitaires du riz de bas-fond au Mali-Sud. In Actes du séminaire "Aménagement et mise en valeur des bas-fonds au Mali": Bilan et perspectives nationales. Intérêt pour la zone de savane ouest-africaine. Sikasso, du 21 au 25 octobre 1996.

Hamadoun A. , Traoré M. et Cissé F. (2000) - Mise au point de méthodes de lutte intégrée contre la panachure jaune et la cécidomyie africaine du riz. 6ème session du Comité de programme de l'IER.

Joyce, R.J.V. (1954) - Première apparition de *Pachydiplosis oryzae*. Bull. Phyt.FAO, p 122.

Kumar K. (1991) - La lutte contre les insectes ravageurs de l'agriculture en région tropicales.

Edition CTA-KARTHALA. 310p.

Nwilene F.E, Williams C. T, Ukwungwu M. N, Dakuo D, Nacro S, Hamadoun A, kamara S.I, Okhidievbie O, Abamu F.J and Adam A (2002) – Reactions of differential rice genotypes to african rice gall midge in West Africa. International journal of pest management, 48 (3) 195-201

Ukwungwu M.N, Winslow M.D et John V.T. (1989) - Severe outbreak of rice gall midge (GM) in the savannah zone, Nigeria. Int. Rice Res. Newsl. 14 (4) : 36-37.

Effet à long terme de la fumure organo-minérale sur le sol et les rendements en condition de simple culture de riz à la station de recherche agronomique de Kogoni

Kamissoko, N^a ; Doumbia, Y^a ; N'Diaye, M.K^a ; Guindo, D^a ; Traoré, A^a

^a Institut d'Economie Rurale (I.E.R)- Bp 258 Rue Mohamed V- Bamako, Mali.

Résumé

La faible fertilité des sols de l'Office du Niger est l'une des contraintes qui limitent la production agricole. Dans les systèmes irrigués, la monoculture est une pratique courante. Un sol mis en exploitation perd progressivement sa fertilité si les exportations d'éléments nutritifs par les récoltes sont supérieures aux importations. Ce qui se traduit par une baisse de rendement. Pour éviter de telle situation, il s'avère donc nécessaire de suivre l'évolution de cette fertilité afin de trouver des moyens adéquats pour la maintenir et/ou l'améliorer. Tel est l'objet de la présente étude.

Les effets à long terme de la fumure organo-minérale associant engrais minéraux et matière organique (paille de riz produite et enfouie et fumier de parc bovin) ont été comparés en condition de simple culture de riz sur un sol de type « danga » (hydromorphe peu humifère à gley oxydé en profondeur avec 11 à 35 % d'argile, riche en sable, limon et fer, représentant 56 % des terres de l'Office du Niger). L'essai a été conduit de 1981 à 2004 dans un dispositif non statistique (sans répétition). Le statut du sol en 2003 par rapport au sol de départ (1981) semble indiquer la possibilité de l'amélioration de la fertilité du sol avec l'apport de fumier (0,10 % C en présence de 50 kg/ha N et 0,60 % C en présence de 100 kg/ha N + 30 kg/ha P₂O₅) après 24 ans en condition de simple culture continue de riz. En outre, les résultats de l'étude montrent que l'utilisation des engrais minéraux sans apport de matière organique dans le système entraîne à la longue une baisse de rendement de 8 % par rapport au témoin avec l'application de 50 kg/ha N et de 3 % seulement par rapport au témoin avec l'application de 100 kg/ha N + 30 kg/ha P₂O₅ en condition de simple culture de riz durant 24 ans.

Mots clés : impact, sol, rendement, riz irrigué, matière organique, simple culture.

Summary

The poor soils fertility in the "Office du Niger" is one of the constraints which limit agricultural production. Monoculture is common in irrigated systems. An over cultivated soil loses gradually its fertility if the nutrient elements export by the harvests are higher than the one imported. As a result, the yield decreases. To avoid such a situation, it turns to be necessary to follow the fertility evolution to find adequate means of maintenance and/or improvement. This is the objective of the present study.

The long-term effects of the organo-mineral manure associating mineral fertilizers and organic matter (produced and buried rice straw and fertilizer of cattle manure) were compared in rice monoculture on soil type "danga" (hydromorphe, less humic in gley oxidized in depth with 11 to 35 % of clay, rich in sand, silt and iron. It occupies 56 % of the lands at the "Office du Niger". The trial was conducted from 1981 to 2004 in a non statistical model (without repetition). The status of the soil in 2003 compared to the initial point in 1981, seems indicated the possibility of the improvement of the soil fertility by the addition of fertilizer (0,10 % C associated with little fertilizer (50 kg / ha N) and 0,60%C associated with high fertilizer (100kg / ha N + 30 kg / ha P_2O_5) after 24 years of rice monoculture. Also, the results of the study show that the use of the mineral fertilizers without any organic matter in the system end up in a long term yield decrease of 8 % compare to the control with little fertilizer (50 kg / ha N) and 3 % only compare to the control with high fertilizer (100 kg / ha N + 30 kg / ha P_2O_5) in rice monoculture during 24 years.

Keywords : impact, soil, yield, irrigated rice, organic matter, monoculture.

Introduction

Les sols de l'Office du Niger se caractérisent par leur faible teneur en éléments nutritifs et leur fertilité s'avère souvent un facteur limitatif de la production agricole. Cependant si les engrais minéraux sont généralement efficaces pendant les premières années de culture, on observe après plus de dix ans d'apports continus de fumures exclusivement minérales, une baisse de rendement. Le niveau de la matière organique du sol est un facteur important de maintien de la fertilité tandis que l'efficacité des engrais minéraux semble liée à la quantité de matière organique présente dans le sol.

Beaucoup de recherches sur les ressources naturelles ont donné des résultats importants (Bagayoko et al, 1984 ; N'Diaye et al, 1995 et 2002 ; Wopereis et al, 1999).

Deux synthèses sur l'étude de l'évolution des

rendements en condition de simple culture de riz ont été faites : Sarra (1993) ; N'diaye et al, (1996). Il ressort des résultats d'analyse de sol en 1986 (*N'diaye.M.K 1986*) : une augmentation du pH par rapport au début de l'essai (1981) ; une augmentation variable du phosphore total pour tous les traitements sauf le témoin absolu (sans fertilisation minérale et organique) et une augmentation de la Capacité d'Echange Cationique (CEC) pour tous les traitements ayant reçu de la paille et du fumier. La présente synthèse se propose d'évaluer l'impact de la fumure organo-minérale sur le sol (pH et taux de carbone organique) de 1981 à 2003 et leurs conséquences sur les rendements en condition de simple culture de riz.

Matériel et méthodes

Les traitements sont constitués par la combinaison de 3 niveaux de fertilisation minérale (pas d'engrais, 50 kg/ha N, 100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5) et 3 sources de restitution de matière organique (sans matière organique, restitution paille de riz produite (environ 5 000 kg/ha), fumier de parc (5 000 kg/ha). Le dispositif est un bloc sans répétition et comporte 9 traitements. Il est implanté sur un sol Danga depuis 1981 à la sous/station de Kogoni. La variété utilisée, IR 8, (Productive et non photosensible) semée en lignes continues de 30 cm. Les parcelles élémentaires ont une superficie de 100 m². Chaque parcelle élémentaire a été entourée de diguettes afin de rendre autonome l'irrigation et le drainage. La récolte a été effectuée sur les lignes centrales en éliminant 2 lignes de chaque côté soit une superficie 36 m². Pour permettre un bon enfouissement de la paille, le labour est fait à

la charrue à soc suivi d'un hersage et d'un pulvérisage. La quantité de paille produite sur les parcelles est totalement restituée (enfouie) pour les traitements recevant la paille. Elle varie en fonction du niveau de la fumure minérale et des années.

Le phosphore est apporté sous forme de DAP au repiquage et l'azote sous forme d'urée en 2 fractions : 50% au tallage (18- 20 jours après repiquage) et 50% à l'initiation paniculaire (53-55 jours après repiquage).

