



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

N°07 • Institut d'Economie Rural • Revue Semestriel Juillet - Décembre 2008 • ISSN 1987 - 0000

La Recherche Agricole au Service du Développement Rural



Analyse économique de l'essai de fertilisation du maïs à base de fiente de volaille dans la zone périurbaine du District de Bamako.

P. 2

L'Agriculture de Conservation peut-elle être une alternative à l'Agriculture Conventionnelle en zone cotonnière au Sud du Mali ?

P.11

Dynamique agraire et changements des modes de gestion des ressources pastorales dans la région de Sikasso (Mali).

P.23

Appréciation de la qualité microbiologique de la viande rouge issue des abattages contrôlés au Mali.

P.35

Influence de la densité de semis sur le comportement de deux variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus*) dans les conditions de l'hivernage à Katibougou.

P.41



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

N° 7 - Juillet - Décembre 2008

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



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

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

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

BP 258 - Rue Mohamed V BAMAKO / MALI

Directeur de publication :	Dr Bouréma Dembélé
Editeur Scientifique :	Dr Samba Soumaré
Secrétaire de rédaction :	Dr Lassine Diarra

Comité de rédaction

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

Comité scientifique

Dr Bourema DEMBELE, Institut d'Economie Rurale
Dr Lassine DIARRA, Institut d'Economie Rurale
Dr Modibo SIDIBE, Institut d'Economie Rurale
Dr Bara OUOLOGUEM, Institut d'Economie Rurale - Bamako
Dr Ibrahima N'DIAYE, Institut d'Economie Rurale-Bamako
Dr Gaoussou TRAORE, Institut d'Economie Rurale
Dr Zana SANOGO, Ministère de l'Agriculture

Analyse économique de l'essai de fertilisation du maïs à base de fiente de volaille dans la zone périurbaine du District de Bamako

Auteurs : Dioukou SISSOKO *, Ntji COULIBALY *, Mamadou D DOUMBIA *, Sékouba KEITA *

* Institut d'Economie Rurale (IER), Centre de Recherche Agronomique de Sotuba, Bp : 438, Tel : + (223) 2024 78 53

RESUME :

La rentabilité économique de la culture du maïs ainsi que son rôle fondamental dans la diversification ou l'amélioration des revenus des ruraux au Mali sont de plus en plus abordés par la recherche agricole.

Pour évaluer la rentabilité économique de l'utilisation de la fiente de volaille sur le rendement du maïs, un essai a été conduit en bloc de Fisher avec quinze traitements en quatre répétitions. La méthode d'analyse économique, basée sur 2 concepts-clés à savoir l'approche du budget partiel et celle de l'analyse marginale, a été utilisée pour déterminer la rentabilité économique et la faisabilité des traitements du point de vue du paysan.

Trois traitements ont dépassé le taux cible de rentabilité marginale de 200 %. Pour un taux cible de 100 %, le choix du paysan portera sur l'option 2 tonnes de fiente/ha + 84-15-15 (T8) sur la base du bénéfice net le plus élevé (241.600 FCFA) à condition qu'il soit capable de supporter les frais des engrais.

Ces résultats ont permis de comprendre des tendances qui doivent être confirmées dans des tests en milieu paysan et permettront de rentabiliser davantage les exploitations agricoles et mixtes de la zone périurbaine du district.

Mots clefs : Fiente de volaille, zone périurbaine, rentabilité économique, taux marginal de rentabilité, Mali.

Abstract

The economic efficiency of maize, as well as its major role in food diversification, and the increase in rural population incomes in Mali are tackled in the agronomic research.

In order to assess economic efficiency of poultry manure on maize, an experiment has been carried out in Fisher blocs with 15 treatments in 4 replicates. The economical analysis method used was based upon the partial budget and marginal analysis to assess the socio-economic efficiency of the treatments to the point of view of the farmer.

Three treatments over passed the target marginal efficiency of 200 %. As target percentage of 100 % farmer would choose the treatment consisting of the use of 2 tons of poultry manure + 84-15-15 (T8) which showed the highest income of 241.600 FCFA, if his financial capacity would support fertilizer cost.

These results allowed to understand the trends to be confirmed in on farm trials, and to get more efficiency in poultry and mixed farms in the urban zone.

Key words : Poultry manure, peri-urban zone, economical efficiency, marginal rate of efficiency Mali.

1. INTRODUCTION

L'utilisation de la fiente de volaille comme fertilisant du maïs s'inscrit dans la perspective de poursuivre les études sur les fertilisants organiques. De nombreuses études menées sur la production agricole ont conclu que l'agriculture est basée sur un prélèvement continu des éléments nutritifs propres du sol, ce qui constitue un grand danger pour une agriculture qui se veut durable, selon Pieri et

Steiner (1997) cité par Diouf (1998).

Les paysans utilisant les pratiques traditionnelles sont habitués aux faibles niveaux de fertilité des sols. Certaines de ces pratiques comprennent l'utilisation des fertilisants organiques (Diouf et al, 1998). Selon Breman et Traoré (1987), dans l'aperçu sur le secteur des engrais, la disponibilité en fertilisants organiques, au Mali, ne permet de couvrir que le 1/3 des besoins pour maintenir la production.

Selon Diouf, les recommandations d'engrais en vigueur sur le maïs au Mali furent faites selon la méthode Chaminade (1965). Pour des raisons socio-économiques, des doses permettant de corriger les déficiences de nutriments majeurs furent vulgarisées (Pieri, 1973). Ces "recommandations uniques", quand elles sont appliquées, entraînent un épuisement continu des réserves nutritives des sols (Van der pol, 1992, Kieft et al, 1994) parce que ces sols sous culture perdent plus de nutriments qu'ils n'en reçoivent. Cette situation pose le problème de la viabilité économique de l'agriculture.

Cependant, la recherche agricole sur le maïs a signalé que le maïs est appelé à jouer un rôle fondamental dans la sécurité alimentaire à court ou moyen termes et dans la diversification ou l'amélioration des revenus des ruraux au Mali (Diakité. L et al, 2001). Des travaux réalisés par Mariko.D et al, (1998) renseignent que le maïs est produit entre 32 et 51 FCFA le kilogramme et que le revenu net d'exploitation varie de 11.000 FCFA à 68.000 FCFA/ha selon que l'on soit dans la zone OHVN avec des variétés locales de maïs ou dans la zone CMDT avec des variétés améliorées.

La présente étude répond à un souci de valorisation des ressources locales non seulement disponibles, mais aussi techniquement et socialement acceptables en vue de solutionner en partie la contrainte de fertilité des sols. Elle vise à soutenir l'accroissement de la production du maïs à travers la détermination de la rentabilité économique et la faisabilité, du point de vue du paysan, de formules de fertilisation expérimentées dans l'essai.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le matériel végétal utilisé est une variété de maïs baptisée Appolo. Elle est la plus précoce de toutes les variétés améliorées de maïs. Son potentiel de rendement est de 3 à 4 T/ha pour un cycle de moins de 80 jours.

Les engrais utilisés sont le complexe céréale 15-15-15, l'urée à 46 % et la fiente de volaille collectée au niveau des exploitants avicoles.

Le dispositif expérimental utilisé est le 'Bloc de Fisher' avec quinze traitements en quatre répétitions. Chaque traitement a été implanté sur une parcelle élémentaire de 5 m x 3 m soit 15 m². Les semis ont été effectués à 75 cm x 50 cm à raison de 3 graines par poquet, suivi d'un démariage à 2 plants par poquet après levée. Les engrais complexe céréale et l'urée ont été apportés conformément à la technique en cours de vulgarisation (100 kg/ha de complexe céréale et 50 kg/ha d'urée au semis, suivi d'un épandage complémentaire de 100 kg/ha d'urée 30 jours après le 1er épandage). La fiente a été apportée en fumure de fond. Les traitements étudiés sont les suivants :

Traitements

- T1 : Témoin absolu
Sans apport d'engrais
- T2 : Formule Vulgarisée
(84-15-15) Témoin de référence
- T3 : Formule optimisée
253 - 93 - 190 (FOPT)
- T4 : 2 tonnes de fiente/ha
Mesure l'effet de doses croissantes de
- T5 : 4 tonnes de fiente/ha
fiente sur le rendement du maïs
- T6 : 6 tonnes de fiente/ha
- T7 : 8 tonnes de fiente/ha
- T8 : 2 t de fiente/ha + F.V
Mesure l'effet de doses croissantes

T9 : 4 t de fiente/ha + F.V

T10 : 6 t de fiente/ha + F.V

T11 : 8 t de fiente/ha + F.V

de fiente en présence de la formule vulgarisée
sur le rendement du maïs

T12 : 4 t de fiente/ha + F.V

T13 : 6 t de fiente/ha + F.V

T14 : 8 t de fiente/ha + 1/3 F.V

Mesure l'effet de la substitution partielle
de la FV par la fiente sur le rendement
du maïs

T15 : 2 t de fiente/ha + FOPT

Mesure l'effet de la fiente en présence de
la FOPT sur le rendement du maïs

Signification

Le traitement (T2) correspond à la formule de fertilisation actuellement vulgarisée pour la culture du maïs.

Le traitement (T3) correspond à la formule de fertilisation dite optimisée qui intègre l'objectif de production (rendement visé), le besoin de la culture (exportation d'éléments fertilisants), et le coefficient d'utilisation des engrais .

La méthode d'analyse économique, basée sur 2 concepts-clés à savoir l'approche du budget partiel et celle de l'analyse marginale, a été utilisée pour déterminer la rentabilité économique et la faisabilité des traitements du point de vue du paysan. Cette méthode est couramment utilisée par le CIMMYT dans l'analyse ou l'interprétation économique des essais agronomiques (CIMMYT, PERRIN et al dans l'analyse économique des essais, 1987).

3. RÉSULTATS OBTENUS ET DISCUSSIONS :

3.1 Budget partiel des traitements

3.1.1 Coûts des intrants (engrais)

Les quantités d'engrais sont évaluées à l'ha. Les prix sont obtenus sur la base des achats opérés dans le cadre de l'exécution du projet. Concernant la fiente de volaille, à la suite des opérations de pesées dans les exploitations avicoles, un sac de 100 kg rempli de fiente a été évalué à 51,57 kg. Ces sacs de 100 kg sont vendus à 500 FCFA

Tableau I : Evaluation des coûts des engrais

Valeur des Intrants -----	Qté CCE (kg)	Prix CCE (Fcfa)	Qté UREE (kg)	Prix UREE (Fcfa)	Qté SP (kg)	Prix SP (Fcfa)	Qté fiente (kg)	Prix Fiente (Fcfa)	Total FCFA
Traitements									
T1:sans engrais	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2:FV: 84-15-15	100	25000	150	30000	0	0	0	0	55000
T3:FOPT:253-93-190	547	136750	347	69400	194	38800	0	0	244950
T4:2t/ha de fiente	0	0	0	0	0	0	2000	19200	19200
T5:4t/ha de fiente	0	0	0	0	0	0	4000	38400	38400
T6:6t/ha de fiente	0	0	0	0	0	0	6000	57600	57600
T7:8t/ha de fiente	0	0	0	0	0	0	8000	76800	76800
T8:2t/ha fiente + FV	100	25000	150	30000	0	0	2000	19200	74200
T9:4t/ha fiente + FV	100	25000	150	30000	0	0	4000	38400	93400
T10:6t/ha fiente + FV	100	25000	150	30000	0	0	6000	57600	112600
T11:8t/ha fiente + FV	100	25000	150	30000	0	0	8000	76800	131800
T12:4t/ha fiente + 1/2FV	50	12500	75	15000	0	0	4000	38400	65900
T13:6t/ha fiente + 1/2FV	50	12500	75	15000	0	0	6000	57600	85100
T14:8t/ha fiente +1/3FV	33,3	8325	50	10000	0	0	8000	76800	95125
T15:2t/ha fiente + FOPT	547	136750	347	69400	194	38800	2000	19200	264150

N.B. CCE : Complexe Céréales — SP : Sulfate de Potassium

Prix unitaire complexe céréale : 250 Fcfa/kg

Prix unitaire urée : 200 Fcfa/kg

Prix unitaire sulfate de potassium : 200 Fcfa/kg

Prix unitaire fiente : 9,6 Fcfa/kg

3.1.2 Coûts de la main d'œuvre

La main d'œuvre a été évaluée en termes de temps (en minutes) réellement consacré à l'exécution des travaux sur la parcelle et les abords immédiats. Ce temps a été ensuite converti en homme jour qui est l'unité de travail dans les travaux champêtres. Il correspond à 8 heures de travaux et il est payé à 1000 Fcfa. La 8ème colonne du tableau II représente, en valeur monétaire, le coût réel des opérations au niveau de l'essai. La dernière colonne représente cette valeur extrapolée à l'hectare.

Tableau II : Suivi et évaluation du coût de la main d'œuvre au cours de la campagne 2003/2004

NATURE DE L'OPERATION	Nbre utilisé	Début de l'opération	Fin de l'opération	Durée en mn	Durée en Homme/jr	Coût de l'opération	Coût réel de l'opération	Coût réel de l'opération/ha
Nivellement	3	8 H 25	13 H 00	275	1,72	3000	1718,75	15914,35
Epandage enfouissement piquetage	6	8 H 25	12 H 10	225	2,81	6000	2812,50	26041,67
Semis	5	8 H 30	11 H 00	150	1,56	5000	1562,50	2989,97
Ressemis	1	7 H 55	10 H 30	155	0,32	1000	322,92	1736,11
Démariage	3	11 H 30	12 H 00	30	0,19	3000	187,50	23148,15
1er sarclage	4	8 H 00	13 H 00	300	2,50	4000	2500,00	23148,15
1er épandage engrais	4	8 H 00	13 H 00	300	2,50	4000	2500,00	7908,95
2ème sarclage	2	9 H 35	13 H 00	205	0,85	2000	854,17	21604,94
2ème épandage engrais	4	8 H 20	13 H 00	280	2,33	4000	2333,33	
Récolte	15	8 H 00	10 H 00	120	3,75	15000	3750,00	34722,22
Coût total					18,54	47000	18541,67	171682,10

3.2 Evaluation du coût de production du maïs fertilisé à base de fiente de volaille

Les coûts de production du maïs en station pour toutes les doses de fiente, en application combinée ou non avec la formule de fertilisation minérale ont varié de 77,8 Fcfa/kg à 150,9 Fcfa (tableau 3). Les plus bas coûts ont été enregistrés avec les combinaisons pour lesquelles la demi dose de la formule de fertilisation a été combinée avec les doses croissantes de fiente.

Tableau III : coût de production du maïs en FCFA en station sous fertilisation à base de fiente de volaille campagne 2003/2004 et 2004/2005.

Trait	Production	produit brute	coût variable	coût fixe	coûts totaux	coût de production
T1	0,415	41500	0	171682	171682	413,69
T2	2,302	230200	55000	171682	226682	98,47
T3	3,719	371900	244950	171682	416632	112,03
T4	1,813	181300	19200	171682	190882	105,29
T5	1,752	175200	38400	171682	210082	119,91
T6	1,542	154200	57600	171682	229282	148,69
T7	1,646	164600	76800	171682	248482	150,96
T8	3,158	315800	74200	171682	245882	77,86
T9	2,698	269800	93400	171682	265082	98,25
T10	2,776	277600	112600	171682	284282	102,41
T11	2,33	233000	131800	171682	303482	130,25
T12	2,845	284500	65900	171682	237582	83,51
T13	2,879	287900	85100	171682	256782	89,19
T14	2,637	263700	95125	171682	266807	101,18
T15	3,801	380100	264150	171682	435832	114,66

NB : le labour et la semence n'ont pas été pris en compte dans ce coût. Le maïs a été valorisé à 100 Fcfa/kg.

3.3 Détermination des traitements dominés

Selon la terminologie du CIMMYT, un traitement est dit dominé quand il existe au moins une option (un traitement) offrant un bénéfice net supérieur pour des charges inférieures ou égales. Un traitement est donc non dominé quand il n'existe pas d'autre option (traitement) offrant un bénéfice net supérieur pour des charges inférieures ou égales. Partant de ce principe, les résultats ont montré (tableau IV) qu'il existe 5 traitements non dominés.

Tableau IV : Détermination des traitements non dominés ou supérieurs

Traitements	Production en T/ha	Produit brut en Fcfa	Coût variable en Fcfa	Bénéfice net en Fcfa	Supérieur ou non dominé
T1	0,415	41500	0	41500	Oui
T2	2,302	230200	55000	175200	Oui
T3	3,719	371900	244950	126950	Non
T4	1,813	181300	19200	162100	Oui
T5	1,752	175200	38400	136800	Non
T6	1,542	154200	57600	96600	Non
T7	1,646	164600	76800	87800	Non
T8	3,158	315800	74200	241600	Oui
T9	2,698	269800	93400	176400	Non
T10	2,776	277600	112600	165000	Non
T11	2,33	233000	131800	101200	Non
T12	2,845	284500	65900	218600	Oui
T13	2,879	287900	85100	202800	Non
T14	2,637	263700	95125	168575	Non
T15	3,801	380100	264150	115950	Non

A partir des traitements non dominés, Il faudra déterminer ceux qui sont à conseiller aux paysans en tenant compte des coûts et bénéfices. Pour cela, la méthode du ratio valeur/coût ou celle du taux marginal de rentabilité peut être utilisée.

3.4 Détermination du taux marginal de rentabilité

Elle s'appesantit sur l'analyse marginale qui étudie l'accroissement du coût et du revenu obtenu en passant d'un traitement à un autre. On compare l'augmentation des charges variables qu'entraîne le passage d'un traitement à un autre plus coûteux à l'augmentation correspondante du bénéfice net. Le taux marginal de rentabilité s'obtient en divisant le bénéfice net marginal par les charges variables marginales exprimé en pourcentage (Eric, 1987). Ensuite, le taux marginal de rentabilité de chaque traitement est comparé à un taux cible qui est supposé acceptable par les paysans.

Tableau V : Analyse de la rentabilité des traitements supérieurs

Traitements	Production en T/ha	Produit brut	Coûts variables totaux	Coûts variables marginaux	Bénéfice net	Bénéfice marginal	TMR
T1	0,415	41500	0	-	41500	-	-
T4	1,813	181300	19200	19200	162100	120 600,00	628,13
T2	2,302	230200	55000	35800	175200	13 100,00	36,59
T12	2,845	284500	65900	10900	218600	43 400,00	398,17
T8	3,158	315800	74200	8300	241600	23 000,00	277,11

Les résultats ont montré (tableau V) qu'avec un taux cible de 100 % ou de 200 %, les traitements : 2 tonnes de fiente/ha (T4) 4 tonnes de fiente/ha + ? (84-15-15) (T12); et 2 tonnes de fiente/ha + 84-15-15 (T8), avec respectivement des taux marginaux de rentabilités de 628 %, 398 % et 277 % seront acceptés par les paysans.

En passant de l'option T1 (sans apport d'engrais) à l'option T4 (2 tonnes de fiente/ha), le paysan gagne pour chaque franc supplémentaire dépensé, 6,28 francs cfa. Son gain serait de 0,36 francs s'il quitte cette dernière option pour celle de T2 (la formule minérale de fertilisation du maïs 84-15-15)

Avec l'option T12 (4 tonnes de fiente/ha + ? (84-15-15)), le gain pour chaque franc supplémentaire du paysan serait de 3,98 francs. Par contre, avec l'option T8 (2 tonnes de fiente/ha + 84-15-15), le paysan gagne, pour chaque franc supplémentaire dépensé, 2,77 francs.

L'option à proposer aux paysans doit donc tenir compte, non seulement du bénéfice net, mais aussi de la possibilité du paysan à supporter les dépenses financières relatives à l'option. Ainsi, pour un taux cible de 100 % le choix se portera sur l'option T8 (2 tonnes de fiente/ha + 84-15-15) sur la base du bénéfice net le plus élevé (241.600 FCFA) à condition que le paysan soit capable de supporter les frais des engrais. Vient ensuite l'option T12 qui offre un bénéfice net de 218.600 FCFA (SISSOKO et al, 2005).

3.5 Analyse de la sensibilité

Elle est fondée sur le principe de la variation du prix aux producteurs, donc le produit brut, et des charges variables totales. Elle permet de savoir dans quelle mesure les résultats seraient différents en modifiant les valeurs de certains paramètres.

