



LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE

Institut d'Economie Rurale - Revue Semestrielle - n°9 Juillet - Décembre 2009 - ISSN 1987 - 0000

n°9

La consommation de bois d'énergie varie en fonction des types d'exploitation agricoles en zone Office du Niger au Mali

1

Étude de l'influence de la préparation du sol et de la fumure sur *Striga hermonthica* et le rendement du mil

8

Impacts biophysiques de quelques initiatives individuelles et communautaires de gestion des ressources forestières au Mali. Cas de la régénération naturelle assistée et des conventions locales de gestion des ressources naturelles

12

Évaluation de variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum*) pour leur adaptation aux régions désertiques du Mali

27

Supplémentation de la paille de riz avec le tourteau de coton : effets sur l'ingestion de matière organique digestible par les vaches gestantes

38

Mise à jour des outils du Programme de Sélection à Noyau Ouvert (PSNO) du Zébu Peul en zone irriguée au Mali

49





LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE RURALE

N° 9 – Juillet-Décembre 2009

Revue scientifique de l'Institut d'Économie Rurale (IER)

Fax : (223) 20 23 37 75 – Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05

B.P. 258 – Rue Mohamed V – Bamako, Mali



LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE RURALE

Revue scientifique de l'Institut d'Économie Rurale (IER)

Fax : (223) 20 23 37 75 – Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05

B.P. 258 – Rue Mohamed V – Bamako, Mali

Directeur de publication : Dr Aly Kouriba
Éditeur 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, INSFRA, Bamako
Pr Alhousseini Bretaudeau, CILSS, Ouagadougou
Pr Aly Yéro Maïga, CNRST, Bamako
Dr Niamoye Yaro, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Abdou Yéya Maïga, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Abdoul Karim Traoré, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Abdoulaye Hamadoun, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Amadou Kodio, Institut d'Économie Rurale, Bamako

Comité scientifique

Dr Aly Kouriba, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Lassine Diarra, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Modibo Sidibé, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Bara Ouologuem, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Ibrahima N'Diaye, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Gaoussou Traoré, Institut d'Économie Rurale, Bamako
Dr Zana Sanogo, Ministère de l'Agriculture, Bamako

INFORMATIONS ET INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Créée en 2003 au sein de l'Institut d'Économie Rurale, la revue « *LES CAHIERS DE L'ECONOMIE RURALE* » est une revue scientifique qui publie deux fois par an, en français et en anglais, les résultats de travaux originaux de recherche effectués par les chercheurs de l'IER ou en collaboration avec divers partenaires. Les propositions doivent relever des domaines suivants : productions végétales, productions animales, productions forestières, productions halieutiques, systèmes de production et économie des filières, etc. Les articles proposés par d'autres chercheurs sont également admis lorsque leur qualité scientifique est reconnue. Le Comité éditorial, en collaboration avec un réseau de lecteurs, assure la sélection des articles.

I. Généralités

1. Manuscrit

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

Le manuscrit soumis en trois exemplaires, ainsi que la version électronique, doivent être envoyés à l'adresse suivante : Dr Lassine Diarra, Éditeur scientifique, BDIP IER, B.P. 258, Bamako, Mali. Email : lassine.diarra@ier.ml

2. Style

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

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

3. Notes en bas de page

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

4. Pagination

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

5. Unités de mesure

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

6. Procédure d'évaluation des manuscrits

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

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

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

7. Corrections des mises en page

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

8. Tirés à part

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

II. Organisation du manuscrit

1. Première page

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

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

2. Introduction

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

3. Matériel et méthodes

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

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

4. Résultats

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

5. Discussion

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

6. Conclusion

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

7. Remerciement

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

8. Références

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

- Articles

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

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

- Livres

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

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

- Thèses

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

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

- Communications

Noms et initiales de prénoms du ou des auteurs, année de publication, titre complet de la communication, éditeurs, titre du forum scientifique (congrès, séminaire, symposium) date et lieu, les numéros

de la première et de la dernière page. Exemple : CISSE M., 1982. Évaluation du potentiel fourrage de la zone d'étude du projet CIPEA. In Actes du Colloque sur les ligneux fourragers. Addis-Abeba, Éthiopie. 154-169.

9. Liste des taxons végétaux cités

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

10. Illustrations

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

11. Tableaux

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

La consommation de bois d'énergie varie en fonction des types d'exploitation agricoles en zone Office du Niger au Mali

Households fire wood consumption in Office du Niger in Mali

D. Koné, J.M. Dakouo, Z. I. Dramé, B. Maïga et E. B. Ly

Chercheurs à l'Institut d'Économie Rurale, BP 258, Rue Mohamed V

Résumé

Les périmètres irrigués de l'Office du Niger, au Mali, connaissent un renouveau, depuis la fin des années 1980, qui se traduit par un accroissement de la population et des superficies cultivées. Les besoins en bois d'énergie de cette population augmentent alors que les ressources ligneuses s'épuisent avec l'hydro système. La connaissance des besoins de consommation en bois de feu des ménages devient donc un impératif pour les décideurs politiques qui, malheureusement, ne disposent pas de données fiables pour les orienter dans leur prise de décisions. La présente étude a été initiée afin de combler ce vide d'informations. L'approche est basée sur l'analyse des consommations en bois, de 2003 à 2006, de 174 exploitations de cinq zones de production du riz par l'utilisation des statistiques descriptives traitées par l'outil SPSS.

La classification des 174 exploitations a permis de dégager les trois types d'exploitations suivants : le type I, considéré comme le plus nanti avec des superficies supérieures à 6 hectares, ne représente que 9 % des exploitations enquêtées avec en moyenne 24 personnes par famille ; le type II, dit moyennement nanti, ne compte que 21 % des exploitations avec 18 personnes en moyenne en charge. Le type III (70 % des enquêtés) appelé faiblement nanti connaît une taille moyenne de famille de 12 personnes. Les résultats indiquent que les quantités de bois consommées annuellement par les différents types d'exploitation varient de 800 kg à 8 tonnes en fonction des ménages et des zones de production rizicole. Les consommations individuelles annuelles, varient de 42 kg, pour les grandes exploitations, à 105 kg pour les petites, indiquant une plus grande efficacité d'utilisation du bois d'énergie pour les premières. Ces données pourront guider les décideurs dans l'élaboration des politiques d'aménagement des terres et de sauvegarde des ligneux combustibles des zones exondées de l'Office du Niger.

Mots clés : Office du Niger, bois d'énergie, typologie, exploitations agricoles, Mali,

Abstract

New hope has emerged on irrigated lands of Office du Niger of Mali since 1980. This has increased the number of populations and cultivated areas. The needs of fire wood consumption of populations increase while fire wood is getting scarce in the irrigated lands systems of Office du Niger. Quantifying the needs of the populations becomes mandatory for decision makers. Unfortunately, there is less reliable data for them to take good decision. To fill this gap, the current study has been implemented and the approach has been based on the analysis of fire wood consumption of 174 households using descriptive statistics derived from SPSS tool.

Three types of households have been identified by the study. The first one (9 % of the sample) has 6 hectares and an average of 24 individuals. The second one (21 % of the sample) has 3 to 6 hectares and an average of 18 individuals. The last one (70 % of the sample) has less than 3 hectares. The results showed also that annual fire wood consumption varied from 800 kg to 8 tones according to households and production zones. Individual consumption varies also from 42 kg for the first type up to 105 kg for the last type showing more efficient utilization of fire wood by household of bigger sizes. These data could help decision makers in managing irrigated lands in the Office du Niger in order to preserve combustible fire woods of rainfall areas.

Key words: Office du Niger, fire wood, households, Mali

I. Introduction

Dans la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, la dégradation des ressources naturelles devient de plus en plus inquiétante à cause de l'effet conjugué des facteurs climatiques (sécheresse) et anthropiques (accroissement démographique). En Afrique tropicale, le déboisement serait de l'ordre de 200 à 300 000 ha.an⁻¹, ce qui correspond à un prélèvement de 2 à 3 millions de m³.an⁻¹ (In Dakouo, 2002) tandis qu'au Mali, la régression des surfaces boisées avoisinerait 400 000 ha.an⁻¹ (L'ESSOR du 8/08/2008). Les ressources naturelles font l'objet d'une gestion traditionnelle qui est fortement influencée par la culture. Parmi ces ressources naturelles, le bois est le plus sollicité parce que constituant la principale source d'énergie domestique. Au Mali, il contribue pour 93 % à la satisfaction des besoins énergétiques (AGEFORE 1998). Cette ressource devient de plus en plus rare surtout dans la zone de l'Office du Niger (ON). Cet état de fait est imputable au mode d'aménagement des terres de riziculture où la sylviculture est pratiquement inexistante. Les politiques timidement engagées par la structure d'encadrement se faisaient à travers les bosquets villageois installés aux environs des villages sur de petites surfaces des zones impropres à la riziculture. De ce fait, les populations se ravitaillent en bois de chauffage à partir des zones exondées limitrophes des casiers rizicoles. C'est ainsi que, de nos jours, le ravitaillement des populations des centres urbains et des villages du « colonat » devient problématique et ce ravitaillement ne dépend désormais que des zones exondées, éloignées parfois de plusieurs dizaines de kilomètres (Brondeau Florence 2001 ; Sow 2003). L'ESPGRN Niono, en 2007, estime cette distance de ravitaillement à 60 km contre 4 km, il y a plus de trente ans. Pour rendre la situation encore plus compliquée, les sécheresses des années 70 et celles du début des années 1980 ont favorisé le déplacement des populations vers l'Office du Niger grâce à la sécurisation donnée par la permanence de l'eau. Mieux, les réformes institutionnelles des années '80 ont favorisé le développement et la promotion de la riziculture. Les conséquences directes

des sécheresses successives et des réformes institutionnelles ont abouti à augmenter considérablement la population. En effet, la population de l'Office du Niger a crû de 206 067 habitants en 1987 à 280 131 en 1997, puis à 399 751 habitants en 2005 (Cellule vision ON 2005) avec pour conséquence une augmentation des besoins en bois d'énergie. Cependant, la consommation en bois d'énergie des exploitations agricoles de l'Office du Niger demeure mal connue, surtout dans sa variation en fonction des types d'exploitations existants. La présente étude a été initiée pour, d'une part, combler ce vide et, d'autre part, aider le politique à définir les actions à l'Office du Niger en vue de satisfaire les besoins en bois d'énergie qui demeurent l'une des contraintes majeures des populations. Il s'agit donc i) de faire une typologie des exploitations agricoles de l'Office du Niger, ii) de quantifier les consommations annuelles voire mensuelles des types d'exploitation recensés et iii) d'évaluer l'efficacité de la consommation en bois d'énergie à travers les consommations individuelles des ménages. L'approche utilisée pour atteindre les différents objectifs susmentionnés est basée sur les enquêtes rétro prospectives individuelles des ménages. Ces derniers ont été classés en différents types, en fonction des superficies parcellaires rizicoles possédées, corrélés à la taille de la population des exploitations agricoles des différentes zones de productions de l'Office du Niger.

II. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

Le matériel est composé des exploitations agricoles des zones de productions de l'Office du Niger.

2.2. Méthodes

Pour l'étude de la consommation de bois d'énergie, 10 villages de recherche ont été choisis dans les zones de production rizicole de l'Office du Niger dont 4 villages dans le Kala inférieur (regroupant 3 zones de production à forte densité de population), 3 villages

dans la zone de Macina et 3 dans la zone du Kouroumari (tableau I.) Selon Dembélé (1995), ces villages sont caractéristiques de l'ensemble des exploitations agricoles en zone Office du Niger.

Dans chacun de ces villages, un échantillon de 30 % des exploitations a été choisi. Pour ce faire, une typologie des exploitations a été établie en utilisant le critère superficie des champs de riz à partir de l'analyse de données secondaires. Ce critère est très discriminant dans la zone dans la mesure où il intègre l'attelage et les actifs de la famille. Ainsi, les exploitations ayant une superficie inférieure à 3 hectares ont été classées en type III considérées comme faiblement nanties. Celles ayant une superficie comprise entre 3 et 6, dites moyennement nanties ont été classées type II. Enfin, la dernière classe (type I) est celle des nanties parce qu'ayant des superficies supérieures à 6 hectares. Cette typologie découle de l'hypothèse d'établir une relation entre le type et la population de l'exploitation et, par conséquent, entre la population de l'exploitation et sa consommation en bois d'énergie. Le nombre d'exploitations, d'un

type donné, à enquêter est obtenu en relation avec la proportion de chaque type dans le village choisi. Plus les exploitations d'un type sont nombreuses, plus leur nombre est élevé dans l'échantillon. Dans chacun des trois types, les exploitations ont été tirées en utilisant un pas de tirage calculé par le rapport population totale et nombre de l'échantillon. Dans ce tirage, les exploitations non résidentes ont été automatiquement remplacées par des exploitations résidentes du fait qu'elles sont toujours difficiles d'accès pour ce genre d'enquêtes. Les exploitations ainsi retenues ont été soumises à des questionnaires élaborées à cet effet sur une période de quatre ans, de 2003 à 2006, par la méthode d'enquête retro prospective basée sur l'évaluation des consommations des exploitations par an obtenues à partir des consommations mensuelles estimées.

Les données ont été stockées et traitées avec le logiciel SPSS sous Windows. Les statistiques descriptives ont été utilisées dans l'analyse des niveaux de consommation à différentes échelles.

Tableau I. Nombre d'exploitations retenu par zone de production et par village.

Zones de production	Villages à enquêter	Nombre d'exploitations par village
Kala Inférieur*	Ringandé	80
	Hamdallaye	70
	Gnoumanké	43
	Tissala	77
Macina	Bassan Coura	57
	Gourcy	50
	Touga Coura	57
Kouroumari	Bamako Coura	33
	Djenné Coura	53
	Ségou Coura	60
TOTAL		580

*Le Kala Inférieur est composé des zones centrales de production (Niono, Molodo, N'Débougou).

III. Résultats

La typologie, basée sur le critère superficie des champs des exploitations montre qu'en zone Office du Niger les exploitations sont caractérisées par la faiblesse des superficies attribuées. En effet, moins de 10 % de celles-ci ont des superficies supérieures ou égales à 6 hectares.

Les résultats de l'analyse de la répartition de la population par type (tableau II) indiquent une variation de la taille de la population entre zone, et à l'intérieur de la même zone, pour les différents types d'exploitation. Cette taille est du simple au double en passant du type III au type I.

L'analyse des résultats de consommation sur une période de 4 ans (tableau III) montre la variabilité des consommations annuelles d'une zone à l'autre et, d'un type d'exploitation à un autre à l'intérieur de la même zone. Les quantités annuelles consommées sont, en général, plus élevées avec les exploitations de type I dont la taille de famille est grande. Cette même tendance s'observe également avec les autres types d'exploitations. Les résultats de consommation mensuelle (tableau IV) indiquent les mêmes tendances observées avec les consommations annuelles, qu'il s'agisse des zones de production ou des types d'exploitations.

Quant à la consommation individuelle mensuelle, calculée à partir de la consommation mensuelle totale par la taille moyenne du type d'exploitation, elle indique, d'une manière générale, que la quantité de bois consommée par exploitation diminue quand la population de l'exploitation augmente (tableau IV).

IV. Discussion et Conclusions

Les résultats de la typologie indiquent que plus de 70 % des exploitations agricoles sont de type III c'est-à-dire, faiblement nanties. Ces résultats sont en corrélation avec ceux obtenus par l'ESPGRN (ESPGRN Niono, 1999). Les exploitations de ce type peinent à survivre dans le schéma classique de distribution des terres en vigueur depuis la réforme institutionnelle entamée au démarrage des ajustements structurels au Mali (1980). L'hypothèse de départ qui stipulait la relation entre la taille de la famille et la superficie attribuée aux exploitants agricoles est vérifiée par les résultats obtenus. En effet, l'attribution de surface basée sur les actifs de la famille et l'équipement agricole, a abouti à des superficies inférieures à 3 hectares pour plus de 70 % des exploitations, comme indiqué par l'étude. Malheureusement, ces familles continuent de vivre sur ces mêmes faibles superficies avec

Tableau II. Répartition de la population moyenne par zone et par type d'exploitation

Types d'exploitation	Type I	Type II	Type III
Zones			
Niono	17	22	13
N'Débougou	24	20	13
Molodo	21	15	7
Kouroumari	32	18	13
Macina	28	16	17
Moyenne	24	18	12

Tableau III. Consommation du bois d'énergie (kg) en zone Office du Niger de 2003 à 2006 par type d'exploitation et par zone

Zone/type	Niono			Molodo			N'Débougou			Kouroumari			Macina		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Année															
2003	37440	14760	14343	12240	10200	7587	11520	15200	14343	14280	11040	11423	81920	34766	16574
2004	39840	15480	13570	12480	10200	8280	11520	15480	12840	14760	12227	10744	90720	36446	18289
2005	38720	15000	14381	12480	10260	8280	11520	6720	11944	16080	12173	10200	100480	38486	20090
2006	38986	15080	14098	17150	13915	11053	19740	18500	25760	19330	11515	14423	47125	26680	21797
Quantité moyenne annuelle	38747	15080	14098	13575	13975	16222	13588	11144	8800	16112	11739	11697	80061	34092	19188

Tableau IV. Quantités moyennes mensuelle et individuelle de bois (kg) consommées par zone et par type d'exploitation

Zone/type	Niono			N'Débougou			Molodo			Kouroumari			Macina		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Année															
Quantité moyenne mensuelle	3229	1257	1175	1131	1165	1352	1132	929	929	1343	978	975	6672	2841	1599
Quantité moyenne individuelle mensuelle	190	57	90	47	58	103	54	62	105	42	54	75	238	178	94

une démographie familiale galopante, créant souvent l'insécurité alimentaire à l'Office du Niger (ESPGRN Niono, 2003). Mieux, les aménagements ne prennent pas en compte les besoins de consommations en bois d'énergie des ménages, besoins malheureusement mal connus des décideurs politiques.

Les résultats obtenus qui mettent en évidence la variabilité de la consommation du bois d'énergie entre les exploitations, permettent de constater que l'efficacité de la consommation du bois augmente quand on est en présence de famille nombreuse. Rapportée à l'individu, plus la taille de l'exploitation augmente, moindre est la consommation de bois, exception faite des zones de Niono et de Macina où cette tendance n'est pas fondamentalement marquée, surtout avec les exploitations du type I à Niono et I et II à Macina. Les résultats obtenus corroborent une théorie bien connue selon laquelle l'efficacité de consommation du bois d'énergie augmente avec l'augmentation du nombre de personnes dans la famille (Leach 1985). C'est pourquoi, toujours selon ce même auteur, l'emploi de données basées sur les niveaux de consommation familiale, par exemple, peut faire apparaître des écarts importants par rapport à celles prenant en compte les niveaux de consommation individuelle, comme c'est le cas avec la présente étude.

Les implications de cette étude et les enseignements à tirer sont multiples. En effet, déjà en 1998, une étude menée par CCL/SED, H. Konandji au Mali, indiquait une augmentation annuelle de 2 à 3 % de la demande de bois d'énergie, passant de 6 152 380 m³ en 1990 à 7 565 600 m³ en 1998. Cette augmentation a été attribuée à une croissance démographique. Ce constat reste également valable en zone Office du Niger. À l'Office du Niger, le taux de croissance annuel est de 10 %, soient 10 000 hectares. C'est pourquoi, au vu du résultat de 100 000 hectares obtenus en 2000, le Schéma directeur de l'Office du Niger de 2005 a prévu, comme résultat des opérations, une extension

des superficies de 200 000 hectares en 2010. Ces nouveaux aménagements entraîneront forcément une augmentation des populations et, par voie de conséquence, une augmentation des besoins en bois d'énergie. Les niveaux de consommation obtenus dans l'étude devraient permettre de prévoir les besoins des populations sur une période de dix ans et d'intégrer lesdits besoins dans le schéma d'aménagement des terres. Il serait aussi utile d'entreprendre une étude prospective de consommation de bois d'énergie intégrant les politiques de développement agricoles à l'Office du Niger et basées sur les politiques d'aménagement des terres pour les 10 prochaines années. De plus, en prenant en compte les estimations basées sur la consommation en bois de feu des populations de l'ON et de la production des plantations irriguées, il est possible d'établir, par zone, les surfaces à reboiser pour satisfaire la majorité des besoins en bois de feu (Dakouo, 2005).

V. Remerciement

Au terme de cette étude, nous remercions très sincèrement les exploitations agricoles des zones de production riz de l'Office du Niger qui, malgré leurs multiples préoccupations, se sont soumises aux enquêtes.

Il est aussi de notre devoir de remercier les services conseils ruraux des directions des 5 zones de production de l'Office du Niger qui nous ont accompagnés tout au long du processus.

Nos remerciements vont également aux enquêteurs sans le concours desquels cette étude ne pouvait se réaliser.

Enfin, nous tenons à remercier tout le staff de l'IER de Niono et de Bamako pour les soutiens financier, matériel et moral toujours indispensables à la réalisation d'une étude du genre.