Les prélèvements d'échantillons de sol pour les analyses avant la mise en place de l'essai (1981) ont été effectués dans l'horizon 0-30cm et se sont poursuivis après chaque 3 ans.

Rappel des traitements :

T1	=	MoFo	:	Sans matière organique et sans engrais
T2	=	MoF1	:	Sans matière organique + 50 kg/ha N
T3	=	MoF2	:	Sans matière organique + 100 kg/ha N + 30 kg/ha P ₂ O ₅
T4	=	M1Fo	:	Paille produite sans engrais
T5	=	M1F1	:	Paille produite + 50 kg/ha N
T6	=	M1F2	:	Paille produite + 100 kg/ha N + 30 kg/ha P ₂ O ₅
T7	=	M2Fo	:	5 t/ha fumier sans engrais
T8	=	M2F1	:	5 t/ha fumier + 50 kg/ha N
T9	=	M2F2	:	5 t/ha fumier + 100 kg/ha N + 30 kg/ha P ₂ O ₅

Analyses chimiques

Avant l'installation des cultures, un échantillon (composite) moyen de sol séché à l'air a été prélevé à l'horizon 0-30 cm en 5 points de prélèvement (mélangés dans un seau) dans chaque parcelle pour la détermination du pH, du % de C, de la teneur en azote et phosphore assimilable.

A Sotuba, l'azote est déterminé par la méthode Kjeldahl (Bremner, 1996) et le phos-

phore par la méthode Bray-2 avec une proportion sol- solution de 1/7 (Yoshida et al, 1976).

L'évaluation des résultats d'analyse de sol a été empruntée dans la littérature (Defoer et al, 2000 ; Veldkamp et al, 1991).

Résultats

La présente synthèse porte sur l'évolution des rendements obtenus en condition de simple culture de riz (hivernage) de 1981 à 2004 avec l'apport de matière organique en présence de fertilisation minérale (50 kg/ha N et 100 kg/ha N + 30 kg/ha P₂O₅). Les résultats d'analyse de sol portent sur le pH et le pourcentage de carbone organique (% C) de 1981 à 2003.

→ Avec 50 kg/ha N:

• De 1981 à 2004, nous avons observé une augmentation variable du rendement (figure 1) de :

- 17 % pour MOF1 par rapport au témoin ;
- 8 % pour M1F1 par rapport au témoin ;
- 15 % pour M2F1 par rapport au témoin ;

L'application de 50 kg/ha N en combinaison avec la paille de riz produite et enfouie permet d'augmenter le rendement de 17% contre 10% pour le fumier de parc bovin (5t/ha) combiné

à 50 kg/ha N par rapport au témoin, indiquant que l'utilisation de la matière organique peut aider à diminuer les quantités d'engrais minéraux.

Par contre, l'application de la fertilisation minérale seule permet d'augmenter le rendement de 8 % par rapport au témoin.

→ Avec 100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5 .

• De 1981 à 2004, nous avons observé une augmentation variable du rendement (figure 2) de :

- 3 % pour MOF2 par rapport au témoin ;
- 22 % pour M1F2 par rapport au témoin ;
- 12 % pour M2F2 par rapport au témoin ;

L'application de 100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5 en combinaison avec la paille de riz produite et enfouie permet d'augmenter le rendement de 22% contre 12% pour le fumier de parc bovin (5t/ha) par rapport au témoin, indiquant que l'utilisation de la matière organique permet d'obtenir de bons rendements allant de 12 à 22 % par rapport au témoin. Celle de la fertilisation minérale seule (100 kg/ha N+30 kg/ha P_2O_5) permet d'augmenter le rendement de 3% seulement par rapport au témoin.

Les résultats montrent que l'utilisation des engrais minéraux sans apport de matière organique dans le système entraîne à la longue une baisse de rendement de 8% par rapport au témoin avec l'apport de 50 kg/ha N et de 3% seulement par rapport au témoin avec 100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5 en condition de simple culture de riz durant 24 ans. Ces résultats confirment ceux déjà obtenus ailleurs qui stipulent que si les engrais minéraux sont généralement efficaces pendant les premières années de culture, on observe après

plus de dix années d'apports continus de fumures exclusivement minérales, une baisse de rendements (Bado et al, 1997 ; Bationo et al, 1998).

La synthèse des résultats de 1985 à 1993 rapporte ce qui suit (Sarrazin, 1993).

amélioration du rendement par l'enfouissement de la paille produite enfouie. Cet effet paille est très net lorsque la paille est associée à 50 kg/ha N ; mais il s'atténue avec la forte dose de fertilisation minérale (100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5).

L'apport de 5t/ha de fumier a un effet similaire à celui de la paille enfouie mais semble meilleur.

Quel que soit la source de matière organique, on note un effet fertilisation minérale. La fertilisation minérale améliore l'efficacité de la matière organique.

Il existe une interaction hautement significative entre les deux facteurs (matière organique et fertilisation minérale).

N'Diaye et al, (1996) ont montré que l'utilisation de la paille produite sur une parcelle (en moyenne 5-6 t/ha) en présence de 100 kg/ha N et 30 kg/ha P_2O_5 permet d'avoir un rendement paddy de 5 t/ha sur plusieurs années. Le fumier bovin (5t/ha) avec une dose d'azote complémentaire de 50 kg/ha à l'initiation paniculaire permet aussi un niveau de rendement de 6 t/ha comparable à 100 kg/ha N et 30 kg/ha P_2O_5 . Ces fertilisations organo-minérales permettent de réduire les coûts de production du riz. Le rendement du traitement sans fertilisation minérale ni matière organique indique une moyenne supérieure à 2,5 t/ha après 11 années de monoculture.

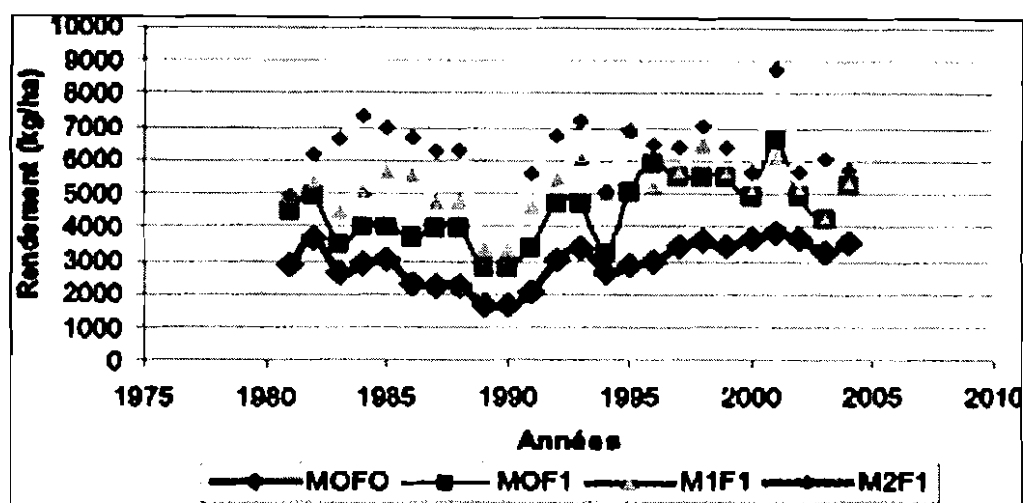


Figure 1 : Evolution des rendements (kg/ha) en présence de 50 kg/ha N de 1981 à 2004 durant l'hivernage