Les résultats ont montré (tableau VI) qu'une diminution du prix du maïs de 25 % n'affecte pas le choix du producteur établi avec un prix de 100 FCFA/kg. Cependant, lorsqu'on maintient les prix à 75 FCFA/kg et que l'on augmente le prix des engrais de 25 %, le choix du producteur portera désormais sur l'option T4 (2 tonnes de fiente/ha) qui lui procurera un bénéfice net de 80.850 FCFA suivi de l'option T12 (4 tonnes de fiente/ha + (84-15-15)) pour un bénéfice net de 27.100 FCFA.

Tableau VI : Analyse de la sensibilité des traitements supérieurs

Traitements	Production en T/ha	Produit brut en Fcfa	Coûts variables totaux	Coûts variables marginaux	Bénéfice net	Bénéfice marginal	TMR
Prix du maïs = 100 f CFA/kg							
T1	0,415	41500	0	-	41500	-	-
T4	1,813	181300	19200	19200	162100	120600	628,13
T2	2,302	230200	55000	35800	175200	13100	36,59
T12	2,845	284500	65900	10900	218600	43400	398,17
T8	3,158	315800	74200	8300	241600	23000	277,11
Prix du maïs = 75 f CFA/kg							
T1	0,415	31125	0	-	31125	-	-
T4	1,813	135975	19200	19200	116775	85650	446,09
T2	2,302	172650	55000	35800	117650	875	2,44
T12	2,845	213375	65900	10900	147475	29825	273,62
T8	3,158	236850	74200	8300	162650	15175	182,83
Prix du maïs = 75 FCFA/kg et les prix des engrais augment de 25%							
T1	0,415	31125	0	-	31125	-	-
T4	1,813	135975	24000	24000	111975	80850	336,88
T2	2,302	172650	68750	44750	103900	-8075	-18,04
T12	2,845	213375	82375	13625	131000	27100	198,90
T8	3,158	236850	92750	10375	144100	13100	126,27

3.6. DISCUSSION

L'analyse économique relative au coût de production a démontré que la production du maïs en station, pour toutes les doses de fiente, en combinaison ou non avec la formule de fertilisation vulgarisée, est plus chère qu'en milieu paysan où le maïs est produit, sous diverses formes de fertilisation, entre 32 et 51 FCFA/kg Mariko (1998). Cependant, ce coût exclut le coût d'opportunité de la main d'œuvre qui est essentiellement familiale.

L'évaluation du coût de production en station diffère de celle du milieu réel notamment en ce qui concerne l'évaluation des coûts de la main d'œuvre sur des parcelles de petites dimensions.

Les traitements 2 tonnes de fiente/ha + FV, 4 tonnes de fiente/ha + FV, et 6 tonnes de fiente/ha + FV procurent des revenus se situant dans la fourchette de revenu net d'exploitation du maïs qui est de 11 000 à 68.000 FCFA /ha Mariko (1998). Ces traitements, donnant respectivement des revenus bruts de

69.918 FCFA, 46.918 FCFA et 31.118 FCFA, sont considérés comme économiquement rentables nonobstant l'amortissement des matériels et des impôts sur revenu.

4. CONCLUSION

L'analyse économique des résultats de l'expérimentation agronomique de la fiente comme fertilisant organique a mis en évidence que les traitements dont les rendements physiques sont les plus élevés ne sont pas nécessairement les plus économiques.

Les résultats de l'analyse relative au taux marginal de rentabilité ont montré qu'avec un taux cible (taux d'intérêt) de 100 % ou de 200 %, les traitements suivants sont les meilleurs : 2 tonnes de fiente/ha (T4) ; 4 tonnes de fiente/ha + (84-15-15) (T12) ; et 2 tonnes de fiente/ha + 84-15-15 (T8). Ils ont respectivement des taux marginaux de rentabilités de 628 %, 398 % et 277 % et seront acceptés par les paysans. Cependant, l'option à proposer

aux paysans doit tenir compte non seulement du bénéfice net, mais aussi de la possibilité du paysan à supporter les dépenses financières relatives à l'option. Ainsi, pour un taux cible de 100 %, le choix se portera sur l'option 2 tonnes de fiente/ha + 84-15-15 (T8) sur la base du bénéfice net le plus élevé (241.600 FCFA) à condition que le paysan soit capable de supporter les frais des engrais. Vient ensuite l'option 4 tonnes de fiente/ha + (84-15-15) (T12) qui offre un bénéfice net de 218.600 FCFA.

Les résultats économiques ont montré la rentabilité des traitements dans l'ordre qui suit : (2 tonnes de fiente/ha) > (4 t de fiente/ha + F. vulgarisée 84-15-15) > (2 t de fiente/ha + F. vulgarisée 84-15-15) > (Formule vulgarisée 84-15-15). Tandis que les résultats techniques préconisaient l'ordre suivant : (2 tonnes de fiente/ha + F. optimisée 253-93-190) > (Formule optimisée 253 - 93 - 190) > (2 tonnes de fiente/ha + F. vulgarisée 84-15-15) > (6 tonnes de fiente/ha + F. vulgarisée 84-15-15)

La poursuite de cette expérimentation agronomique de la fiente comme fertilisant organique s'avère aujourd'hui nécessaire pour plusieurs raisons. Elle permet à la recherche de bien

asseoir ses connaissances sur les fientes et aux producteurs de disposer d'une technologie économiquement, techniquement et socialement acceptable. A ce titre, le comité de pilotage des Projets PAP/IER du système périurbain avait recommandé lors de sa session d'avril 2004 la recherche de financement pour la poursuite de cette étude et le transfert des résultats obtenus en milieu réel.

5 . REFERENCES CITEES

1. DIOUF S, et al, 1998, Aperçu sur le secteur des engrais au Mali
2. Eric Crawford et Mulumba Kamuanga, 1987, l'analyse économique des essais agronomiques pour la formulation des recommandations aux paysans
3. MARIKO D, DIAKITE L, Mars 1998, Etude de l'impact Economique de la recherche agronomique sur le maïs, Rapport d'étape, Ecofil, IER, 36p
4. SISSOKO D, et al, Juin 2005, rapport de recherche du projet Maï2 : Utilisation de la fiente de volaille dans la fertilisation du maïs, présenté à la 11ème session du comité de Programme de l'IER, 31p

L'Agriculture de Conservation peut-elle être une alternative à l'Agriculture Conventiennelle en zone cotonnière au Sud du Mali ?

Auteurs : Fagaye SISSOKO , Agronome, Programme coton, IER; Bruno RAPIDEL, Agronome CIRAD
Can Conservation Agriculture be an alternative to Conventional Agriculture in cotton zone in Southern Mali

Authors : Fagaye SISSOKO, Agronome, Programme coton, IER ; Bruno RAPIDEL, Agronome, CIRAD

Résumé

En zone soudano-sahélienne, la productivité des cultures est limitée par la disponibilité de l'eau. Le coton en est particulièrement affecté au moment de son établissement. L'utilisation des résidus de la culture précédente comme couverture du sol est une voie d'amélioration de l'alimentation en eau en début et/ou en fin de saison des pluies. Pour tester cette hypothèse, nous avons comparé le système de culture conventionnel avec deux semis directs sur couverture végétale dans lesquels le coton est cultivé sur résidus de sorgho (*sorghum bicolor*) et sur résidus de sorgho/*Brachiaria ruziziensis* sp. Les résultats obtenus montrent que le sol était suffisamment couvert avant la culture du coton (4,4 t/ha à 9,2 t/ha). Les états de surface produits par ces résidus étaient différents de ceux qui ont été produits en système conventionnel. En revanche, les enherbements en semis direct ont été mal maîtrisés. La présence de résidus a permis une levée du coton légèrement plus rapide mais, elle n'a pas assuré de meilleures densités de peuplement qu'en système conventionnel. Le rendement du cotonnier n'a pas été amélioré (1,6 t/ha) de manière significative par rapport au système conventionnel (1,7 t/ha). Les deux années (2006 et 2007) ont été exceptionnellement pluvieuses, ce qui n'a pas permis de valoriser le gain d'infiltration lié aux résidus.

Mots clés : agriculture de conservation, semis direct sous couvert végétal, infiltration, enherbement, rendement, Mali Sud

Abstract :

In the Sudan-Sahel zone, crop productivity is limited by the availability of water. Cotton is particularly affected in its establishment phase. Using residues from the previous crop as soil cover could be a way of improving the water supply at the beginning and/or end of the rainy season (reduced run-off). In order to test this hypothesis, we compare conventional cropping system with two direct-sowing mulch-based cropping systems, in which cotton was grown on sorghum residues, or a sorghum/*Brachiaria ruziziensis* sp. combination. The results obtained showed that soil was sufficiently covered during the cotton growing phase (4.4 t/ha to 9.2 t/ha). The surface conditions produced by the residues were very different from those produced in the conventional system. However, weed growth in the direct sowing systems was poorly managed. The presence of residues enabled slightly faster cotton emergence but did not give better stand densities than in the conventional system. Cotton yield was not significantly improved (1, 7 t/ha) compared to conventional system (1,6 t/ha). The two years (2006 and 2007) were exceptionally wet, so it was not possible to benefit from the gain in infiltration linked to the residues.

Key words : conservation agriculture, direct seeding under vegetable cover, infiltration, weeds, yield, South Mali

1. INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, la densité de la popula-

tion est encore relativement faible. Cependant, en moins de quarante années, la population du Mali a doublé et elle continuera d'augmenter, alors que les surfaces agricoles ne peuvent guère croître au-delà de leur niveau actuel. Il faudra pourtant que cette agriculture continue de nourrir et sans doute, de vêtir cette population grandissante. Certains systèmes de culture traditionnels sont en voie de sédentarisation et les rotations avec jachères de longue durée sont de plus en plus rares (Yossi, et al., 2006a). Cette évolution se traduit par la stagnation des rendements résultant de la modification des systèmes de culture et d'une éventuelle baisse de la fertilité des sols (Cretenet, et al., 1994).

Le défi est de produire plus et mieux. C'est dans ce contexte que se sont développées des formes d'agriculture qui reposent sur les processus écologiques. Le recyclage des éléments nutritifs est la base fondamentale de cette technologie. Ces nouvelles voies de recherche englobent l'agroforesterie, l'agriculture biologique et l'agriculture de conservation. C'est dans cette dernière mouvance que sont apparus les systèmes de culture sur couverture végétale (SCV).

Ces systèmes de culture sont caractérisés par l'absence de travail du sol et l'utilisation d'une plante de couverture (morte ou vivante) qui, tout en protégeant la surface de sol, favorise le développement de l'activité biologique (Erenstein, 2003). La bonne maîtrise de l'enherbement avec des produits moins coûteux a favorisé l'essor de cette technologie. Ces systèmes ont fait leurs preuves dans des situations d'agriculture mécanisée, en particulier au Brésil, aux Etats-Unis et en Australie. Ils commencent à être adoptés dans des contextes d'agriculture paysanne au Brésil (Bolliger, et al., 2006), en France (Lagourgue, 2002), à Madagascar (Rakotondramanana, et al., 2007), en Afrique de l'Est et ailleurs (Lal, 1975).

En Afrique de l'Ouest, l'enherbement est une cause connue de diminution du rendement des parcelles de coton. Les pertes sont évaluées à 35% des rendements si les mauvaises herbes ne sont pas contrôlées pendant le premier

mois après le semis. Elles peuvent atteindre 90% dans le cas d'une compétition avec *Cyperus rotundus*, *Euphorbia heterophila*, *Imperata cylindrica* (Fadoegnon, 2007). Les herbicides sont parfois appliqués en prélevée (mélange de prométhrine et de fluométuron) et rarement en postlevée (haloxyfop). Ils sont utilisés sur seulement 21% des parcelles cultivées en zone CMDT (Dembélé, et al., 2004).

L'agriculture au sud du Mali est ancienne. Elle a évolué depuis des siècles en s'adaptant à des contextes changeants (Yossi, et al., 2006b). Ces évolutions ont abouti à des systèmes de culture cotonniers relativement performants, reposant en particulier sur l'association entre l'agriculture et l'élevage. Ce sont ces systèmes que l'on tente d'améliorer. Il est donc fondamental de bien les connaître et de les expérimenter dans des conditions représentatives de leur application future en milieu paysan.

Le présent travail avait pour objectif de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes de culture à base de cotonnier sous couverture végétale. Il était fondé sur la mesure des flux hydriques par les résidus laissés à la surface du sol des parcelles expérimentales et ses influences sur le rendement.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1. Caractéristiques du site expérimental

Les expérimentations ont été conduites en 2006 et 2007 à la Sous-Station de Recherche Agronomique (SSRA) de Farako/Finkolo (11°27' Nord et 5°51' Ouest), située en zone soudano sahélienne au Sud-Est du Mali à environ 15 km à l'Est de la ville de Sikasso (figure 1). La pluviométrie moyenne annuelle sur 15 ans (1992 - 2007) est de 1042 mm avec un écart type de 220 mm. La description du sol a été faite en 2006 à partir de fosses ouvertes à côté des parcelles d'essai. Les sols sont de types ferrugineux tropicaux lessivés à hydromorphie de profondeur. La pente mesurée avec un théodolite, est de 1.2% sur l'ensemble du terrain. La texture du sol est sablo-limoneuse en surface (tableau I). En profondeur, le taux d'argile augmente considérablement, et le

taux de sable diminue dans les mêmes proportions (Sissoko, 2009). Le taux de limons reste stable sur le profil autour de 20%. La teneur en

matière organique est supérieure au seuil critique de 0.5% au dessous duquel les risques de dégradation physique et de faibles rendements

Figure 1 : Localisation des sites de recherches dans la région de Sikasso au Mali

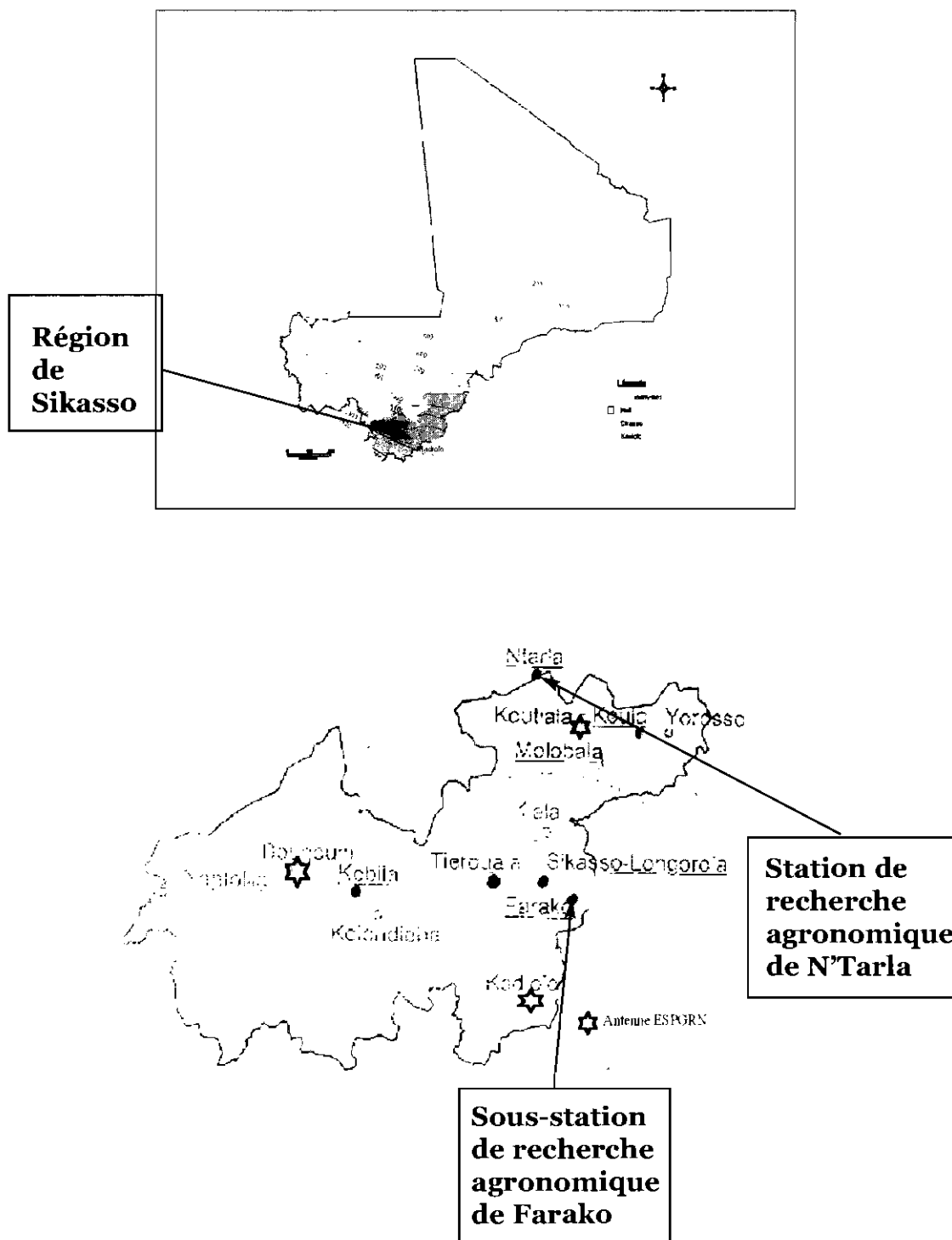


Tableau I. Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de sol prélevés dans la zone de l'étude

Profondeur (cm)	pF4.2 % Vol	pF2.5 % Vol	Argile %	Limon %	Sable %	pH eau	Matière organique %
0-20	7.3	11.8	15.1	21.8	63.1	5.2	0.8
20-40	10.6	15.6	21.0	19.8	59.2	5.4	0.6
40-70	17.8	26.4	31.1	19.7	49.2	5.2	0.5
70-100	21.1	30.5	39.8	22.2	38.0	5.2	0.4
100-130	23.5	33.8	44.3	23.1	32.6	5.4	0.4
130-160			40.0	22.8	37.3	5.1	0.3
160-190			41.2	25.0	33.9	5.1	0.2

sont importants (Pieri, 1989).

3.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était en bloc de Fisher avec 3 systèmes de culture : le système conventionnel (SC), un premier niveau de semis direct sous couverture végétale : SCV1 (coton semé sous résidus de sorgho) et un deuxième niveau de semis direct sous couverture végétale : SCV2 (coton semé sous résidus de sorgho + résidus de *Brachiaria* sp) en 4 répétitions. La succession des cultures était biennale coton/sorgho. Les parcelles étaient protégées avec une clôture en fil de fer barbelé pour éviter la pâture des résidus de récolte en saison sèche par les animaux en divagation.

3.3. Conduite des SCV et leur logique

Afin d'étudier les effets du semis direct sous couverture végétal (SCV), nous avons choisi de construire nos expérimentations sur la base des pratiques de rotation et de conduite des cultures des agriculteurs de la zone. Le sorgho produit de grandes quantités de biomasse et les résidus sont moins prisés que les résidus de maïs ou d'arachide pour la nourriture des animaux ; en outre, ces résidus se dégradent moins vite. Travaillant sur des systèmes de culture semblables au Cameroun, Naudin et Balarabe (2005) ont montré que *Brachiaria* était une plante de couverture dont la crois-

sance, bien adaptée quand il est semé dans les interlignes du sorgho, permet d'augmenter la production de biomasse.

Nous avons conçu une règle de décision sur le semis de notre essai à partir de ces pratiques : dans les parcelles en SCV, le semis est réalisé quand le sol est suffisamment humidifié sur une profondeur de 20 cm. Ainsi, toute pluie suffisante pour faire un labour en SC permet un semis en SCV.

Le sorgho est semé à partir du 15 juin. *Brachiaria* est semé 20 jours après le semis du sorgho pour éviter une trop forte compétition (Naudin, 2002).

L'entretien des parcelles en SC a été conduit, comme en milieu paysan, par deux sarclages et un buttage. Le buttage est réalisé après le 45ème JAS. Le glyphosate a été utilisé pour maîtriser les mauvaises herbes avant la mise en place des parcelles en SCV. Après la récolte, nous avons exporté la totalité des résidus de récolte des parcelles en SC. Dans les parcelles en SCV, les résidus ont été conservés dans les parcelles.

3.4. Fertilisation

La fertilisation du coton dans les parcelles en Système Conventionnel (SC) était de 125 kg/ha de NPK (complexe coton) épandus deux semaines après la levée et 50 kg/ha d'urée épandus au 45ème Jour Après Semis (JAS).