VI. Références

- AGEFORE, 1998. Enquête monographique des villages de l'ON.
- Brondeau Florence, 2001. Evolution de la filière bois-énergie et dynamique des formations ligneuses autour de l'Office du Niger. Bois et Forêts des Tropiques 270 : 15-34.
- CCL/SED, Konandji H., 1998. Revue des données du bois d'énergie au Mali : note technique sur l'évolution de la demande de bois d'énergie au Mali.
- Cellule vision de l'Office du Niger, 2005. Bilan du recensement 2005 : identification unique des exploitations et délimitations participatives des parcelles à l'aide d'images satellites.
- Dakouo J. M. 2002. Impact de l'aménagement participatif sur la végétation des forêts de la zone soudanienne-nord du Mali : Cas de la forêt classée de Dioforongo (Ségou). Thèse Univ. Marseille III, France.
- Dakouo, 2005. Communication à l'atelier national sur la problématique du bois de feu à l'Office du Niger. Ministère de l'Environnement, Mali, Ségou du 29 au 31 Août 2005, 13 pages.
- Dembélé I., Maiga A.S. et Ly E.H.B., 1995. Gestion des exploitations agricoles en zone Office du Niger, 25 pages.
- ESPGRN Niono, 2007. Mise au point d'un modèle consensuel d'utilisation du bois d'énergie en zone Office du Niger : Analyse de l'approvisionnement en bois d'énergie.
- ESPGRN Niono, 2003. Caractérisation et fonctionnement des unités de production agricole en zone Office du Niger : Insécurité alimentaire en zone Office du Niger.
- ESPGRN Niono, 1999. Gestion des exploitations agricoles en zone Office du Niger.
- Leach G. 1985. A handbook on domestic energy consumption in developing countries: Unasylva No. 151: Le financement international des actions.
- L'ESSOR, 2008. Pertes Forestières au Mali in Quotidien national du Mali, Edition du 8 Août 2008.
- ON, 2005. Schéma directeur de l'Office du Niger.
- Sow, 2005. Communication à l'atelier sur la problématique du bois de chauffe en zone office du Niger, Ségou du 29 au 31 août 2005 au stade Amary Daou.

Étude de l'influence de la préparation du sol et de la fumure sur *Striga hermonthica* et le rendement du mil

Assessment of the impacts of soil preparation and manure on *Striga hermonthica* and millet yield

M. Kayentao¹, B. Dembélé² et A. Konaté³

¹Chargé de Malherbologie – SRA Cinzana, Mali

²Malherbologie – SRA Sotuba, Mali

³Chargé de Malherbologie – SRA Sotuba, Mali

Résumé

Parmi les méthodes choisies pour lutter contre le *Striga*, l'influence de la préparation du sol et de la fertilisation organo-minérale a été retenue pour être testée.

Le labour et le billonnage ont été comparés entre eux au semis direct, comme types de travail du sol et comme facteurs principaux.

Quatre sortes de fumures ont été étudiées en tant que facteurs secondaires : sans fumure, 41 N - 46 P₂O₅, 2,5 t/ha de fumier d'étable, 2,5 t/ha de compost.

Les résultats obtenus, en trois années d'expérimentation à la Station de Cinzana, ont montré que le semis direct permet de limiter les émergences de *Striga* par rapport au travail du sol, à savoir le labour à plat et le billonnage. Le labour à plat a permis une augmentation du sol seulement une année sur trois.

La fertilisation, quel qu'en soit le type, est restée sans effet sur le niveau d'infestation du *Striga*. Cependant, elle a amélioré les rendements du mil. Cette augmentation des rendements a été en moyenne plus importante pour la fumure minérale (76 %) et le fumier d'étable (43 %) que pour le compost (38 %).

Le travail du sol et la fertilisation ont donc permis, dans une large mesure, au mil de mieux supporter l'infestation du *Striga*.

Mots clés : *Striga*, mil, lutte, labour, fumure, Cinzana, Mali.

Abstract

Soil preparation and organo-mineral fertilization were selected for testing amongst the methods adopted for *Striga* control.

Plowing and furrowing were compared with direct seeding, as types of tillage and primary factors.

Four manure use options were assessed as secondary factors: the no manure option, the option with 41 N - 46 P₂O₅, the option with 2.5 t/ha of farm manure and the option with 2.5 t/ha of compost.

After three years of trial at the Cinzana Station, the results achieved showed that direct seeding was more effective in limiting the emergence of *Striga* than tillage, including flat plowing and furrowing. Flat plowing resulted in soil increase for only one year out of three.

Fertilization, whatever the form, remained ineffective on the level of infestation with *Striga*. However, it improved millet yield. This increase in yields was on average more significant with mineral manure (76 %) and farm manure (43 %) than with compost (38 %).

Therefore, tillage and fertilization significantly improved millet resistance to *Striga* infestation.

Key words: *Striga*, millet, struggle, plowing, manure, Cinzana, Mali.

I. Introduction

Au Mali le mil *Pennisetum glaucum* (L) Br, couvre 60 % des superficies occupées par les cultures sèches et irriguées (IER/ICRISAT, rapport annuel 1987). Il constitue la base de l'alimentation de la population. La production de cette culture s'effectue sur de petites exploitations ; les rendements, très variables, dépassent rarement 1 000 kg/ha.

Le *Striga hermonthica* parasite le mil sur lequel il cause des dégâts appréciables. On estime en moyenne 40 % des pertes de rendement dues au *Striga* (FAO 1986).

Pour résoudre ce problème, de nombreux travaux ont été entrepris pour la recherche de méthodes de lutte. La recherche de variétés résistantes a permis d'avoir quelques succès (Ramaiah, 1983). Cependant, les variétés développées ont souvent été mal acceptées par les paysans.

Dans le domaine de la lutte chimique, les herbicides identifiés pour lutter contre le *Striga* sont difficilement utilisables sur le mil à cause, d'une part, de la fragilité des écosystèmes des zones de culture et, d'autre part, de la faible technicité des agriculteurs et de leurs bas revenus.

En considération de ce constat, les seules méthodes envisageables doivent être agronomiques ou/et intégrées. Le présent travail est une contribution à la recherche de méthodes de lutte agronomique facilement applicables par les paysans dans des systèmes précis.

Il étudie l'influence de la date de repiquage du mil comme technique de lutte contre le *Striga* dans les conditions locales. Si la technique s'avère efficace, elle pourrait être utilisée, plus tard, dans les associations mil/légumineuses ou dans les zones fortement infestées

Ce travail a été possible grâce au financement de la Fondation Internationale pour la Science (FIS).

II. Matériel et méthodes

L'essai a été implanté à Cinzana. Une pépinière a été installée le jour du semis direct dans les parcelles témoins. Les plants de mil (variété Boboni) ont été prélevés à différentes dates.

Le repiquage été effectué sur sol humide après un désherbage manuel. Les plants ont été repiqués aux écartements de 0,75 m x 0,50 m à raison de deux plants par poquets. Les observations ont porté sur le rendement du mil ainsi que sur le comptage du *Striga* à la floraison et à la récolte.

III. Résultats

Les résultats de la première année (tableau I) ont montré une différence significative entre les rendements du mil dans les traitements étudiés. Le semis direct donne le meilleur rendement avec 791 kg/ha. Dans l'ensemble, ces rendements ont été bas. Le rendement de la parcelle repiquée 40 JAS a été significativement inférieur à celui du semis direct (témoin). Cette faiblesse de rendement est due à la pluviométrie déficitaire du mois d'août. L'âge tardif des plants qui empêche le tallage au profit de l'initiation paniculaire, peut également être en cause.

Quant à l'incidence du *Striga*, elle a été plutôt faible. L'allure de la pluviométrie pourrait en être la cause. Cependant, la parcelle témoin, semée directement, a eu deux fois plus de *Striga*, au moment de la floraison du mil, que les parcelles repiquées. Il n'y a pas eu de différence entre le niveau d'infestation des parcelles repiquées quel que soit le traitement.

Les résultats de la deuxième campagne sont consignés dans le tableau II. Le rendement du mil est demeuré toujours faible dans l'ensemble. Le semis direct avec 647 kg/ha a été supérieur à celui des parcelles repiquées.

L'incidence du *Striga* n'a pas été forte, car les parcelles ont été modérément infestées. Le témoin a été deux fois plus infesté que les parcelles repiquées 20, 30, 40 JAS, ce qui

Tableau I. Résultats repiquage du mil, Cinzana 1990

Traitements	Nombre de <i>Striga</i> /m ²		Mil		
	75 JAS	Récolte	Poquets levés	Plants récoltés	Rendement kg/ha
Semis direct	2,50 a	2,67	32	25	791 a
Repiquage 20 JAS	1,10 b	1,10	30	69	437 b
Repiquage 30 JAS	1,10 b	1,10	32	83	513 b
Repiquage 40 JAS	1,10 b	1,18	32	61	178 c
Signification	S	NS	NS	NS	S
CV %	42,19	56,18	4,87	22,46	36,90
PPDS	0,98	-	-	-	409

* transformation Vx+1

Les chiffres d'une même colonne affectés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % selon le test de DUNCAN.

Tableau II. Résultats de l'essai repiquage du mil, Cinzana 1991

Traitements	Nombre de <i>Striga</i> /m ²		Mil		
	75 JAS	Récolte	Poquets levés	Plants récoltés	Rendement kg/ha
Semis direct	2,37 a	2,30 a	21	21	647 a
Repiquage 20 JAS	1,36 b	1,41 b	22	19	360 b
Repiquage 30 JAS	1,12 b	1,15 b	21	18	293 b
Repiquage 40 JAS	1 b	1 b	20	18	193 c
Signification	HS	NS	NS	NS	HS
CV %	29,11	27,01	7,56	18,88	28,57
PPDS	0,68	0,632	-	-	170,62

* transformation Vx+1

confirme les résultats obtenus sur le *Striga* en première année. La parcelle 40 JAS est indemne de *Striga*, elle n'a donc pas été infestée.

En troisième année, le rendement en mil du témoin est statistiquement équivalent au rendement des parcelles repiquées 20 JAS et 30 JAS, mais il reste supérieur à celui du repiquage 40 JAS.

Le rendement de la parcelle 20 JAS (1 345 kg/ha) est 3 fois et demie plus élevé que celui du repiquage 40 JAS.

Quant au *Striga*, les parcelles en ont été infestées. Il se dégage une meilleure efficacité de contrôle du *Striga* au niveau du repiquage (30 et 40 JAS) par rapport au semis direct.

Tableau III. Résultats de l'essai repiquage du mil, Cinzana 1992

Traitements	Nombre de <i>Striga</i> /m ²		Mil		
	75 JAS	Récolte	Poquets levés	Plants récoltés	Rendement kg/ha
Semis direct	1,51 a	1,19	33	26	1 240 a
Repiquage 20 JAS	1,29 ab	1,21	30	24	1 345 a
Repiquage 30 JAS	1,07 b	1,05	30	19	870 a
Repiquage 40 JAS	1,00 b	1,01	33	17	350 b
Signification	S	NS	NS	NS	HS
CV %	16,51	12,34	8,50	24,33	14,16
PPDS	0,32	-	-	-	510

* transformation Vx+1

IV. Discussion – Conclusion

L'étude de l'influence du repiquage du mil, comme moyen de lutte contre le *Striga hermonthica*, réalisée sur trois années, a permis de tirer un certain nombre de conclusions.

La parcelle de semis direct présente un nombre plus élevé de *Striga*. Le niveau d'infestation du témoin dépassait celui du repiquage, voire plus de deux fois pendant les deux premières années.

Le repiquage 40 JAS, à part la première année, n'était pas infesté par le *Striga*. Le témoin est resté supérieur aux autres traitements au cours des trois années pour ce qui concerne le rendement du mil. Le rendement du mil de la troisième année s'est montré supérieur au rendement des deux premières années. La date de repiquage 40 JAS, qui assure un meilleur contrôle du *Striga*, présente, durant les trois ans, le niveau de production du mil le plus bas. Ceci semble être dû au préjudice de l'âge des plants au moment de leur repiquage (tallage

peu abondant, faible vigueur végétative et amorce de l'initiation florale).

Bien que le rendement en mil du témoin au cours des trois années soit supérieur aux parcelles repiquées, le repiquage a permis de diminuer l'incidence du *Striga*.

Cette technique peut être envisagée dans les associations légumineuses/mil afin de diminuer l'attaque de *Striga hermonthica* ou, tout simplement, dans les poches de fortes infestations.

V. Bibliographie

- FAO, 1996. Rapport de la consultation panafricaine FAO/OUA sur la lutte contre le *Striga* 20 – 24 octobre Cameroun, 24 pp.
- Ramaiah K.V., 1983. Patterns of *Striga* resistance in sorghum and millets with special emphasis on Africa (ICRISAT Conference paper N°186). Workshop on the Biology and control of *Striga*, Dakar, Senegal 14-17 November 1983, pp 76.

Impacts biophysiques de quelques initiatives individuelles et communautaires de gestion des ressources forestières au Mali. Cas de la régénération naturelle assistée et des conventions locales de gestion des ressources naturelles

Biophysical impact of individual and communal initiative of forestry resource management in Mali. Case of assisted natural regeneration and local convention of natural resources management

Harouna Yossi¹, Issa Traoré², Cheick Hamalla Diakité³, Kadiatou Diallo³, Fadiala Dembélé⁴, Zana Jean Luc Sanogo¹, René Dackouo¹

¹Centre Régional de la Recherche Agronomique de Sikasso, BP 16, Mali ; Email: harounayossi@yahoo.fr

²Communication IER

³Laboratoire Sols-Eaux-Plantes, Unité SIG, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Sotuba, Mali

⁴Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), Katibougou, Mali ; Email : faddembele@yahoo.fr

Résumé

Le présent travail a pour objectif d'évaluer les impacts de quelques initiatives individuelles et communautaires de gestion des ressources naturelles sur l'évolution des unités d'occupation des terres et sur la structure et la dynamique du peuplement ligneux des champs.

L'évolution des unités d'occupation des terres, au cours des trente dernières années, a été étudiée selon une approche diachronique à l'aide d'images satellitaires. L'étude de la structure et de la dynamique du peuplement ligneux des champs a été menée à travers la réalisation de relevés dendrométriques.

Au cours des trente dernières années, la structure et le mode d'utilisation de l'espace rural ont subi de profonds changements dans les terroirs étudiés. En effet, dans lesdits terroirs, la superficie des champs a augmenté. Les formations forestières naturelles ont disparu du terroir de Lagassagou situé en zone soudanienne nord. Les jachères y subsistent encore, mais avec des durées très courtes (moins de 3 ans). Dans le terroir de M'pèresso les formations forestières naturelles et les jachères n'ont pas disparu mais leurs superficies ont diminué. Les

champs des terroirs de Lagassagou contiennent les plus fortes densités de tiges ligneuses à cause de la pratique intensive de la régénération naturelle assistée et de la préservation des arbres épargnés lors de l'installation des champs par les populations. Les plus faibles densités ont été obtenues dans les champs du terroir de M'pèresso où les populations ne pratiquent que la préservation des arbres épargnés lors des défrichements pour la mise en place des champs.

La pratique de la régénération naturelle assistée et la mise en œuvre de la convention SIWAA ont contribué à une meilleure gestion des ressources forestières dans chacun des terroirs.

Mots clés : occupation des terres, densité des ligneux, régénération naturelle assistée, conventions SIWAA, zone soudanienne, M'pèresso, Lagassagou, Mali

Summary

The objective of this work is to evaluate the impact of some natural resource management initiatives on the occupied land evolution and on the structure and dynamic of planting in field. In that way, it has been held a diachronic study of

land occupational unit of two native tang villages. The study of structure and planting dynamic in the field was performed across dendrometric survey.

During the last thirty years, the structure and the direction of rural space have undergone a deep change in the studied villages. In fact, in the so called villages, field surfaces were extended. The natural forestry areas in Lagasagou located in the north sudanesean disappeared. There are still areas left in fallow but for short duration (less than 3 years). In the site of M'pèresso, natural forestry areas and fallows have not vanished but have decreased. The village of Lagassagou encompasses the most density stem of ligneous because of intensive assisted natural regeneration and protection of trees during the reclaim of land into cultivation. The weakest density has been obtained in M'pèresso where the community practises mainly the preservation of trees during the clearing of land.

The practice of assisted natural regeneration with the use of SIWAA convention contributed to the best natural resources management in each village.

Keys words: land occupation, ligneous density, assisted natural regeneration, SIWAA convention, M'pèresso, Lagassagou, Mali

1. Introduction

Les ressources naturelles renouvelables (terres, forêts, faunes et eaux) constituent la base fondamentale pour le développement économique et social de la population sahélienne en majorité rurale (USAID, 2006). La gestion durable des ressources naturelles et les actions de lutte contre la désertification ont été identifiées comme axes prioritaires d'intervention au lendemain des épisodes de sécheresse des années 1970 qui ont décimé le cheptel et éprouvé la population (Kelly, 2007). C'est ainsi que, depuis environ trois décennies, les mutations écologiques et environnementales induites, suite aux grandes sécheresses, se sont traduites par un intérêt croissant accordé aux questions environnementales et surtout à la lutte contre la désertification. Des efforts immenses ont été faits par les populations grâce à l'assistance de la communauté internationale pour lutter contre

la désertification. Ainsi, plusieurs activités ont été menées dans ce cadre dans les pays du Sahel comme, entre autres, les plantations d'arbres, la gestion conservatoire des eaux et des sols, la gestion collective des formations forestières naturelles, les classements de forêts. Certaines tendances de dégradation des ressources naturelles ont pu être atténuées, voire renversées dans beaucoup de cas. Des situations de précarité et de pauvreté absolues de la population, beaucoup de communautés ont survécu et ont vu leurs conditions d'existence améliorées grâce aux initiatives de lutte contre la désertification (USAID, 2006). Mais, il n'en demeure pas moins que les expériences, les succès rencontrés et les impacts écologiques et socio-économiques des actions de gestion durable des ressources naturelles et de lutte contre la désertification soient très peu documentées. Ce qui fait que les questions environnementales et de lutte contre la désertification présentent de moins en moins d'intérêt aux yeux des donateurs extérieurs parce qu'ayant peu d'impacts. Il s'avère alors nécessaire de mettre en évidence les impacts des actions de gestion de ressources naturelles. Selon Kelly (2007), les impacts peuvent être :

- **biophysiques** : il s'agit de changements dans l'environnement physique (nappe phréatique, fertilité des sols) ou de productivité des ressources naturelles (rendements des cultures, augmentation des productions animales, augmentation du couvert forestier, densité des arbres, augmentation de la production de bois, de fourrage, disponibilité des produits de chasse ou de cueillette, etc.) ;
- **socioéconomiques** : on parlera alors de contribution économique des impacts biophysiques (valeur monétaire de l'augmentation des rendements des cultures, de la production sylvopastorale due à la gestion des ressources naturelles en fonction des taux d'adoption), amélioration de la sécurité alimentaire, habitat, amélioration des revenus des populations, accès aux services sociaux de base (école, centre de santé, etc.) ;

- **politiques/gouvernance** : il est question de capacité d'un peuple de se gouverner et de faire une bonne gestion de ses ressources naturelles à travers l'exploitation soit communautaire soit privée, de réaliser une augmentation du budget communal destiné à la gestion des ressources naturelles.

Le présent travail a pour objectif d'évaluer les impacts de quelques initiatives de gestion des ressources naturelles sur l'évolution des unités d'occupation des terres (notamment le couvert végétal) et sur la structure et la dynamique du peuplement ligneux des champs. Il s'agira surtout d'établir une relation entre les changements observés dans l'occupation des terres d'une part et, d'autre part, de la végétation ligneuse et les initiatives individuelles et communautaires de gestion des ressources naturelles menées par les populations.

II. Matériel et méthodes

Les travaux ont été réalisés dans les terroirs villageois de Lagassagou et de M'pèresso. Ces sites ont été choisis sur la base du taux de couverture végétale et/ou de la densité des ligneux des parcs agroforestiers. En effet, ce sont des terroirs villageois où la végétation semble avoir été préservée. Cette préservation de la végétation est un indicateur de mise en œuvre d'activités de gestion des ressources naturelles soit par des projets soit par des initiatives individuelles et communautaires.

Le terroir de M'pèresso est situé dans la zone agro-écologique du Falo (PIRT, 1986). Le Falo occupe le nord du Plateau de Koutiala.

Selon la typologie de la CMDT, M'pèresso est situé dans le bassin cotonnier (CMDT, 2003) dont le climat est du type soudanien sud. Les terres arables occupent 68 % de la zone et sont dominées par les plaines limono-sableuses. La densité de la population varie de 30 à 50 habitants/km², entraînant une pression agricole très élevée. La végétation se caractérise par la savane parc à *Vitellaria paradoxa*, *Daniellia oliveri*, *Ammonia senegalensis*, *Sclerocarya birrea*. Le tapis herbacé comporte *Eragrostis tremula*, *Loudetia togoensis*. Le potentiel fourrager de la zone est élevé. Le Falo occupe 24 % du cercle de Yorosso et 30 % de celui de Koutiala.

Le terroir de Lagassagou est situé dans la zone agro-écologique de la Plaine du Gondo (PIRT, 1986). La Plaine du Gondo s'étend à l'Est de la Falaise de Bandiagara jusqu'à la Plaine du Sourou. Les terres arables sont dominées par les sols sablo-limoneux à limono-sableux très profonds, occupent 59 % de la superficie totale de la zone. Elles portent *Sclerocarya birrea*, *Piliostigma reticulatum* et autour des villages prédominent *Acacia albida*.

Les terres non arables, et conditionnellement aptes à la production agricole sont constituées essentiellement de sols dunaires très sableux. Elles occupent 40 % de la zone. Sur ces terres on rencontre *Combretum glutinosum*, *Balanites aegyptiaca*, *Guiera senegalensis* et *Eragrostis tremula*. La zone possède un potentiel fourrager très élevé.