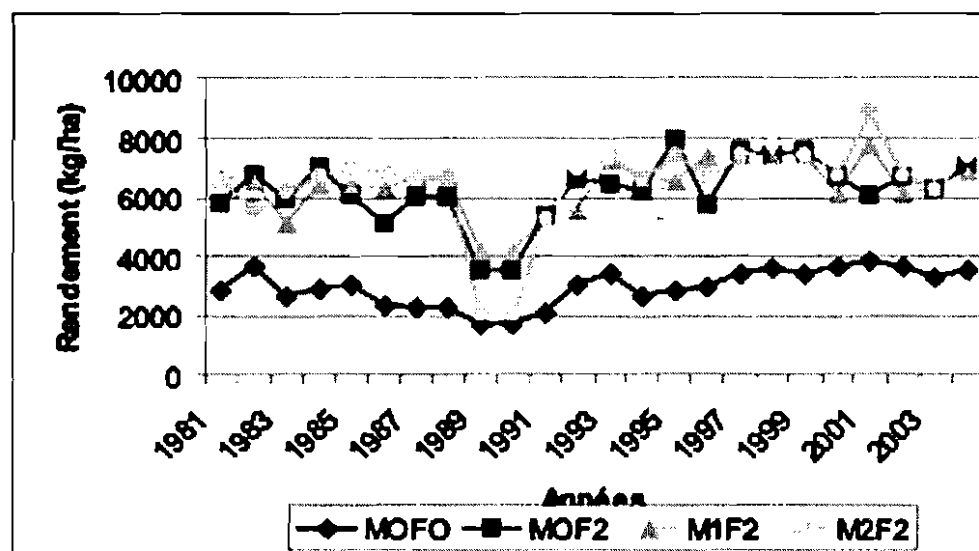


Figure 2 : Evolution des rendements (kg/ha) en présence de 100 kg/ha N + 30 kg/ha P₂O₅ de 1981 à 2004 durant l'hivernage

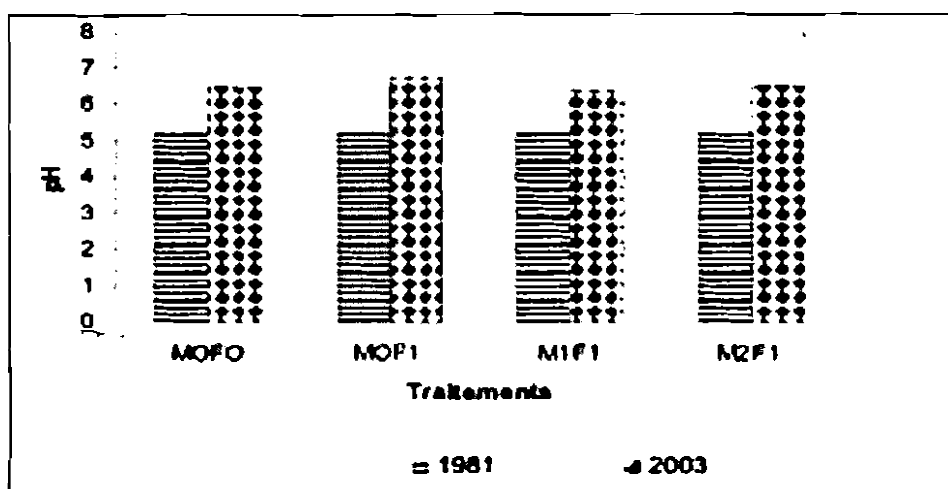


Figure 3 : Evolution de l'acidité du sol en présence de 50 kg/ha N de 1981 à 2003

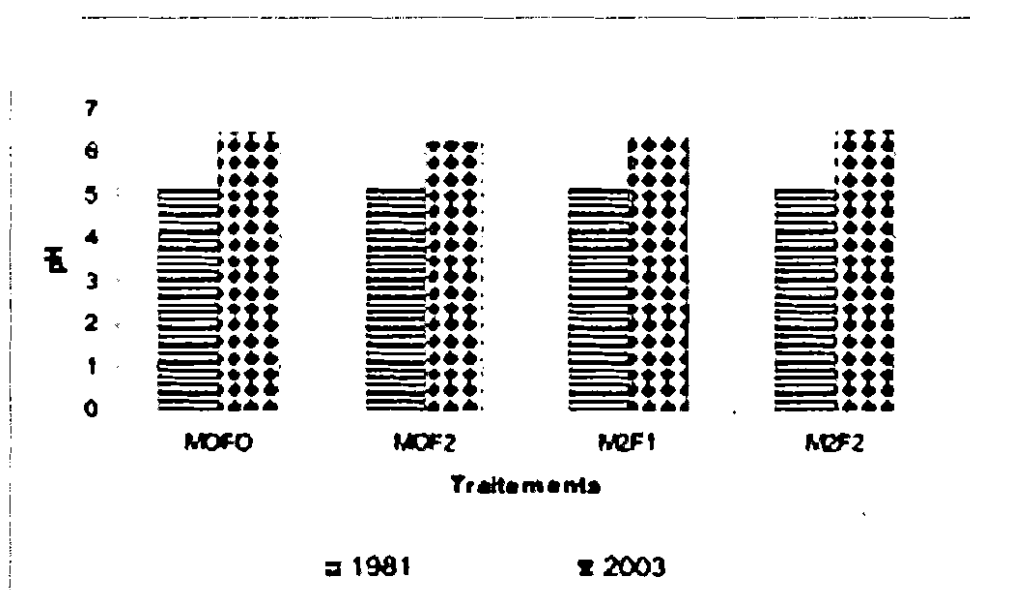


Figure 4 : Evolution de l'acidité du sol en présence de 100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5 de 1981 à 2003

Les caractéristiques chimiques du sol de 1981(début de l'essai) à 2003 indiquent en général une augmentation du pH de 1.21 pour le traitement MoFo (témoin) et 1.50 pour le traitement MoF1 (50 kg/ha N) ; 1.14 pour le traitement M1F1 et 1.28 pour le traitement M2F1 de 1981 à 2003. (Figure 3). La même tendance est observée avec l'apport de 100 kg/ha N +30 kg/ha P_2O_5 . (Figure 4).

Quant au taux de carbone organique en

présence de 50 kg/ha N, nous avons constaté une diminution du taux de carbone organique de 0,01% pour le traitement MoF1 et 0,25% pour le traitement M1F1 par rapport au témoin de 1981 à 2003. On a pu constater une augmentation du taux de carbone organique de 0,10% pour le traitement M2F1 par rapport au témoin- (Figure 5). L'adjonction du fumier à la fertilisation minérale permet de limiter la perte en carbone organique du sol et de réduire son acidification.

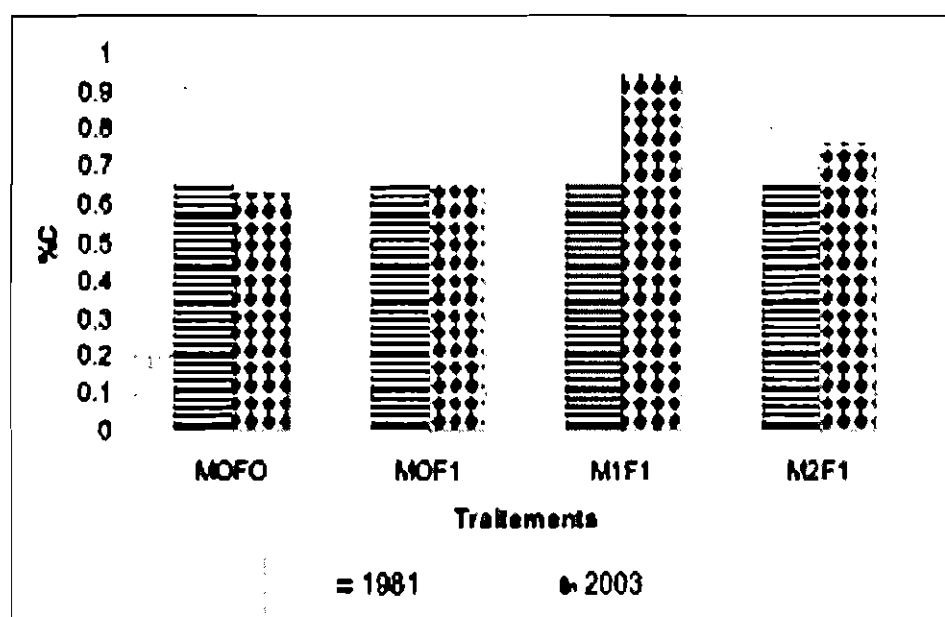


Figure 5 : Evolution du taux de carbone organique du sol en présence de 50 kg/ha N de 1981 à 2003

En présence de 100 kg/ha N +30 kg/ha P_2O_5 , nous avons noté une diminution du taux de carbone organique de 0,03% pour le traitement MoFo (témoin). Hormis ce traitement, on a constaté une augmentation du taux de carbone organique pour les autres traitements (0,41% pour MoF2 ; 0,29% pour M2F1 et

0,60 % pour M2F2). Figure 6. La baisse du taux de carbone organique pour le traitement MoFo (témoin) met en évidence la problématique de gestion de la matière organique dans le système qui exporte continuellement les résidus de récolte.