La même fertilisation a été apportée dans les parcelles en SCV, en plus un apport supplémentaire de 50 kg/ha d'urée a été fait au même moment que l'apport du NPK pour éviter une faim d'azote qui peut se manifester avec l'utilisation des résidus en couverture. Cet effet observé au cours de la décomposition des résidus en couverture, a été également démontré au Cameroun (Naudin and Balarabe, 2005). Aucune fertilisation n'a été apportée sur le sorgho, conformément à la pratique paysanne.

3.5. Mesures effectuées

3.5.1. Évolution des états de surface

3.5.1.1. Evolution de la quantité de biomasse

La biomasse produite par les différentes cultures a été coupée avec des machettes et rabattue à la surface du sol. La quantité a été estimée après la récolte et de manière épisodique pendant la saison sèche. A chaque date et pour chaque bloc la biomasse était mesurée sur deux placettes de 1,6 m² chacune. Des échantillons de 50 à 100 ont été prélevés et séchés à l'étuve à 70°C pendant 48 heures pour la détermination de la teneur en matière sèche.

3.5.1.2. Evaluation du pourcentage de litière

Le pourcentage de surface couverte de litière a été estimé suivant la méthode de la grille décrite par Rezende et al. (1999). Un cadre de 1 m² divisé en 100 carrés de 10 cm de côté a été utilisé. Une aiguille permettait d'estimer la couverture à la verticale des 100 sommets de ces carrés, notés comme points d'impact. Les surfaces couvertes de litière étaient notées par "O" et celles non couvertes par "N".

3.5.2. Rendement

Le coton a été récolté sur les quatre lignes centrales des parcelles élémentaires, en laissant de chaque côté trois lignes de bordure. Les trois premiers poquets de part et d'autre des 4 lignes centrales n'ont pas été récoltés.

3.5.2.1. Nombre de poquets par hectare (densité)

Le nombre de poquets par hectare a été choisi plutôt que le nombre de plants par hectare, car il est susceptible de mieux expliquer la variabilité spatiale. Trois mesures successives ont été réalisées pour le suivi de la densité : la vitesse de levée, le nombre de poquets levés au démarrage et le nombre de poquets à la récolte.

3.5.2.2. Nombre de capsules par hectare

Nombre de sites reproducteurs : le nombre de sites pouvant potentiellement porter une capsule a été compté sur 10 plants choisis au hasard à l'intérieur des parcelles utiles de manière périodique jusqu'au 115ème jour après le semis.

3.5.2.3. Poids moyen capsulaire

Le poids moyen capsulaire a été obtenu en divisant le poids de coton graine produit par les 10 plants choisis dans chaque parcelle élémentaire par le nombre de capsules produits.

3.5.3. Suivi de l'enherbement des parcelles

Une cotation d'enherbement était réalisée tous les 10 jours après la levée dans tous les systèmes de culture, au moyen de la méthode de mesure du recouvrement du sol par les mauvaises herbes (Marnotte, (1984). L'aire d'enherbement a été calculée en utilisant les dates de mesure et les notes d'enherbement. Les cotations étaient faites avant les sarclages.

3.6. Analyse des données

L'analyse de variance a été réalisée avec le logiciel Statbox et le test de séparation des moyennes utilisé a été celui de Newman et Keuls.

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. Évolution des états de surface

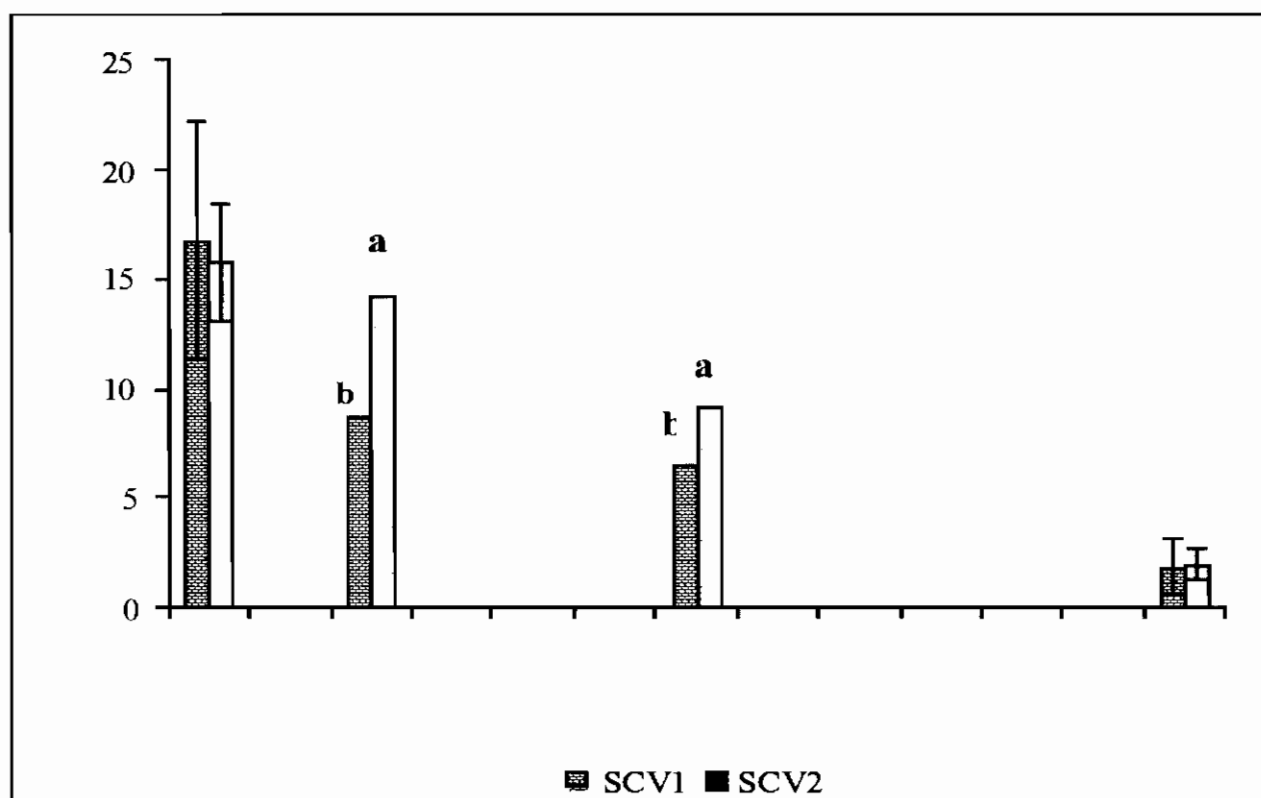
4.1.1. Évolution des biomasses de résidus

En début de campagne en 2006 (semis du

coton), on disposait de quantités importantes de résidus de sorgho et sorgho plus *Brachiaria* (5t MS/ha à 9t MS/ha) dans les parcelles en SCV1 et SCV2 (figure 2). Les quantités de biomasse produites dans nos essais sont conformes à celles obtenues avec un sorgho non fertilisé pendant deux années dans les régions climatiques similaires (pluviométrie annuelle 800 à 1200 mm) entre 4,3 et 5,1t MS/ha au Burkina Faso (Ouedraogo, et al., 2007) ; entre 3,5 et 4,1t MS/ha au Mali à la Station de Cinzana (Kouyaté, et al., 2000). Après la récolte du coton en 2006, moins de 2t MS/ha

de résidus de sorgho produits en 2005 étaient encore disponibles dans les parcelles en SCV (figure 2). La réduction de la biomasse de sorgho est de 71% pour le SCV1 et 79% pour le SCV2. Ces niveaux de dégradation sont identiques à ceux habituellement admis en 120 jours de culture. Gomez (2002) a aussi mesuré une diminution de 72,5 % de la biomasse de résidus composée de sorgho et de *Brachiaria*. Arreola-Tostado (1996) a également enregistré une réduction de 63 % en 140 jours de culture avec des résidus de maïs dans l'état de Jalisco au Mexique.

Figure 2. Evolution de la biomasse de sorgho une année après la récolte dans les différents systèmes de culture.



Légende : SCV1 : coton semé sous résidus de sorgho ; SCV2 : coton semé sous résidus de sorgho + résidus de *Brachiaria*+nom espèce
NB : les traitements ayant les mêmes lettres pendant le même mois ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

4.1.2. Évaluation du taux de couverture du sol

Le pourcentage de surface couverte de litière

estimé le 15 mai avant le labour des parcelles en SC est toujours plus élevé dans les parcelles en SCV1 et SCV2 (tableau II). Dans les parcelles en SC, on observe toujours la présence de certaines mauvaises herbes qui font que le pourcentage de couverture est différent de zéro.

Tableau II. Pourcentage de sol couvert de litière dans les différents systèmes de culture

	Résidus de coton			Résidus de sorgho		
	SC	SCV1	SCV2	SC	SCV1	SCV2
Bloc 1	18	69	52	9	54	89
Bloc 2	36	59	63	12	62	73
Bloc 3	30	75	76	17	41	79
Bloc 4	32	59	52	22	38	89
Moyenne	29	66	61	15	49	83

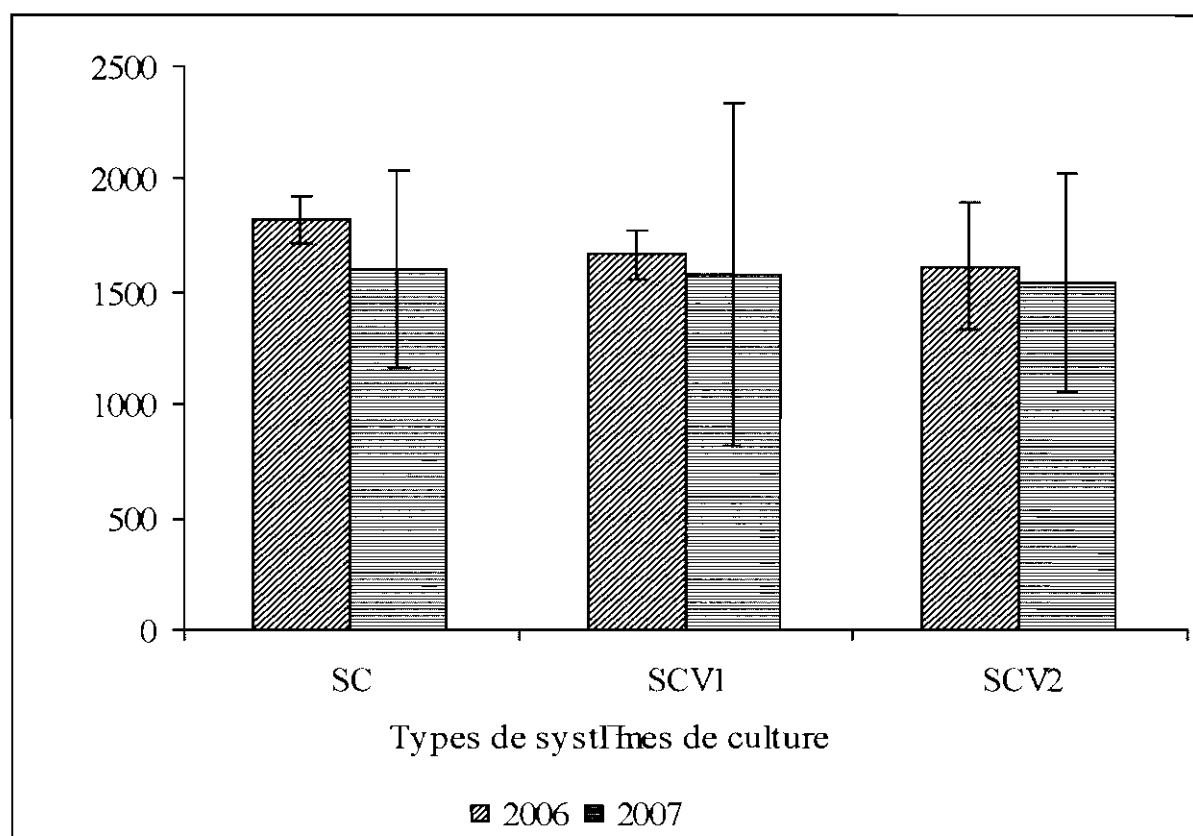
4.2. Le rendement et ses composantes

4.2.1. Rendement

L'utilisation des résidus de récolte comme couverture végétale a occasionné une meilleure conservation de l'humidité en début de culture. Cependant, cet effet bénéfique, à la levée et à la croissance des plants, ne s'est pas traduit par une augmentation de rendement

(figure 3). Les analyses statistiques effectuées ne montrent pas de différence significative entre les types de systèmes de culture. Pendant les deux campagnes, le rendement moyen obtenu avec les différents systèmes de culture est supérieur à 1,5 t/ha, légèrement supérieur à la moyenne nationale de 1t/ha (CMDT, 2004).

Figure 3. Rendements de coton-graine obtenus dans les différents systèmes de culture pendant les deux campagnes (2006 et 2007).



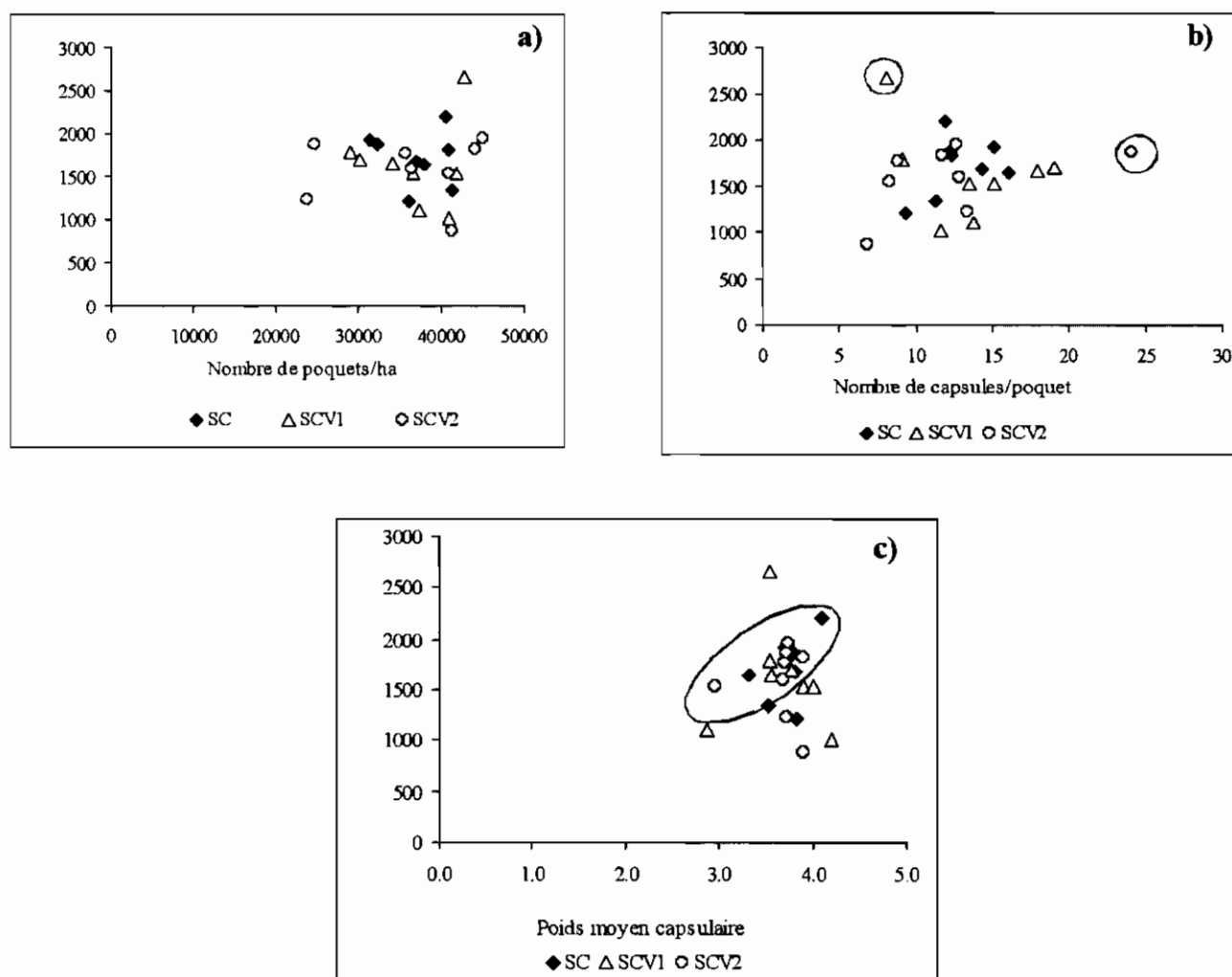
4.2.2. Les composantes du rendement

4.2.1. Nombre de poquets à la récolte

Il n'y a pas de relation claire entre le nombre de poquets à la récolte et le rendement obtenu dans les différents systèmes de culture (figure 4 a). Entre 30000 et 40000 poquets/ha, les rendements varient fortement entre 1-2,3 t/ha pour tous les systèmes de culture. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Rapidel, et al. (2006), ayant obtenu des rendements identiques avec des densités variant entre 34000 et 48300 plants/ha. Cependant, des avis contradictoires sont publiés par nombre

de chercheurs, en tentant de mettre en relation la densité et le rendement. Bednarz, et al. (2000) ont montré que le rendement n'est pas influencé par des densités variant entre 2,5 et 23 poquets/m². Ceci s'explique par l'ajustement du pourcentage des capsules sur les différentes positions qui annule l'effet de la forte densité. A l'inverse, des travaux de Smith et al. (1979) ont montré que la production de coton graine est significativement différente pour des fortes densités (170 000 poquets/ha) comparés aux faibles densités (34 000 poquets/ha).

Figure 4. Contribution des composantes du rendement pour chaque système de culture pendant les deux campagnes (2006 et 2007) : a) nombre de poquets à l'hectare ; b) nombre de capsules par poquet ; c) poids moyen capsulaire

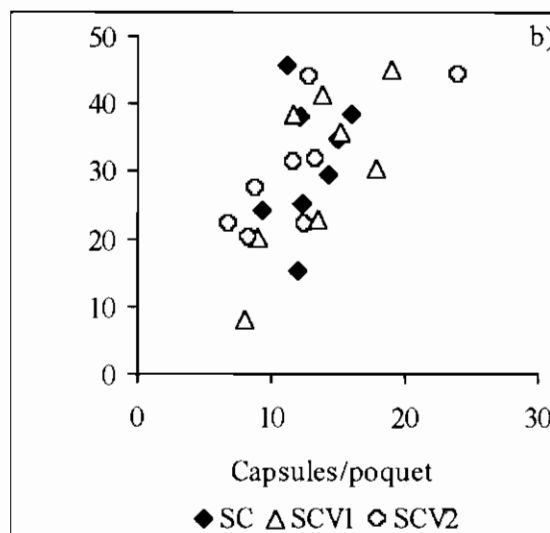
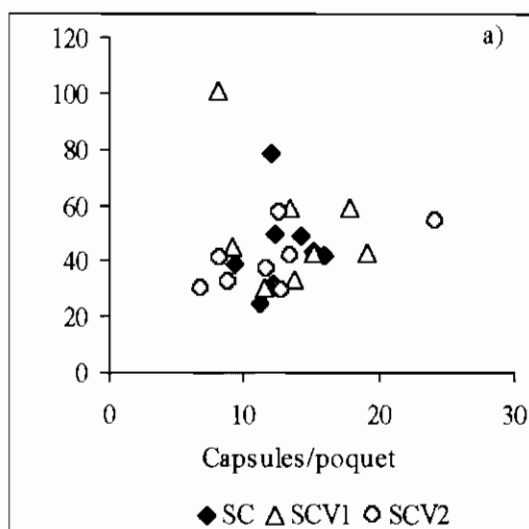


4.2.2. Nombre de capsules par poquet

On observe une meilleure relation entre le nombre de capsules par poquet et le rendement dans tous les systèmes de culture (figure 4 b). On peut dire que le nombre de capsules par poquet est la composante du rendement la

plus importante. Ce résultat est confirmé par les travaux de Lacape (1998). Cette composante peut être décomposée à son tour (figure 5). La rétention des capsules semble être plus discriminante que le nombre de sites par poquet.