Les caractéristiques des villages sont résumées dans le tableau I.

Tableau I : Quelques caractéristiques des villages étudiés

Région administrative	Village	Zone agro-climatique (PIRT, 1986)	Zone agro-écologique (PIRT, 1986)	Ethnie dominante	Système de production
Mopti	Lagassagou	Soudanienne nord (550-750 mm)	Plaine du Gondo	Dogon	Système céréales - élevage
Sikasso	M'pèresso	Soudanienne sud (750-1100 mm)	Le Falo (PK4)	Mianka	Système coton - céréale - élevage

2.1. Étude de l'évolution de l'occupation des terres dans les terroirs étudiés

Les images satellitaires utilisées datent de 1970 à 2007. Pour la cartographie, deux dates ont été retenues par terroir. Les données d'Ikonos récentes (M'pèresso 2007, Lagassagou 2006) ont servi lors de l'opération de terrain à la validation des types d'occupation des terres définis par photo-interprétation sur les images. Ce qui fait dire que les cartes issues de l'interprétation des dernières dates retracent l'occupation des terres des terroirs en 2008. Afin de discriminer les différents types d'occupation du sol sur les images, trois paramètres ont été utilisés : la couleur, la texture et la forme. En fonction de ces trois variables, le contour des zones homogènes est défini sur un transparent déposé sur la sortie composition colorée des images. Le document résultant de cette opération pour chaque site est ensuite numérisé après transfert et calage à l'ordinateur. Le logiciel utilisé est ArcGIS. Pour la définition du territoire des villages, les différents contours ont été matérialisés grâce à un GPS Garmin Etrex. Il en a été de même pour les pistes.

2.2. Étude de la structure du peuplement ligneux du terroir

Les relevés ont été réalisés dans des placettes de 2 500 m² (50 m x 50 m) dans les champs le long de transects traversant les terroirs villageois. Deux transects consécutifs sont distants de 1 à 2 km en fonction de l'étendue du terroir et les relevés ont été réalisés à chaque 200 m. Ils ont été effectués selon une fiche mise au point à partir de la fiche IRCT/

CIRAD (Le Bourgeois et Grard, 1988). Ils ont pour objet le recueil d'informations sur la végétation, le milieu physique, les indicateurs de pression d'exploitation des ressources sols et végétation. Le nombre de relevés effectués dans les champs par terroir villageois est présenté au tableau II.

Les données suivantes ont été calculées à l'aide du logiciel Excell :

- le nombre moyen d'espèces ligneuses par relevé dans les champs ;
- la densité des tiges ligneuses par hectare (effectif des tiges/ha) dans les champs ;
- la contribution des principales espèces à la densité totale des tiges ligneuse dans les champs ;
- la contribution des principales espèces à la densité de la régénération ligneuse dans les champs.

III. Résultats

3.1. Évolution de l'occupation des terres dans les terroirs étudiés

M'pèresso

Les unités d'occupation des terres rencontrées dans le terroir de M'pèresso sont le village, les bois sacrés, les champs et les formations forestières naturelles. De 1978 à 2008, un certain nombre de changements ont été observés sur la structure de l'occupation des terres (Tableau III, cartes 1a et 1b). Les champs qui couvraient une superficie de 1233,64 ha (26,51 %) en 1978 ont atteint 1666,68 ha (35,81 %) en 1990 et 3066,13 ha (65,88 %) en 2008.

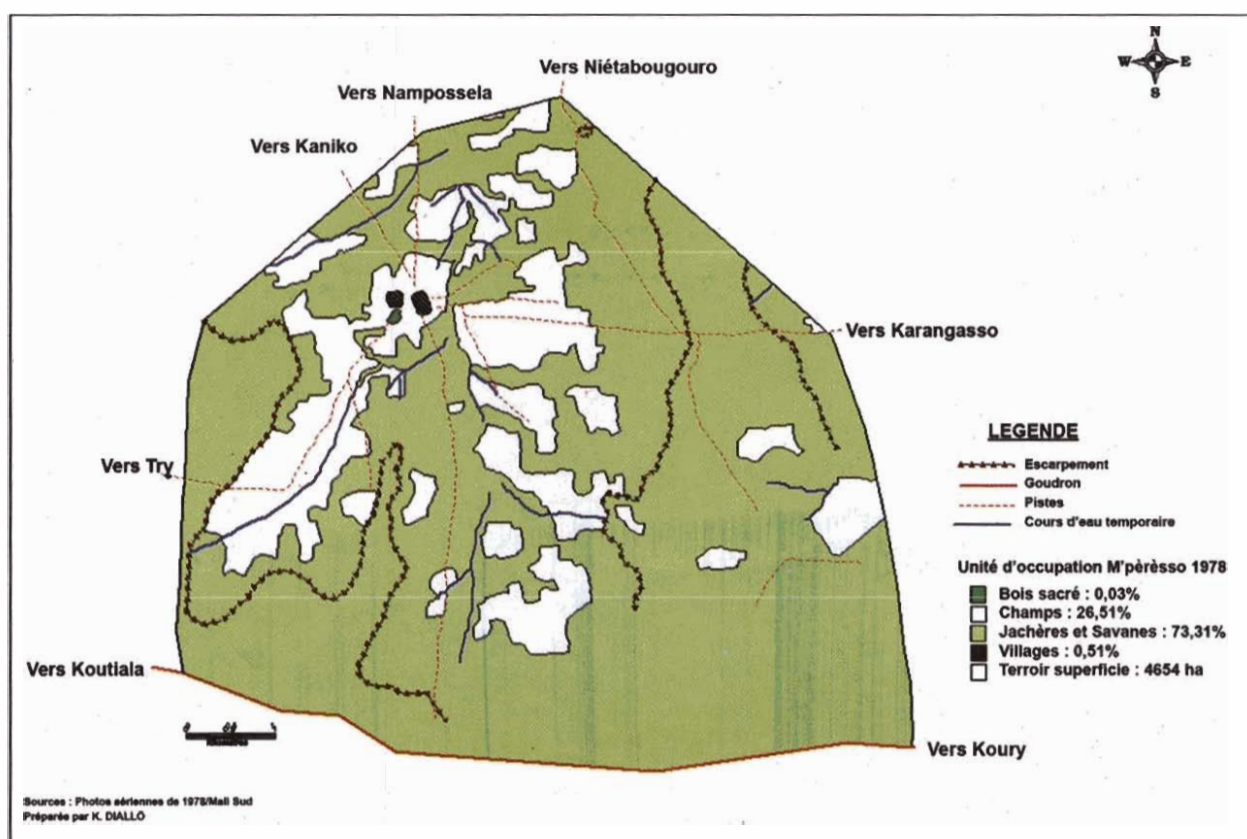
• Tableau II. Tableau d'échantillonnage des relevés dendrométriques dans le peuplement ligneux des champs

Villages	Champ
Lagassagou	18
M'pèresso	22
Total	28

Tableau III. Évolution des unités d'occupation des terres du terroir de M'pèresso de 1978 à 2008

Village		Bois sacré		Champs		Formations forestières naturelles et jachères		Totale		
Surface	Sup. en hectare	%	Sup. en hectare	%	Sup. en hectare	%	Sup. en hectare	%	Sup. en hectare	%
Année 1978	6,86	0,15	1,69	0,03	1233,64	26,51	3411,63	73,31	4653,53	100
Année 2008	19,75	0,42	3,07	0,07	3066,13	65,88	1565,19	33,63	4654,14	100

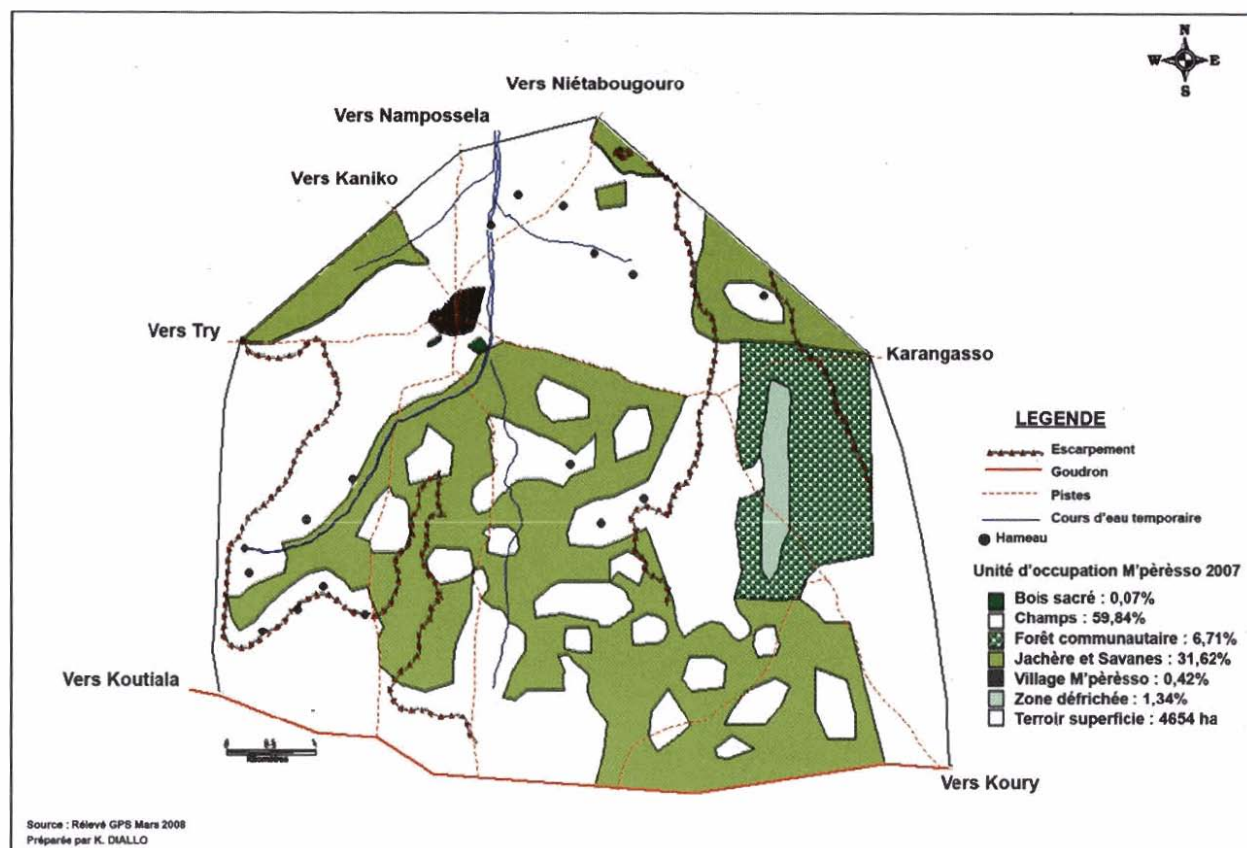
Sup. = superficie



Carte 1 a : Occupation des terres du terroir de M'pèresso en 1978.

en 2008. Le taux annuel d'augmentation des superficies cultivées de 1978 à 2008 a été de 1,33 %. De 3411,33 ha (73,31 %) en 1978, la superficie des formations forestières naturelles et des jachères a été de 1665,33 ha

en 2008, soit 33,63 % du terroir. Le village qui représentait 0,15 % du terroir (6,86 ha) en 1978 a atteint 0,20 % (9,43 ha) en 1990 et 0,42 % (19,75 ha) en 2008.



Carte 1 b : Occupation des terres du terroir de M'pèresso en 2008.

Lagassagou

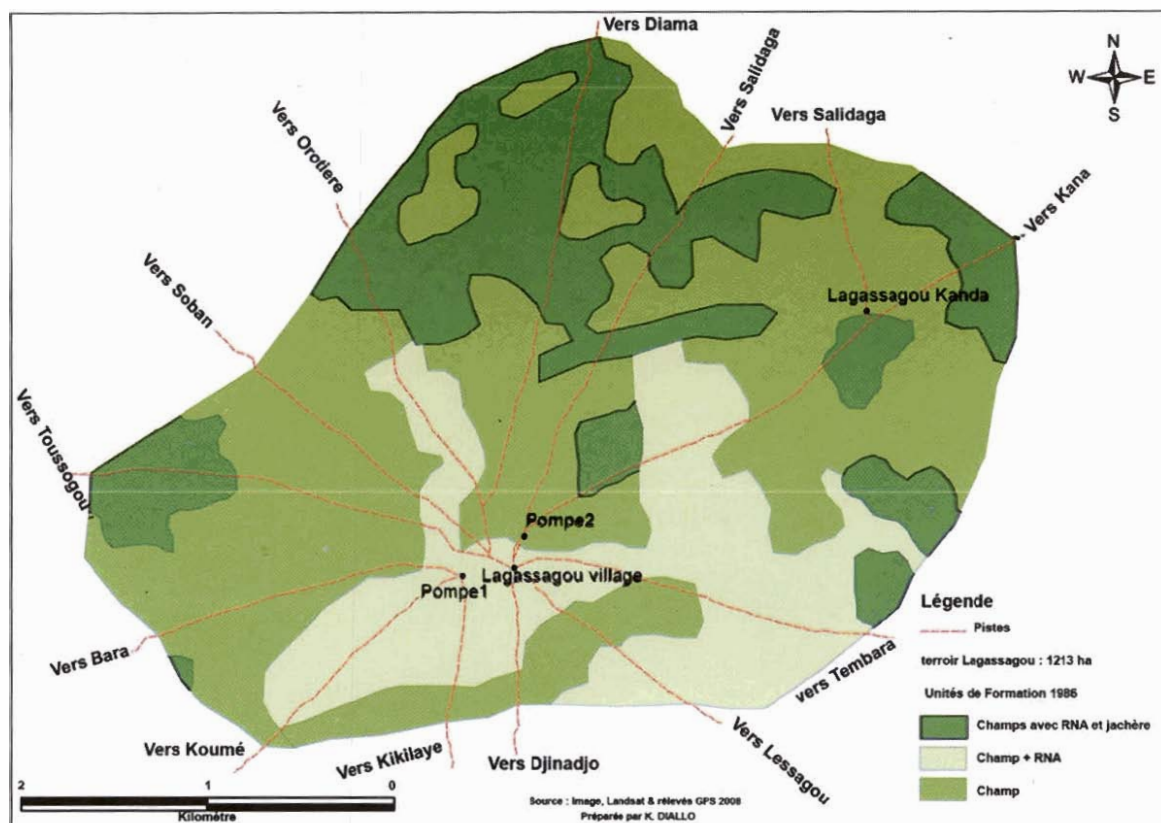
A Lagassagou, les types d'occupation des terres discriminés dans le terroir sont, d'une part, les champs où était pratiquée la régénération naturelle assistée (RNA), les champs avec RNA et jachères et les champs sans RNA et, d'autre part, les champs simples. La superficie des champs avec RNA qui était de 764,94 ha (63 %) en 1986 a atteint 799,16 ha en 2008 (66 %). De 206,88 ha (17 %) en 1986, le total champs avec RNA et jachères

a atteint 413,84 ha en 2008 soit 34 % du terroir. La superficie des champs sans RNA était de 2451,18 ha en 1986, mais en 2008, il n'a pas été rencontré de champs sans RNA (Tableau IV, carte 2a et 2b). Ceci signifie qu'actuellement, dans tous les champs, est pratiquée la régénération naturelle assistée (RNA) et sur toutes les espèces ligneuses, eu égard à l'absence de formations forestières naturelles et, cela, grâce à l'action des Organisations Non Gouvernementales.

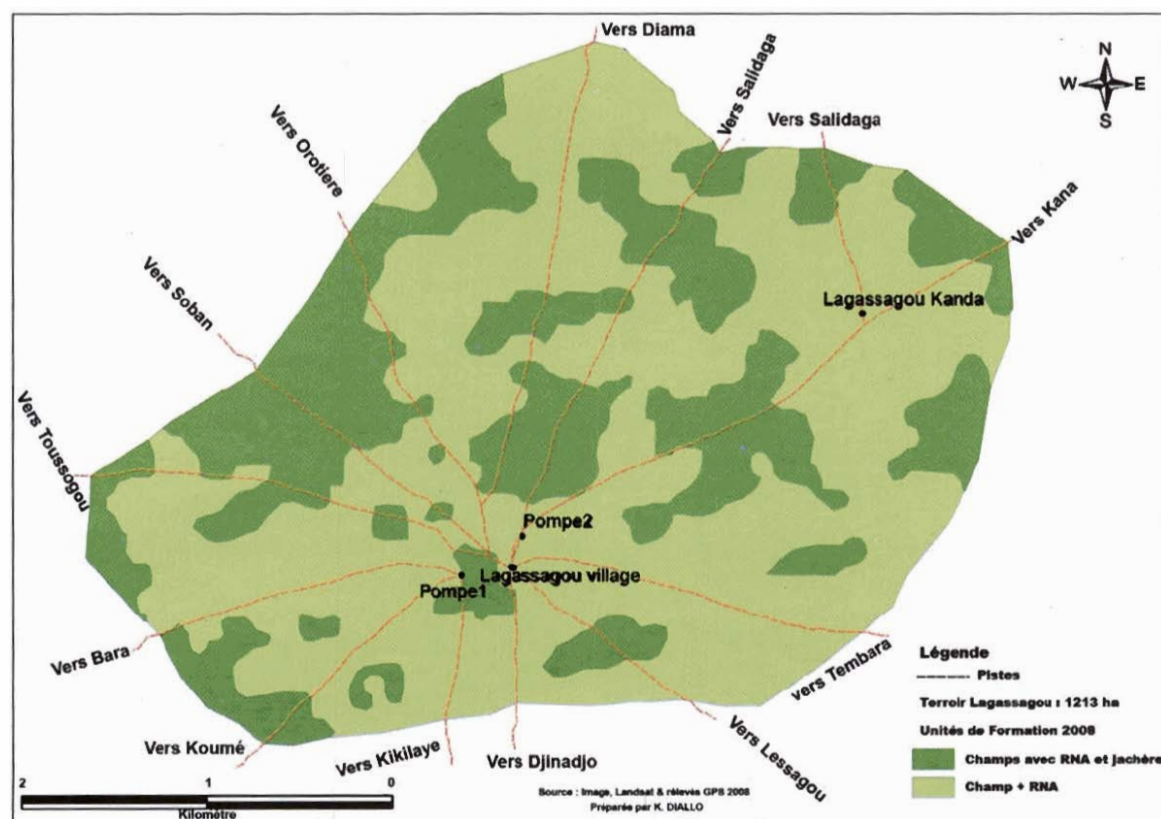
Tableau IV. Évolution des unités d'occupation des terres du terroir de Lagassagou (cercle de Bankass, Mali) de 1986 à 2008

Champ avec RNA et jachères de courtes durées			Champ avec RNA		Champ		Total	
Surface	Sup. en hectare	%	Sup. en hectare	%	Sup. en hectare	%	Sup. en hectare	%
Année 1986	206,88	17	764,94	63	241,18	20	1213,00	100
Année 2008	413,84	34	799,16	66	0	0	1213,00	100

Sup = superficie ; RNA = régénération naturelle assistée



Carte 2 a : Occupation des terres du terroir de Lagassagou en 1986.



Carte 2 b : Occupation des terres du terroir de Lagassagou en 2008.

3.2. Structure du peuplement ligneux des champs

3.2.1. Richesse en espèces ligneuses par relevé dans les champs

Le nombre moyen d'espèces ligneuses le plus élevé a été obtenu par relevé dans le terroir de Lagassagou, situé en zone soudanienne nord (Figure 1). Le plus petit nombre moyen d'espèces ligneuses par relevé a été obtenu dans les champs du terroir M'pèresso, situé en zone soudanienne sud.

3.2.2. Densité actuelle des tiges ligneuses dans les champs

Les plus fortes densités des tiges ligneuses ont été obtenues dans les champs de Lagassagou (Figure 2). Les plus faibles densités ont été obtenues dans les champs de M'pèresso.