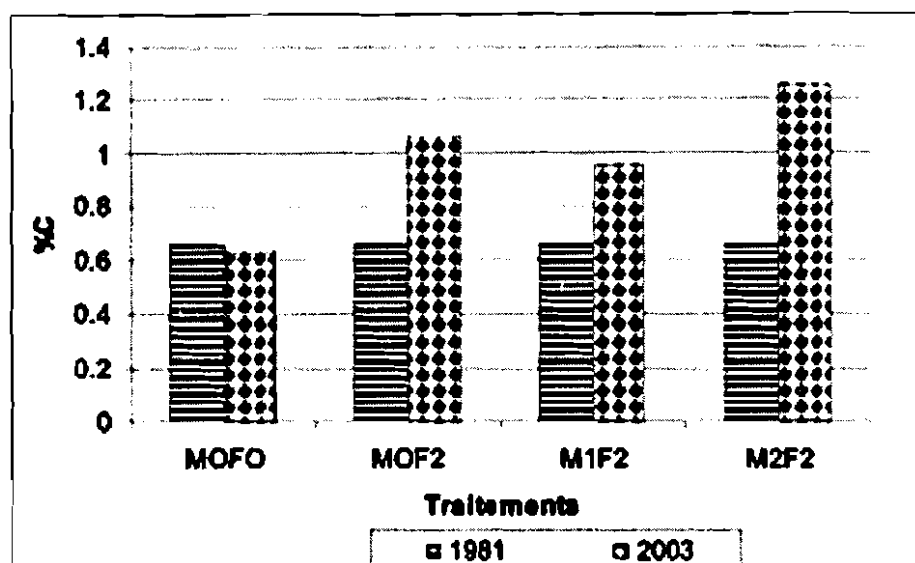


Figure 6 : Evolution du taux de carbone organique du sol en présence de la forte fertilisation minérale de 1981 à 2003

L'évolution du taux de carbone organique du sol de 1981 (début de l'essai) à 2003 semble indiquer la possibilité de l'amélioration de la fertilité du sol. Avec l'apport de 5 t/ha de fumier de parc bovin combiné à 50 kg/ha N,

on obtient un taux de carbone organique d'environ 0,10% C contre 0,60%C en présence de 100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5 après 24 ans en condition de simple culture de riz.

Discussion

On note une diminution des rendements sur la parcelle témoin en culture continue de riz. Ceci serait vraisemblablement lié à l'utilisation de la fertilisation exclusivement minérale qui entrave l'activité des microorganismes du sol. L'épuisement des réserves du sol en matière organique a pour conséquence à long terme une diminution des rendements. En outre, il faut noter l'exportation des éléments nutritifs (N,P,K) à travers la graine et les résidus de récolte qui ne sont pas remplacés par les engrais minéraux apportés. Les déficiences en d'autres éléments sont des facteurs

limitants pour l'obtention de bons rendements. Ce dernier point est confirmé par les résultats obtenus (-8% avec l'apport de 50 kg/ha N contre -3 % avec l'apport de 100 kg/ha N+30 kg/ha P_2O_5).

La fertilisation exclusivement minérale accentue la diminution du taux de carbone organique et de plus accentue l'acidité d'échange. Sans restitution des résidus ou l'apport d'autres amendements organiques pour compenser la minéralisation, il y a risque d'une baisse rapide du taux de carbone organique

du sol avec comme conséquence une diminution des bases échangeables et de la CEC.

La diminution du taux de carbone organique du sol s'explique par l'activité des microorganismes. En effet, il y a eu une dégradation intense des composés organiques facilement biodégradables comme les hémicelluloses et la cellulose qui sont minéralisées (pertes de carbone par départ de gaz carbonique et de composés volatiles). La différence observée est due à l'action des microorganismes pré-

sents en quantité plus importante dans le fumier que dans la paille de riz. L'apport de 50 kg/ha N suffit aux microorganismes pour assurer la décomposition de la paille (figure 5) alors que cette quantité s'avère insuffisante pour la décomposition totale du fumier. Donc l'apport d'urée en quantité suffisante (100 kg/ha N) accroît la vitesse de décomposition dans les parcelles ayant reçu le fumier. C'est ce qui expliquerait l'augmentation du taux de carbone avec l'apport de 100 kg/ha N + 30 kg/ha P_2O_5 (figure 6).

Conclusion

Les résultats agronomiques montrent que l'utilisation des engrais minéraux seuls sans apport de matière organique (paille de riz produite et enfouie, fumier de parc bovin) entraîne une baisse du taux de carbone organique du sol avec le temps et par conséquent des rendements.

Les réserves du sol étant très limitées, l'engrais minéral est nécessaire mais ne suffit pas à lui seul à assurer une production à long terme à cause de la baisse du taux de carbone organique du sol.

Compte tenu des exportations liées à l'accroissement des rendements, le recyclage des résidus organiques s'avère nécessaire pour une production agricole durable. La conception paysanne (la nécessité d'être compétitive en terme de coût de production et de qualité), l'évolution du marché des engrais et des modes de crédit devront être prise en compte dans la mise en place d'une politique de gestion de la fertilité des sols.

Reconnaisances 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 le fruit d'une équipe de recherche (Sidi Traoré, Djibril Sissoko, Alhousseyni Touré,

Mamadou Tangara, Mamadou Siby et Sidi Makono Coulibaly) que nous tenons à remercier. Nos remerciements vont à l'ensemble du personnel du CRRRA/Niono et à nos collaborateurs. A tous nous leurs disons merci !