Figure 5 : Contribution des deux sous-composantes du rendement au nombre de capsules par poquets, pour chaque système de culture pendant les deux campagnes (2006 et 2007) : a) nombre de sites par poquet; b) pourcentage de rétention des capsules.



4.2.3. Poids moyen capsulaire (PMC)

Aucune tendance claire ne se dégage pour la contribution du poids moyen capsulaire au rendement (figure 4 c). Lorsqu'on compare cette analyse avec celle de Lacape (1998) qui a obtenu une relation très forte entre le nombre de capsules par plant et le rendement en testant l'effet du stress hydrique sur différentes variétés de cotonnier, il semble que dans notre cas, qui fait intervenir des modifications plus complexes et plurifactorielles, aucune composante du rendement ne se dégage aussi clairement. Les compensations entre composantes sont en fait le phénomène dominant : des forts PMC correspondent aussi à des faibles densités, ou des faibles rétentions de capsules. Ceci confirme la faible pertinence de la décomposition du rendement dans le cas des plants indéterminés lorsqu'il n'existe pas un facteur limitant majeur modifié par les techniques.

4.3. Effet de l'enherbement sur la production de biomasse

On observe une bonne relation linéaire entre l'enherbement et la production de biomasse du cotonnier (figure 6). En revanche, à des aires faibles (enherbements légers), les facteurs limitant de la production de biomasse ne semblent pas liés à l'enherbement.

Dans les sols ferrugineux tropicaux, les teneurs en éléments nutritifs du sol sont faibles. Cette réduction de la production de biomasse peut sans doute s'expliquer par la compétition pour les éléments nutritifs. Le cotonnier est très sensible à l'enherbement, même en début de cycle (Keely and Thullen, 1989). Tout retard dans le sarclage a un effet dépressif sur la production de biomasse. Ces résultats sont confirmés par les travaux de beaucoup de chercheurs. Bararpour et al. (1994) ont montré que la production de biomasse du coton diminuait avec la durée de l'enherbement.

Bukun (2004) a montré que pour réduire à moins de 5% les pertes, l'enherbement doit être maîtrisé pendant les 12 semaines qui suivent la levée. Un séjour prolongé des mauvaises herbes dans la parcelle réduit de manière significative le rendement des cultures (Vencill, et al., 1992).

Le nombre de site par poquet est donc lié à la biomasse de ce poquet à 90 jours après la levée. Cette biomasse, à son tour, semble influencée par la capacité photosynthétique mise en place au début de la culture, et par l'enherbement.

En SCV, le contrôle de l'enherbement a été déficient, et cela explique en partie les performances modestes des SCV dans nos conditions. Cet effet de l'enherbement, en de bonnes conditions hydriques, est sans doute un indice de stress nutritionnel.

5. CONCLUSION

Pendant les deux années de l'expérimentation, nous n'avons pas observé de différence significative entre les rendements obtenus dans les différents systèmes de culture. La meilleure conservation de l'humidité du sol dans les systèmes en SCV ne s'est donc pas traduite par une augmentation de rendement. Les deux campagnes ont été très pluvieuses, le déficit hydrique n'a pas été un facteur limitant ; au contraire, les cotonniers ont probablement souffert de l'excès d'humidité. Les mesures que nous avons faites n'ont pas permis de mesurer l'anoxie et donc d'aller plus loin sur cette voie. Cette forte humidité semble se traduire par une perte de plantules.

Le rendement n'a pas été influencé par le nombre de poquets à l'hectare ni par le PMC. La composante la plus importante est le nombre de capsules par poquet, lié à la rétention des capsules et au nombre de sites mis en place.

Sur une plante indéterminée, où les composantes du rendement se mettent en place en interactions partielles les unes avec les autres, il y a de fortes compensations. Nous avons effectivement observé des compensations importantes entre les composantes choisies

pour évaluer le rendement.

L'enherbement a été un facteur limitant du rendement, affectant le nombre de capsules par poquet. Ce facteur est souvent cité comme le facteur le plus complexe à maîtriser lors de la mise en place des SCV. Les conditions de nos essais, et de la production cotonnière malienne en général, sont peu propices à la mise en place très rapide d'un peuplement dense, qui pourrait effectivement réduire le développement des mauvaises herbes. Il faut souligner que ce facteur serait sans doute un facteur limitant également en milieu paysan. Il conviendra donc de résoudre ce problème de maîtrise des mauvaises herbes avant d'envisager une diffusion des SCV.

Finalement, bien que nous n'ayons pas fait de mesure spécifique du facteur alimentation azotée, il est probable qu'il soit un facteur limitant du rendement, facteur accentué par l'importance de l'enherbement. Cependant, il est probable dans le long terme, que l'accumulation de la matière organique des sols par les SCV se traduise par une augmentation des quantités d'éléments minéraux disponibles pour la plante, comme l'a montré Maltas (2007) dans les conditions des Cerrados brésiliens.

Sous réserve de maîtriser les mauvaises herbes, il est possible que les effets positifs des SCV sur la rétention de l'eau, puissent se traduire par une augmentation du rendement lors d'années moins pluvieuses que celles de l'expérimentation.

6. RÉFÉRENCES

- Arreola-Tostado, J.M., (1996). 'Etude de la modélisation de l'effet des paillis sur le bilan hydrique, le cas de semis direct sous paillis au Mexique'. Montpellier: Université Montpellier II, 82.
- Bararpour, M.T., Talbert, R.E. and Frans, R.E., (1994). 'Spotted spurge (*Euphorbia maculata*) interference with cotton (*Gossypium hirsutum*).' *Weed Sci.*, 42:553-555.
- Bednarz, C.W., Bridges, D.C. and Brown, S.M., (2000). 'Analysis of cotton yield stability

- across population densities'. *Agron J.*, 92:128-135.
- Bolliger, A.M., Amado, J., Skora Neto, J.C.T., Ribeiro, F., Calegari, M.D.F.D.S., Ralisch, A., de Neergaard, A.R. and Donald, L.S., (2006). 'Taking Stock of the Brazilian "Zero Till Revolution": A Review of Landmark Research and Farmers' Practice'. *Advances in Agronomy*, 91:47-110.
- Bukun, B., (2004). 'Critical periods for weed control in cotton in Turkey'. *European Weed Research Society Weed Research*, 44:404-412.
- CMDT, (2004). 'Annuaire statistique 2002/2003. Résultats de l'enquête agricole permanente. Bamako: CMDT; Direction de la production du coton graine (DPCG).'
- Cretenet, M., Dureau, D., Traore, A. and Ballo, D., (1994). 'Fertilité et fertilisation dans la région sud du Mali: du diagnostic au pronostic'. *Agriculture et développement*, 3 (août):4-12.
- Dembélé, S., Yattara, A.A. and Togola, M., (2004). 'Développement de la culture du coton génétiquement modifié au Mali. Plan stratégique national.'
- Erenstein, O., (2003). 'Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops'. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 100:17-37.
- Fadoegnon, B., (2007). 'Comment améliorer les rendements de la culture du coton en Afrique. USAID WACPI MALI. www.ifdc.org'.
- Gomez, V.M.R., (2002). 'Quantification et modélisation des flux hydriques, thermiques, et azotés dans les systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale dans la région des Cerrados brésiliens.' MONTPELLIER: UNIVERSITÉ MONTPELLIER II.
- Keely, P.E. and Thullen, R.J., (1989). 'Growth and competition of black nightshade (*Solanum nigrum*) and Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) with cotton (*Gossypium hirsutum*)'. *Weed Sci.*, 37:326-334.
- Kouyaté, Z., Franzlubbers, K., Juo, A.S.R. and Hossner, L.R., (2000). 'Tillage, crop residue, legume rotation, and green manure effects on sorghum and millet yields in the semiarid tropics of Mali'. *Plant and Soil*, 225 (1-2):141-151.
- Lacape, J.M., (1998). 'Analyse écophysiological de la réponse de variétés de cotonnier au déficit hydrique'. Montpellier: Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 120.
- Lagourgue, L., (2002). 'Le semis direct en France : ses conditions d'adoption et de diffusion, ses réussites et ses échecs. Mémoire de DESS « Développement Rural » ; Université Lumière Lyon 2, 79 p.'
- Lal, R., (1975). 'Role of mulching techniques in tropical soil and water management. Tech.Bull., IITA Ibadan, 1,38p.'
- Maltas, A., (2007). 'Analyse par expérimentation et modélisation de la dynamique de l'azote dans les systèmes sous semis direct avec couverture végétale des cerrados brésiliens'. Montpellier II, 220.
- Marnotte, P., (1984). 'Influence des facteurs agroécologiques sur le développement des mauvaises herbes en climat tropical humide'. 7ème Coll. Int. sur Biol., Ecol. et Syst. des Mauvaises Herbes. Paris, 183-190.
- Naudin, K., (2002). 'Systèmes de culture sur couverture végétale DPGT - Garoua - Cameroun Saison 2001/2002. Rapport d'activité SODECOTON Juin 2001-Février 2002'.
- Naudin, K. and Balarabe, O., (2005). 'Four-years of experimentation on under mulch by North Camerounian farmers. In: IIIrd world congress on conservation agriculture, Nairobi (African conservation tillage network).'
- Ouedraogo, E., Mando, A., Brussaard, L. and Stroosnijder, L., (2007). 'Tillage and fertility management effects on soil organic matter and sorghum yield in semi-arid West Africa'. *Soil and Tillage Research*, 94 (1):64-74.
- Pieri, C., (1989). 'Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Paris: Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAT.
- Rakotondramanana, C.F.X., Naudin, K., Rampanjato, T. and Razafintsalama, H., (2007). 'Séminaire régional sur l'agroécologie et les techniques innovantes dans les systèmes de production cotonniers : 24 au 28 septembre 2007, Maroua, Cameroun'.

- Rapidel, B., Defeche, C., Traore, B., Lançon, J. and Wery, J., (2006). 'In-field development of a conceptual crop functioning and management model: A case study on cotton in southern Mali'. *European Journal of Agronomy*, 24:304-315.
- Rezende, C.d.P., Cantarutti, R.B., Braga, J.M., Gomide, J.A., Pereira, J.M., Ferreira, E., Tarre, R., Macedo, R., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Cadisch, G., Giller, K.E. and Boddey, R.M., (1999). 'Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil.' *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 54:99-112.
- Sissoko, F., (2009). 'Analyse des flux d'eau dans les systèmes de culture sous couverture végétale en zone soudano sahélienne : cas du coton semé après une culture de sorgho/*brachiaria* au Sud du Mali '. Thèse de Doctorat unique. Université de Montpellier, France, 169 pages.
- Smith, C.W., Waddle, B.A. and Ramey, H.H., Jr., (1979). 'Plant Spacings with Irrigated Cotton'. 858-860.
- Vencill, W.K., Giraudo, L.J. and Langdale, G.W., (1992). 'Response of cotton (*Gossypium hirsutum*) to coastal bermudagrass (*Cynodon dactylon*) density in a no-tillage system.' *Weed Sci.*, 40:455-459.
- Yossi, H., Karembé, M., Coulibaly, K. and Coulibaly, L., (2006a). 'Impact de la mise en culture sur la constitution de la végétation ligneuse des savanes en zone Mali-Sud'. *Les cahiers de l'Economie Rurale*, 4:44-59.
- Yossi, H., Karembé, M. and N'Diaye, I., (2006b). 'Influence de l'amélioration des jachères par plantation de ligneux à usages multiples sur le rendement du sorgho après remise en culture en zone soudanienne du Mali'. *Les cahiers de l'Economie Rurale*, 4:29-40.

Dynamique agraire et changements des modes de gestion des ressources pastorales dans la région de Sikasso (Mali)

Agrarian dynamics and management changes of pastoral resources in the region of Sikasso (Mali)

Coulibaly D. (1), Bengaly M. (2), Ba A. (3), Coulibaly L. (4)

(1) Délégation du Programme Bovin, CRRA/Sikasso, (2) ESPGRN, CRRA/Sikasso, (3) Délégation du Programme Bovin, CRRA/Sikasso, (4) Programme Bovin, CRRA/Sotuba

Résumé

Depuis trois décennies, la saturation des terroirs et la concentration du cheptel ont bouleversé les pratiques traditionnelles de gestion des ressources pastorales. Cette dynamique s'inscrit dans une série de changements fondamentaux. Elle a remis en cause les principes traditionnels de fonctionnement des systèmes agraires de la région. Les politiques de développement durables placent l'élevage au centre des solutions potentielles face à la crise agraire. Pourtant, il n'est encore que peu intégré dans les systèmes d'exploitation. La recherche a déjà produit des innovations techniques intéressantes, mais faiblement adoptées par les éleveurs. En effet, les déterminants des choix techniques et les stratégies des acteurs ont été peu intégrés dans les différents travaux. Contribuer à une meilleure gestion des ressources naturelles par les éleveurs, passe donc par une analyse des stratégies et de leurs déterminants à l'échelle du système agraire. Pendant deux ans, différents outils méthodologiques ont été articulés pour parvenir à cet objectif, certains à l'échelle du terroir, d'autres à l'échelle des exploitations et des troupeaux. Les résultats obtenus ont permis de construire une typologie des systèmes d'exploitation, de dresser une liste des déterminants du changement, d'analyser les déterminants, d'élaborer des indicateurs de pression agricole et d'identifier les formes d'organisations de gestion des terroirs.

Mots clés : Dynamique agraire, changements, gestion, ressources pastorales, Mali

Abstract

Since about two decades, the saturation of the soils and the concentration of the livestock, upset the traditional practices of management of the pastoral resources. This dynamic appears in a set of fundamental changes, questioning the principles of working of the agrarian systems in the whole region again. The lasting policies of development, place raising in the center of the potential solutions facing the agrarian crisis. Yet, it is again only little integrated in the operating systems. research already produced interesting technical innovations, but adopted weakly by the breeders. Indeed, the determinants of the technical choices and the strategies of the actors have been integrated little in the different works. To contribute to a better management of the natural resources by the breeders, pass therefore by an analysis of the strategies and their determinants to the scale of the agrarian system. During two years, different methodological tools have been articulated to arrive to this objective, some to the scale of the soil, of others to the scale of the exploitations and herds. The gotten results permitted to construct a typology of the operating systems, to draw up a list of the determinants of the change, to elaborate some pressure gauges agricultural and to identify the shapes of

organizations of management of the soils.

Keywords : Agrarian dynamics, changes management pastoral resources, Mali

1. INTRODUCTION

Dans les pays du Sahel, les ressources naturelles, notamment pastorales, sont au cœur de la gestion des terroirs et des actions de développement des collectivités décentralisées. Elles participent à la satisfaction des besoins des hommes et des animaux et assurent la conservation des ressources génétiques. Malgré l'importance socio-économique et écologique de ces ressources, elles subissent de nos jours beaucoup d'effets ayant conduit à leur dégradation. Ce phénomène devient de plus en plus perceptible dans la région de Sikasso qui, jusqu'ici, constitue la destination des troupeaux transhumants et des populations du Nord. Par ailleurs, la région de Sikasso est en passe de devenir la première région d'élevage de bovins suite à l'investissement des revenus agricoles dans les bovins et à la sédentarisation des pasteurs transhumants venus du Nord. L'évaluation des impacts des changements sur les systèmes de production et sur leur environnement s'avère difficile. Il était nécessaire de procéder à un diagnostic de la gestion des ressources pastorales pour analyser les processus de dégradation des ressources naturelles et les stratégies des éleveurs pour faire face à l'acuité de l'alimentation des bovins. Plusieurs actions ont été entreprises dans ce sens, mais toutes sont restées sans atteindre les impacts escomptés. Les causes d'échecs des programmes d'aménagement pastoraux sont peu élucidées, alors que l'élaboration de schémas pastoraux a concerné peu de terroirs qui sont en proie à une pression agricole et à une charge excessive du bétail.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude et échantillonnage des villages et des unités de production (UP)

Le choix des zones d'étude du projet fait référence aux zonages agro-écologiques préexis-

tants (Togola et Dembélé, 1998, Diakité et Soumaré, 2007). Les critères du découpage sont la pluviométrie, la pression démographique et agraire suivant le gradient du nord vers le sud de la région. Par le choix des zones, on cherche à analyser des situations agraires représentatives de ce gradient. Trois communes rurales ont été choisies pour être le cadre des recherches (Carte 1). Ensuite, trois villages formant un petit territoire par commune et 20 UP par villages, ont été choisis pour conduire les enquêtes et les suivis.

Démarche

La région de Sikasso, située au cœur de la zone cotonnière au Mali-Sud, était jadis la zone agricole et sylvo-pastorale par excellence. Depuis environ trois décennies, elle évolue dans un contexte de crises climatiques récurrentes et une dynamique agraire, marquée par de profonds changements des systèmes de production (Bosman et al., 1996, Togola et Dembélé, 1998). L'analyse de l'évolution des systèmes agraires a débouché sur un double constat (i) la complexité des processus de changements climatiques, socio-économiques en cours et (ii) la rareté des études scientifiques se référant aux pratiques et stratégies d'éleveurs et leurs impacts sur l'évolution de la végétation. Ainsi, la gestion raisonnée et concertée de la biomasse végétale à l'échelle de l'exploitation, du terroir et de la région, dans une perspective de multifonctionnalité devient un enjeu incontournable pour permettre un développement harmonieux des différentes formes d'élevage et d'agriculture. Une analyse bibliographique a été réalisée pour faire le point des connaissances sur la gestion collective des espaces et des ressources naturelles à l'échelle des terroirs villageois et à l'échelle de la région. Un intérêt particulier a été porté sur l'analyse des processus d'innovation d'alimentation du bétail à l'échelle des UP. Des outils et méthodes d'inventaires des ressources pastorales (Penning De Vries et Djitéye, 1991, Coulibaly, 2002) et des pratiques d'éleveurs (Perrot, 1991, Ba, 2006, Coulibaly, 2008) ont été mobilisés. Ils ont permis de caractériser les



unités de formation végétale et de comprendre les stratégies et les raisons des prises de décision des éleveurs.

Recueil et traitement des données

Enquêtes de terrain et caractérisation des potentialités pastorales des terroirs

Au cours de cette phase, ont été réalisés les différents types d'enquêtes de terrain propres à chaque opération de recherche. Les enquêtes de terrain sont un élément important dans la méthode choisie pour la collecte de données. Deux types de questionnaires ont été élaborés à cet effet. Des questionnaires fermés ont été appliqués auprès des éleveurs, et les données ont fait l'objet d'analyses statistiques visant la validation d'une typologie fonctionnelle à dire d'experts, orientée sur la gestion de la ressource alimentaire. La méthode utilisée a été celle de Perrot (Perrot, 1991, Peerrot et al., 1995).

Parallèlement, des questionnaires semi-ouverts ont été appliqués auprès d'un échantillon plus large de la population rurale, impliquant les organisations de producteurs, les acteurs de la filière bovine. Les enquêtes ont touché également des informateurs clés appartenant aux pouvoirs publics, aux autorités traditionnelles, et toute personne ayant une bonne connaissance sur un ou plusieurs aspects de la question centrale de la recherche. Ces enquêtes semi-directives permirent de mieux cerner et analyser les différents déterminants des stratégies d'éleveurs, d'en dresser une modélisation systémique. Elles ont fourni également des produits intermédiaires tels que la quantification des flux de fumure organique en fonction des saisons, les volumes d'intrants utilisés par les différents types d'éleveurs ...

L'analyse d'images issues des capteurs Landsat TM et ETM+, combinée aux inventaires floristiques (Penning De Vries et Djitéye, 1991) a permis, en premier lieu, de qualifier et de quantifier (i) la disponibilité fourragère des parcours naturels et post-culturels et aussi (ii) l'introduction de cultures fourragères dans

l'assolement. La validation des classifications a été faite lors des visites de terrain avec les utilisateurs des espaces. Pendant les visites, ont été effectués des transects à travers les terroirs villageois. L'objectif était d'élaborer des cartes thématiques facilement actualisables sur un pas de temps annuel. En second lieu, les images thématiques et les cartes déjà disponibles, ont permis d'effectuer des analyses spatiales et temporaires d'exploitation des ressources pastorales à l'échelle du terroir. L'objectif est de mettre en exergue l'occupation des espaces, l'accessibilité des parcours et des points d'eaux. Les analyses ont été complétées par la projection dans l'espace des déplacements et concentration de troupeaux en différentes saisons de l'année. Les mesures ont été faites par les méthodes de dénombrement géoréférencé au GPS (Michel, 2000), et sur la base de cartographie à dire d'acteurs et cartographie participative des éleveurs. L'objectif était de dresser des calendriers d'exploitation de la biomasse à l'échelle du terroir par les bovins (figure1).