3.2.3. Contribution des principales espèces à la densité totale des tiges ligneuses

Terroir de Lagassagou

La végétation ligneuse des champs est dominée par *Piliostigma reticulatum*, *Balanites aegyptiaca* et *Guiera senegalensis* (Figure 3). Toutes ces espèces ligneuses bénéficient à la fois de protection et de la conduite des régénérations naturelles. Les deux premières espèces constituent des sources de revenus pour les femmes. En effet, les fruits de *Piliostigma reticulatum* sont fourragers. À ce titre, les femmes les récoltent pour les vendre aux éleveurs peuls. Les fruits de *Balanites aegyptiaca* font tout aussi l'objet d'un commerce dans les foires hebdomadaires de la zone. En outre, toutes les espèces sont exploitées et valorisées comme bois de chauffe. Outre ces espèces, on rencontre dans

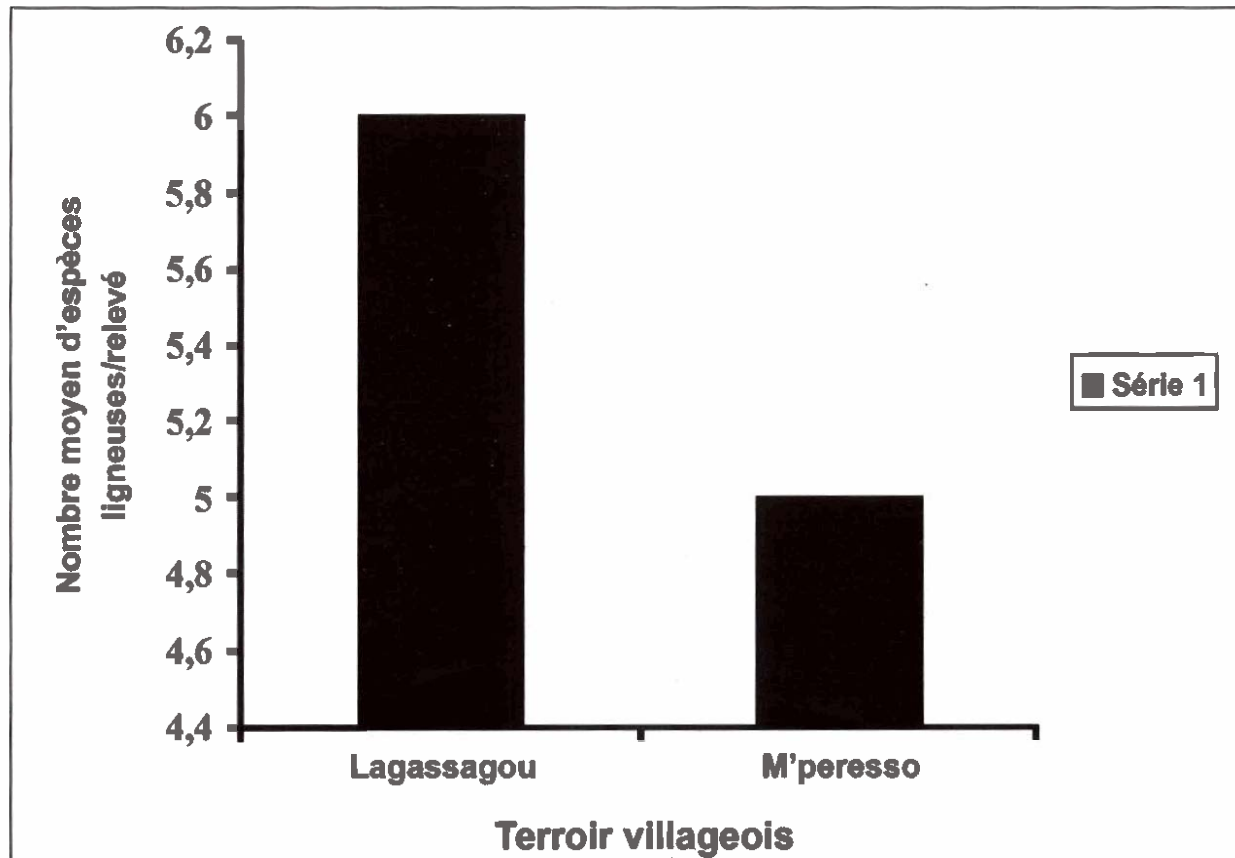


Figure 1. Richesse floristique moyenne par relevé dans les champs de quelques terroirs villageois au Mali

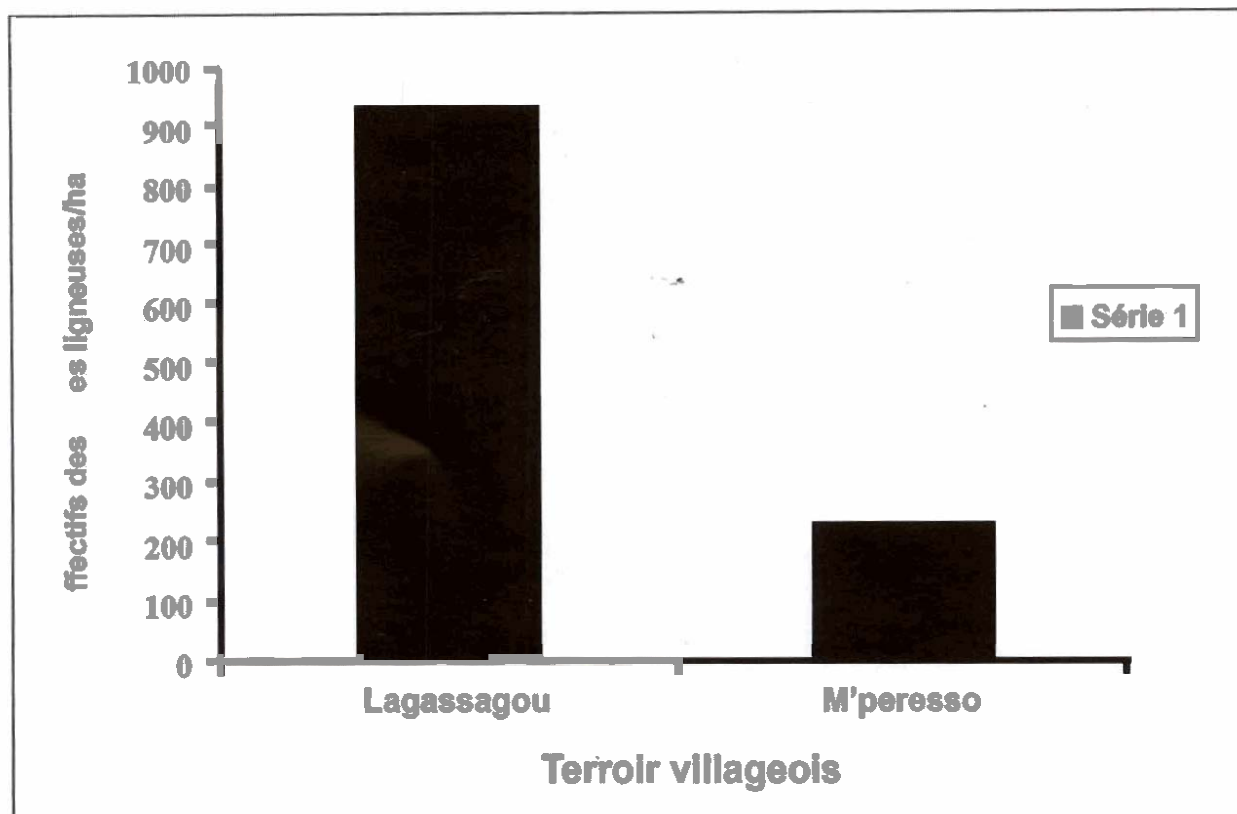


Figure 2. Densité des tiges ligneuses dans les champs de quelques terroirs villageois au Mali

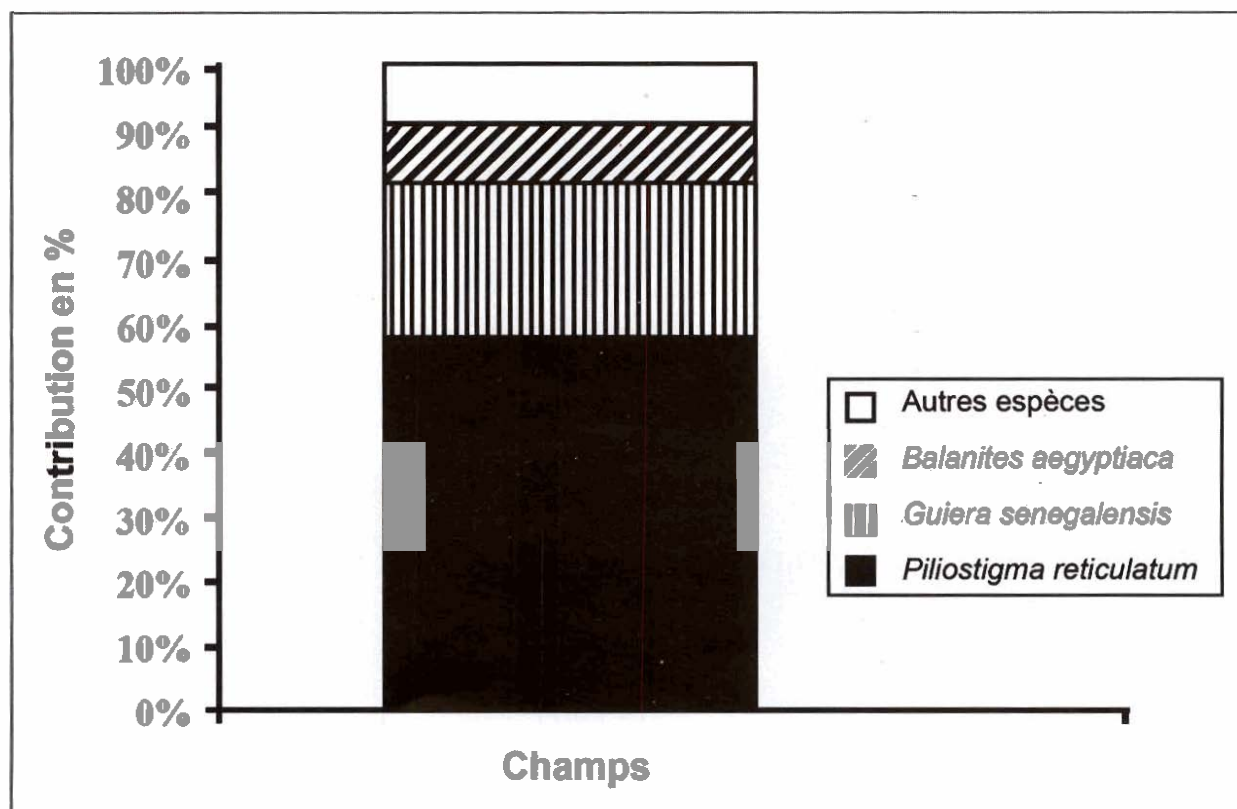


Figure 3. Contribution (en %) des principales espèces ligneuses à la densité totale des tiges ligneuses dans les champs du terroir de Lagassagou

les champs *Acacia albida* (fourrage et fertilité des sols), *Sclerocarya birrea* (alimentation) et *Adansonia digitata* (alimentaire). Ce dernier fait l'objet de plantation par les populations.

Terroir de M'pèresso

La végétation des champs est dominée par *Guiera senegalensis*, *Daniellia oliveri*, *Diospyros mespiliformis* sous forme d'arbrisseaux sous les arbres et *Vitellaria paradoxa* (Figure 4). On y rencontre aussi *Parkia biglobosa*. *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* sont des espèces prioritaires pour les populations des zones guinéenne nord et soudanienne du Mali en raison de leur

importance socio-économique (Anonyme, 1996 ; Bagnoud *et al.*, 1995 ; Bagnoud, 1992).

3.2.4. La régénération des ligneux dans les champs des terroirs étudiés

Il a été considéré comme régénération les tiges ligneuses dont la circonférence à 1,30 m est inférieure à 10 cm. La contribution de la régénération à la densité du peuplement ligneux des champs varie de 70 à 85 % (Tableau V). Les plus fortes contributions sont obtenues dans les champs de Lagassagou à cause de la pratique de la régénération naturelle assistée par les populations.

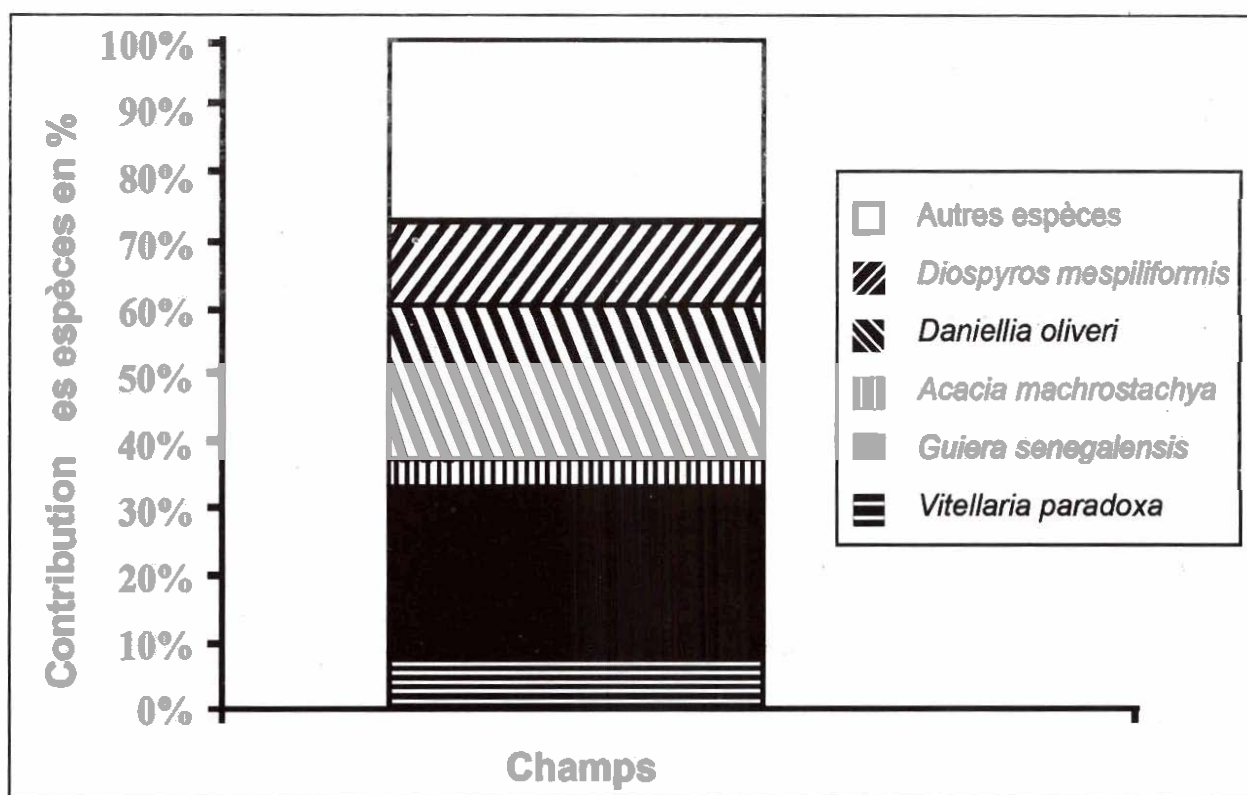


Figure 4. Contribution (en %) des principales espèces ligneuses à la densité totale des tiges ligneuses dans les champs du terroir de M'pèresso

Tableau V. Contribution en % des tiges ayant une circonférence à 1,30m (C1,0 m) inférieure ou égale à 10 cm dans les terroirs

Terroir	Contribution en % de la régénération ligneuse à la densité totale des tiges
Lagassagou	85,25
M'pèresso	73,87

Potentiel de régénération du peuplement ligneux des champs (parcs agroforestiers)

L'indice de régénération des parcs agroforestiers des terroirs étudiés est consigné dans le tableau VI. La typologie des parcs agroforestiers selon la valeur de l'indice de régénération I_r est la suivante (Cissé, 1995) :

$I_r > 1$ signifie que le parc est en expansion ;
 $I_r < 1$ signifie que le parc est vieillissant ;
 $I_r = 1$ signifie que le parc est en équilibre.

Tableau VI. Indice de régénération totale des parcs agroforestiers de certains villages au Mali

Terroirs	Indice de régénération totale
Lagassagou	5,78
M'pèresso	2,82

Tous les parcs étudiés ont un I_r supérieur à 1 ; donc, ils sont en expansion. Les plus grands indices ont été obtenus dans les parcs du terroir de Lagassagou. Les parcs agroforestiers des terroirs étudiés présentent un potentiel très élevé de régénération du peuplement ligneux. Ce potentiel est constitué par les rejets de souche, les germinations et les drageons. Ceci constitue un atout pour la mise en œuvre de la régénération naturelle assistée en vue d'augmenter la densité des tiges ligneuses dans les champs. A signaler qu'à Lagassagou, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* sont les principales espèces qui composent la régénération dans les champs (Figure 5). A M'pèresso la régénération ligneuse est dominée par *Guiera senegalensis*, *Daniellia oliveri* et *Diospyros mespiliformis* (Figure 6).

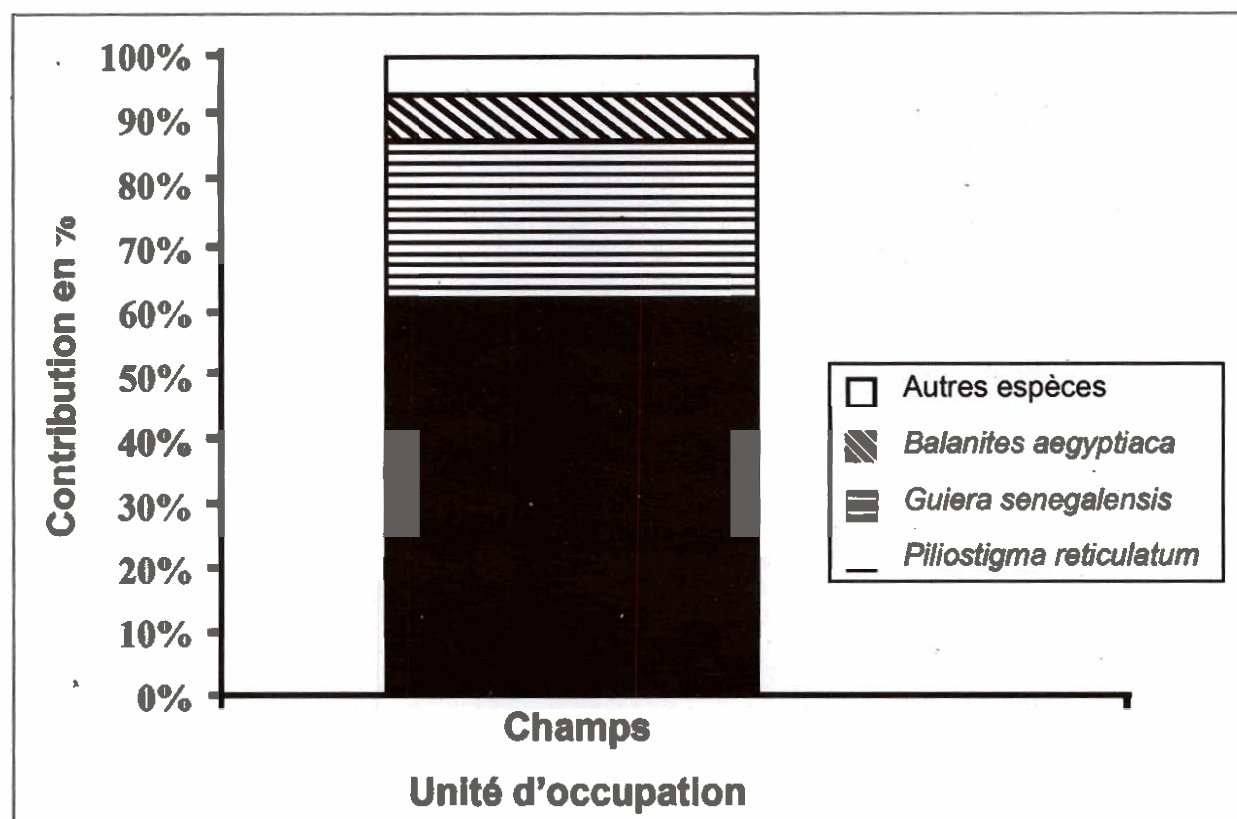


Figure 5. Contribution des principales espèces ligneuses à la régénération dans les champs du terroir de Lagassagou

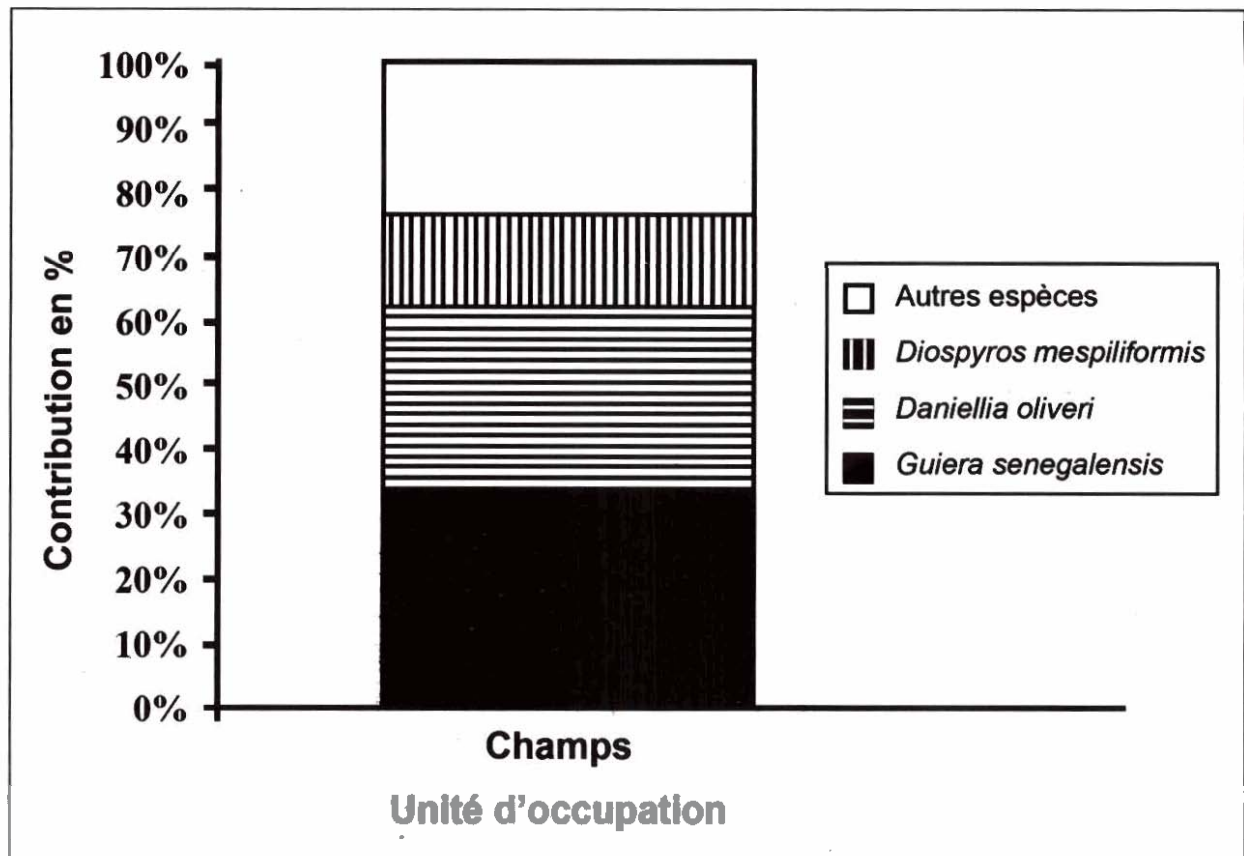


Figure 6. Contribution des principales espèces ligneuses à la régénération dans les champs du terroir de M'pèresso.