Références

- Bagayoko, M; J. F, Martiné et A, Traoré (1984)** : Effet des pailles de riz enfouies et de l'azote sur les rendements du riz et les propriétés chimiques du sol en culture irriguée à Kogoni- Miméo, AGP/SRCVO, Mali.
- Badov V. B ; M.P.Sédogo ; P. Cescas ; François Lompo ; A. Bationo (1997)** : Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso- Cahiers Agriculture 6 :571-5.
- Bationo, A ; S. Koala et E. ayuk, (1998)**: Fertilité des sols pour la production céréalière en zone soudano-sahélienne et valorisation des phosphates naturels In : cahiers Agricultures ; 7(5). Pp. 365-371.
- Bremner .J.M (1996)** : Nitrogen total In : D.L.Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Chemicals methods. Soil science society of America books series n°5, Madison, Wisconsin, pp1085-112.
- Defoer, T and Budelman, A (eds), 2000**: Managing soil fertility in the tropics: A resource guide for participatory learning and action research. Amsterdam, the Netherlands. Royal Tropical Institute (KIT).
- N'diaye.M.K (1986)**: Résultats d'analyse des sols du test d'évolution de la fertilité en simple culture de riz.
- N'diaye, M.K ; Guindo. D; Dicko. M, (1995)** : Gestion de la fertilité des sols rizi- coles de l'Office du Niger. In (K.Miézan, M.C.S.Wopereis ; Dingkuhn, J ; Deckers and T.F Randolph (ed). Irrigated rice in the Sahel. Prospects for sustainable development Association (WARDA), Bouaké, Côte d'Ivoire: 201-211.
- N'diaye. M.K; Wopereis.M.C.S ; Defoer.T; Guindo.D. (2002)** : Amélioration de la productivité des systèmes irrigués à base de riz en Afrique de l'Ouest et du Centre : Opportunités, défis et priorités. 33 pages.
- N'Diaye M.K ; Doumbia.Y ; Guindo.D, 1996** : Synthèse de l'étude de l'évolution de la fertilité des sols et des rendements en condition de simple culture de riz. « Programme Riz Irrigué » - CRRRA/Niono- IER- Mali.
- Sarra. S (1993)**: Suivi de l'évolution de la fertilité du sol et des rendements sous riziculture continue : synthèse des résultats d'un essai pérenne, Mémoire de fin de cycle de l'IPR/IFRA- Katibougou. P.38.
- Veldkamp.W.J; N'diaye. M.K ; Keïta. M.K ; Keïta. B ; et Bagayoko M ; (1991)** : Fertilité des sols du Mali-sud/Office du Niger : Interprétation des données analytiques des sols et des plantes. Cellule Agropédologie. Projet Assistance au laboratoire des sols/AGP.
- Wopereis. M.C.S ; Donovan. C; Nèbié. B ; Guindo. D ; N'diaye M.K ; (1999)** : Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa. Part I. Agronomic analysis. Field Crops Research 61 : 125-145.
- Yoshida, S ; Forno.D.A ; Cock.J.H ; Gomez. K.A, (1976)** : Laboratory Manual for physiological studies of rice, 3rd ed.International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 83.PP.

Evaluation du niveau d'infestation de divers plans d'eau par la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach) et l'utilisation de ses ennemis naturels dans le contrôle des infestations au Mali.

Assessment of various waterbodies infestation level in Mali by water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach) and biological control

Diarra, L¹. Dembélé, B². Sarra, S¹. Kayentao, M³. Dembélé, M³.

RESUME

Des prospections ont été effectuées au niveau de divers plans d'eau au Mali en vue d'évaluer le niveau d'infestation de ces plans d'eau par la jacinthe d'eau et diverses plantes aquatiques. Les prospections ont montré qu'après son introduction au Mali en 1990 autour de la ville de Bamako, la jacinthe d'eau a envahi les canaux d'irrigation de l'Office du Périmètre Irrigué de Baguinéda (OPIB), le canal de navigation de Thio, le canal adducteur et les canaux du Sahel, Coste-Ongoïba et du Macina. Dans le cours du fleuve Niger, l'infestation a commencé en amont de Bamako et va jusqu'à Macina. L'infestation du Bani par la jacinthe commence à Bafoulabé (point de rencontre du Baoulé et Banifing) en amont de Diola et s'arrête à N'Gôron dans le cercle de Bla. Par contre la jacinthe n'a pas été observée dans le Sankarani et le Fié. En plus des plantes aquatiques classiques qui colonisent les plans d'eau (*Pistia stratiotes*, *Nymphaea spp*, *Mimosa pigra*, *Jussiaea.sp*, *Polygonum.sp*, *Ipomea aquatica*, *Hetermanthera callifolia*, *Pyperus lanceolatus*, *Typha domingensis*, etc.) on note la présence de la fougère d'eau *Salvinia molesta* qui a été observée pour la première fois en 2000 sur les berges du fleuve à Bamako.

Pour contrôler l'infestation des plans d'eau, deux espèces de charançon spécifiques, à savoir, *Neochetina bruchii* et *Neochetina eichhorniae*, qui constituent deux ennemis naturels de la jacinthe, ont été élevées dans des unités d'élevage à Sotuba et Niono, puis lâchées sur la jacinthe d'eau dans les zones de Bamako et de l'Office du Niger de 1999 à 2004. L'impact des charançons s'est traduit par une réduction sensible de la taille des plants et du taux de couverture.

Mots clés : jacinthe d'eau, fougère d'eau, lutte biologique, charançons

1 - IER/CRRRA Niono — BP 7 Niono Mali

2 - IER Rue Mohamed — BP 258 Bamako Mali

3 - IER/CRRRA — Sotuba — BP 262 Bamako Mali

Summary

Investigations have been carried out in order to estimate the degree of infestation of various water bodies in Mali by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and others alien aquatic plants . It appeared that in Mali , the presence of the water hyacinth goes back to 1990 around Bamako city. From this place, it continued to invade the course of the river Niger, the irrigation canals of ON , and OPIB and the Riz Ségou agency, the Thio navigation canal and the Niger agency water supply canal

In the course of the river Niger, infestation started upstream from Bamako and goes up to Macina. On the Bani river, water hyacinth was observed at Bafoulabé ; but no infestation was seen on the Sankarani and Fié . Common aquatic plant on water bodies are *Pistia stratiotes* , *Nymphaea spp*, *Mimosa pigra*, *Jussiaea.sp*, *Polygonum.sp*, *Ipomea aquatica* , , *Hetermanthera callifolia* , *Pycrus lanceolatus*, *Typha domingensis*, etc.). The giant fern, *Salvinia molesta* (Salviniaceae) was observed in 2000 on the right bank of the Niger River at Bamako. Biological control of water hyacinth has been done using two weevils species , *Neochetina bruchii* and *Neochetina eichhorniae* , which are naturel enemies of the hyacinth. These weevils have been raised on the research stations of Sotuba and Niono and released on hyacinth on study sites from 1999 to 2004. The result of the releases was an important reduction of water hyacinth plant high and cover .

Mots clés : water hyacinth, giant fern, biological control, weevils.

INTRODUCTION

La jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach, appartient à la famille des Pontederiacées. Elle est originaire du Bassin amazonien au Brésil et d'autres contrées de l'Amérique du Sud (Barret et Forno 1982). C'est une herbe aquatique flottante qui semble s'adapter aux zones tropicales chaudes de l'Afrique. C'est à partir du continent américain qu'elle a été introduite accidentellement ou intentionnellement par l'homme dans diverses parties du monde.

En Afrique selon Holm et al 1970, elle a été signalée pour la première fois dans le Delta du Nil au début du 20^e siècle et au Zimbabwe en 1937. Des années cinquante à nos jours l'infestation s'est rapidement étendue à travers l'Afrique. Ainsi on retrouve la jacinthe d'eau sur le fleuve Congo, en Afrique de l'Est et surtout en Afrique de l'Ouest : Nigeria, Bénin, Côte d'Ivoire, Burkina Faso et Niger (Akinyeju 1987, Harley 1994, Chikwenhere 1994, Labrada 1996).

Au Mali, sa présence remonte à 1990 (Dembélé, 1994) autour de la ville de Bamako. C'est à partir de cette ville qu'elle a envahi le cours du fleuve Niger. Les mares et les ouvrages de retenues ou d'irrigation situés sur le cours sont les plus touchés.

Dans leur prolifération, les plants de jacinthe entravent la pêche, la navigation, le fonctionnement des aménagements hydro-agricoles et les installations hydroélectriques et constituent un milieu préférentiel de multiplication des vecteurs des maladies hydriques comme le paludisme.

Face à ces fléaux, diverses méthodes de lutte ont été utilisées au Mali et à travers le monde. La présente étude, qui se veut une contribution à cette lutte, se propose de déterminer :

- le degré d'infestation et la répartition de la jacinthe dans les cours d'eau du pays ;
- l'impact de la lutte biologique contre la jacinthe d'eau dans les sites de lâcher des charançons.

Matériel et Méthodes

*** Prospection** : elle consiste à évaluer le niveau d'infestation de la jacinthe sur les berges du fleuve, des canaux d'irrigation, des drains, des mares et fala en vue de faire un

état des lieux et d'identifier les points les plus infestés. Cette évaluation du plan d'eau a été faite en utilisant une échelle de notation visuelle (tableau I).