Suivi des pratiques de gestion et d'exploitation des ressources pastorales

Un dispositif de suivi des pratiques de gestion et d'exploitation des ressources fourragères naturelles et cultivées et aussi des points d'eau, a été mis en place pendant 12 mois. Il avait pour objectif d'analyser les pratiques de gestion et d'exploitation des espaces pastoraux à l'échelle des communes et les pratiques de valorisation des ressources fourragères des UP. Le suivi a concerné trois villages par commune, formant ainsi un petit territoire librement fréquenté par les éleveurs. Le suivi des pratiques a concerné 20 éleveurs par village soit 60 éleveurs par commune étudiée. Un échantillon de 180 éleveurs a été donc suivi durant 12 mois. Un questionnaire fermé a été utilisé pour collecter les informations auprès des éleveurs ou des bergers. Des entretiens sur le fonctionnement de l'élevage ont également été réalisés à chaque passage de l'enquêteur ou de l'équipe de recherche sur l'exploitation avec l'éleveur ou son représentant. La collecte des

informations a porté sur les thèmes tels que la conduite du troupeau, l'allotement, la transhumance, les apports d'aliments complémentaires, le stockage des résidus de culture, les cultures fourragères... Les informations recueillies au cours du suivi ont été saisies dans une base de données créée sous Microsoft Access.

3. RÉSULTATS

Dynamique agraire et réduction des espaces pastoraux

La conjonction des effets de la péjoration climatique et des changements socio-économiques ont profondément affecté les écosystèmes et le fonctionnement des systèmes de cultures et de l'élevage au Mali-Sud. Les indices de saturation des terroirs villageois sont les indicateurs les plus visibles de la crise agraire, plus perceptibles au Nord et modérés au Sud (tableau 1).

Sur le plan démographique, la densité des populations rurales n'est pas homogène dans la zone cotonnière. Elle est plus élevée dans le vieux bassin du coton au nord (M'Pessoba, cercle de Koutiala), faible dans les zones d'expansion au centre (Zanférébougou, cercle de Sikasso) et au sud (Diou, cercle de Kadiolo). La croissance naturelle élevée a été grevée par les flux migratoires suivis de la sédentarisation des populations venant des régions sahéliennes à la recherche de terres de culture ou de pâturages suite aux sécheresses des années 70/80. Cette pression démographique se traduit par une emprise agricole croissante, faisant front à l'augmentation du cheptel bovin (Coulibaly, 2008).

Les systèmes de culture également ont évolué sous l'effet du paquet technique promu par la société cotonnière. Si les recommandations n'ont jamais été suivies à la lettre, elles ont néanmoins permis le passage d'un système où la fertilité du sol était renouvelée par la jachère, à un système de cultures permanentes. Ce changement oblige les paysans à acheter des engrais minéraux et à produire plus de fumure organique pour maintenir la fertilité

des sols et les rendements des cultures. Certains auteurs (Jansen et Diarra, 1990, Pol F. van der 1991, Kébé et Thea, 1997) avaient aussi conclu à une baisse de la fertilité des sols et à la nécessité pour les paysans d'investir dans l'amendement pour maintenir les rendements. Par ailleurs, l'expansion des superficies cultivées, poussée par la croissance démographique, convertit les jachères en champs permanents et agresse les forêts de la zone sud. La réduction des superficies des parcours en faveur des zones cultivées, limite par conséquent les transferts de fertilité assurés par les troupeaux entre les deux écosystèmes. Les apports de matière organique sont alors répandus sur de trop grandes surfaces, ou limités à certains champs. L'alimentation des bovins aussi est devenue problématique. Selon Breman et De Ridder (1991), la disponibilité est de 2,5 ha/UBT en fourrage des strates ligneuse et herbacée pendant une année sèche en zone nord de la savane. Les deux systèmes, de culture et d'élevage, entrent ensemble en crise.

Enfin, les zones de bas-fonds, précieux pâturages de repli en saison sèche (avec notamment *Echinocloa stagnina* P. Beauv (bourgou), sont progressivement occupés par des cultures, de rente comme la pomme de terre, ou alimentaires comme le riz. La restructuration des terroirs provoque alors de nouvelles contraintes d'accès aux ressources pour l'élevage et des dégâts pour les cultures. Ces mécanismes sont bien illustrés par de nombreux indicateurs, de charge animale, de densité animale, de la population animale ou de la durée de jachère, face auxquels les éleveurs changent de conduite du troupeau. Parallèlement, la région de Sikasso, située au cœur de la zone cotonnière, est devenue, avec un effectif de 1 511 799 têtes, la 2^e région d'élevage des bovins après la région de Mopti (DNPIA, 2005). La sédentarisation des pasteurs peuls venus des régions nord du pays et la thésaurisation des revenus du coton dans les bovins ont grossi les effectifs, ce qui pose la question de l'évolution des ressources pastorales et de la conduite de l'élevage (allotement, transhumance...).

Evolution de la végétation et potentialités des pâturages au Mali-Sud

L'occupation agricole et la présence temporaire des cultures délimitent les zones de pâturage et fixent les périodes d'exploitation. En plus de la péjoration climatique, les facteurs anthropiques, tels que les champs permanents en zone nord, les défriches en zone d'expansion, la migration des cultures dans les zones humides et les aménagements des bas-fonds et des plaines d'inondation, ont donné de nouvelles configurations aux terroirs villageois. Les paysages actuels, observés suivant le gradient nord-sud, illustrent l'évolution de la végétation des pâturages de la zone Mali-Sud, en relation avec la densité de la population. Trois unités de formation végétale se sont individualisées sous les effets combinés des facteurs climatiques et anthropiques. Les bowé, formes de dégradation irréversibles se sont opérés au sein des savanes arbustives et arborées.

Zones de culture et jachères

Elles occupent les terres d'aptitude favorable aux cultures. En plus des essences d'utilité alimentaire, énergétique, des espèces fourragères (*Acacia albida* Del, *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss,...) sont épargnées pour l'affouragement des animaux en saison sèche. Les résidus de culture offrent une biomasse importante de fourrages, insuffisamment utilisées dans l'alimentation des animaux. Il faut y ajouter à ladite biomasse, la paille des espèces annuelles de graminées et de légumineuses (*Pennisetum pedicellatum* Trin, *Digitaria horizontalis* Willd., *Zornia glochidiata* Reichb, *Borreria radiata* DC,...) colonisant les rares jachères après abandon cultural. Les pâturages de bourgou frais des plaines d'inondation et des bas-fonds, ont été éliminés par les cultures de contre-saison et par le riz en saison des pluies, dont les fourrages sont de quantité et de qualité inférieures à celles du bourgou.

Savane arbustive

Elle représente la formation végétale dominante au nord, zone sahélo-soudanienne, où les risques climatiques sont élevés à cause de

la variation des précipitations annuelles de 800-1000 mm. La strate arbustive buissonnante à dominance de combretaceae (*Guiera senegalensis* J.F.Gmel, *Combretum micranthum* G. Don, *C. glutinosum* Perrot et Ex DC, ...) dénote une forte pression de prélèvements des ligneux. Le tapis herbacé à ras de sol est à dominance d'espèces annuelles dont des espèces indicatrices de dégradation (*Zornia glochidiata* Reichb., *Dactyletenium aegyptium* Beauv, *Microchloa indica* (L) Beauv, *A. pseudapricus* Stapf,...) abondantes dans les relevés. Les espèces vivaces (*Andropogon gayanus* Kunth, *A. ascinodis* C.B.,...) sont rares. La biomasse herbacée est estimée à 512 kg MS/ha, soit une charge de 0,46 ha/UBT (unité bétail tropical) en 6 mois contre 800 kg MS/ha (Togola, 1994), autorisant une charge de 2 ha/UBT en 6 mois.

Savane arborée

Cette unité est plus dominante au sud, zone soudano-guinéenne, où les aléas climatiques sont plus atténués avec des précipitations annuelles de 1100-1300 mm. La strate ligneuse est constituée d'arbres de haute taille. Les espèces fourragères (*Ficus gnaphalocarpa* (Miq.) Steud, *Pterocarpus erinaceus* Poir, *P. lucens* Lepr, *P. santalinoïdes* L'Herm Ex DC, *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss,...), constituent la source d'azote aux pailles sèches de faible valeur nutritive en saison sèche (Breman et De Ridder, 1991). Le tapis herbacé est à dominance d'espèces annuelles (*Diheteropogon hageripii* Hitchc, *Digitaria horizontalis* Willd., *D. Chevalieri* Stapf, *Schizachyrium brevifolium* Nees, *S. sanguineum*,...) avec plus d'espèces vivaces à dominance d'andropogonées. La biomasse est estimée à 1890 kg MS/ha dans la commune de Zanférébougou et à 2010 kg MS/ha dans celle de Diou, soit des charges respectives de 1,68 ha/UBT et 1,79 ha/UBT contre 3500 kg MS/ha (Togola, 1994) soit une charge de 3 ha/UBT en 6 mois. L'auteur signale que cette végétation s'appauvrit très rapidement et ne permet pas d'assurer l'entretien du cheptel après 2 à 3 mois de cycle. Les feux de brousse, fréquents, font les bonnes années de production de bio-

masse, des années déficitaires, anticipant les départs à la transhumance (Penning De Vries et Djitéye, 1982).

Des pratiques et stratégies d'exploitation adaptées aux ressources pastorales

Les systèmes d'élevage sont intégrés à différents degrés aux systèmes de culture, majoritairement « coton-céréale ». Pour pallier le déficit alimentaire et les problèmes d'abreuvement en saison sèche, grevés par la fragmentation des parcours en saison des pluies, les éleveurs agriculteurs ont adopté la solution de la mobilité des troupeaux (figure 1, Tableau 2). La transhumance est effectuée par 52% des éleveurs en saison des pluies dans la commune de M'Pessoba. La saturation du terroir a imposé et rendu obligatoire la transhumance aux éleveurs détenant plus de 10 têtes de bovins. Certains éleveurs procèdent également au regroupement des petits effectifs en un troupeau et au recrutement collectif de berger. Les animaux retournent après la récolte des champs. La vaine pâture intervient seulement après le ramassage et le stockage d'une partie des résidus de culture. Par contre, la transhumance est effectuée en saison sèche et seulement par 7% des éleveurs enquêtés à Zanférébougou et 13% à Diou et il concerne plutôt, les gros troupeaux. Les motifs de départ sont essentiellement liés à la saturation des terroirs dans la partie nord, et plutôt au manque d'eau de surface (marigot, mares,...) en zone sud. La biomasse de paille est importante, mais l'exhaure d'eau bute sur la difficulté de mobiliser la main d'œuvre pour abreuver les troupeaux au puits. Quand l'amplitude des déplacements est grande, seuls les bœufs de labour y restent en hivernage pour la traction, et parfois avec quelques vaches laitières. Le lait prélevé est destiné à la consommation de la famille et rarement à la vente. Les éleveurs des trois communes constituent des stocks d'aliments (fourrages, concentrés). Les volumes de résidus de culture stockés sont plus élevés dans la commune de M'Pessoba, où le pâturage manque cruellement en toute saison de l'année. Dans les deux autres commu-

nes, de faibles volumes de résidus de culture sont stockés par quelques éleveurs. Les achats d'aliments concentrés (graines, tourteau de coton) sont peu importants (tableau 2). Les éleveurs déclarent difficile l'acquisition des aliments concentrés après la suppression du crédit aliments bétail suite à la restructuration de la CMDT. La distribution des concentrés cible plutôt les bœufs de labour, les jeunes, les animaux faibles et moins les vaches laitières. Les initiatives de gestion collective des parcours communautaires et des ressources pastorales sont fortement liées à l'acuité du problème d'alimentation ou de la circulation des animaux. Les paquets techniques de régénération ou de restauration des parcours ont eu peu d'adhésion auprès des acteurs. Alors que, les éleveurs et les autres acteurs ont pleinement adhéré à l'élaboration de schémas pastoraux qui facilitent les mouvements des troupeaux sédentaires et transhumants et surtout l'accès aux marchés de bétail (Jekasy, 2007). Cette approche présente des perspectives de valorisation et de gestion concertée des ressources pastorales, et aussi de règlement pacifique des différends entre éleveurs et agriculteurs. Elle offre l'opportunité de créer un cadre de dialogue et d'échange entre les acteurs et aussi avec les partenaires au développement.

4. DISCUSSION

Dans l'analyse des crises climatiques, des dynamiques agraires et leurs effets sur l'évolution de la végétation, nombres d'études avaient auparavant conclu à la difficulté d'alimentation comme principale contraintes des systèmes d'élevage. Les résultats présentent l'évolution des systèmes agraires, dans la mesure où chaque zone d'étude est représentative d'un stade spécifique d'évolution. Mêmes dans les zones d'expansion, le fonctionnement traditionnel du système commence à être affecté, avec un impact sur les ressources notamment pastorales. En effet, l'emprise agricole grevée par la migration des cultures aux écosystèmes de bas-fonds et aux plaines d'inondation, a fortement empiété sur les superficies des parcours autrefois abon-

dants dans la région. Elle a également affecté la qualité de l'offre des fourrages. L'acuité du problème d'alimentation du bétail est plus exacerbée au nord qu'au sud de la région, où sont encore rencontrées des jachères d'âge de 2-5 ans voire 10 ans.

Les transects et les relevés floristiques effectués à travers les terroirs étudiés, relèvent une évolution de la végétation des parcours naturels. Elle a affecté la biodiversité floristique suite à la diminution du couvert végétal et l'envahissement des parcours par des espèces peu appréciées. Les enquêtes rétrospectives auprès des éleveurs sur l'utilisation des espaces et des ressources, ont également confirmé l'hypothèse de l'évolution des parcours naturels dans la région de Sikasso. La strate ligneuse est dominée par les combretaceae formant des buissons qui empêchent l'installation du tapis herbacé à dominance de graminées annuelles. Les relevés notent également une abondance relative d'espèces à valeur fourragère médiocre telles que, *Loudetia togoensis* (Pilg) Hubb, *Elionurus elegans* Kunth, *Schizachyrium* spp, *Microchloa indica*, *Andropogon pseudapricus*, identifiées auparavant par les auteurs (Cissé, 1986, Djitéye, 1988) dans les pâturages de la zone sud-sahélienne. Elles sont signalées par les éleveurs, comme des espèces indicatrices de dégradation. Elles se sont substituées progressivement aux espèces pérennes (*Andropogon gayanus*, *A. ascinodis*,...). Parallèlement, les parcelles de riz remplacèrent les riches pâturages de bas-fonds et des plaines d'inondation (*Echinocloa stagnina*, *Oryza longistaminata* A. Chev et Roehr., *Oryza barthii* A. Chev,...). Les facteurs tels que la sécheresse, la défriche, la pâture, les feux de brousse, ont favorisé et accéléré la régression des graminées vivaces. Westoby (1980), en plus du sol et du climat, explique que les espèces annuelles très compétitives et leurs semences empêchent la germination et la réinstallation des graminées pérennes disparues par suite de sécheresse ou de surpâturage dans les régions semi-arides. La biomasse fourragère est relativement abondante, mais de qualité médiocre en saison sèche, alors que, les repousses après les feux de brousse n'appor-

tent plus l'azote nécessaire aux régimes de paille et de résidus de culture (Cissé, 1986, Breman et De Ridder, 1991, Penning et Djitéye, 1991). Ainsi, l'offre de fourrage ne permet plus d'assurer l'entretien des animaux, a fortiori d'envisager une production animale. Elle régule, en outre, les paramètres de croissance des jeunes et de reproduction des femelles des élevages extensifs. La mobilité présente cependant aux yeux des éleveurs une alternative répondant aux objectifs de capitalisation du bétail et une solution au problème d'alimentation du troupeau. La transhumance a ainsi pris progressivement place dans les systèmes d'élevage sédentaires des agriculteurs. Les Peuls sédentarisés pratiquaient déjà la transhumance de la fraction sèche du troupeau. Les laitières sont gardées au village ou aux alentours des villes pour la commercialisation du lait. Ce changement dans le fonctionnement de l'élevage avait aussi été caractérisé par Cissé (1980) de phénomène de sédentarisation des pasteurs et de « pastoralisation » des agriculteurs dans le Delta central. La transhumance, si elle a permis de pallier le déficit alimentaire en saison sèche, elle a toutefois contribué à fragiliser les actions d'intégration agriculture-élevage (Kébé, 1997, Joshua, 1999). En effet, les apports d'aliments en appoint aux pâturages, sont largement inférieurs aux besoins des gros troupeaux. La disponibilité et l'allocation prioritaire de la main d'œuvre aux activités agricoles, limitent par ailleurs, les volumes de résidus de culture à stocker, tandis que, les superficies de cultures pures de fourrages ne dépassent guère 1 ha dans les assolements des cultures. L'achat des aliments concentrés sont fortement liés aux flux de trésorerie et aux décisions d'allocation des recettes aux dépenses de production des cultures et de l'élevage des UP (Coulibaly, 2008).

Par ailleurs, l'exploitation collective des résidus de culture est loin d'être rationnelle et elle ne profite pas à l'alimentation du troupeau ni à la production de fumure organique. Ainsi, les pratiques d'intégration agriculture-élevage, et en particulier le recyclage des résidus de culture pour le fourrage et la production de

fumure, ont connu un recul dans nombre d'UP. La durabilité des systèmes de production est plus que compromise dans la zone nord où les systèmes de culture continue nécessitent des apports considérables de fumure organique et d'engrais chimiques. En effet, la pression sur les ressources devenue trop forte, ajoutée à une mobilité de plus en plus grande du troupeau, a rendu ces pratiques plus difficiles. Les départs saisonniers des troupeaux et parfois hors des frontières nationales (par exemple en République de Côte d'Ivoire) occasionnent des pertes de fumure pour la fertilisation des champs et de lait pour la commercialisation (Coulibaly et al., 2008). Les éleveurs doivent produire davantage d'aliments de qualité pour fixer les troupeaux sur l'exploitation. Plusieurs techniques peuvent être utilisées en plein champ, en dérobée suite à la culture du maïs, en association, sur des espaces interstitiels ... Le système de culture en semis direct sous couverture végétale peut également permettre de produire du fourrage, tout en préservant mieux la fertilité du sol (Autfray et Sissoko, 2007). Ces techniques doivent cependant être adaptées aux réalités des UP de chaque zone agro-écologique. Par contre, le caractère communautaire, l'accès libre et surtout l'absence d'organes de gestion opérationnels, rendent difficile la gestion des parcours. L'absence de règles de gestion n'incite guère les acteurs à participer aux investissements des aménagements des parcours ou des points d'eau d'abreuvement. La charte pastorale est peu connue des utilisateurs et son application bute sur la divergence des intérêts des utilisateurs des terroirs, sachant que l'occupation agricole définit les espaces pastoraux et les périodes de pâture. Dans ce contexte, les modes de gestion des terroirs peuvent évoluer pour faciliter leur mise en œuvre, avec par exemple des zones de défends ou le contrôle des divagations en saison sèche.

5. CONCLUSION

Les éleveurs ont mis en œuvre une diversité de stratégies de gestion et d'exploitation des

espaces pastoraux et des ressources pastorales, plus liées aux spécificités des zones agro-écologiques. Les facteurs climatiques et les activités anthropiques des zones agro-écologiques déterminent l'évolution des potentialités pastorales des parcours naturels et la disponibilité des ressources pastorales (fourrages, eau). L'acuité des contraintes d'alimentation et d'abreuvements des troupeaux est très forte dans la commune de M'Pessoba, relativement moyenne à Zanférébougou et modérée à Diou. La transhumance en hivernage ou en saison sèche, et le retour sur les pratiques de valorisation deviennent les alternatives d'adaptation de l'élevage aux ressources pastorales disponibles. Les interventions futures doivent s'appuyer sur des actions de recherche-développement pour exploiter la diversité des stratégies observées. L'atteinte d'un développement durable des systèmes de production et de conservation des ressources naturelles en péril, nécessite l'intervention d'équipes pluridisciplinaire. La mise en œuvre nécessite l'implication totale des acteurs à l'identification des contraintes et des leviers d'amélioration des conditions du milieu.

6. REMERCIEMENTS

Nos remerciements à tous les chercheurs et les étudiants qui ont activement participé à la réalisation des travaux de terrain et à l'exploitation des données recueillies.