IV. Discussion

Globalement, il a été noté une augmentation des superficies cultivées dans tous les terroirs étudiés. Les formations forestières naturelles ont disparu dans le terroir de Lagassagou et ont subi une diminution drastique dans le terroir de M'pèresso. La diminution continue de la superficie des formations forestières naturelles est constatée dans plusieurs terroirs de la zone soudanienne du Mali (Haywood, 1981 ; Diallo, 2008). Diallo (2008), a mis en évidence la disparition des formations forestières naturelles de 1954 à 2007 dans le terroir de Kaniko (terroir voisin de celui de M'pèresso). Le maintien d'un couvert forestier dans le terroir de M'pèresso, quoique situé dans le vieux bassin cotonnier, s'explique par la mise en œuvre des règles de gestion de la Convention locale de gestion des ressources naturelles dénommée « SIWAA » (Joldersma *et al.*, 1994). En effet, le Département des Recherches sur les Systèmes de Production

de l'Institut d'Economie Rurale (IER), le Projet Lutte Antiérosive de la CMDT, le cantonnement forestier de Koutiala et l'administration générale ont développé et mis en œuvre en collaboration avec les populations dans les années 1990, cette convention locale de gestion des ressources naturelles dénommée « SIWAA ». Elle regroupe actuellement les 7 villages suivants : Kaniko, M'pèresso, Namposséla, N'Goukan, Faraoula, Try 1 et Try 2 (Joldersma *et al.*, *op.cit.*). Dans ce cadre, le terroir de M'pèresso a été choisi en raison de ses potentialités en bois, comme zone d'exploitation de bois vert pour tous les villages du SIWAA. La Convention a permis principalement la réglementation de l'exploitation des ressources forestières et pastorales. À titre d'exemple, il est permis à chaque épouse de la zone de prélever par an 3 charretées de bois vert. L'exploitation du bois mort se fait à volonté, sans restriction aucune.

L'augmentation de la population et le niveau d'équipement agricole sont les principales causes des changements observés dans l'évolution des superficies des unités d'occupation des terres. Si rien n'est fait, la tendance à long terme, dans les terroirs des zones soudanaises, sera la diminution, voire la disparition des formations forestières naturelles au profit des superficies cultivées (les champs) donc, des parcs agroforestiers.

La plus faible densité des tiges ligneuses a été obtenue dans le terroir de M'pèresso. En effet, dans ce terroir, la durée moyenne de mise en culture des champs sans jachère est plus de 20 ans (Traoré, 2007). Selon plusieurs auteurs, la longue durée de mise en culture a un effet négatif sur la régénération et la richesse spécifique du peuplement ligneux (Alexandre, 1989 ; Mitja, 1993 ; Yossi, 1996). Par ailleurs, les populations préservent principalement les arbres épargnés lors de l'installation des champs et ne pratiquent pas intensivement la régénération naturelle assistée. Ceci semble expliquer la faible densité des ligneux dans les champs de ce terroir.

La plus forte densité des tiges ligneuses a été obtenue dans les champs du terroir de Lagassagou malgré la longue durée de mise en culture des champs sans jachère (supérieure à 20 ans). Ceci s'explique par le fait de la préservation des arbres épargnés lors de l'installation des champs et de la pratique intensive de la régénération naturelle assistée dans tous les parcs agroforestiers dudit terroir. Elle consiste à protéger et à conduire les rejets de souche, les drageons et les plants issus de germination d'espèces ligneuses utiles pour les populations.

Les champs de Lagassagou présentent le plus fort potentiel de régénération des ligneux. Un certain nombre de facteurs sont à la base de ce phénomène. Ce sont, d'une part, les réglementations relatives aux arbres et, d'autre part, les pratiques et techniques de gestion des ligneux (traditionnelle, moderne, initiées). À Lagassagou les ligneux sont gérés selon deux types de réglementation à savoir la réglementation forestière traditionnelle

dénommée Alamodjou et le code forestier. Du temps des ancêtres, l'association Alamodjou gisait principalement les espèces fruitières (baobab, raisinier, prunier, tamarinier et karité). Actuellement, toutes les espèces ligneuses sont concernées par la réglementation de l'association « Alamodjou ». Les pratiques de gestion des ligneux dans le terroir étaient la préservation des arbres épargnés lors de l'installation des champs, la protection et la conduite de la régénération naturelle et l'entretien de *Vitellaria paradoxa*, *Acacia albida*, la réglementation forestière traditionnelle « Alamodjou » dont les principes directeurs sont : « Ne jamais abattre un arbre, prélever sur l'arbre juste ce dont on a besoin ». A partir de 1990, grâce aux activités de certains projets (SOS Sahel Grande Bretagne, Projet Jachère, DRSPR Mopti), la protection et la conduite de la régénération se sont étendues à plusieurs espèces, notamment à des fins de production de bois, de fruits et de fourrage. La plantation et le semis directs sont également pratiqués. Ce système de gestion des ressources forestières se rencontre dans la majorité des villages du pays Dogon.

L'exploitation des ressources forestières pour les besoins d'autoconsommation en bois de chauffe et en fourrage provenant des arbres protégés par les populations n'est pas autorisée par la législation forestière. Ceci constitue un facteur de découragement des populations pour la pratique de la régénération naturelle assistée. Ainsi, il apparaît alors une certaine inadéquation de la législation forestière. Cette situation a été déjà signalée par McLain (1991) sur la politique forestière du Mali dans la région de Mopti.

V. Conclusion

Au cours des trente dernières années, la structure et le mode d'utilisation de l'espace rural ont subi de profonds changements en zone soudanienne du Mali. En effet, dans tous les terroirs étudiés, les superficies des champs ont augmenté. Mais, cette augmentation a été très rapide dans le terroir de Lagassagou situé en zone soudanienne nord. Les formations forestières naturelles ont disparu. Dans

le terroir de M'pèresso les superficies ont diminué. Les jachères subsistent encore dans les villages de Lagassagou, avec toutefois des durées très courtes (moins de 3 ans). L'augmentation de la population et le niveau d'équipement agricole sont les principales causes des changements constatés dans les superficies des unités d'occupation des terres. Les champs des terroirs de Lagassagou contiennent les plus fortes densités de tiges ligneuses en raison de la pratique intensive de la régénération naturelle assistée et de la préservation des arbres épargnés lors de l'installation des champs. Les plus faibles densités ont été obtenues dans les champs du terroir de M'pèresso qui pratiquent principalement la préservation des arbres épargnés lors des défrichements.

Le peuplement ligneux des champs (parcs agroforestiers) des terroirs étudiés présente un potentiel très élevé de régénération. Ce potentiel est constitué par les rejets de souche, les germinations et les drageons.

En raison de la convention SIWAA, des formations forestières naturelles ont pu être maintenues dans le terroir de M'pèresso pour la satisfaction des besoins des populations.

La pratique de la régénération naturelle assistée et la mise en œuvre de la convention SIWAA ont contribué à une meilleure gestion des ressources forestières dans les terroirs étudiés.

VI. Références bibliographiques citées

- Alexandre D.Y., 1989. Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. Etudes et thèses ORSTOM, Paris, 102 pages.
- Anonyme, 1996. Prioritisation des ligneux à usages multiples dans les savanes parcs de la zone semi-aride du Mali. IER/CRRA de Sotuba/Programme Ressources Forestières, Sotuba, Mali, 55 pages.
- Bagnoud N., Schmithüsen F. et Sorg J. P., 1995. Les parcs à karité et néré au Sud-Mali. Analyse du bilan économique des arbres associés aux cultures. Bois et Forêts des tropiques, 244 : 9-23.
- Bagnoud N., 1992. Aspects du rôle socio-économique des arbres dans les parcs à karité et néré de la zone du Mali-Sud et conséquences pour l'évolution future : exemple des villages de Pourou, Guatela et N'tossoni. Travail de Diplôme. Département de Recherche sur la Forêt et sur le Bois, ETH-Zentrum, Zürich (Suisse)/Opération Aménagement et Reboisement de Sikasso, Mali, 70 p + annexes.
- Cissé M. I., 1995. Les parcs agroforestiers au Mali. Etat des connaissances et perspectives pour leur amélioration. Rapport AFRENA, n° 93, ICRAF, Nairobi, 53p.
- Diallo K., 2008. Evolution de l'occupation du sol dans le vieux bassin cotonnier (cas du terroir de Kaniko Koutiala), mémoire pour l'obtention du diplôme de maîtrise en études et recherche pour le développement, Centre de Formation et d'appui-conseil pour le développement local (DELTA-C), Bamako, Mali, 75 pages.
- Haywood M., 1981. Évolution de l'utilisation des terres et de la végétation dans la zone soudano-sahélienne du Projet CIPEA au Mali., Documents et Travaux 3. CIPEA, Addis Ababa.
- Joldersma R., Hilhorst T., Diarra S., Coulibaly L. et Vlaar J., 1994. SIWAA, la brousse sèche. Expériences de gestion de terroir villageois au Mali. KIT Développement agricole, Série Gestion de l'Environnement, Bulletin n°341, Institut Royal des Tropiques (KIT), Institut d'Economie Rurale (IER), Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT).
- Kelly V., 2007. Guide méthodologique pour les études sur les impacts de la gestion des ressources naturelles. Document USAID, IRG, Washington DC.
- Le Bourgeois T. et Grard P., 1988. BASEFLO : La gestion informatique des relevés d'enherbement. Notice d'utilisation CIRAD/IRCT, Montpellier, Version avril 1988, 58 pages.
- Mitja D., 1993. Essartage et reconstitution dans les jachères en savane humide de Côte d'Ivoire (Booro-Borotou, Touba). Dans : C. Floret et G. Serpantié (Eds.). La jachère en Afrique de l'Ouest, Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris.

- McLain, R., 1991. Le régime foncier, la gestion de l'arbre et le code forestier au Mali. Rapport d'une étude préliminaire au Mali Central. Land Tenure Center, University of Wisconsin, Madison, USA, 73p.
- PIRT (Projet Inventaire des Ressources Terrestres), 1986. Zonage agro-écologique du Mali - Tome 1 + 1 carte au 1/1.000.000. INRZFH/DRFH/PIRT, Sotuba (Bamako), Mali, 151 pages.
- USAID 2006. Etude de la filière de l'Eucalyptus dans la vallée du Yamé.
- Traoré L., 2007. Dynamique de la végétation ligneuse post-culturelle en zone Mali-Sud: Cas du terroir villageois de M'pèresso (cercle de Koutiala). Mémoire de DEA, Université de Bamako, Faculté des Sciences et Techniques de Badalabougou, Mali.
- Yossi H., 1996. Dynamique de la végétation post-culturelle en zone soudanienne au Mali, thèse de doctorat, Option Population-Environnement, ISFRA, Bamako, Mali. 141 pages.

5

Évaluation de variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum*) pour leur adaptation aux régions désertiques du Mali

Assessing potato (*Solanum tuberosum*) varieties for their adaptation to desert conditions in Mali

Daouda Dembélé¹ et Mohamed Maïga²

¹Chercheur, Institut d'Économie Rurale CRRA/Sotuba BP : 262 Bko <daoudad91@yahoo.fr>

²Chercheur, Institut d'Économie Rurale CRRA/Gao

Résumé

La faiblesse, d'une part et l'irrégularité, d'autre part, de la pluviométrie des zones désertiques du Mali, (régions de Gao, de Tombouctou et de Kidal qui recueillent 250 mm en moyenne) font que la culture des céréales y est incertaine. Le développement de la culture de la pomme de terre doit permettre, non seulement d'aider à améliorer l'alimentation des populations de ces régions, mais aussi de prévenir la pénurie alimentaire. Les variétés Claustar, Sahel, Pamina et Odessa ont été testées pendant deux ans en milieu paysan à Kidal et à la station de recherche agronomique de Bagoundié à Gao, dans le but de développer la production de pomme de terre dans ces régions. Les résultats ont été analysés par ANOVA et la comparaison des moyennes a été faite par la méthode de Duncan. A Kidal, les tests ont été réalisés en collaboration avec 4 paysans et chaque paysan constituait une répétition. Les résultats obtenus n'ont montré de différences significatives, entre les variétés, ni en première ni en deuxième année. Les rendements moyens variaient entre 15 et 18 t/ha en première année et de 24 à 44 t/ha en deuxième année. Les résultats de la deuxième année indiquent que les paysans ont commencé à respecter les itinéraires techniques, donc à maîtriser les techniques de production. À la station de Bagoundié à Gao, toutes les variétés ont produit des rendements moyens supérieurs à 24 tonnes/ha. On peut donc en conclure que la production de pomme de terre peut être développée dans les régions du Nord avec beaucoup de réussite si l'on dispose des semences en début de saison fraîche.

Mots clés : pomme de terre, variétés, régions désertiques, Mali

Abstracts

Low and irregular rainfall in dry areas in Mali, particularly in the regions of Gao, Timbuktu and Kidal (250 mm in average), make cereal crops uncertain. The development of the potato culture should allow not only to help improve the nutrition of populations of those regions, but also to prevent food shortages. Four varieties, Claustar, Sahel, Pamina and Odessa, were tested for two years in farmer fields in Kidal and at the agricultural research station of Bagoundié in Gao, in order to develop the production of potato in those regions. The data were analyzed by ANOVA and the means were ranked by Duncan. In Kidal, the tests were carried out in collaboration with 4 farmers and each farmer was considered as a replication. The results showed no significant differences among varieties for the second year. Average yields varied from 15 and 18 t/ha during the first year and from 24 to 44 t/ha within the second. The results of the second year indicate that farmers have started to follow the technical practices to master the production techniques. At the station of Bagoundié in Gao, all varieties produced an average yield greater than 24 tons/ha. It can therefore be concluded that potatoes can be successfully developed in the northern areas if seeds are available early in the cool season.

Keywords: potato varieties, dry area, Mali



I. Introduction

Les cultures légumières constituent des sources importantes de revenus, particulièrement pour les catégories sociales les plus défavorisées (femmes, jeunes diplômés sans emploi et paysans). Parmi ces cultures, la pomme de terre est certainement la favorite parce qu'elle suscite un engouement chez toutes les couches sociales de la population Malienne.

L'irrégularité et la faiblesse pluviométrique de la zone désertique du Mali, notamment des régions de Gao, Tombouctou et Kidal, avec 250 mm en moyenne, font que la pratique des cultures céréalières demeure incertaine. Le développement de la culture de la pomme de terre doit permettre, non seulement de prévenir la pénurie alimentaire mais aussi, d'aider à améliorer l'alimentation des populations.

Les conditions climatiques et édaphiques des zones de cultures des régions Nord doivent être favorables à la culture de la pomme de terre. En effet, d'une part, les températures nocturnes sont très basses dans ces régions surtout pendant les périodes fraîches, notamment d'octobre à février où elles peuvent descendre jusqu'à 10°C et, par ailleurs, les sols sont généralement sablonneux. Ces deux caractéristiques sont très favorables à la croissance de la plante et au développement des tubercules de la pomme de terre (Berthet, 1974 ; Moule, 1970).

La production totale du Mali est évaluée à 60 940 tonnes, avec un rendement moyen de 20 tonnes/ha. La région de Sikasso, qui est le plus grand bassin, produit en moyenne 50 000 tonnes. Les productions des régions du Nord sont à cet égard insignifiantes. Il faut noter en outre que, dans certaines localités comme Kidal, les producteurs ne sont pas initiés à la culture de la pomme de terre.

Les expérimentations réalisées au cours des campagnes 2005-2006 et en 2006-2007, avaient pour but d'identifier des variétés commerciales performantes en fonction de la productivité, de la tolérance aux maladies et aux insectes. Elles ont été réalisées à la « sous-station » de

recherche agronomique de Bagoundié à Gao et en milieu paysan à Kidal. Les essais réalisés en milieu paysan permettaient aux producteurs et aux productrices de maîtriser les techniques de production de pomme de terre dans leur localité.

II. Matériel et méthode

2.1. Matériel végétal

Il est constitué par les variétés suivantes, décrites par Ramatou et coll. (2002):

- *Claustar* : variété rustique très productive. Gros tubercules réguliers à yeux superficiels, bonne conservation, faible teneur en matière sèche, demi-précoce.
- *Sahel* : variété productive, rendements élevés, gros tubercules oblongs et courts, précoce à demi-précoce.
- *Pamina* : variété très vigoureuse productive, gros tubercules réguliers à peau jaune, sensible aux chocs et au mildiou, demi-tardive.
- *Odessa* : tubercules réguliers oblongs, demi-précoce.

Dans l'ensemble, l'état sanitaire des tubercules était satisfaisant ; toutefois, des cas de pourritures ont été observés sur les variétés Sahel et Claustar.

2.2. Méthode

Avant de procéder à la plantation dans les deux sites, les tubercules ont été mis en pré-germination. Elle a consisté à étaler les tubercules dans une tranchée et à les recouvrir de sable fin humide ; le tout est recouvert de sac en jute qui est humidifié régulièrement. La pré-germination a duré deux semaines pour toutes les variétés.

Les plantations des tubercules ont été effectuées entre le 28 novembre et le 15 décembre chez tous les paysans et en station, pendant deux ans.

- **Test en milieu paysan à Kidal**

- **Protocole expérimental**

- Le nombre de paysans était de 7 et les critères de choix étaient la disponibilité et l'engagement du paysan, l'accessibilité de l'exploitation.
- Le nombre de répétitions était de 7, chaque paysan ayant constitué une répétition.
- Chaque paysan a reçu 5 kg de semence de chaque variété de pomme de terre et disposait d'une parcelle élémentaire de 12 m².
- Le type de plantation était les billons.
- Les écartements étaient de : 60 cm x 40 cm, soit un tubercule par poquet.
- Le calibre des tubercules plantés était 35/55 mm.
- La formule de fertilisation utilisée était la suivante :
 - fumure organique : 20 t/ha
 - fumure minérale : 100 N – 100 P₂O₅ – 200 K₂O

Le fumier, le phosphate d'ammoniaque et le sulfate de potasse ont été apportés en fumure de fond. L'azote a été apporté en fumure de couverture en deux tranches : une moitié deux semaines après la plantation et l'autre moitié trois semaines après le premier apport.

Les parcelles ont été traitées avant plantation au furadan à raison de 30 g/12 m². Les traitements phytosanitaires ont été effectués au décis à raison de 10 ml/10 litres d'eau.

Les irrigations et les sarco-binages étaient effectués à la demande.

Les observations effectuées ont porté sur la hauteur des plants, le nombre de pousse ou de touffes par plant, le diamètre des plants, le calibre des tubercules, le rendement, l'état physiologique et l'état sanitaire.

- **Essai en station à Bagoundié (Gao)**

- **Protocole expérimental**

- Le bloc de Fisher : 4 répétitions randomisées
- La superficie parcelle élémentaire : 12 m².
- La plantation sur billons :
- La plantation a été faite sur billons ; écartements : 60 cm x 40 cm, soit un tubercule par poquet. Le calibre des tubercules plantés variait de 35 à 55 mm.
- La formule fertilisation utilisée est la suivante :
 - fumure organique : 20 t/ha
 - fumure minérale : 100 - 100 - 200

Le fumier, le phosphate d'ammoniaque et le sulfate de potasse ont été apportés en fumure de fond. L'azote a été apporté en fumure de couverture en deux tranches : une moitié deux semaines après la plantation et l'autre moitié trois semaines après le premier apport.

Les parcelles ont été traitées au furadan avant plantation à raison de 30 g/12 m². Les traitements phytosanitaires ont été effectués par la suite avec le décis à raison de 10 ml/10 litres d'eau (trois fois au cours du cycle).

Les irrigations et les sarco-binages étaient effectués à la demande.

Les observations ont porté sur la hauteur des plants, le nombre de tiges ou de touffes, le diamètre des plants, l'état physiologique et sanitaire des tubercules, le calibre des tubercules, le rendement.