Tableau I : Echelle de notation de l'infestation du plan d'eau par les végétaux flottants

Notation de l'infestation	Valeur du recouvrement en %
0	0
1	1 à 5 %
2	6 à 25 %
3	26 à 50 %
4	> 50 %

L'inventaire des espèces envahissantes est aussi réalisé. Les espèces de plants non déterminées sont collectées puis identifiées à partir des flores et d'un herbier de référence. Cette prospection a été l'occasion de rencontrer et de discuter avec les pêcheurs, les maraîchers, les transporteurs de sable et les bergers pour obtenir des renseignements sur les sites infestés, les causes de cette infestation.

*** Lutte biologique** : le matériel végétal est constitué par la jacinthe d'eau et le matériel animal les espèces de charançon, *Neochetina bruchi* et *Neochetina eichhorniae*. Elles ont été élevées en masse dans les unités d'élevage à Sotuba et Niono selon les étapes techniques suivantes :

*** La récolte** : les plants de jacinthe récoltés sont bien verts, jeunes et ni trop âgés ni trop longs avec des feuilles ne présentant aucun symptôme de maladies, ni pourritures et brunissements ;

*** Le lavage** : Les plants récoltés dans le fleuve sont sales et certainement contaminés par des champignons et des bactéries. Ils sont alors soigneusement lavés avec l'eau propre. L'opération du lavage s'accompagne de l'habillage de la plante qui consiste à couper les feuilles indésirables ;

*** La stérilisation** : les plants de jacinthe bien lavés et habillés sont plongés dans l'eau de Javel à 10 % pendant 4 à 5 minutes.

Cette opération de lavage a l'avantage de désinfecter les plants en détruisant les microorganismes qui leur sont nuisibles et prévenir ainsi les éventuelles contaminations des insectes qui seront utilisés pour l'infestation de la jacinthe ;

*** La mise en place des plants** : après la stérilisation les plants de jacinthe sont placés dans les bassines contenant l'eau propre ;

*** La fertilisation des bassines** : la fertilisation permet d'obtenir des plantes vigoureuses pour alimenter les insectes. Elle se fait après la mise en place des plants dans les bassines. L'engrais de formule 20N-20P-20K a été utilisé à la dose de 40 mg/bassine. Cet apport est renouvelé après chaque vidange des bassines qui intervient trois fois par mois ;

*** L'infestation des plants par les charançons** : les charançons *N. bruchi* et *N. eichhorniae* adultes sont capturés manuellement puis séparés par espèces, comptés puis lâchés. Le lâcher consiste à déposer les charançons adultes sur les feuilles de jacinthe entre les rosettes. Ils sont ensuite mis en incubation pour une nuit pour favoriser l'accouplement ;

*** Entretien des plants** : le travail consiste à renouveler l'eau des bassins et à enlever les feuilles malades ou mortes. Les changements d'eau interviennent chaque fois que les moisissures commencent à se développer ;

* L'impact de la lutte biologique

L'impact de la lutte biologique a été évalué dans les sites de lâcher à Bamako et en zone Office du Niger à partir de la méthode de biomasse. Elle consiste à choisir au hasard un carré dans la touffe de jacinthe puis à l'aide d'une machette on coupe les plants situés en

dehors du carré pour éviter le mélange avec le contenu du carré. Les observations ont porté sur le nombre de plants, de tiges, la hauteur des plants, le poids, les marques d'alimentation des insectes, la capture et le comptage des insectes par mètre carré. Cette opération a été répétée à raison de 5 carrés par site de lâcher.

Résultats et discussions

L'évaluation du degré d'envahissement des plans d'eau par la jacinthe

Il ressort de études en 1999 que la jacinthe est localisée dans le fleuve Niger, dans les canaux d'irrigation de l'OPIB à Baguinéda, de Sukala à Dougabougou et le réseau hydraulique de l'Office du Niger.

Dans le cours du fleuve, l'infestation en amont de Bamako commence dans la mare de Kalaban sur la rive droite et à Sébéninkoro sur la rive gauche. Autour de la ville de Bamako, les bordures du fleuve sont infestées et servent de source d'infestation durant la crue pour l'aval du fleuve. L'infestation des berges par la jacinthe évolue dans le temps après la saison des pluies. La décrue dépose la majeure partie des plants sur la berge. L'eau en se retirant provoque le dessèchement des plants. Une grande partie des plants meurent avec le dessèchement des berges. L'infestation redémarre avec les quelques plants existants. Cette infestation est très faible jusqu'au mois de janvier. Elle redevient visible à partir de janvier et on remarque une véritable reprise de végétation à partir de février. Les points les plus infestés sont : le collecteur et les berges de Magnambougou, le collecteur de la cité du Niger, les berges en face de l'Ecole Normale Supérieure et les deux côtés du pont des Martyrs.

L'infestation en aval plus étendue allait de Bamako jusqu'à Macina. En période de crue, les touffes qui se détachent sous l'effet du vent et des vagues passent à travers le barrage de Markala et flottent sur l'eau, jusqu'à atteindre un endroit où les courants d'eau sont faibles pour se fixer ou sont entraînés par les vagues sur le reste du cours du fleuve. En dehors des pieds secs de jacinthe accrochés aux ligneux en bordure du fleuve, la jacinthe n'a pas été observée dans le cours du Niger de Macina à Mopti et sur le Diaka (branche occidentale du Niger).

La jacinthe s'est implantée dans la zone Office du Niger. Elle est présente dans le fala de Bambougou, le canal de navigation de Thio, le canal adducteur, le canal du Sahel, du Coste-Ongoïba et du Macina, les principaux distributeurs et le fala de Molodo où elle est associée au typha.

Il semblerait ~~que~~ la jacinthe soit introduite à Bafoulabé par un pêcheur saisonnier originaire du village de Miyou situé en bordure du canal de Macina (zone Office du Niger). L'infestation du Bani par la jacinthe est faible et se caractérise par des petits bosquets isolés sur les berges du fleuve entre Bafoulabé à N'Gôron. En période de crue les bosquets se détachent et flottent sur l'eau jusqu'à des coins où le courant d'eau est faible pour se fixer et d'autres bosquets sont entraînés par des vagues en aval.

En 2002, la prospection a noté pour la première fois la présence de *Salvinia molesta* sur les berges du fleuve à Ségou et à Markala. L'infestation était localisée dans le fala de Bambougou, l'amont du barrage de Markala, le canal de navigation de Thio et les branches du Sahel et du Macina.

En 2003, une prospection effectuée dans le delta central et le nord a permis de connaître la situation de ces zones. La jacinthe n'a pas été observée dans ces zones pour le moment. Les zones du delta central et du nord ne connaissent que la salade d'eau, *Pistia stratiotes* qui infeste les bancotières et certaines mares. Cependant, le risque lié aux mouvements des touffes qui proviennent de l'amont du fleuve existe.

En 2004, l'évaluation du niveau d'infestation du réseau d'irrigation par la jacinthe d'eau, a montré que le collecteur de la ville de Niono, et le drain Grubert ont été les points infestés. Par contre, les infestations par la fougère d'eau sont importantes. Les points les plus infestés sont : le canal Grubert sud, le canal Grubert nord, le Rétail, le partiteur de Kouyé, le fala de Molodo, le partiteur de Molodo, le

canal du sahel, le canal Coste-Ongoïba et le canal de Macina. En amont du barrage à Markala et dans le fala de Bambougou, le niveau d'infestation des plans d'eau était supérieur à 50 %. La fougère d'eau s'est totalement substituée à la jacinthe d'eau. Les berges du fleuve à Ségou derrière la Comatex ainsi que le fala de Banankoro sont aussi infestés.