7. RÉFÉRENCES

- Autfray P. et Sissoko F., 2007. Gestion conservatoire des sols en zone cotonnière Du Mali. Projet Semis-Direct sur couverture végétale (PASE/PTA). Rapport comité de programme IER, juin 2007.
- Ba A., 2006. Analyse des stratégies de gestion de la matière organique dans les unités de production de la zone cotonnière au Mali-Sud. Etude de cas dans les villages de Dentiola, Nankorola, Pala et Zoumana Diassa. Mémoire, Master Agronomie et Agro-alimentaire, Productions Animales en Régions Chaudes, Agro Montpellier, France, 89 p.

- Breman, H. et De Ridder N., 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Editions Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA, Wageningen, 485 p.
- Cissé A. M., 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne, PPS. p. 211.
- Cissé S., 1980. Sédentarisation des pasteurs nomades et pastoralisation des agriculteurs au mali, pp 351-357. In : Galaty J.G., Aronson D., Carl S. P. et Chouinard A. L'avenir de l'élevage au Sahel., 1980. Compte rendu de la conférence tenue à Nairobi (Kenya) du 4 au 8 août 1980.
- Coulibaly D. Pocard-Chapuis R., Bengaly M. et Diallo O. I., 2008. Diagnostic des modes de gestion des ressources pastorales dans la région de Sikasso. Rapport final de recherche. 14e session de la Commission Scientifique du CNRA, Bamako, novembre 2008. p.71.
- Coulibaly D., 2008. Changements socio-techniques dans les systèmes de production laitière et commercialisation du lait en zone péri-urbaine de Sikasso, Mali. Doctorat Zootechnie des systèmes d'élevages, CIRAD, AgroParistech 2008AGPT0050, <http://pastel.paristech.org/5012/>, p.399.
- Diakité C. H., Soumaré M., 2007. Création d'un zonage agro-écologique et socio-économique pour identifier et caractériser des systèmes agraires (SA) dominants. Rapport de recherche, LSEP, IER, 88 p.
- Djitéye M. A., 1988. Composition, structure et production des communautés végétales sahéliennes : application à la zone de Niono (Mali), thèse Université de Paris-sud, 105 pp.
- Direction Nationale des Productions et Industries Animales (DNPIA), 2005. Rapport annuel 2005, Ministère de l'Elevage et de la Pêche, Bamako, Mali, mars 2006, 45 p.
- Jansen L. et Diarra S., 1990. Le Mali-Sud vu « superficiellement » : quantification des superficies agricoles et de la dégradation pour quatre terroirs villageois entre 1952 et 1987. DRSPR/Sikasso, Université de Wageningen, Wageningen, Pays-Bas.
- Jekasy, 2007. Valorisation des ressources naturelles : Note d'information sur le schéma pastoral du cercle de Kadiolo. p. 6.
- Joshua R., 1999. La longue saison sèche : interaction agriculture-élevage dans le sud du Mali. Agricultural Ecosystems Research Group, Agronomy Department, University of Wisconsin, 1575 Drive, Madison, WI (3706, US, 29 p.
- Kébé D., Thea H., 1997. Option Technologique pour une agriculture durable en Afrique Sub-saharienne. Environnement économique et Durabilité des systèmes agraires au Mali-Sud. Mariage, difficile ?
- Michel J.F., 2000. Les dénombrements d'animaux domestiques, une revue. Revue d'élevage et médecine vétérinaire des pays tropicaux, N°53 (1), Montpellier 2000, pp 55-66
- Penning De Vries F. R. et Djitéye M. A., 1991. La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Pudoc Wageningen 1991, Agricultural Research Report. 918. p. 525.
- Perrot C., 1991. Un système d'information construit à dire d'experts pour le conseil technico-économique aux éleveurs de bovins. Th. doct. INA-PG, INRA-SAD, ITEB, 211 p. + annexes.
- Perrot C., Pierret P., Landais E., 1995. L'analyse des trajectoires des exploitations agricoles. Une méthode pour actualiser les modèles typologiques et étudier l'évolution de l'agriculture locale. Économie Rurale. 228. p. 35-47.
- Pol F. van der Pol, 1991. « L'épuisement des terres, une sources de revenus pour les paysans au Mali ». Dans : Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Actes séminaire, Montpellier, 10-14 décembre 1990. pp. 403-418.
- Togola M. et Dembélé S., 1998. Plan Stratégique de la Recherche Agricole 1999-2005. CRRA de Sikasso. p. 201.
- Westoby M., 1980. Elements of a theory of vegetation dynamics in ari rangelands, Isr.J. Bot. 28, 169-194.

8. LISTE DES TAXONS VÉGÉTAUX CITÉS

Espèces herbacées

Nom de l'espèce

Pennisetum pedicellatum Trin.
Zornia glochidiata Reichb. ex DC.
Borreria radiata DC
Dactylenium aegyptium Beauv.
Microchloa indica (L.) Beauv.
Andropogon gayanus Kunth.
A. ascinodis C. B.
A. pseudapricus Stapf.
Diheteropogon hageripii Hitchc.
Digitaria Chevalieri Stapf.
Digitaria horizontalis Willd.
Schizachyrium brevifolium Nees.
Schizachyrium sanguineum
Elionurus elegans Kunth
Loudetia togoensis (Pilg) Hubb
Echinochloa stagnina P. Beauv
Oryza longistaminata A. Chev et Roehr.
Oryza barthii A. Chev

Famille de l'espèce

Poaceae
 Papilionaceae
 Rubiaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae
 Poaceae

Espèces ligneuses

Nom de l'espèce

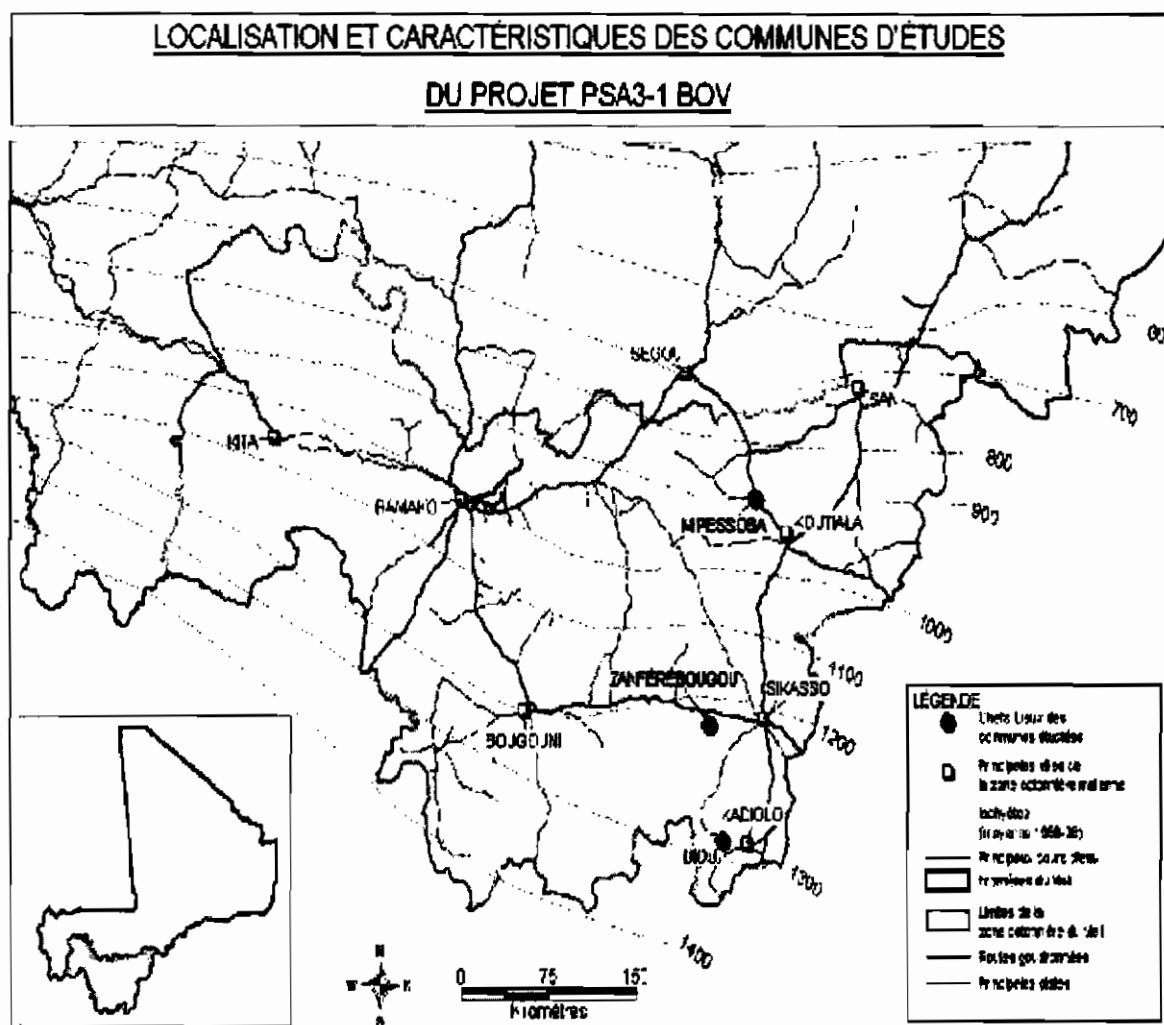
Acacia albida Del
Khaya senegalensis (Desr.) A. Juss
Guiera senegalensis J.F. Gmel.
Combretum micranthum G. Don
Combretum glutinosum Perrot. et ex DC
Ficus gnaphalocarpa (Miq.) Steud
Pterocarpus erinaceus Poir
P. lucens Lepr.
P. santalinoïdes L'Herm. ex DC

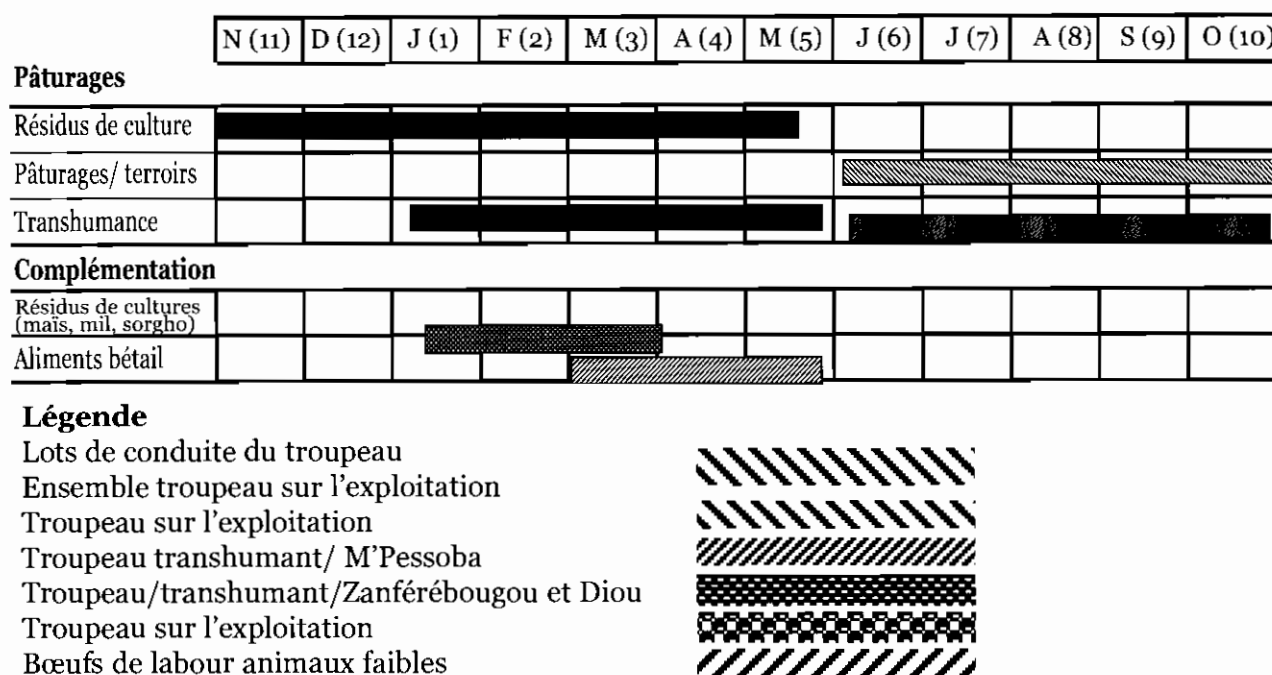
Famille de l'espèce

Mimosaceae
 Meliaceae
 Combretaceae
 Combretaceae
 Combretaceae
 Moraceae
 Fabaceae
 Fabaceae
 Fabaceae

9. ILLUSTRATION

Carte 1 : Localisation et caractéristiques des communes d'étude du projet.



**Figure 1 :** Calendrier de mobilité et d'exploitation des ressources pastorales.**1°) Tableaux****Tableau I :** Indicateurs de pression sur les ressources pastorales.

Variables	Commune		
	M'Pessoba	Zanférébougou	Diou
Pluviométrie (mm/an)	900	1200	1300
Densité humaine (Habitants/km ²)	85	70	31
Surfaces cultivées (p.100 finage)	55	26	16
Durée de jachère (an)	<2	2-5	5-10
Densité animale (UBT/ ha Z.P*)	0,9	0,4	0,3
Biomasse herbacée (kg MS/ha)	512	1890	2010
Charge animale (ha/UBT/6 mois)	0,46	1,68	1,79

*Z.P = zone de pâturage en saison des pluies

Tableau II : Gestion du troupeau et exploitation des ressources pastorales.

Taille troupeau et lots de conduite	Pratiques de transhumance					
	Comme M'Pessoba		Comme Zanférébougou		Comme Diou	
	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui
Nbre (UP totales 60)	29 (48%)	31 (52%)	56 (93%)	4 (7%)	53 (88%)	7 (12%)
Taille troupeau moyenne (mi- max)	13 (4 -34)	37 (7-105)	20 (1-89)	70 (47-123)	30 (4-138)	77 (19-210)
Taille lot sur UP	13	7	20	7	30	12
Taille lot transhumant	-	30	-	64	-	66
Durée transhumance (mois)	-	6	-	5	-	6
Concentrés distribués (kg)	209	723	13	338	79	143

APPRECIATION DE LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DE LA VIANDE ROUGE ISSUE DES ABATTAGES CONTROLES AU MALI

Touré I, Coulibaly F, Yaro F. K, Diallo A, Doumbia M, Sako M, Touré O.
Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments; Quartier du Fleuve, Centre
Commercial - Rue 305 Tel : 20 22 07 54 ; Fax 2022 07 47 Site Web: www.anssa.gov.ml
BPE : 2362 Bamako.

Résumé

Dans cette étude nous nous sommes évertués à évaluer le niveau de la contamination des carcasses dans des abattoirs et des viandes issues des mêmes carcasses dans des marchés. Pour cela, il a été procédé à la recherche et au dénombrement des différents types de micro-organismes qui ont été mis en évidence par l'utilisation de milieux de culture particuliers. Les techniques de numération ont concerné les germes aérobies mésophiles et les coliformes. Les recherches de germes ont porté sur les salmonelles, les staphylocoques et les anaérobies sulfite-réducteurs. A cet effet, cent dix échantillons (110) ont été prélevés et analysés au Laboratoire National de la Santé pour l'évaluation de la charge microbienne partielle (germes aérobies mésophiles), la contamination d'origine fécale (coliformes), la présence des anaérobies sulfite réducteurs, des staphylocoques et des salmonelles. Les travaux entrepris ont permis d'apprécier les niveaux d'hygiène générale des viandes prélevées dans des abattoirs et des marchés. Les résultats montrent que le niveau d'hygiène doit être amélioré sur toute la chaîne de production et de distribution des viandes rouges issues des abattages contrôlés. Des mesures correctives sont proposées pour l'assurance de la qualité sanitaire des viandes produites dans les abattoirs et commercialisées dans les marchés.

Mots clés : Viande rouge, abattoirs, marchés, qualité microbiologique Mali.

Summary

In this study we wanted to assess the level of contamination of carcasses at slaughterhouses and meat carcasses in the same market level. For this, we sought and count different types of micro-organisms that have been highlighted by the use of special culture media. The counting techniques have involved aerobic mesophilic and coli form micro organisms. This study also focused on bacteria salmonella, staphylococci and anaerobic sulfite-reducers. One hundred and ten samples were taken and analyzed by the National Laboratory of Health to assess the microbial load (mesophilic aerobic bacteria), the faecal contamination (faecal coli forms), the presence of sulphite-reducing anaerobes, staphylococci and salmonella. The work helped to determine the levels of general hygiene of meat collected at slaughterhouses and markets. Improvement measures are proposed.

Keywords : Red meat, slaughterhouses, markets, microbiological quality Mali.

1. INTRODUCTION

La viande rouge constitue une source importante d'apport protéique d'origine animale dans l'alimentation de base des maliens. La production nationale de viandes rouges contrôlées en 2008 a été estimée à 47962991 tonnes (Rapport annuel DNPIA, 2008). Les importations durant cette même année sont nulles. La consommation moyenne annuelle

de viande rouge est d'environ 8,3 kg par personne et par an (DNSI, 1998). Cependant, la consommation par tête d'habitant ne cesse de croître d'année en année. Pour cette raison, la maîtrise de la qualité microbiologique de ces viandes reste une des priorités de la filière bétail viande, car la viande, comme tout produit alimentaire, durant son processus de production, est en contact avec des micro-organismes. Ces derniers sont le plus souvent introduits dans ce produit par les animaux eux-mêmes. Les microbes issus de cette source de contamination sont d'une manière générale des bactéries saprophytes, susceptibles d'altérer l'aptitude à la conservation. Toutefois certains peuvent être des pathogènes et donc capables de porter préjudice à la santé des consommateurs.

La contamination des carcasses lors des opérations d'abattage et la contamination des viandes lors des opérations de transport, de découpe, de préparation, de conditionnement, etc. sont des préoccupations constantes des consommateurs de la filière viande, d'autant plus qu'il n'existe pas de procédé de décontamination autorisé au Mali. De ce fait, une simple dérive peut être à l'origine de risques sanitaires pour les consommateurs (Arvieux, 1998, Mead et al. 1999). Les normes réglementaires actuelles représentent toutefois le minimum acceptable.

L'objectif principal de cette étude est de disposer de données microbiologiques nationales dans la filière viande rouge sur les flores indicatrices d'altération ou les agents pathogènes.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le suivi de l'hygiène générale relative aux productions des abattoirs et à la vente de la viande au marché s'est appuyé sur les fiches d'enquêtes élaborées en fonction des principes du système HACCP et comprenait en particulier les

contrôles microbiologiques, l'observation des pratiques et l'enregistrement des réponses sur les fiches d'enquêtes.

Pour la mise en évidence des indicateurs de qualité des viandes, des échantillons ont été prélevés dans des conditions aseptiques. Les échantillons étaient constitués de 100 à 500g de viande environ, prélevés au hasard sur l'ensemble du lot des carcasses d'animaux abattus. Les prélèvements ont été effectués dans des sacs à échantillonnage stériles par une personne qualifiée de l'équipe. Ils étaient ensuite acheminés vers le Laboratoire National de la Santé et conservés au frais avant l'analyse.

Au niveau des abattoirs, les échantillons de profondeur ont été récoltés au niveau de la cuisse immédiatement après l'abattage. Les échantillons de surface ont été prélevés juste avant la livraison. Au niveau des marchés, les échantillons ont été collectés sur les mêmes carcasses de la manière suivante : entre 23 heures et 4 heures du matin à l'arrivée des demi-carcasses, 6-7 heures, 10-12 heures et entre 16-18 heures sur les restants de la viande.

Au total, cent dix échantillons de viande bovine ont été prélevés au niveau de 7 abattoirs (2 abattoirs frigorifiques à Bamako, 5 abattoirs de type régional à Kayes, Koutiala, Mopti – Sévaré, Ségou et Sikasso, et des marchés). Les abattoirs de Tombouctou, Gao et Kidal ont été exclus compte tenu des difficultés d'acheminement des échantillons.

Les paramètres d'appréciation de la qualité hygiénique des échantillons de viandes, les méthodes utilisées par le Laboratoire National de la Santé (LNS) et les normes de référence pour cette étude sont consignés dans le tableau 1.