2.3. Conservation des tubercules des différentes variétés à la lumière diffuse de mars à octobre

Un abri de conservation à la lumière diffuse (cf. photo 1) a été installé dans la cour du centre régional de recherche agronomique de Gao sous des arbres. Cet abri a 2 m de hauteur ; 3 m de longueur ; 2 m de largeur avec du grillage et une toiture en paille de manière à éviter les rayons de soleil directs. La charpente a été faite avec des cornières métalliques. Des clayettes en bois ont été confectionnées et installées à l'intérieur de l'abri.

Après la récolte, 100 tubercules par variété ont été mis en conservation pour évaluer la durée de conservation de ces variétés dans les conditions écologiques de la région.

Les observations effectuées tous les 15 jours, portaient sur l'état physiologique et sanitaire des tubercules, le poids des tubercules et les taux de pertes en poids et en tubercules.

III. RESULTATS

Les relevés météo de la ville de Kidal sont présentés dans le tableau I.

3.1. Développement végétatif

3.1.1. Levée

Tous les tubercules plantés ont germé dans les 6 jours qui ont suivi la plantation dans les deux sites.

3.1.2. Croissance végétative

3.1.2.1. Site de Kidal en milieu paysan

Les résultats présentés ici concernent les 4 paysans qui ont respecté les itinéraires techniques recommandés.

La vigueur des plantes a été mesurée à partir du stade d'apparition des boutons floraux, ce qui correspond, d'une manière générale, à la date de formation des tubercules, soit environ 2 mois après plantation. Les résultats obtenus se trouvent dans la figure 1.

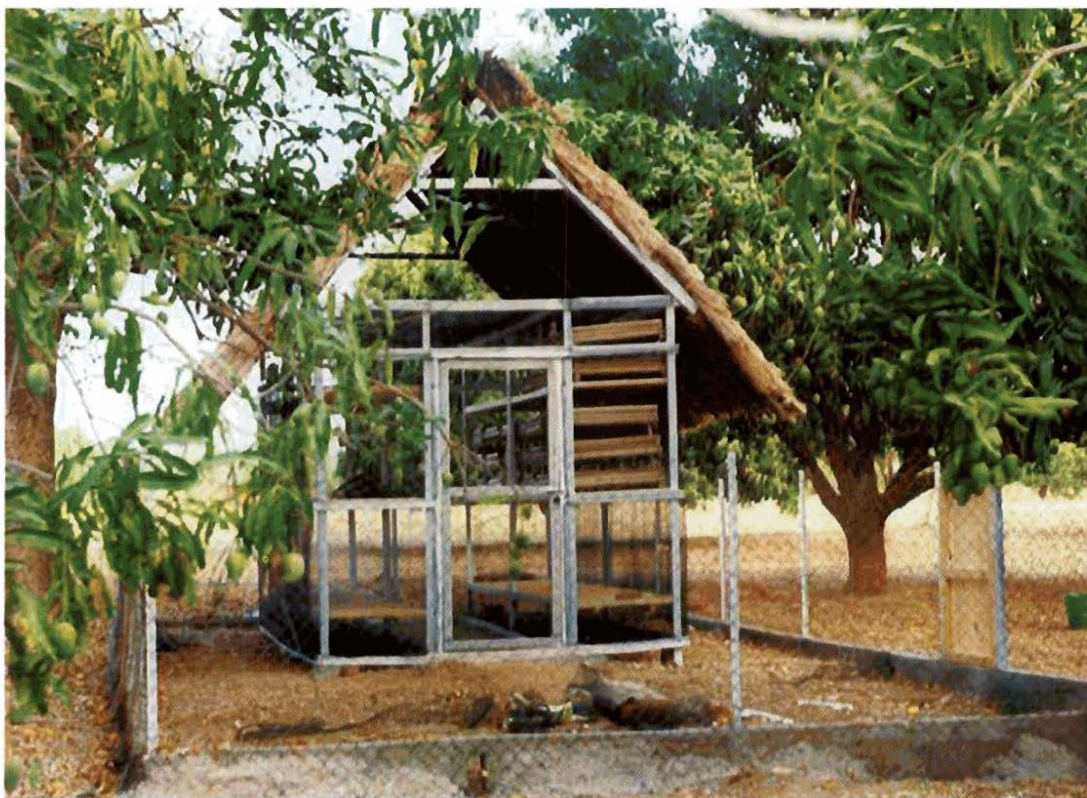


Photo 1 : Abri de conservation de pomme de terre à Gao

Tableau I. Relevés météorologiques de Kidal pendant la période des essais de pomme de terre (décembre 2005 à février 2007)

Mois	Années	Température maximum (°C)	Température minimum (°C)
Décembre	2005	29,7	16,9
Janvier	2006	28,3	14,8
Février	2006	31,1	16,5
Mars	2006	35,2	20,7
Avril	2006	38,8	24,3
Mai	2006	40,8	29,0
Juin	2006	42,1	30,2
Juillet	2006	41,1	29,6
Août	2006	40,4	28,8
Septembre	2006	38,3	26,2
Octobre	2006	36,2	22,4
Novembre	2006	33,4	20,2
Décembre	2006	29,8	17,2
Janvier	2007	28,6	14,5
Février	2007	32,6	17,6

Le tableau indique que les périodes des essais, novembre à mars, se situent à une période où les températures minimales sont en moyenne de 17,3°C et les maximums de 31°C. Les températures sont relativement fraîches pendant la période.

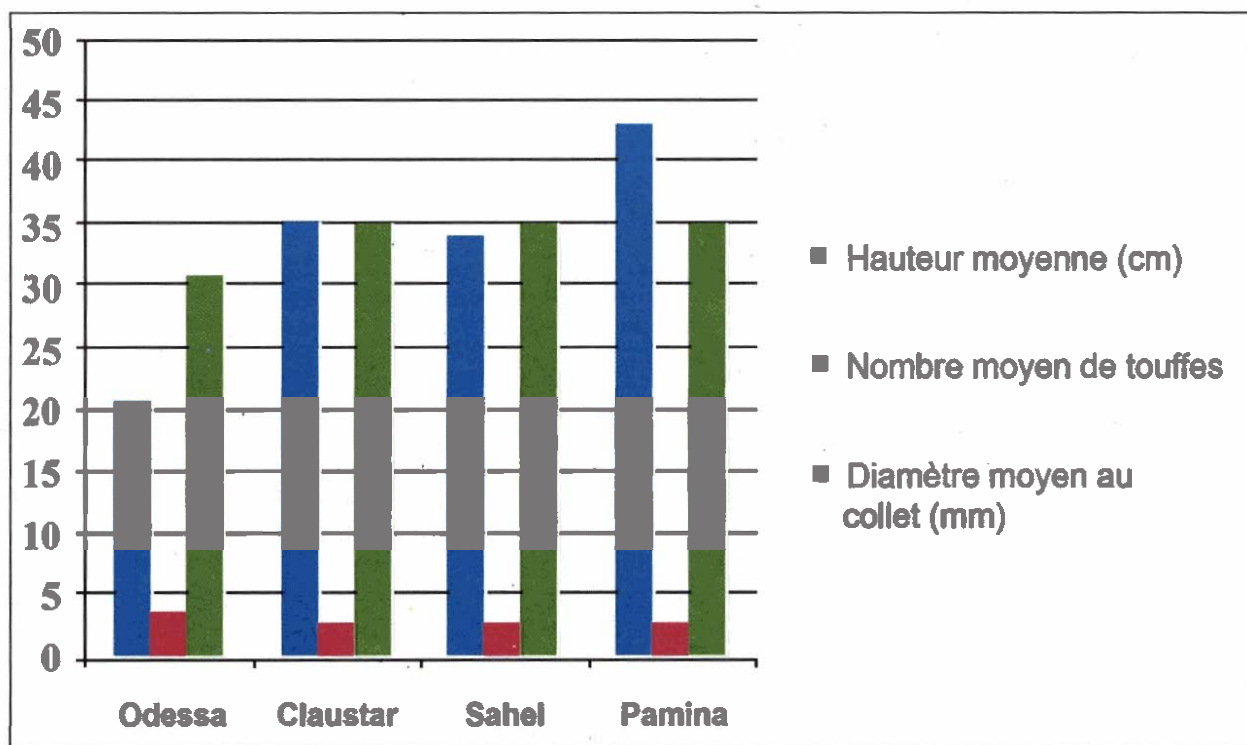


Figure 1. Résultats des observations sur la croissance végétative des variétés de pomme de terre plantées à Kidal entre le 1^{er} décembre et le 15 décembre, 2005 et 2006.

Les résultats indiquent que toutes les variétés sont plus vigoureuses que la variété Odessa, mais, que par contre, celle-ci développe plus de tiges par tubercule que les autres variétés.

3.1.2.2. Site de Gao : Sous-station de Bagoundié

Les résultats obtenus par les différentes variétés se trouvent à la figure 2.

La variété la plus vigoureuse a été Pamina. Elle est suivie par Odessa. Ces deux variétés ont obtenu également les nombres moyens les plus élevés de touffes.

3.2. Récolte

Les observations ont montré que la tubérisation commençait pour toutes les variétés 30 à 45 jours après la plantation. (Photo 3)

3.2.1. Site de Kidal en milieu paysan

La photo 2 représente une séance de récolte de pomme de terre à Kidal.

• État sanitaire des tubercules récoltés

D'une manière générale, les tubercules récoltés ne présentaient aucun symptôme de maladies, ni bactériennes, ni fongiques ; seuls quelques tubercules de la variété Odessa présentaient des trous creusés par des insectes ou des vers (photo 4).

Les récoltes ont été effectuées en mars au cours des deux campagnes. Les rendements obtenus par les variétés sont consignés dans le tableau II.

L'analyse statistique (test de Duncan) ne montre de différences significatives entre les variétés ni en 2005-2006 ni en 2006-2007.

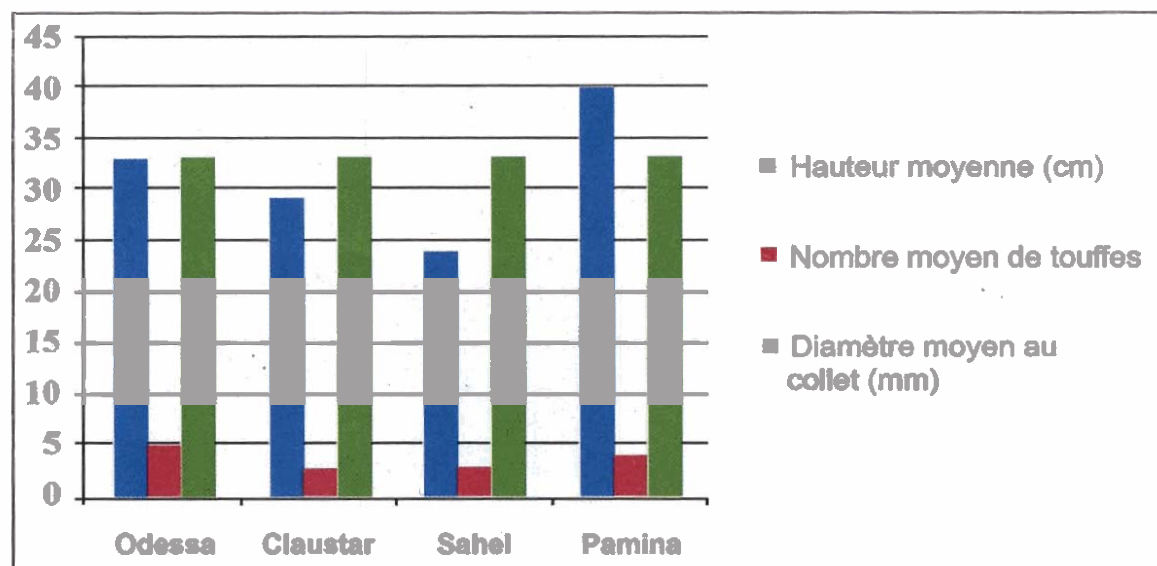


Figure 2. Résultats des observations effectuées sur la hauteur, les touffes et le diamètre des variétés de pomme de terre plantées à Bagoundié.

Tableau II. Rendements moyens (t/ha) obtenus par les variétés commerciales de pomme de terre plantées en milieu paysan à Kidal en 2005 et 2006 et récoltées en mars.

Variétés	Année 2005-06	Année 2006-07	Moyenne
Pamina	18,525 a	44,17 a	31,34
Claustar	19,650 a	29,44 a	24,54
Sahel	19,650 a	28,74 a	24,19
Odessa	15,175 a	24,62 a	19,89



Photo 2. Parcelle de pomme de terre dans un jardin à Kidal



Photo 3. Séance de récolte de pomme de terre à Kidal



Photo 4. Perforation des tubercules de la variété Odessa par des insectes.

En comparant les résultats de 2005-2006 avec ceux de 2006-2007, on constate que les rendements moyens ont augmenté pour toutes les variétés.

Les meilleurs rendements ont été obtenus par Pamina (photo 5) suivis d'Odessa, ensuite viennent Sahel (photo 6) et Claustar.

3.2.2. Site de Gao : Sous-station de Bagoundié

Les récoltes ont été effectuées en mars pendant les deux campagnes. Les résultats obtenus se trouvent dans le tableau IV.



Tableau III : Rendements obtenus par les variétés de pomme de terre testées par les paysans à Kidal, 2006-2007

Variétés	Paysans				
	Paysan 1	Paysan 2	Paysan 3	Paysan 4	Moyenne
Pamina	60,16	47,25	41,45	27,85	44,17
Claustar	37,25	18,95	40,83	20,75	29,44
Sahel	16,75	47,91	32,75	17,58	28,74
Odessa	29,91	27,00	34,16	7,41	24,62
Moyenne	30,93	34,13	34,97	18,39	29,78

Tableau IV. Rendements moyens (t/ha) obtenus par des variétés commerciales de pomme de terre plantées à Bagoundié le 28 novembre et le 15 décembre et récoltées les 10 et 15 mars au cours des deux ans.

Variétés	Année 2005-06	Année 2006-07	Moyenne
Odessa	35,325 ab	26,16 a	30,74
Claustar	24,750 b	23,61 ab	24,18
Pamina	38,550 a	33,25 a	35,9
Sahel	23,600 b	25,71 ab	24,655



Photo 5. Variété Pamina



Photo 6. Variété Sahel

IV. DISCUSSIONS

À Kidal, on constate que, du point de vue de la croissance en hauteur, la variété Odessa a obtenu la taille la plus courte par rapport aux autres variétés ; par contre, elle a obtenu le nombre de touffes le plus élevé. Quand à la variété Pamina (photo 5), elle avait la longueur de tige la plus importante.

La variété Odessa qui a obtenu le plus faible développement végétatif a produit moins de tubercules que les autres variétés. Cela s'explique par le fait que les photosynthétats produits sont faibles quand le développement végétatif n'est pas important. D'une manière générale, les rendements obtenus par les variétés ne sont pas significativement différents les uns des autres au cours de la même année. Cependant, on constate que les rendements ont augmenté pour toutes les variétés en cours de la campagne 2006-2007. Les producteurs de Kidal ne connaissaient pas la culture de la pomme de terre, ils ne pensaient pas pouvoir produire dans leur localité. À la vue des résultats obtenus dès la première année, ils ont mis à profit l'expérience ainsi acquise pour se conformer davantage aux itinéraires techniques recommandés (tableau II).

La température optimum pour le développement de la pomme de terre se situe entre 15 et 25°C (Vanderhofstadt et Jouan, 2009). Cependant, on constate qu'à Kidal, bien que les températures maximales de la saison atteignent ou dépassent les 30°C, les températures minimales (nocturnes) sont relativement basses (14 et 20°C) entraînant ainsi des différences de températures variant de 12 à 15°C, ce qui correspond à la thermopériode journalière des besoins de la pomme de terre (Vanderhofstadt et Jouan, 2009).

V. CONCLUSION

La restitution des résultats a permis aux producteurs de choisir la variété Pamina qui est reconnue comme étant une variété à rendement potentiel élevé (Ramatou et coll., 2002 et 2003) et la variété Sahel pour le développement de la culture dans leur zone de production.

À la station de recherche agronomique de Gao à Bagoundié, la variété Pamina a obtenu un développement végétatif plus important que celui des autres au point de vue croissance en hauteur (donc plus de feuilles développées) et elle a produit un nombre moyen de 4 tiges. Le nombre de touffes ou de tiges est important, dans la mesure où chaque tige développe des tubercules. Les rendements de cette variété ont été constamment supérieurs à ceux des autres variétés, à l'exception d'Odessa, pendant les deux années de l'essai (test de Duncan). Les variétés Odessa et Pamina sont comparables dans les conditions de la station de Gao au point de vue développement végétatif et rendements. Les variétés Sahel et Claustar qui sont les plus cultivées au Mali, ont obtenu des rendements inférieurs aux deux autres variétés.

Les rendements moyens obtenus au Mali notamment dans les principales zones de production que sont Sikasso et Kati sont de l'ordre de 20 tonnes/ha ; or à Kidal, en milieu paysan les rendements moyens de toutes les variétés étaient supérieurs à 20 tonnes. La variété Pamina, retenue par les paysans, a obtenu des rendements moyens de 44 tonnes/ha et Sahel a obtenu 28 tonnes/ha. À Gao, comparativement, toutes les variétés ont produit plus de 24 tonnes ; on peut donc en conclure que la production de pomme de terre peut être développée dans les régions du Nord avec beaucoup de réussite si on rend les semences disponibles dans ces localités en début de saison fraîche.



VI. REFERENCES

- Berthet Robert, 1974. La pomme de terre française –Spécial documentation N° 363-juillet-août 1974 84p
- Moule C., 1970. Plantes sarclées et diverses. Phytotechnie spéciale. Tome III ; Ed. La maison rustique-Paris ch. XI : p 144-195.
- Ramatou Djermakoye, Seyni Sidikou, Darasinh Shihakr, Daniel Ellisseche, Bernard Jouan et George Ducreux, 2002. Conséquences du stress hydrique chez huit cultivars de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) Acta Bot. Gallica, 2002. 149 (2). 139-148.
- Ramatou Djermakoye, Seyni Sidikou, Lavergne, Aimé Nato, Daniel Ellisseche, Darasinh Shihakr, Danièle Bernard Jouan et George Ducreux, 2003. Etude de la microtubérisation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) au Sahel. Cahiers d'agriculture 2003. 12 :7-14.
- Vanderhofstadt Bruno et Jouan Bernard 2009. Culture de la pomme de terre en Afrique de l'Ouest. Octobre 2009. Guide technique – Centre pour le développement de l'Entreprise. 82p.

Supplémentation de la paille de riz avec le tourteau de coton : effets sur l'ingestion de matière organique digestible par les vaches gestantes

Rice straw fortification with cottonseed cake: effects on the ingestion of digestible organic matter by cows in a state of pregnancy

Moussa Kané

Institut d'Économie Rurale, BP 258 Bamako, Mali, Tél. : (223) 20222606, Fax (223) 20223775
Email : kanemoussa_negala@yahoo.fr

Résumé

Une étude de l'interaction entre la paille de riz et le tourteau de coton dans l'alimentation des vaches de races zébu maure et zébu peul, a été réalisée à la Station de Recherche Agronomique de Niono en zone Sahélienne du Mali du 01/04 au 24/04/1993. L'objectif de cette étude était de mesurer l'évolution, d'une part, de l'ingestion de la paille de riz et, d'autre part, de l'énergie totale ingérée exprimée en matière organique digestible en fonction de la quantité de tourteau ingéré par les vaches en état de gestation (dernier tiers de la gestation).

Le dispositif expérimental comprenait trois lots de 5 vaches correspondant à trois niveaux de supplémentation : 0 %, 19 % et 50 % de tourteau de coton dans la ration totale. Ces niveaux de supplémentation se sont traduits par des ingestions de tourteau de coton de 12 g dans le lot 2 et de 29 à 42 g avec une moyenne de 37 g dans le lot 3. Le lot 1 n'a pas eu de supplément.

En général, l'ingestion est exprimée en g/kg $P^{0.75}/j$. Nos résultats ont montré que l'ingestion totale de la matière organique de paille sans supplémentation a varié entre 31 g et 47 g avec une moyenne de 39 g. Une ingestion de 12 g de tourteau de coton a entraîné une ingestion de paille variant de 44 g à 61 g avec une moyenne de 54 g. Une ingestion moyenne de 29 à 42 g (moyenne 37 g) de tourteau de coton a permis une ingestion de la paille variant entre 30 g et 40 g avec une moyenne de 35 g.

L'énergie ingérée exprimée en matière organique digestible (en g/kg $P^{0.75}/j$) par les vaches en état de gestation a fluctué entre 16 g et 23 g avec

une moyenne de 19 g dans les conditions sans supplémentation. Cette énergie ingérée a varié de 32 g à 44 g avec une moyenne de 37 g lorsque l'ingestion de tourteau a atteint 12 g et de 37 g à 48 g avec une moyenne de 44 g lorsque le niveau d'ingestion de tourteau de coton a varié de 29 à 42 g avec une moyenne de 37 g.

Mots clés : Sahel, supplémentation, paille de riz, tourteau de coton, ingestion, énergie, vache, Mali.

Abstract

A study of the interaction between rice straw and cottonseed cake in feed for breeds Zebu Maure and Peul cows was conducted at the Agricultural Research Station in Niono Sahelian zone of Mali from 01/04 to 24/04/1993. The objective of this study was to measure, on the one hand, changes in intake of rice straw and on the other hand, the total energy intake expressed as digestible organic matter depending on the amount of cake ingested by cows in a state of pregnancy (last trimester of gestation).