La lutte biologique

208 408 charançons, toutes espèces confondues, ont été lâchés sur la jacinthe dans la zone de Bamako et de l'Office du Niger de 1999 à 2004 (tableau II). La différence entre les nombres d'insectes lâchés par site est liée à la période de récolte des charançons et le stade végétatif de la jacinthe. En effet la collecte des insectes est très facile en période de froid par ce qu'ils sont très nombreux sur les plants. L'écart entre les espèces *Neochetina bruchi* (*N. Bruchi*) et *Neochetina eichhorniae* (*N. Eichhorniae*) pourrait s'expliquer par la présence massive de *Neochetina eichhorniae* sur les plants âgés, par contre *Neochetina bruchi* s'observe sur les plants jeunes.

Année	Zone de Bamako		Zone Office du Niger	
	<i>N. bruchi</i>	<i>N. eichhorniae</i>	<i>N. bruchi</i>	<i>N. eichhorniae</i>
2000-2001	6241	3737	300	400
2001-2002	2176	7204	-	2600
2002-2003	12469	29519	500	6216
2003-2004	25352	19704	600	52734
2004-2005	4299	12167	-	22190
Total	50537	72331	1400	84140

Tableau II : charançons lâchés sur la jacinthe à Bamako et en zone Office du Niger.

Les adultes nocturnes se nourrissent des pétioles et sur la face supérieure du limbe. Les femelles pondent des œufs sous l'épiderme des feuilles. Les larves néonates creusent des tunnels dans le pétiole où elles font des petites poches. La nymphose se fait sous l'eau dans des cocons à la base des racines. Les points d'alimentation des adultes sur les feuilles contribuent à la réduction de l'activité de photosynthèse et servent de portes d'entrée pour les champignons pathogènes. La pénétration de l'eau dans les galeries creusées au cours de la nymphose provoque la pourriture des pétioles, des racines et des tiges. La présence des insectes sur la jacinthe se caractérise par une pression permanente. Cette pression exercée sur les plants sous l'action des charançons se traduit par un rabougrissement (dimi-

nution de la taille des organes, ralentissement de la vitesse de multiplication).

L'impact de la lutte biologique

Il ressort de l'évaluation d'impact de la lutte biologique que les insectes lâchés se sont maintenus dans la plupart des sites avec des densités variables. Le fleuve étant un milieu ouvert les phénomènes de crue et de décrue peuvent influencer la densité des insectes ; certains peuvent mourir et les survivants, avant de se multiplier, mettent du temps pour contrôler l'infestation.

En amont du barrage à Markala la jacinthe a été entraînée en aval par la crue en 2001. Au niveau des sites du Point A, du Canal du Macina à Miyou, du Pont Robert à Niono et du fala de Molodo, la jacinthe été enlevée manuellement par l'Office du Niger (tableau III).

Tableau III: Evaluation de l'impact de la lutte biologique dans la zone de l'Office du Niger

Sites de lâcher	Nombre de plants/m ²	Nombre Tiges/m ²	Taille (cm) /m ²	Poids (kg) /m ²	Nombre insectes /m ²	Traces alimentaires /m ²
Amont du barrage à Markala	-	-	-	-	-	-
Point A	-	-	-	-	-	-
Canal du Macina à Miyou	-	-	-	-	-	-
Pont Robert	-	-	-	-	-	-
Fala de Molodo	-	-	-	-	-	-
Collecteur de la ville de Niono	39	288	20	25	10	400
Derrière la Comatex, à Ségou	57	694	23	18	6	543

Les plants de jacinthe développés ont été observés dans le collecteur de Niono et sur les berges du fleuve, derrière la Comatex. Les eaux usées domestiques de la ville de Niono sont déversées dans ce collecteur et les eaux usées de la Comatex et de l'abattoir régional de Ségou sont déversées dans le fleuve à ce niveau. Ces eaux étant chargées de matières nutritives sont favorables au développement des plants. Le faible nombre de charançons/m² serait lié à la période des observations. En effet les charançons sont actifs avant le lever du soleil et se cachent lorsque le soleil monte.

En zone Office du Niger les lâchers sont associés à l'enlèvement manuel au niveau des ouvrages du Point A, du pont Robert, du Fala de Molodo et à Miyou, de sorte qu'il n'a pas été possible de faire la part nette entre ces deux techniques.

Dans la zone de Bamako, les charançons se sont maintenus au niveau de tous les sites et poursuivent leur développement *in-situ*

(tableau IV). Les plants qui ont les poids frais élevés ont été observés au niveau du pont de Magnambougou, la radio Klédu, l'hôtel Mandé, la tannerie de N'Golonina, l'hôtel Mariétou Palace, le Pont Fadh Badalabougou SEMA et la berge au niveau de l'Unité des Ressources Génétiques de l'Institut d'Economie Rurale (URG). Ces sites correspondent aux points de rejet des eaux usées d'origines variées, qui contiennent des éléments nutritifs favorables au développement de la jacinthe (tableau IV).

L'impact des insectes s'est traduit par une réduction sensible de la hauteur des plants qui apparaît nettement au niveau de la mare de Kalabankoro, de l'Usine Malienne de Produits Pharmaceutiques (UMPP) et du barrage des Aigrettes. Selon Dembélé (2002) la taille moyenne des plants était de 60 cm en 1997. En 2003, elle était en moyenne de 51 cm et les plants ayant plus de 80 cm de hauteur n'étaient plus observés au niveau des sites de lâchers.

Tableau IV : Evaluation de l'impact de la lutte biologique dans la zone de Bamako (2003)

Sites	Nombre de plants/m ²	Nombre de tiges/m ²	Hauteur des plants (cm)	Poids des plants (kg/ m ²)	Nombre d'insectes/ plant
Mare de Kalabancoro	23	267,6	42,6	4,88	1
Pont Fadh Badala	65,2	393,6	69,8	10,62	1
Hôtel Mariétou Palace	36	259,2	64,2	9,44	1
Tannerie N'Golonina	42,8	227,5	69	10,16	1
UMPP	60,8	288	44,4	7,12	1
Abattoir frigorifique	45,2	285,2	54	7,68	1
Hôtel Mandé	28,4	206,4	60	7,68	1
Radio Klédu	33,2	228,6	76,8	9,44	2
Canal amont barrage de Sotuba	46,4	259,2	43,8	8,72	1
Barrage des Aigrettes	45,6	252	41	7,24	1
Abattoir de Magnambougou	62,4	326,8	55,4	11,2	1
Verger Tall	41,6	259,2	57	8,18	1
Badala GEXCO	48	351,2	63,2	9,2	1
Collecteur cité ministérielle	0	0	0	0	0
Pont de Magnambougou	39,2	318,8	61,8	9,12	5
Abreuvoir des bœufs	0	0	0	0	0
URG	55,2	336,8	60	11,6	1
Moyenne	39,59	250,59	50,76	7,78	1

Conclusion

La prospection a permis de déterminer le niveau d'infestation du fleuve Niger en amont, en aval ainsi que ses affluents, Sankarani, Fie et le Bani. Il ressort de ces prospections que les points infestés identifiés au niveau de Bamako correspondent aux points de rejet des eaux usées contenant des éléments nutritifs favorables au développement de la jacinthe d'eau.

En zone Office du Niger on note une faible infestation des arroseurs tertiaires qui ne sont pas couramment entretenus par les exploitants. Au niveau du réseau primaire (partiteurs) la jacinthe ne représente pas un problème. L'intégration de la lutte manuelle à la lutte biologique a permis un contrôle efficace. L'une des caractéristiques de l'évolution de l'infestation des fleuves Niger et du Bani est le lien de cette infestation avec les fluctuations saisonnières du niveau d'eau. En effet, la montée des eaux en juin entraîne les touffes de jacinthe vers de nouveaux sites en aval, où les déposent sur les berges dans des endroits éloignés du lit de décrue. La plupart de ces touffes se dessèchent et meurent lorsque les eaux se retirent à partir du mois de novembre. L'importance de l'infestation de la saison

sèche suivante dépend de l'inoculum de départ et du degré de pollution des eaux.