Tableau I : Paramètres analytiques, méthodes, normes ayant permis d'apprécier la qualité des échantillons prélevés et les références normatives

Germes recherches	Méthode	MN-07-02/002 :2002
Germes aérobies mésophiles à 30 °C	NF Vo8 051	< 100 germes par gramme < 500 germes par gram maturation avancée ou réfrigération prolongée
Staphylocoques aureus	NF Vo8 057	10 ²
Coliformes fécaux	NF Vo8 060	≤10 ³
Anaérobies sulfite réducteurs	NF Vo8 056	10
Salmonelles	NF Vo8 052	Absence

MN : Norme malienne

Le traitement des données des enquêtes a consisté en des analyses mono et bi variées (tris à plat, trois croisés et tests statistiques) et des analyses multifactorielles réalisées au moyen du logiciel SPSS 12.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

3. RÉSULTATS

Il ressort des résultats des enquêtes de terrain, que depuis 1965, le Mali a entrepris la réalisation d'infrastructures de transformation du bétail et de la viande. Ainsi, il a été dénombré deux (2) abattoirs frigorifiques à Bamako, cinq (5) abattoirs de type régional (Kayes, Koutiala, Mopti – Sévaré, Ségou et Sikasso), un (1) abattoir communal à Bougouni, vingt huit (28) aires d'abattage améliorées et cent quarante six (146) aires d'abattage simples, repartis sur tout le territoire national.

Dans les abattoirs, plusieurs défaillances ont été observées. Parmi celles-ci on note : l'absence de tenues adéquates des opérateurs, le nombre excessif des personnes dans les abattoirs, l'absence de plan de désinfection des

locaux, le manque de formation et de perception de la notion de risque et l'existence des crevasses au niveau du sol. En général, les abattages se font dans des conditions difficiles qui favorisent les problèmes sanitaires et d'hygiène. Il arrive fréquemment qu'une fois abattus, les ovins et les bovins soient proposés à la vente sans que leur viande ne soit refroidie. Les viandes proposées à la vente sont transportées et manipulées dans des conditions ne répondant pas aux principes généraux de l'hygiène requise à ce type d'activité. La situation des étals va de l'acceptable à non satisfaisant, voire dangereux.

Sur les marchés, les conditions d'hygiène sont insuffisantes. Les plans de travail sont difficiles à laver. La coupe des morceaux de viande se fait sur des billots de bois non entretenus correctement et les viandes sont exposées à l'air libre. La tenue des bouchers est généralement sale. L'eau potable est plus ou moins accessible pour les bouchers.

Les résultats d'analyses des échantillons de viande indiquent que le traitement de la viande se fait généralement dans des conditions d'hygiène hors norme (tableau 2).

Tableau II : Résultats des analyses de laboratoire

Abattoirs	Paramètres	Moyennes Echantillon profondeur	Moyennes Echantillon Surface au niveau des marchés			
			23- 4 H	6-8 H	10-12 H	16-17H
AFB	GAM	1533	3050	5600	8633	14450
	CF	10	93	420	726, 66	2666, 66
AFS	GAM	2970	3667	8017	13700	18500
	CF	0	0	292	713	1158
Kayes	GAM	9000	9550	11500	15500	24000
	CF	0	0	0	455	625
KOUTIALA	GAM	8600	12400	14000	16000	21500
	CF	250	560	800	1100	1200
SIKASSO-	GAM	11000	14000	14000	15500	20000
	CF	0	0	0	405	675
SEGOU	GAM	10300	11500	14000	14500	19000
	CF	0	0	0	455	825
MOPTI	GAM	7250	9100	9600	11000	12500
	CF	0	0	0	360	500

Tous les échantillons analysés étaient négatifs pour les salmonelles, les staphylocoques dorés et les anaérobies sulfito-réducteurs.

4. DISCUSSIONS

Les résultats présentés dans le tableau II indiquent une contamination importante de la majeure partie des échantillons. Cette contamination va toujours croissante de l'abattoir au marché et les nombres de bactéries dénombrés ont toujours tendance à augmenter en fonction des heures de prélèvement. Si on doit situer ces produits sur le plan de la norme malienne MN-07-02/002 :2002, les charges ne sont pas en faveur de la bonne qualité bactériologique de ces produits.

Pour l'abattoir, il est actuellement bien établi que la peau et le tractus digestif composent les 2 principales sources de contamination des carcasses (Sofos et al. 1999). La succession des opérations d'abattage offre une multitude de possibilités de contacts directs (retournement de la peau par exemple) indirects (via le matériel, les hommes,...) entre les masses musculaires et les sources de contamination. L'hygiène de l'abattage servira donc à minimiser, autant que faire se peut, ces contaminations. En ce qui concerne les contaminations à

partir du tube digestif, il est déconseillé que l'opérateur chargé de l'ouverture de la cavité abdominale perce la paroi du rumen et des intestins. L'utilisation d'un couteau à bout rond, le maintien de la peau en position tendue et la diète dans les heures qui précèdent l'abattage peuvent être des pratiques salvatrices. En second lieu, la ligature de l'oesophage et du rectum, sont des mesures qui peuvent être très efficaces pour minimiser le risque de contamination des carcasses par le contenu du tractus digestif.

Plusieurs études ont prouvé que c'est lors de la dépouille que s'effectue généralement l'essentiel de la contamination des carcasses (Philips et al. 2001 ; Ingham et Schmidt 2000, Summer et al. 2003, McEvoy et al., 2004, Murray et al 2001). C'est donc naturellement à ce stade qu'il faut rechercher des éléments de maîtrise. Cela n'est pas une chose facile, car la dépouille concerne une succession d'opérations qui exigent de manipuler à la fois la peau et les masses musculaires, d'où un risque de contamination de ces dernières par les mains et les outils. Cela explique pourquoi, de nos jours, l'hygiène de la dépouille repose d'abord sur le nettoyage et la désinfection du matériel, si possible entre chaque carcasse, et sur la limitation des mains et des outils (une main

affectée au maniement de la peau, l'autre à la manipulation de la carcasse). La phase finale de la dépouille (l'ablation de la peau au niveau du dos) est de nos jours mécanisée dans certains abattoirs et donc moins sujette aux contaminations par le personnel et le matériel. Il faut toutefois veiller à ce que la force exercée pour tirer la peau ne soit pas trop brusque car cela permettra une remise en suspension des particules et des bactéries dans l'environnement et favoriserait ainsi leur dépôt sur les masses musculaires dénudées.

Il est essentiel de noter à ce stade l'importance de la réfrigération des carcasses. L'une des motivations essentielles de la réfrigération est de ralentir la croissance des microorganismes. Pour certains d'entre eux, y compris la majorité des germes pathogènes qui peuvent éventuellement se trouver à la surface des carcasses, l'inhibition de la croissance devient totale dès que la température devient inférieure à 5°C. Il est par conséquent indispensable d'abaisser le plus rapidement possible la température des carcasses. Il faut toutefois veiller à ne pas pénaliser la tendreté de la viande, par suite d'une contraction irréversible. Une fois refroidies, les carcasses, puis les viandes qui en sont issues, doivent rester sous régime de froid, jusqu'à leur remise au consommateur. C'est la notion de la continuité de la chaîne de froid, qui joue un rôle essentiel dans la préservation de la qualité microbiologique des viandes fraîches.

Dans plusieurs pays, l'ensemble de ces dispositions est décrit dans les Guides de Bonnes Pratiques Hygiéniques (GBPH) de l'abattage des animaux de boucherie.

Parmi les pistes d'amélioration de la qualité hygiénique des carcasses, il faut insister sur l'assainissement de la peau des animaux avant l'abattage. Cette pratique a fait l'objet de plusieurs publications. Une autre piste d'amélioration de la qualité hygiénique des carcasses consiste à agir directement sur le produit, en procédant à un traitement assainissant en fin de chaîne. La littérature scientifique fait état

d'une multitude d'approches visant à diminuer le nombre de germes présents en surface des carcasses. Les procédés décrits mettent en oeuvre ou non des composés chimiques.

Au stade de la vente, notons les risques de contaminations des viandes par suite des manipulations de découpe, de tranchage et de conditionnement ou des contacts éventuels avec des abats sont possibles. Ces types de risques sont surtout fréquents au niveau des boucheries artisanales car les produits sont toujours exposés et ne sont pas protégés par un emballage. C'est pourquoi, ici aussi, les principes d'hygiène du personnel, des locaux, du matériel, la pratique du nettoyage et de la désinfection, sont nécessaires pour la maîtrise de l'hygiène.

Il faut par ailleurs signaler qu'entre la mise en vente des viandes au niveau des marchés et leur achat par le consommateur, le nombre de germes des produits peut s'accroître par suite des développements bactériens. Cette évolution est perceptible au niveau de nos résultats d'analyses. Elle varie en général en fonction du type d'emballage employé et de la température de stockage de la viande. En conséquence, la mise en oeuvre correcte des méthodes de conditionnement associée au strict respect de la chaîne du froid est extrêmement importante pour maintenir la qualité microbiologique des produits sur le lieu de vente.

Enfin, il est à noter que, même avec des conditions rigoureuses de stockage, au-delà d'un certain temps, le nombre de microorganismes devient important. C'est pourquoi il est défini, pour la majorité des produits, une Date Limite de Consommation (DLC).

5. CONCLUSION

A l'analyse de ces résultats, il apparaît que la situation des abattoirs, des viandes provenant de ceux-ci et vendues au marché est loin des standards nationaux et internationaux. Face à ce constat, les pouvoirs publics doivent antici-

per la mise en place d'actions visant à mettre les abattoirs aux normes. Ils doivent définir des bonnes pratiques, sensibiliser les opérateurs et les consommateurs sur les risques sanitaires de l'activité, organiser les professionnels et mettre en place un plan d'inspection renforcé. Toutes ces actions sont obligatoires pour permettre à la filière de produire des viandes de bonne qualité microbiologique.

6. RÉFÉRENCES

1. ARVIEUX C., 1998- Les toxi-infections alimentaires. Digest, 14 (6). 4-16.
2. MCEVOY J.M., SHERIDAN J.J., BLAIR I.S., MCDOWELL D.A. Microbial contamination on beef in relation to hygiene assessment based on criteria used in EU Decision 2001/471/Ec. Int. J. Food Microbiol. 2004, 92-217-225.
3. MEAD P.S., SLUTSKER L., DIETZ V., MCCAIG L.F., BRESEE J.S., SHAPIRO C., GRIFFIN P.M., TAUXE R.V. Food-related illness and death in the United States. Emerg. Infect. dis., 1999, 5, 607-625.
4. MURRAY K.A., GILMOUR A., MADDEN R.H. Microbiological quality of chilled beef carcasses in Northern Ireland: a baseline survey. J. Food Prot., 2001, 64, 498-502.
5. PHILIPS D., SUMMER J., ALEXANDER J.F., DUTTON K.M. Microbiological quality of Australian beef. J. Food. Prot., 2001, 64, 692-696.
6. SOFOS J.N., KOICHEVAR S.L., BELLINGER G.R., HANCOCK D.D., INGHAM S.C., MORGAN J.B., REAGAN J.O., SMITH G.C. sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven United States slaughtering plants. J. Food. prot., 1999, 62, 140-145.
7. SUMMER J., PETRENAS E., DEAN P., DOWSETT P., WEST G., WIERING R., RAVEN G. Microbial contamination on beef and sheep carcasses in South Australia. Int. J. Food Microbiol., 2003, 81. 255-260.

Influence de la densité de semis sur le comportement de deux variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus*) dans les conditions de l'hivernage à Katibougou

Influence of the seedling density on the behaviour of two varieties of okra (*Abelmoschus esculentus*) in the rainy season conditions at Katibougou
SIDIBE Abdoulaye¹, SANOGO Nadou Paul¹, MUNGALA-MUSOSU Laurent Claude²

Résumé

Le gombo (*Abelmoschus esculentus*) est cultivé pendant la saison pluvieuse dans la plupart des zones agro-climatiques du Mali. Cependant, les différentes techniques culturales et les variétés utilisées pour sa production ont de multiples limites et elles ne donneraient pas les résultats escomptés surtout pour les producteurs à faibles revenus. Dans le souci d'apporter des informations nouvelles, pouvant permettre l'augmentation de la production de gombo, nous avons effectué des recherches sur l'Influence de la densité de semis sur le comportement de deux variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus*) dans les conditions de l'hivernage à Katibougou. L'objectif global est de développer la culture de gombo dans les conditions hivernales de Katibougou afin d'obtenir une production qualitative et quantitative. Les objectifs spécifiques consistent, d'une part, à déterminer la densité optimale de semis qu'il faut pour chaque variété de gombo et, d'autre part, à identifier la variété qui donne le meilleur rendement. Les résultats obtenus, après l'analyse statistique des données, ont permis de savoir qu'un gombo semé à la densité 60cmx40cm donne les meilleurs résultats par rapport à celui semé à 60 cm x 60 cm et, qu'en outre, Kéléya-Kéléya est la variété

préférée. Ainsi donc, en cultures hivernales, dans les conditions agro-écologiques de Katibougou, la variété Kéléya-Kéléya semée à 60cm x 40cm est plus performante que Tiégouan.

Mots clés : comportement, densité de semis, hivernale, influence, variétés, Katibougou, Mali.

Summary

Okra (*Abelmoschus esculentus*) is cultivated during the rainy season in most of the agro-climatic zones in Mali. However, the different cultural techniques and varieties used for its production would be blemished of the multiple limits and would not give results especially discounted to producers to weak incomes. In the worry to bring some new information, can serve elements of basis for the increase of the okra production, we had chosen to study the theme: Influence of the seedling density on the behaviour of two varieties of okra (*Abelmoschus esculentus*) in the rainy season conditions at Katibougou.

The global objective is to develop the culture of okra in the wintry conditions of Katibougou in order to get a qualitative and quantitative

1 – Enseignants-chercheurs à l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, Bp. : 06, Koulikoro, Mali

E-mail : abdoulayesidibe@yahoo.fr , nadou54@yahoo.fr

2 – Enseignant-chercheur à l'Université de Brazzaville, Congo.

production. The specific objectives consist to determine the optimal density of seedling that it is necessary for every variety of okra, on the one part, and on the other part, to identify the variety that gives the best output. Obtained results after the statistical analysis of data permitted to know that okra sowed to the density 60cm x 40cm deal the best results with regard to the one sowed to the density 60cm x 60cm. In addition, the most effective variety is Kéléya-Kéléya.

So therefore, in wintry cultures, in the agro-ecological conditions of Katibougou, it is necessary to take the Kéléya-Kéléya variety and to sow it with spacing 60cm x 40cm.

Key words : behaviour, density of seedling, wintry, influence, varieties, Katibougou, Mali.

1. INTRODUCTION

L'accroissement continu de la population mondiale rend de plus en plus pressante la demande des denrées alimentaires ; par conséquent, la nécessité d'augmenter les rendements et de diversifier les cultures s'impose à tous les secteurs de production agricole et à toutes les disciplines de recherche agronomique.

Dans la quasi-totalité des pays du tiers-monde, la malnutrition et la famine deviennent endémiques, perpétuant ainsi, d'année en année, la dépendance alimentaire des pays pauvres vis-à-vis des pays dits développés (MULONGOY, 1978.)

A l'instar de tous les pays sahéliens, le Mali qui est un pays à vocation agro-sylvo-pastorale, fonde ses espoirs sur le secteur agricole pour relever le défi de cette dépendance vis-à-vis de l'extérieur, autrement dit, le défi de l'autosuffisance et de la sécurité alimentaires (ZOMBRE et al, 2003). Aussi, le Mali développe-t-il des moyens considérables pour faire face à la demande alimentaire de plus en plus croissante.

Le développement du maraîchage au Mali pourrait permettre à la population d'accéder à une alimentation saine et équilibrée. En effet, la consommation régulière de légumes frais est d'une grande importance pour la santé car

le rôle des vitamines que ces légumes contiennent, n'est plus à démontrer (KROLL, 1994.)

Selon CHARRIER (1983), le gombo contient, en plus des sels minéraux, des vitamines, importants pour l'alimentation humaine. En sus, le caractère mucilagineux de ses fruits lui confère une place de choix dans la cuisine africaine (DELANNOY, 2001.)

Ce caractère mucilagineux serait lié à la présence des polysaccharides (acide galacturonique + rhuminoose + glucose) associés à des protéines et à des sels minéraux (WESTPHALE, 1981 ; MULONGOY, 1978.).

Le traitement des graines fournirait une huile d'excellente qualité (DELANNOY, 2001). Afin de pouvoir produire le gombo toute l'année et de réduire enfin la dépendance extérieure, des efforts considérables sont entrepris pour accroître sa production en période idéale (hivernage). Malgré ces efforts, beaucoup reste encore à faire pour surmonter les multiples contraintes liées à la culture de gombo. Ces difficultés sont d'ordres abiotiques (pluviométrie capricieuse et faible fertilité des sols) et biotique (maladies, ennemis...). Il faut noter également que le mauvais choix variétal figure parmi les causes de pertes des rendements.

Compte tenu de tous ces facteurs, il importe de mener des études approfondies sur le gombo afin de fixer les modalités de l'utilisation optimale du matériel végétal. Ces études doivent porter essentiellement d'abord sur les techniques de conservation, de sélection, de traitement phytosanitaire, ensuite sur les techniques culturales et enfin sur le choix des variétés adaptées à chacune des périodes de l'année.

L'objectif global est de développer la culture de gombo dans les conditions hivernales de Katibougou afin d'obtenir une production qualitative et quantitative.

Les objectifs spécifiques consistent, d'une part, à déterminer la densité optimale de semis qu'il faut pour chaque variété de gombo et, d'autre part, à identifier la variété qui donne le meilleur rendement.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal :

Le matériel végétal est constitué de deux (2) variétés locales de gombo à savoir :

Kéléya-Kéléya et Tièguan.

Kéléya-Kéléya :

C'est une variété locale dont la tige et les feuilles sont de couleur vert-claire. Elle est adaptée à la saison chaude et humide. Le fruit d'un vert-clair est à section pentagonale très homogène. Les entre-nœuds de la tige sont très courts: 15-20 entre-nœuds avec 12-18cm de longueur.) La longueur des fruits est de 16 à 20 cm à maturité complète avec 2,5 à 3,0cm de diamètre moyen. La récolte s'étale environ sur 60 jours. Le rendement moyen varie de 10 à 25 tonnes à l'hectare.

Tièguan :

C'est une variété locale très productive en hivernage : elle peut atteindre 25 tonnes à l'hectare. La tige, plus ou moins verte, tend vers le violet. Le départ des nervures secondaires du pétiole est violet à la face supérieure de la feuille. La face inférieure du limbe est violette ; sa taille varie de 65 à 105 cm. La tige a des ramifications seulement à la base. Les fruits, de longueur variant de 10 à 15cm et assez mucilagineux, ressemblent à ceux de la variété « Clemson spineless » par leur longueur et leur couleur. C'est une variété précoce. La durée du semis à la première récolte est d'environ 50 jours.

Dispositif expérimental

L'essai est conduit sur une parcelle d'une superficie de 287 m² avec comme précédent cultural l'oignon.

Le dispositif expérimental est le bloc de Fischer, avec quatre (4) traitements :

- deux (02) variétés locales de gombo (Kéléya-Kéléya et Tièguan) ; et
- deux (02) densités de semis (60 cm x 60 cm et 60 cm x 40 cm).

Le dispositif est en quatre (04) répétitions (blocs) : K60 x 60, K60 x 40, T60 x 60 et T60

x 40 ; où K - Kéléya-Kéléya et T - Tièguan. La densité de semis est de 27 777 et de 41 666 plants/ha

Chaque répétition est constituée de quatre (4) planches dont chacune est considérée comme unité parcellaire ou parcelle élémentaire.

La superficie d'une parcelle élémentaire est de quatorze (14) m² et au total il y avait seize (16) parcelles élémentaires, soient 224 m² de surface utile.

Le semis a été effectué le 14/06/04 à raison de 4 à 5 graines par poquet pour les deux variétés, à la main, en lignes et en poquets aux écartements de 60 cm x 40cm et 60 cm x 60 cm.

Malheureusement l'installation tardive des pluies, nous a amenés à procéder à un resemis qui a été effectué 11 jours après le semis, à raison de 4 à 5 graines par poquet pour les deux variétés.