The experimental design included three groups of 5 cows representing three levels of supplementation: 0 %, 19 % and 50 % of cottonseed cake in the total diet. These levels of supplementation have resulted from the ingestion of 12 g of cottonseed meal in Lot 2 and 29 to 42 g with an average of 37 g in Lot 3. Lot 1 had no supplement.

In general, ingestion is expressed in g/kg $P^{0.75}/d$. Our results showed that ingestion total organic

matter straw without supplementation varied between 31 g and 47 g with an average of 39 g. Ingestion of 12 g of cottonseed cake resulted in a straw intake ranging from 44 g to 61 g with an average of 54 g. An average intake of 29 to 42 g (mean 37 g) of cottonseed cake resulted in an intake of straw between 30 g and 40 g with an average of 35 g.

The energy intake expressed as digestible organic matter (in g/kg $P^{0.75}$ /d) by cows in a state of gestation ranged between 16 g and 23 g with an average of 19 g in conditions without supplementation. This energy intake ranged from 32 g to 44 g with an average of 37 g when ingested cake was 12 g and 37 g to 48 g with an average of 44 g when the intake level of cottonseed cake ranged from 29 to 42 g with an average of 37 g.

Keywords: Sahel, supplementation, rice straw, cottonseed cake, eating, energy, cow, Mali.

I. Introduction

Dans la zone soudano-sahélienne, des études ont montré que la productivité des animaux, mesurée dans les systèmes d'élevage extensif, est bien inférieure à leur potentiel génétique. Ketelaars (1991) a rapporté que la vitesse de croissance mesurée (en kg par jour) varie de 0,07 à 0,15 kg de poids vif par jour contre un potentiel de 0,75 kg ; l'âge au premier vêlage varie de 40 à 66 mois contre 30 mois ; l'intervalle entre vêlages de 17 à 24 mois contre 12 mois et la production de lait de 500 à 800 kg par lactation contre 1000 - 2000 kg.

De nombreux auteurs : Wagenaar (1983), Breman et Traoré (1986a, 1986b, 1987), Pons (1988), Preston (1988), Breman et De Ridder (1991) ont conclu que le potentiel génétique, la santé, la gestion des troupeaux ne sont pas les premiers responsables de ce bas niveau de productivité : le facteur le plus limitatif est l'alimentation.

Le problème de l'alimentation se résume à la pauvreté du menu, notamment en énergie et en azote (Rivière, 1977, 1978 ; Guérin, 1987). Cependant, pour résoudre le problème de la pauvreté du menu, des options techniques

existent, parmi lesquelles la réduction du taux de charge sur les terrains de parcours et l'introduction directe ou indirecte des espèces fourragères de haute qualité nutritive dans les pâturages afin de permettre aux animaux d'améliorer la qualité du menu grâce à la sélection sur une offre plus réduite. La limitation de l'espace pastoral par une expansion des surfaces emblavées et par l'accroissement du cheptel, l'inexistence de code pastoral dans les pays sahéliens et le faible pouvoir d'achat des producteurs ne militent pas en faveur de l'emploi à grande échelle de telles techniques de production.

Une alternative, accessible à la grande majorité des producteurs, pour améliorer la qualité du menu de leurs animaux, est la pratique de la supplémentation fourragère directe (apport du principe ou de l'élément déficient) ou indirecte (offre d'aliment riche en élément ou principe recherché). Il existe de nombreux résultats de recherche dans ce domaine dont l'utilisation reste encore limitée, soit pour des raisons de disponibilité du supplément, soit pour des raisons de coût élevé du supplément ou des opérations relatives à la pratique de la supplémentation.

D'une façon générale, on ne tire pas tout le profit de la pratique de certaines supplémentations fourragères pour plusieurs raisons. On peut citer la connaissance insuffisante du processus d'ingestion du fourrage de base en rapport avec la quantité de supplément ingéré et les contraintes à l'activité optimale des microorganismes du rumen dans des conditions spécifiques. Dans le cadre de l'amélioration de cette connaissance, une série d'essais a été réalisée à la Station de Recherche Agronomique de Niono en zone Sahélienne du Mali avec des vaches traversant différents états physiologiques (gestation, lactation, non lactation et non gestation). Le présent document rapporte les résultats du premier essai portant sur la mesure de l'évolution de l'ingestion de la paille de riz et de l'énergie totale ingérée exprimée en matière organique digestible en fonction de la quantité de tourteau ingéré chez les vaches de race zébu maure et zébu peul en état de gestation (dernier tiers de la gestation).

II. Matériels et Méthodes

2.1. Matériels

Les animaux

Les animaux utilisés dans l'essai étaient constitués de 15 vaches de races zébu et peul en gestation (dernier tiers de la gestation) prélevées dans le troupeau de recherche de la Station de Niono. Toutes les vaches avaient déjà fait 1 ou 2 mises-bas et n'étaient pas en lactation. Les deux races étaient élevées dans cette station depuis 1966 en vue de l'amélioration de leur productivité, principalement en lait et en viande par la sélection. Le zébu maure fait partie du sous-groupe de zébus sahéliens à courtes cornes tandis que le zébu peul est rattaché au sous-groupe soudanien du groupe de zébus à cornes courtes ou moyennes.

Les résultats d'analyse des données récoltées sur les animaux élevés à la station entre 1966 et 1975 (CIPEA, 1978) n'ont montré aucune différence significative entre les deux races ni pour l'âge au premier vêlage, ni pour l'intervalle entre vêlages, ni pour le taux butyreux du lait, ni pour le taux de mortalité jusqu'à l'âge de trois ans. Le rendement laitier de la race maure et des croisés maure/peul s'est révélé supérieur à celui de la race peule de 15 %. Aussi, des différences de poids entre races n'ont été constatées qu'avant sevrage, c'est-à-dire au moment où les veaux sont dépendants de la production laitière de leur mère. Les femelles adultes, quelle que soit la race ou le croisement, ont un poids moyen de 317 kg.

Kouriba (1982), après avoir analysé les données récoltées sur les animaux de la même station entre 1975 et 1980, a conclu que les niveaux de performance sont semblables chez le zébu maure et chez le zébu peul en ce qui concerne les caractères de croissance et de reproduction.

Les aliments

Les aliments utilisés dans l'essai étaient composés de paille de riz (*Oriza sativa*), de

tourteau de coton et de complément minéral sous forme de pierre à lécher.

La paille de riz a été choisie pour son importance dans l'alimentation des animaux (Dicko et Sangaré, 1980) et sa disponibilité croissante dans la zone d'étude. Une autre caractéristique justifiant le choix de la paille de riz est l'absence de grandes différences physiques entre tiges et feuilles, ce qui signifie une consommation sélective négligeable par les bovins.

Le tourteau de coton est un sous-produit agro-industriel pouvant être obtenu au niveau des usines de l'HUICOMA (Huilerie Cotonnière du Mali). Il est utilisé presque exclusivement dans l'alimentation du bétail sous forme d'aliment simple ou composé. Le tourteau de coton simple en granulés a été utilisé dans cette étude.

Les infrastructures et les équipements

Les infrastructures étaient composées de :

- trois (3) parcs construits en matériaux métalliques et équipés, chacun, de 10 mangeoires individuelles pour le concentré et la pierre à lécher, d'une (1) mangeoire commune pour le grossier, d'un (1) abreuvoir commun et des installations électriques pour l'éclairage de nuit. Ils ont comporté une partie couverte en tôle ondulée sous laquelle ont été placés les abreuvoirs. Cette partie a été mise à profit par les animaux pour se reposer aux heures chaudes de la journée et se mettre à l'abri des pluies ;
- une (1) étable équipée de chaînes d'attache, de mangeoires et d'abreuvoirs individuels, d'installations électriques pour l'éclairage de nuit ;
- un (1) forage équipé de pompe manuelle pour l'approvisionnement en eau ;
- un (1) magasin de stockage des aliments.

Les petits matériels utilisés se sont repartis en matériels de pesée des animaux, du lait et des aliments, en matériels de manutention et en matériels de pré-séchage, de broyage (1 mm) et de conditionnement des échantillons.

2.2. Méthodes

Constitution des lots et des traitements

Les vaches ont été réparties dans trois lots expérimentaux à raison de 5 têtes par lot. Chaque lot a été constitué de zébu maure et de zébu peul (au moins 1 vache de chaque race) en tenant compte du rang de mise-bas (au moins 2 vaches de 1^{er} vêlage et au moins 2 vaches de 2^e vêlage). Les traitements ont été les suivants :

T1 (lot1) : 0 % de tourteau de coton et 100 % de paille de riz

T2 (lot2) : 20 % de tourteau de coton et 80 % de paille de riz

T3 (lot3) : 60 % de tourteau de coton et 40 % de paille de riz

L'essai a été effectué du 1/4/93 au 24/4/93 et a comporté une phase d'adaptation de 4 jours (du 1^{er} au 04/04/1993 et une phase de mesure de 20 jours subdivisée en trois périodes de mesure :

- période de mesure 1 : du 05/04/1993 au 10/04/1993
- période de mesure 2 : du 11/04/1993 au 17/04/1993
- période de mesure 3 : du 18/04/1993 au 24/04/1993

Les animaux ont été maintenus en stabulation permanente et entravés du début à la fin de chaque essai. Ils ont été pesés deux fois : une première fois à l'entrée (la veille) et une seconde fois à la fin de l'essai. Chaque animal a reçu sa ration de paille et de tourteau séparément dans deux mangeoires. Toute la ration de tourteau a été offerte en une seule fois à 8h00, et elle a été suivie par la distribution de la ration de paille. Celle-ci a été fractionnée dans le temps pour éviter le débordement de la mangeoire (ou des mangeoires) lorsque celle du tourteau était vide en prenant soin toutefois de l'offrir entièrement avant 18h00.

Caractéristiques des rations

La condition de la distribution *ad libitum* de paille de riz (refus minimum de 15 %) a été réalisée en offrant aux animaux, en moyenne par jour, 7 kg dans le lot 1; 8 kg dans le lot 2 et 5 kg dans le lot 3. Les rations moyennes de tourteau ont été fixées à 1 kg dans le lot 2 et 4 kg dans le lot 3. Les animaux du lot 1 n'ont pas reçu de tourteau.

Le niveau de l'offre de la paille de riz a varié entre 135 et 260 % de la matière brute ingérée prévue par le modèle de Ketelaars et Tolkamp (1991) de façon à avoir un pourcentage moyen de refus minimum de 15 % par lot et à répondre, ainsi, à la notion d'une distribution *ad libitum*.

Tous les refus individuels, aussi bien de paille que de tourteau, ont été collectés tous les jours à partir de 5h00, puis pesés, et cela, du jour J_2 au jour J_{n+1} de la période de mesure. Les quantités individuelles de fèces émis ont été collectées et pesées tous les jours, du jour J_3 au jour J_{n+2} de la période de mesure (n = nombre total de jours de mesure).

Détermination des niveaux de supplémentation

Les niveaux de supplémentation ont été établis à partir des informations disponibles sur la paille de riz et sur le tourteau de coton. La paille de riz a un taux d'azote de la matière organique de 0,57 %, une digestibilité de la matière organique de 52 %, des taux de matière organique et de matière sèche de 85 % et 91 % respectivement (PSS, 1992). Quant au tourteau de coton, il a un taux d'azote de la matière organique de 6,32 % (Kané, 1993), une digestibilité de la matière organique de 65 %, des taux de matière organique et de matière sèche respectifs de 94 % et 94 % (PSS/EEF 1992, résultats non publiés). Ces valeurs bromatologiques ont été utilisées pour estimer la MOI des bovins à l'aide du modèle de Ketelaars et Tolkamp (1991).

Le modèle utilisé a été le suivant :

$$MOI = C * [-42,8 + 2,3039 \times DMO - 0,0175 (DMO)^2 - 1,8872(N)^2 + 0,2242 \times N \times DMO]$$

$$MOI = \text{Matière organique ingérée en g/kg } P^{0,75}/\text{jour}$$

$$DMO = \text{Digestibilité de la matière organique en \%}$$

$$N = \text{Taux d'azote de la matière organique en \%}$$

= 1,4 = rapport entre la quantité de matière organique ingérée digestible (MOID) pour l'entretien du bovin et celle de l'ovin standard (40 - 60 kg poids adulte) soit 32 g/22 g venant des Tableaux de valeurs nutritives de ARC (1980)

Les variables utilisées dans le modèle ont été calculées comme il suit :

$$DMO_{r.tot.} = [DMO_{paille} * \%paille + DMO_{tourteau} * \%tourteau] * 0,01$$

$$N_{r.tot.} = [P_{paille} * \%paille + N_{tourteau} * \%tourteau] * 0,01$$

- détermination de la quantité de matière organique ingérée attendue de chaque aliment :

$$MOI_{paille} = MOI_{r.tot.} * \%paille$$

$$MOI_{tourteau} = MOI_{r.tot.} * \%tourteau$$

- détermination des quantités de matière sèche et de matière brute ingérées attendues :

$$MSI = MOI / \% MO$$

$$MBI = MSI / \% MS$$

Les quantités de tourteau de coton offertes à chaque animal par lot sont données dans le Tableau I. Elles représentent 100 % de la MOI attendue du même aliment calculées à l'aide du modèle. Ces quantités n'ont pas varié pour les animaux admis dans les essais de digestibilité.

Échantillonnage pour les analyses chimiques

Des échantillons représentatifs de paille de riz et de tourteau de coton devant être offerts chaque jour aux animaux ont été prélevés séparément pour constituer des échantillons dits primaires. Ces échantillons primaires sont le résultat d'un échantillonnage quotidien et continu sur toute une période séparant deux pesées successives des animaux. Chaque échantillon primaire de paille et de tourteau a été identifié par sa période de collecte.

Au cours de chaque essai de digestibilité, des échantillons représentatifs de la paille de riz et du tourteau de coton distribués quotidiennement aux vaches ont été systématiquement prélevés et mis séparément dans des sacs de collection hebdomadaire (soit un sac d'échantillon de chaque aliment par période de mesure). Il en fut de même pour les refus de paille à la seule différence

Tableau I. Quantité offerte de tourteau et MOID attendue de la ration totale (en g/kg $P^{0,75}$ /jour) par niveau de supplémentation théorique des animaux

Lot	Nombre d'animaux	Poids moyens (kg)	Niveau de suppl. (% T.C.)	Offre de T.C.	MOID attendue de la ration totale
lot 1	5 (2 ZM et 3 ZP)	330,6	0,0	0,0	25,9
lot 2	5 (3 ZM et 2 ZP)	358,4	20,0	12,9	35,4
lot 3	5 (1 ZM et 4 ZP)	355,6	60,0	46,9	46,7

que les sacs étaient individuels. Les quantités de fèces, collectées chaque jour par vache, ont également fait l'objet d'échantillonnage représentatif. Chaque échantillon de fèces, ainsi constitué, a été conservé sous froid dans un sachet portant le numéro de la vache et la date correspondant au jour de distribution des rations.

Il n'y a pas eu de prélèvement d'échantillons de refus de tourteau compte tenu de l'absence de sélectivité de cet aliment.

Les échantillons primaires ont fait l'objet d'un second échantillonnage représentatif. Les nouveaux échantillons dits secondaires ont porté la même identité que les échantillons primaires sur lesquels ils ont été prélevés. Ils ont été d'abord pesés avant d'être mis à l'étuve pour un pré-séchage à 65-70°C pendant 24 heures pour la paille et le tourteau, 48 à 60 heures pour les fèces en fonction de leur état. Au sortir de l'étuve, ils ont été pesés puis broyés à 1 mm et mis en pot pour être envoyés au laboratoire d'analyse chimique.

Les analyses ont porté sur la matière sèche, la matière organique de tous les échantillons. Elles ont été effectuées au Laboratoire de Nutrition Animale de Sotuba.

Mesure de l'ingestibilité des rations

Les refus des quantités offertes de tourteau de coton ont été régulièrement pesés. Les mesures individuelles de quantité offerte et de refus ont été portées sur des fiches de collecte.

Le mode de saisie manuelle a été le suivant :

- jour J_i enregistrement des quantités offertes
- jour J_{i+1} enregistrement des quantités refusées

À partir de ces données et des résultats d'analyse chimique, on a calculé l'ingestibilité des rations exprimée d'abord en matière brute puis en matière sèche et, enfin, en matière organique.

$MBI = \text{quantité offerte au jour } J_i - \text{quantité refusée au jour } J_{i+1}$

$MSI = (MBI * \% \text{ matière sèche}) * 0,01$

$MOI = (MSI * \% \text{ matière organique}) * 0,01$

Le coefficient d'utilisation digestive (DMO en %) de la ration totale a été calculée lors des essais de digestibilité pour chaque vache.

$DMO (\%) = [(MOI \text{ totale} - MO \text{ fèces}) / MOI \text{ totale}] * 100$

Ce coefficient a été utilisé pour le calcul de la matière organique ingérée digestible (MOID) comme il suit :

$MOID \text{ totale} = (MOI \text{ totale} * DMO) * 0,01.$

Les valeurs moyennes de l'ingestion ont été rapportées au poids métabolique des animaux. Le poids moyen de la période, où l'ingestion a été mesurée, fut utilisé pour le calcul du poids métabolique. Celui-ci a été estimé par la demi-somme du poids en début de période et du poids en fin de période.

2.3. Analyse des données

La saisie informatisée et le traitement des données collectées ont été faits avec les logiciels suivants : dBase III, Excel 4.0, dBstat et SPSS.

Les essais ont permis de mesurer l'ingestibilité de la paille de riz en rapport avec la quantité ingérée de tourteau. Les moyennes des variables suivantes, par individu et par lot, ont été calculées:

- quantité de paille de riz ingérée,
- quantité de tourteau de coton ingéré,
- digestibilité de la ration totale,
- pourcentage de tourteau de coton dans la ration totale,
- matière organique ingérée digestible de la ration totale.

III. Résultats

3.1. MOI de paille et de tourteau (kg P^{0,75}/j)

L'évolution de l'ingestion de la paille de riz et de la ration totale, en fonction de l'ingestion du tourteau de coton, est illustrée à la figure 1.

- Les animaux du lot 1 ont montré une ingestion de paille variant de 31g à 47 g avec une moyenne de 39 g. Ces animaux n'ont pas reçu de tourteau.
- Les animaux du lot 2 ont ingéré entre 44 g et 61 g de paille avec une moyenne de 54 g. Ils ont ingéré toute leur ration de tourteau en montrant une ingestion uniforme de 12 g.
- Les animaux du lot 3 ont ingéré entre 30 g et 40 g de paille avec une moyenne de 35 g. La quantité de tourteau ingéré a varié de 29 g à 42 g avec une moyenne de 37 g. Toutes les rations de tourteau n'ont pas été ingérées. Le niveau de refus de cet aliment a varié de 7 % à 34 %.
- L'ingestion totale a varié de 57 g à 74 g dans le lot 2 et de 63 g à 80 g dans le lot 3.

Les moyennes sont respectivement 65 g et 72 g dans ces lots. Pour le lot 1, la quantité mesurée a été donnée plus haut.

Les quantités moyennes de paille ingérée sont significativement différentes entre lot 1 et lot 2 ($p = 0,004$) et entre lot 2 et lot 3 ($p = 0,000$). Il n'y a pas de différence significative entre lot 1 et lot 3 ($p = 0,325$).

En ce qui concerne l'ingéré total, le lot 1 est significativement différent des 2 autres ($p = 0,000$). Entre le lot 2 et le lot 3, il n'y a pas de différence significative ($p = 0,155$).

3.2. Pourcentage de tourteau dans la ration

Le pourcentage de tourteau dans la quantité de matière organique totale ingérée a varié de 17 % à 22 % dans le lot 2 et de 42 % à 57 % dans le lot 3. Les moyennes par lot sont respectivement 19 % et 50 %. Trois niveaux de supplémentation distincts ont donc été réalisés dans l'essai : 0 % ; 19 % et 50 % de tourteau dans l'ingestion totale.

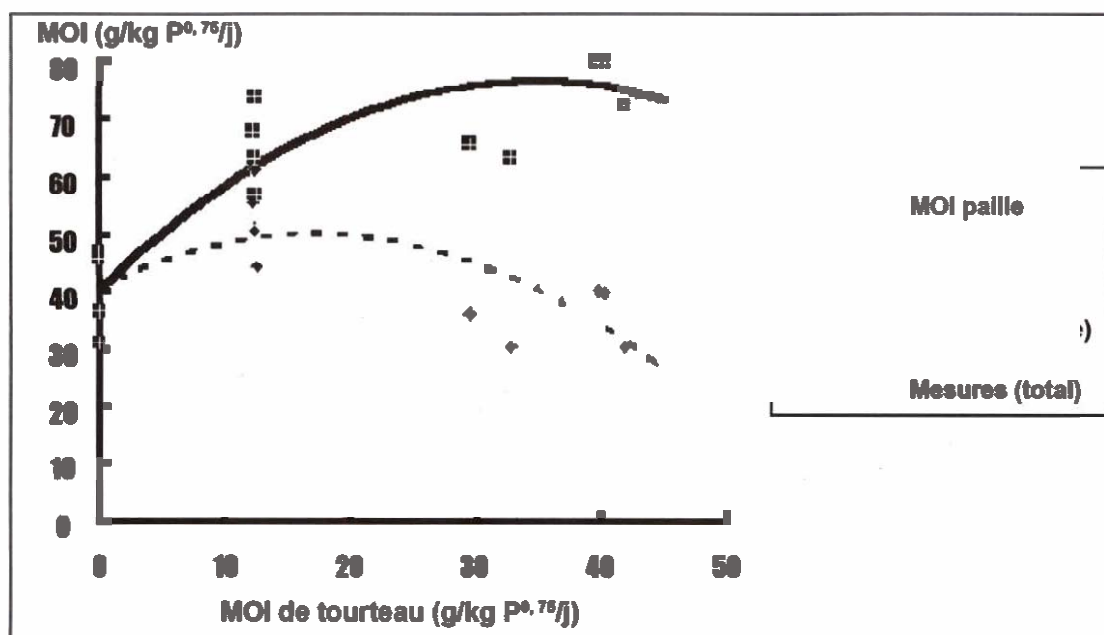


Figure 1 : Évolution de la matière organique ingérée (MOI) de paille de riz et de la ration totale en fonction de la quantité de matière organique de tourteau de coton ingéré.