La fougère d'eau *Salvinia molesta* dont la présence a été signalée sur les berges du fleuve Niger à Ségou et à Markala en 2002 (Dembélé, 2002) a pris une grande ampleur. Les infestations se sont étendues à tout le système hydraulique de l'Office du Niger (canal de navigation de Thio, canal adducteur, canal du Sahel, canal Coste-Ongoïba, canal du Macina, fala de Molodo, partiteur de Molodo, Rétail, Gruber sud, Gruber nord et partiteur de Kouyé).

Sur la base des problèmes de santé humaine, économiques et environnementaux causés par les végétaux aquatiques envahissants (VAE), la fougère d'eau vient en 2^e position derrière la jacinthe d'eau sur une liste des VAE les plus nocifs dans le monde, (Olivier 1993) cité par (SANE 2001). D'autres espèces de moustiques abritées par la fougère aquatique sont responsables de la transmission des maladies hydriques. Elle constitue aujourd'hui une inquiétude plus grande que celle de la jacinthe. Une lutte biologique engagée alors qu'il est encore temps peut permettre de contrôler l'infestation qui est à ses débuts (forme primaire).

Références

AKINYEIJOU, O.A. 1987. Invasion of Nigerian waters by water hyacinth. J. Aquat. Plant Manage, 25 : 24-26

BARRET S.C.H. and I.W.FORNO 1982. Style morph distribution in new world populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (Water hyacinth). Aquatic Botany 13:299-306.

CHIKWENHERE G.P.1994. Biological control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Zimbabwe. Result of pilot study. Fao Bulletin phytosanitaire vol42/4 p185-190.

DEMBELE, B. et Diarra, C. 1999. -Mise au point des techniques de lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et d'autres plantes aquatiques nuisibles (JAC1) 12p

DEMBELE, B. 2002. Mise au point des techniques de lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et d'autres plantes aquatiques nuisibles :rapports de recherche (JAC1) 9è session du comité des programmes IER Bamako Mali 21p

HARLEY K. L. S. 1994. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach In Labrada R., J. C. Parker. Eds. Weed management for developing countries, P 123-124. FAO plant production and protection paper N° 120 Rome FAO. 384 pp.

HOLM L.G, L.W. WELDON AND R.D. BLACBURN 1970. Aquatic weeds Pans vol. 16 N° 4576-589.

LABRADA R.1996. Status of water hyacinth in developing countries In strategies for water hyacinth control FAO. Report of a panel experts meeting 11-14 september 1995. Fort Lauderdale. Florida, USA.

Olivier, J. Douglas. 1993. A review of the biology of giant Salvinia (*Salvinia molesta* D.S.Mitchell). J.Aquat. Plant management 31 : 227- 231

SANE, I. 2001. TCP/RAF/173 (T). 'Appui à la lutte contre *Salvinia molesta*'. Sénégal – Mauritanie. Programme de sensibilisation /Participation des communautés rurales riveraines. Rapport d'activités de sensibilisation/ Participation. 16 p

SANE, I. 2001. Note synthétique sur la fougère aquatique, *Salvinia molesta* D.S.Mitchell et son ennemi naturel spécifique, le charançon *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands. DPV. Sénégal .11 p

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

IMPRIMÉ PAR BITTAR IMPRESSION
B.PE 7980 - TÉL: 220 73 73 - FAX: 220 74 75
*sous l'égide du Bureau Documentation Information Publication
de l'Institut d'Economie Rurale*

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

Origine et Mission

Le programme Bovin est l'un des 17 programmes que compte l'IER. La base du programme est la Station de Recherche Agronomique de Sotuba. Depuis 1999, il a aussi la charge de conduire les recherches sur le dromadaire. La principale mission du programme est la mise au point d'innovations technologiques visant le relèvement de la productivité globale de l'animal dans un système de production efficient et durable.

Objectif général

Améliorer la production et la productivité du bovin et du camelin tout en préservant l'environnement

Objectifs de Production

- Porter la production journalière de lait, en zone périurbaine à 3,5-5,0 l par vache en 250 -300 j de lactation.
- Porter le taux d'exploitation du troupeau extensif à 8% et le poids carcasse moyen à 150 kg

Domaines d'activités de recherche

- Aliments et alimentation des animaux ;
- Amélioration génétique ;
- Amélioration de la reproduction ;
- Santé animale ;
- Techniques de production de lait et de viande ;
- Technique d'amélioration de la force de traction des animaux.

Acquis du programme :

Amélioration génétique :

- Création du bovin métis ?
Rouge des Steppes x, ? Zébu Maure x 1.4 N'Dama (1/ 2 RST x 1/ 4 ZM x 1/ 4 ND).
- Introduction de l'insémination artificielle au Mali ;
- Diffusion de plusieurs centaines de reproducteurs métis dans les élevages périurbains du Mali ;
- Mise à la disposition des producteurs de plus 400 géniteurs et génisses améliorés de races locales (Zébu maure et peulh) ;

2• Alimentation des animaux

- Introduction et utilisation rationnelle des sous-produits agro-industriels dans l'alimentation des animaux d'élevage (graines de coton, mélasse de canne à sucre, sons, etc. ;
- Vulgarisation des cultures fourragères
- Rations de production de viande et de lait bovine à base de ressources alimentaires localement disponibles (sous-produits agro-industriels, résidus de récolte, paille de brousse).
- Techniques de valorisation des fourrages pauvres (paille de brousse et de riz) par le traitement à l'urée.

3• Reproduction

Introduction et adaptation des technologies de l'insémination artificielle et de la synchronisation des chaleurs des bovins au Mali

Sotuba, B.P. 262, Bamako-Mali
Tél. 224 41 92 / 646 15 30
bara.ouologuem@ier.m

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

Nature et Mission

Le programme Bovin est l'un des 17 programmes que compte l'IER. La base du programme est la Station de Recherche Agronomique de Sotuba. Depuis 1999, il a aussi la charge de conduire les recherches sur le dromadaire. La principale mission du programme est la mise au point d'innovations technologiques visant le relèvement de la productivité globale de l'animal dans un système de production efficient et durable.

Objectif général

Améliorer la production et la productivité du bovin et du camélin tout en préservant l'environnement

Objectifs de Production

- Porter la production journalière de lait, en zone périurbaine à 3,5-5,0 l par vache en 250 -300 j de lactation.
- Porter le taux d'exploitation du troupeau extensif à 8% et le poids carcasse moyen à 150 kg

Domaines d'activités de recherche

- Aliments et alimentation des animaux ;
- Amélioration génétique ;
- Amélioration de la reproduction ;
- Santé animale ;
- Techniques de production de lait et de viande
- Technique d'amélioration de la force de traction des animaux

Acquis du programme :

Amélioration génétique :

- Création du bovin métis ?
Rouge des Steppes x, ? Zébu Maure x 1.4 N'Dama (1/ 2 RST x 1/ 4 ZM x 1/ 4 ND).
- Introduction de l'insémination artificielle au Mali ;
- Diffusion de plusieurs centaines de reproducteurs métis dans les élevages périurbains du Mali ;
- Mise à la disposition des producteurs de plus 400 géniteurs et génisses améliorés de races locales (Zébu maure et peulh) ;

2• Alimentation des animaux

- Introduction et utilisation rationnelle des sous-produits agro-industriels dans l'alimentation des animaux d'élevage (graines de coton, mélasse de canne à sucre, sons , etc . ;
- Vulgarisation des cultures fourragères
- Rations de production de viande et de lait bovine à base de ressources alimentaires localement disponibles (sous-produits agro-industriels, résidus de récolte, paille de brousse).
- Techniques de valorisation des fourrages pauvres (paille de brousse et de riz) par le traitement à l'urée.

3• Reproduction

Introduction et adaptation des technologies de l'insémination artificielle et de la synchronisation des chaleurs des bovins au Mali

Sotuba, B.P. 262, Bamako-Mali
Tél. 224 41 92 / 646 15 30
bara.ouologuem@ier.m