Analyse statistique des résultats

L'exploitation statistique des résultats obtenus a été faite à l'aide du logiciel STAT ITCF (Statistique Institut Techniques des Céréales et de Fourrages) et a porté sur l'analyse de la variance des résultats parcellaires qui nous a permis d'identifier les traitements les plus performants de l'expérimentation.

Observations phénologiques

Les observations phénologiques se faisaient de façon quotidienne afin de permettre le suivi des différentes étapes de l'évolution des plants, du semis à la récolte. Elles concernaient les dates de levée des plants, de formation des capsules, de début de floraison et de formation des fruits et des différents traitements.

Mesures biométriques en cours de végétation

Les mesures biométriques en cours de végétation ont pour but de suivre la croissance et le développement des plants au cours du cycle de la plante (diamètre au collet, hauteur des plants, comptage du nombre de feuilles et du nombre de rameaux. Les mesures ont débuté 30 jours après le semis et elles se faisaient tous les quinze (15) jours sur dix (10) plants consé-

cutifs sur la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire.

Structure de la récolte et rendement

Structure de la récolte

Elle concernait le diamètre (en cm) d'un fruit, la longueur (en cm) d'un fruit, le nombre de fruits par plant, le poids (en g) d'un fruit, et la production moyenne par plant.

Rendement

Le rendement, qui prend en compte la production moyenne par plant, est exprimé en tonnes/ha, et la récolte se faisait tous les trois (03) jours (à partir de la 1^{ière} récolte) pour chacune des variétés.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette expérimentation a été effectuée pendant deux campagnes

Etat phytosanitaire

Au cours de l'essai, nous avons eu des cas de fonte de semis. Nous avons rencontré deux (02) espèces d'insectes sur le gombo. Il s'agit de :

- *Nistra uniformis* : ce sont de petits coléoptères qui s'attaquent aux feuilles de gombo dès le stade 3-4 feuilles c'est à dire en début de croissance. Leurs attaques se manifestent par la perforation des feuilles, réduisant ainsi leurs surfaces foliaires et partant l'activité photosynthétique. Leur présence a été très remarquée tout au long de l'essai.

- *Zonocerus variégatus* : ce sont des sautériaux ou acridiens sédentaires. L'adulte, jaune parsemé de noir, de blanc et de rouge, mesure 28 à 49mm de long. Ils ont une préférence pour les végétaux à feuilles larges. Ce sont là des défoliateurs qui peuvent s'attaquer à l'écorce et aux bourgeons, voire à toute la plante à l'état jeune, compromettant ainsi les rendements. Il a été aussi constaté des anomalies de développement de certains plants au niveau de quelques parcelles élémentaires : des nécroses

des feuilles, un rabougrissement des plants atteints et une pourriture des capsules, voire des fruits formés. Selon les spécialistes, ces anomalies seraient attribuées aux attaques de nématodes du genre *Meloïdogynes* et aux piqûres des pucerons capables de transmettre des maladies virales.

Les pourcentages de levée ont été respectivement de : 76,67% pour K 60cm x 40cm et 85,50% pour K 60cm x 60cm; 80,33% pour T 60cm x 40cm et 83,50% pour T 60cm x 60cm. Les pourcentages de levée obtenus ont été respectivement de : K60x40 = 81%, K60cm x 60cm = 90,50% ; T60cm x 40cm = 92,00% et T60cm x 60cm = 90,50%.

Observations phénologiques

D'après les résultats obtenus, il a été constaté que la formation des capsules, la floraison et la 1^{ière} récolte varient en fonction de la variété et de la densité. Bien que les deux (02) variétés soient semées et ressemées aux mêmes dates, Tièguan semé à la densité 60 cm x 40 cm s'est montré plus précoce que Tièguan semé à la densité 60 cm x 60 cm. Concernant Kéléya-Kéléya, le traitement K60 cm x 60 cm s'est montré plus précoce que K60 cm x 40 cm.

Tièguan 60 cm x 40 cm a formé ses capsules 36 jours après le semis et a débuté sa floraison 43 jours après semis alors que Kéléya-Kéléya 60 cm x 60 cm a formé ses capsules 38 jours après semis et a débuté sa floraison 55 jours après le semis.

Pour la variété Tièguan, la récolte a débuté le 06/08/04 soit 52 jours après le semis et Kéléya-Kéléya le 18/08/04 soit 64 jours après le semis. Tièguan a bouclé son cycle de production 102 jours après semis et Kéléya-Kéléya 106 jours.

Mesures biométriques en cours de végétation

Evolution du diamètre au collet :

L'évolution du diamètre (en cm) au collet a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, et a donné les résultats qui se trouvent sur le tableau I.

Tableau I : Evolution du diamètre au collet des plants, en cm (sur 10 plants)

Nombre de jours après semis	30	45	60	75	90	105
K (60cm x 40cm)	0,70	1,44	1,93	2,13	2,61	2,88
K (60cm x 60cm)	0,73	1,48	1,98	2,19	2,65	2,97
T (60cm x 40cm)	0,86	1,61	1,84	1,94	2,25	2,41
T (60cm x 60cm)	0,72	1,50	1,89	2,05	2,52	2,66

Nous constatons que les plants ont des diamètres différents non seulement en fonction de la variété, mais aussi selon la densité de semis (tableau I). C'est ainsi qu'au cours de la première mensuration effectuée 30 jours après le semis, les chiffres varient de 0,70 cm à 0,86 cm, soit une différence de 0,16 cm. Le plus grand diamètre au collet des plants a été observé chez Tièguan 60 cm x 40 cm avec 0,86 cm de diamètre moyen et le plus petit diamètre chez Kéléya-Kéléya 60cm x 40cm avec un diamètre moyen de 0,70 cm.

Cette tendance est restée stable lors de la seconde mesure, à la différence que Tièguan 60 cm x 40 cm est passé de 0,86 cm à 1,61cm de diamètre moyen alors que le Kéléya-Kéléya 60 cm x 40 cm est passé de 0,70 cm à 1,44 cm de diamètre moyen.

A partir du 60ième jour après le semis jusqu'au 105ième jour, date de la dernière mensuration après le semis, c'est la variété Kéléya-Kéléya, semée à la densité 60 cm x 60 cm, qui a obtenu le plus grand diamètre au collet des plants jusqu'à 2,97 cm, suivi de Kéléya-Kéléya 60 cm x 40 cm avec 2,88 cm, puis Tièguan 60cm x 60cm avec 2,66cm et, enfin, Tièguan 60 cm x 40 cm avec 2,41 cm.

De façon générale, nous avons constaté que, quelle que soit la variété, la densité 60 cm x 60 cm a permis d'avoir les plus grands diamètres au collet des plants.

Evolution de la hauteur des plants :

La hauteur (cm) des plants a été mesurée à l'aide d'un mètre ruban et les résultats se trouvent dans le tableau II.

Tableau II : Evolution de la hauteur des plants, en cm

Nombre de jours après semis	30	45	60	75	90	105
K (60cm x 40cm)	14,35	33,65	60,65	81,90	104,25	107,25
K (60cm x 60cm)	14,38	32,00	51,45	74,00	96,62	98,62
T (60cm x 40cm)	17,67	59,82	89,00	96,90	106,50	116,50
T (60cm x 60cm)	14,70	45,32	76,97	92,40	104,37	111,12

Il ressort du tableau II que la hauteur des plants varie aussi bien en fonction de la variété que de la densité de semis. C'est ainsi qu'au cours de la première mesure, les hauteurs varient de 14,35 cm à 17,67 cm, soit une différence de 3,32 cm entre la plus grande hauteur obtenue chez Tièguan 60 cm x 40 cm et la plus petite chez Kéléya-Kéléya 60 cm x 60 cm. Lors de la 2^{ème} mensuration effectuée 45 jours après le semis, cette tendance observée à la première mesure a connu un changement au cours duquel la plus petite hauteur a été obtenue chez Kéléya-Kéléya 60 cm x 60 cm avec 32,00 cm et la plus grande chez Tièguan 60 cm x 40 cm avec 59,82 cm. La différence entre la plus grande hauteur et la plus petite est passée de 3,32 cm lors de la première mesure à 27,82 cm à la 2^{ème} mesure. Ceci explique une croissance moyenne significative des plants 45 jours après semis. La variété Tièguan plus

hâtive a eu une croissance plus rapide en début de végétation que la variété Kéléya-Kéléya. Cette croissance est restée stable jusqu'aux dernières mesures intervenues 105 jours après semis. C'est donc Tièguan 60 cm x 40 cm qui a obtenu la plus grande hauteur avec 116,50 cm, suivi de Tièguan 60 cm x 60 cm avec 111,12 cm puis de Kéléya-Kéléya 60 cm x 40 cm avec 107,25 cm et de Kéléya-Kéléya 60 cm x 60 cm avec 98,62 cm.

D'une manière générale, quelle que soit la variété, les plus grandes hauteurs des plants sont observées avec la densité de semis 60 cm x 40 cm et les plus petites avec la densité 60 cm x 60 cm.

Evolution du nombre de feuilles :

Le nombre de feuilles des plants était déterminé par comptage à intervalles réguliers.

Tableau III : Evolution du nombre de feuilles

Nombre de jours après semis	30	45	60	75	90	105
K (60 cm x 40 cm)	6,65	8,65	9,32	10,77	11,25	9,37
K (60 cm x 60 cm)	6,80	9,20	10,02	11,8	13,50	10,62
T (60 cm x 40 cm)	7,13	9,02	7,50	5,9	5,00	0,62
T (60 cm x 60 cm)	6,65	8,70	8,42	7,45	5,87	0,75

Sur le tableau III, le premier comptage, effectué 30 jours après le semis, a révélé que la plus grande moyenne est de 7,13 feuilles obtenues chez Tièguan 60 cm x 40 cm et la plus petite chez Kéléya-Kéléya 60 cm x 40 cm avec 6,65 feuilles.

Cette tendance a connu un bouleversement 45 jours après le semis où Kéléya-Kéléya 60 cm x 60 cm avec une moyenne de 9,20 a eu le plus grand nombre de feuilles, laissant le plus petit nombre de feuilles obtenu à Kéléya-Kéléya 60 cm x 40 cm avec 8,65.

Cette évolution de nombre de feuilles obtenu au 45^{ième} jour est restée stable jusqu'au 90^{ième} jour où Tièguan a connu une baisse importante. Cette baisse a été plus remarquable pour tous les traitements au dernier comptage qui a lieu 105 jours après le semis.

La baisse du nombre de feuilles s'explique par le fait qu'à la fin du cycle, les plants perdent

plus de feuilles qu'ils n'en développent.

C'est donc Kéléya-Kéléya 60 cm x 60 cm qui a obtenu le plus grand nombre de feuilles au dernier comptage, avec une moyenne de 10,62, suivi de Kéléya-Kéléya 60 cm x 40 cm avec une moyenne de 9,37 puis de Tièguan 60 cm x 60 cm avec une moyenne de 0,75 feuilles et de Tièguan 60 cm x 40 cm avec une moyenne de 0,62.

De façon générale, il est apparu que quelle que soit la variété, la densité de semis 60 cm x 60 cm a permis d'avoir le plus grand nombre de feuilles alors que la densité 60 cm x 40 cm, le plus petit.

Evolution du nombre de rameaux :

Le nombre de rameaux a été déterminé par simple comptage et les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau IV.

Tableau IV : Evolution du nombre de rameaux

Nombre de jours après semis	30	45	60	75	90	105
K (60cm x 40cm)	0,00	0,15	0,45	0,42	0,75	2,00
K (60cm x 60cm)	0,00	0,52	0,90	1,05	2,00	2,62
T (60cm x 40cm)	0,00	0,82	0,92	0,92	1,00	2,12
T (60cm x 60cm)	0,00	1,2	1,6	1,7	1,50	2,50

Kéléya-Kéléya 60cm x 60cm a obtenu le plus grand nombre de ramifications avec une moyenne de 2,62, suivi de Tièguan 60cm x 60cm avec une moyenne de 2,50 ramifications puis Tièguan 60cm x 40cm avec 2,12 rameaux et Kéléya-Kéléya 60cm x 40cm avec 2,00 ramifications (voir Tableau IV).

De façon générale, nous avons constaté que

quelle que soit la variété, la densité 60cm x 60cm a permis d'obtenir le plus grand nombre de ramifications alors que la densité 60cm x 40 cm, a donné moins de ramifications.

Structure de la récolte et rendement **Structure de la récolte**

Tableau V : Structure de la récolte

Traitements (cm)	Structure de la récolte				
	Diamètre moyen d'un fruit (cm)	Longueur moyenne d'un fruit (cm)	Nombre moyen de fruit par plant	Poids moyen d'un fruit (g)	Production moyenne par plant (g)
K (60 x 40)	2,32	15,48	11,65	27,63	329,40
K (60 x 60)	2,40	15,92	11,05	28,63	311,67
T (60 x 40)	2,59	11,99	9,58	25,66	245,10
T (60 x 60)	2,70	12,60	11,53	26,57	293,95

L'analyse du Tableau V ci-dessus montre que tous les paramètres de la structure de la récolte notamment le diamètre d'un fruit, la longueur d'un fruit, le nombre de fruits par plant, le poids d'un fruit et la production moyenne par plant sont influencés par la variété et la densité de semis.

Pour le diamètre d'un fruit, celui-ci varie de 2,32 à 2,70cm avec 2,70cm de diamètre moyen pour Tièguan 60cm x 60cm et 2,40cm pour Kéléya-Kéléya 60cm x 60cm.

Nous avons constaté que quelle que soit la variété, la densité de semis 60cm x 60cm a permis d'avoir les fruits aux diamètres légèrement supérieurs à ceux de la densité 60cm x 40cm.

Concernant la longueur des fruits, les plus longs fruits sont ceux de Kéléya-Kéléya 60cm x 60cm avec 15,92cm de longueur moyenne et les plus courts sont ceux de Tièguan 60cm x 40cm avec 11,95cm.

D'une manière générale, pour les 2 variétés, la densité 60cm x 60cm a permis d'avoir les plus longs fruits.

Quant au nombre de fruits, il a varié de 9,58 à 11,65 pour la variété Kéléya-Kéléya à la densité 60cm x 40cm avec une moyenne de 11,65 et pour Tièguan 60cm x 60cm avec 11,53 fruits en moyenne.

La variété Kéléya-Kéléya aux deux densités a donné le plus grand nombre de fruits par plant.

Le poids moyen d'un fruit quant à lui, a varié de 25,66g à 28,26g. Pour la variété Kéléya-Kéléya semée à la densité 60cmx60cm on a 28,63g et pour Tièguan à la même densité 26,57g de poids moyen.

La densité 60cm x 60cm a permis d'avoir des fruits plus lourds par plant pour les deux variétés.

Enfin, concernant la production moyenne par plant, la plus grande production a été observée chez Kéléya-Kéléya semée à la densité 60cm x 40cm avec 329,40g et la plus petite production a été obtenue chez Tièguan 60cm x 40cm avec 245,10g de production moyenne.

Rendements parcellaires (tonnes/ha)

Tableau VI : Résultats parcellaires

Variétés	Densités (cm)	B l o c s				X _T	x _t
		I	II	III	IV		
Kéléya-Kéléya	60 x 40	12,57	13,83	15,93	12,57	54,90	13,72
	60 x 60	8,90	8,31	8,90	8,52	34,63	8,65
Tièguan	60 x 40	10,00	9,89	11,77	9,79	70,85	10,21
	60 x 60	7,32	9,30	7,29	8,76	32,67	8,16
	X _B	38,79	41,33	43,59	39,34	X=163,05	X=10,19

Tableau VII : Récapitulatif de l'analyse de la variance

Source de variation	SCE	ddl	Variance	F calculé	F théorique		Signification
					5%	1%	
Totale	88,91	15	-	-	-	-	-
Blocs	3,55	3	1,18	1,11	3,86	6,99	NS
Traitements	75,74	3	25,24	23,81	3,86	6,99	HS
Variétés	16,02	1	16,02	15,11	5,12	10,56	HS
Densités	50,58	1	50,58	47,71	5,12	10,56	HS
Interaction	9,14	1	9,14	8,62	5,12	10,56	HS
Erreur	9,62	9	-	-	-	-	-

La comparaison des moyennes de traitements, des effets moyens de facteurs et de leur interaction montre, d'après les résultats du Tableau VIII ci-dessous, qu'entre les traitements il y a des différences hautement significatives, que les effets du facteur variété ceux de la densité et de l'interaction sont tous hautement significatifs. L'hypothèse H_0 est rejetée, nous pouvons alors appliquer le test de la plus petite différence significative (ppds) au seuil de signification 5%.

Test de la ppds 5% :

Application numérique : $ppds\ 5\% = \frac{2,26 \times 2 \times 1,06}{4} = 1,64$

Nous constatons que pour toutes les deux variétés confondues, c'est l'écartement 60cm x 40cm qui donne le meilleur rendement car l'écart constaté entre les effets moyens de ces densités : $11,96 - 8,40 = 3,55$ est supérieur à la ppds 5% (1,64).

Tableau VIII : Effets moyens des facteurs variété et densité

Variétés	Densités		Effets moyens variétés ppds 5% = 1,64
	60cm x 40cm	60cm x 60cm	
Kéléya-Kéléya	13,72	8,65	11,18 A
Tièguan	10,21	8,16	9,18 B
Effets moyens densités	11,96	8,40	X = 10,19
ppds 5%=1,64	a	b	

L'application du test de la ppds au seuil de signification 5% (Tableau VIII) montre que parmi les effets moyens des variétés et densités confondues, c'est donc la variété Kéléya-Kéléya à la densité 60cm x 40cm qui s'est montrée plus performante.

4. CONCLUSION

La recherche menée avait pour objectifs de déterminer la densité optimale de semis entre 60cm x 40cm et 60cm x 60cm pour deux variétés locales de gombo (Kéléya-Kéléya et Tièguan) et de trouver celle de ces deux variétés soumises à ces deux densités, qui donnerait le meilleur rendement.

Les observations phénologiques, faites sur les dates de semis, de resemis, du début de la formation des capsules, de la floraison, de la 1ère récolte et de la fin de la récolte, ont révélé que la densité de semis a une légère influence sur la précocité pour les deux variétés et que la variété Tièguan a été la plus précoce.

Les mesures biométriques concernaient le diamètre au collet, la hauteur, le nombre de feuilles et le nombre de rameaux. Ces mesures ont révélé que la densité 60cm x 60cm favorise les plus grands diamètres au collet, le plus grand nombre de feuilles et de ramifications, alors que la densité 60cm x 40cm favorise les plus grandes hauteurs de plants quelle que soit la variété.

Par rapport à la structure de la récolte, les effets moyens des facteurs densité et variété confondus, ont fortement influencé ces paramètres agronomiques de façon significative.

Au niveau du poids d'un fruit, la densité 60cm x 40cm a donné les fruits de plus grands poids pour Kéléya-Kéléya et celle de 60cm x 60cm pour Tièguan. La production moyenne par plant a été plus grande pour les plants semés à la densité 60cm x 40cm pour la variété Kéléya-Kéléya.

Sur le plan rendement, pour les deux densités et les deux variétés, la variété Kéléya-Kéléya, semée à la densité 60cm x 40cm, s'est montrée plus performante car ayant obtenu le rendement le plus élevé avec 13,72 tonnes/ha.

5. REFERENCES

- CHARRIER A., 1983 - Les ressources génétiques du genre *Abelmoschus* Med. (Gombo), CIRPG, 1-36.
- DELANNOY G., 2001 - Culture du gombo in Agriculture en Afrique tropicale, Légumes, 478 - 484.
- KROLL R., 1994 - Les cultures maraîchères in CTA, le technicien d'agriculture tropicale, Maisonneuve et Larose, 219 pages.
- MULONGOY K., 1978 - Biochimie et Technologie alimentaire, cours, Université de Kinshasa, faculté des sciences, RDC 107 pages.
- WESTPHAL E., 1981 - L'agriculture autochtone au Cameroun, Wageningen, Pays-Bas, 365 pages.
- ZOMBRE G., FALALOU H., SANKARA P., HEMA D., 2003 - Influence des fortes températures diurnes sur la productivité de niébé en culture de contre-saison, sécheresse, vol. 14, n° 4, 227-234.

**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 : 20 20 73 73 - FAX : 20 20 74 75
*sous l'égide du Bureau Documentation Information Publication
de l'Institut d'Economie Rurale*