3.3. DMO des rations totales

La digestibilité de la ration totale a varié de 43 % à 56 % dans le lot 1 ; de 53 % à 60 % dans le lot 2 et de 56 % à 64 % dans le lot 3. Les moyennes obtenues dans les lots sont respectivement 49 %, 56 % et 60 %. L'évolution de la digestibilité de la ration totale est présentée sur la figure 2. La digestibilité de la matière organique de la paille non supplémentée est celle du lot 1.

La moyenne du lot 1 est significativement différente de celle du lot 2 ($p=0,021$) et du lot 3 ($p=0,001$). Le lot 2 n'est pas significativement différent du lot 3 ($p=0,155$).

3.4. MOID des rations totales ($\text{kg p}^{0,75}/\text{j}$)

Les niveaux d'ingestion d'énergie digestible exprimés en MOID résultant des quantités ingérées de paille et de tourteau, d'une part et, des digestibilités des rations totales, d'autre part, ont été les suivants :

- 16 g à 23 g avec une moyenne de 19 g dans le lot 1,
- 32 g à 44 g avec une moyenne de 37 g dans le lot 2,
- 37 g à 48 g avec une moyenne de 44 g dans le lot 3.

Toutes les moyennes sont significativement différentes (p varie de 0,000 à 0,022).

L'évolution des niveaux d'ingestion d'énergie digestible est illustrée sur la figure 3.

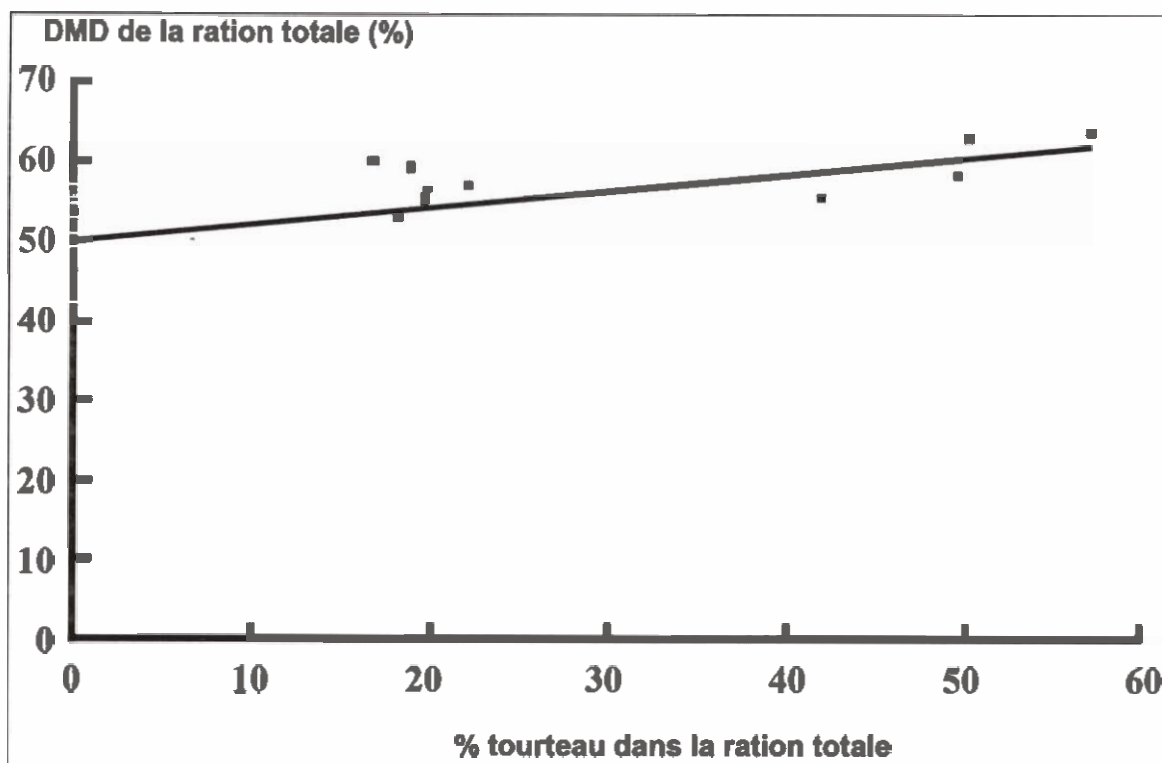


Figure 2 : Évolution de la digestibilité de matière organique de la ration totale en fonction du % de tourteau de coton dans la ration.

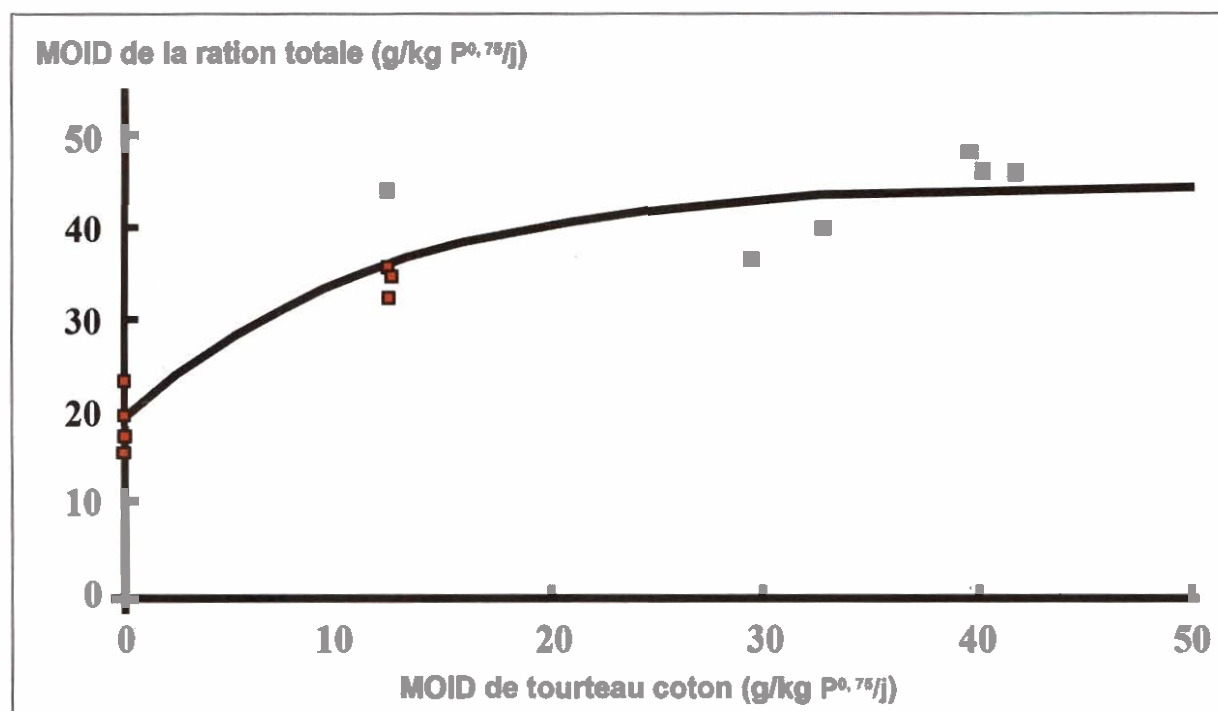


Figure 3 : Évolution de matière organique digestible ingérée (MOID) de la ration totale en fonction de la quantité de matière organique de tourteau de coton ingéré.

IV. Discussions

Les résultats d'ingestion et de digestibilité obtenus s'expliquent par la qualité du menu, en l'occurrence le taux d'azote de la ration. Le lien entre le taux d'azote, la digestibilité et l'ingestion a été démontré par plusieurs auteurs, notamment Ketelaars et Tolkamp (1991), Andrieu *et al.* (1981). Le manque d'azote dans les pailles constitue la principale contrainte pour les micro-organismes dans leur dégradation dans le complexe rumen-réseau. L'azote conditionne la digestibilité et donc la vidange du rumen, ce qui pourrait permettre à l'animal d'ingérer davantage. Ketelaars et Tolkamp (1992a, 1992b) ont rapporté que plusieurs autres facteurs interviennent dans la régulation de l'ingestion volontaire : le changement du métabolisme basal, l'efficacité d'utilisation de l'énergie métabolisable, la concentration des acides gras volatils dans tous les compartiments du corps du ruminant. L'effet de l'état physiologique influe également sur l'ingestion. Vanzant *et al.* (1991) ont mis en évidence cet effet avec des génisses Hereford-Angus en début de

lactation qui ont mangé 16 % de plus que les congénères en état physiologique de non lactation et non gestation. Ketelaars et Breman (1991) ont rapporté que les vaches en lactation ingèrent 20 % de plus, un même fourrage, que les autres vaches.

Dans cet essai, la digestibilité de la matière organique de la paille non supplémentée a fluctué entre 43 % et 56 % avec une moyenne de 49 %. Bagayoko (1988) a trouvé une digestibilité de la matière sèche de la paille de riz supérieure à 51 % avec des moutons maures. Mahler (1991) a trouvé une digestibilité de 56 % du menu en saison sèche au ranch de Niono pendant deux années consécutives. Andrieu *et al.* (1981) a rapporté qu'avec les moutons la digestibilité de la matière organique de 539 foin de la zone tempérée (France) composés de graminées et de légumineuses a varié de 50 % à 74 %.

La quantité de paille ingérée sans apport de tourteau a été en moyenne de 39 g. Elle est inférieure à celles rapportées par Kassambara, 1983 (78 à 86 g/kg P^{0,75}) à partir d'estimations effectuées avec le bovin mâle adulte. Schlecht

et al. (1993) ont trouvé qu'un supplément composé de 1 kg de fane de niébé et de 0,5 kg de farine basse de riz se substitue au pâturage quand celle-ci est de bonne qualité. Ils ont obtenu une amélioration de l'ingestion au pâturage avec le même supplément lorsque celui-là était de mauvaise qualité.

L'ingestion d'énergie exprimée en MOID a évolué significativement avec l'augmentation de la MOI de tourteau. Lorsque la paille n'est pas supplémentée, les animaux n'en tirent que 19 g de MOID en moyenne alors que le besoin pour assurer l'entretien en énergie est estimé à 32 g MOID/kg $P^{0,75}/j$ (ARC, 1980).

V. Conclusion

Les résultats ont indiqué une interaction d'abord positive, ensuite négative, entre la paille et le tourteau. L'ingestion des quantités de tourteau inférieures à 17 g/kg $P^{0,75}$ améliore celle de la paille. Au-delà de cette quantité, la substitution (interaction négative) se produit. La quantité maximale de paille utilisée dans l'essai que les animaux peuvent ingérer a été estimée à 50 g. Sans supplémentation, la quantité de paille ingérée est estimée à 41 g. Les résultats montrent également que plus du 1/3 de la quantité du tourteau offert a pu être refusée par les animaux pendant que celle-ci était encore inférieure à leur ingestion maximale.

La digestibilité de la matière organique de la ration totale a évolué linéairement avec le pourcentage de tourteau dans l'ingestion totale. A partir de la digestibilité de la paille non supplémentée estimée à 50 %, on obtient une amélioration de cette digestibilité de 0,22 % avec 1 % de tourteau dans l'ingéré total.

La principale variable explicative de l'ingestion d'énergie exprimée en matière organique digestible (MOID en g/kg $P^{0,75}/j$) a été la quantité de tourteau ingérée (MOI_{ic} en g/kg $P^{0,75}/j$). La formule de régression pour prédire la MOID est la suivante :

$$\text{MOID} = 45,2 - 25,7 * \exp. (-0,08 * \text{MOI}_{ic})$$

($r^2 = 0,83$)

Les résultats ont montré que la paille de riz enrichi avec une quantité de tourteau de coton atteignant 19 % de la ration totale peut couvrir les besoins d'entretien des vaches en énergie lorsque celles-ci sont au dernier tiers de la gestation.

VI. Bibliographie

- Andrieu J., Demarquilly C., Erna Wegat-Litre, Weiss Ph., 1981. Prévion de la valeur énergétique des foin.
- (Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants, INRA Publ. 1981, 119-127)
- ARC (Agricultural Research Council), 1980. The nutrient requirements of ruminants Livestock (Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, pp. 351).
- Bagayoko A., 1988. Contribution à l'étude des fourrages pauvres au Mali Recherche de leurs conditions optimales de valorisation par les ruminants. (Thèse Docteur-Ingénieur; Option Zootechnie-Alimentation Animale. ISFRA - Bamako).
- Breman H. et Traoré N., 1986(a). Analyse des conditions d'élevage et propositions de politiques et de programmes Burkina-Faso. (Club du Sahel).
- Breman H. et Traoré, N., 1986(b). Analyse des conditions d'élevage et propositions de politiques et de programmes République du Niger. (Club du Sahel).
- Breman H. et Traoré N., 1987. Analyse des conditions d'élevage et propositions de politiques et de programmes République du Mali. (Club du Sahel).
- Breman H. et Nico De Ridder, 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. (Ed. Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA, 1991).
- CIPEA, 1978. Evaluation des productivités des races bovines Maure et Peul à la station du Sahel, Niono, Mali. (CIPEA monographie 1).
- Dicko M. S. et Sangaré M., 1980. Ingestion volontaire et performances d'un troupeau bovin du système agro-pastoral du mil et du riz au Mali. (CIPEA).
- Guerin Hubert, 1987. Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens

- et sahélo-soudaniens : Etude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal. (Thèse de Docteur-Ingénieur en Agronomie ; Option Zootechnie : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - France).
- Kané M., 1993. Effets de supplémentation avec tourteau de coton et de quantité distribuée de la paille de mil sur la quantité et la digestibilité de la matière organique ingérée. (Mémoire de DEA : Spécialité Nutrition Animale ISFRA-Bamako).
- Kassambara I., 1980. Etude de la valeur nutritive de la graine de coton destinée à l'alimentation des bovins. (Mémoire de D.E.A., Université de Paris VI/I.E.M.V.T. Maisons-Alfort).
- Ketelaars J.J.M.H. and Tolkamp B.J., 1991. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. (Docteur thesis, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands).
- Ketelaars J. J. M. H., 1991. Dans : Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Breman H. et Nico De Ridder, 1991 pp. 61-89; 357-388. (Ed. Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA, 1991).
- Ketelaars J.J.M.H., and Tolkamp B.J., 1992a. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants 1. Causes of differences in voluntary feed intake: critique of current views. (Livestock Production Science, 30 (1992) 269-296. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam).
- Ketelaars J.J.M.H., and Tolkamp B.J., 1992b. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants 3. Optimum feed intake: in search of a physiological background. (Livestock Production Science, 31 (1992) 235-258. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam).
- Ketelaars J.J.M.H., et Breman H., 1991. Evaluation des pâturages et production animale. Dans : Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Breman H. et Nico de Ridder, 1991 (Ed. Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA, 1991).
- Kouriba A., 1982. Principales voies d'amélioration des espèces bovines dans les conditions sahéliennes. Cas des Zébus Maure et Peul à la station du Sahel, Niono, Mali. (Thèse 3^e cycle : Sciences et Techniques en Productions Animales INPT-France n° d'ordre 146).
- Mahler F.C., 1991. Natürlich Weiden und Nebenprodukte des Ackerbaus als Ernährungsgrundlage für die Rinderhaltung am semiariden Standort Westafrikas. (PhD thesis Hohenheim, Germany).
- Pons Roger, 1988. L'élevage dans les pays sahéliens Burkina Faso, Niger, Mali. (Club du Sahel).
- Preston T. R., 1988. Développement des systèmes de production laitière sous les tropiques. (CTA - Postbus 380, 6700 AJ Wageningen).
- PSS (Projet Production Soudano-Sahélienne), 1992. Programmes de recherche. (I.E.R. Comité de programme des productions animales, 1992 Bamako, Mali).
- Rivière R., 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. (Série des manuels IEMVT, 10 Rue Pierre-Curie Maisons Alfort France).
- Rivière R., 1977. Les sous produits de culture. (IEMVT).
- Schlecht E., Mahler F., Sangaré M., Susenbeth A. et Becker C., 1993. Quantitative and qualitative estimation of nutrient intake and fecal excretion of zebu cattle grazing natural pasture in semi-arid Mali. (CIPEA, Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan Africa 22 - 26 November 1993 Addis Ababa, Ethiopia).
- Vanzant E.S., Cochran R.C., Johnson D.E., 1991. Pregnancy and lactation in beef heifers grazing Tallgrass prairie in the winter: influence on intake, forage utilisation and grazing behaviour (J. Anim. Sci. 69:3027-3038).
- Wagenaar K.T., 1983. Une synthèse de la littérature sur la production animale dans les systèmes pastoraux du Mali. (CIPEA, Programme des Zones aride et semi-aride - Document de programme NAZ 87).

Mise à jour des outils du Programme de Sélection à Noyau Ouvert (PSNO) du Zébu Peul en zone irriguée au Mali

Updating tools of the open nucleus selection program in the irrigated area in Mali

O. Nialibouly¹, M.D. Coulibaly², A. Kouriba³ et D. Dolo¹

¹Centre Régional de Recherche Agronomique de Niono, IER; BP 12, Tel 21 35 20 49 / 21 35 20 55
E-mail : ousmane.nialibouly@ier.ml

²Direction des Productions et Industries Animales (DNPIA); BP 265 Tek. 20 23 67 41. E-mail : mcoulibaly@dnpia.org

³Direction Scientifique de l'IER ; BP 258, Tel. 20 22 26 06 / 20 23 19 05. E-mail : aly.kouriba@ier.ml

Résumé

Afin de réaliser la mise à jour des outils de sélection à Noyau Ouvert en zone irriguée au Mali, une étude a été conduite sur des animaux du milieu traditionnel autour de la ville de Niono, site de la Station de Recherche Agronomique. Le climat y est de type soudano-sahélien. L'objectif de l'étude était de mettre à jour les outils du PSNO (Programme de Sélection à Noyau Ouvert) par le choix des variables appropriées de sélection, la redéfinition des critères et seuils de sélection, la construction d'index de sélection pour l'établissement des valeurs génétiques approchées et le classement des animaux et l'estimation de gains génétiques attendus. Pour le choix des variables et critères de sélection, en plus du seuil de production laitière de 4 litres de lait par jour, les critères robe, veines mammaires, pis et queue, ont été retenus. L'index de sélection $I = 29,5 L + 1,6 C$, a été établi avec des gains génétiques attendus par génération de 19,05 litres de lait par lactation et de 16,9 kg pour le poids à l'âge de 18 mois. Par contre, le gain annuel de 3,8 litres est plus faible que celui de 4,8 litres annoncé par la Station de Niono. En ce qui concerne le poids, le gain génétique par an a été estimé à 3,4 kg pour les animaux du milieu villageois, contre 4,2 kg pour ceux de la Station.

Mots clés : Critères de sélection, Index de Sélection, Gain génétique, Lait, Poids, Zébu Peul, Niono, Mali.



Abstract

To update tools of the open nucleus selection program of the Fulani Zebu in the irrigated area in Mali, a study was conducted at the Agronomic Research Station of Niono. The climate is of sudano-sahelian type. The objective of this study was to update tools of the open nucleus selection program through the choice of appropriate selection variables, the redefinition of selection criteria and threshold, the construction of selection index for the establishment of breeding value of animals and expected genetic gain. For the choice of variables and selection criteria, in addition to the threshold of 4 liters of milk per day, coat color, mammary vein size, udder size and tail length were retained. The selection index, $I = 29.5 L + 1.6 C$, was established with an expected genetic gain per generation of 19.05 liters of milk for lactation milk yield and 16.9 kg for weight at 18 months of age.

Key Words: Selection criteria, Selection index, Genetic gain, Milk yield, Weight, Zebu Fulani, Niono, Mali.



I. Introduction

Les efforts de sélection entrepris, à la Station de Recherche Agronomique de Niono (SRA), pour améliorer le potentiel laitier et boucher du zébu Peul ont donné des résultats satisfaisants.

La quantité de lait prélevée oscille autour de 2,7 kg par vache et par jour contre un litre dans le milieu traditionnel. Malheureusement, l'effectif réduit du troupeau, d'une part et, d'autre part, la difficile adaptation de ces animaux à un milieu peu amélioré, constituent deux facteurs qui limitent l'impact des travaux de sélection en station sur l'élevage en milieu réel. Toutefois, la demande en souches de bovin à haut rendement laitier reste forte et en deçà des capacités de production de la Station de Niono. C'est en réponse à cette demande croissante qu'un programme de sélection à noyau ouvert (PSNO) a été considéré et adopté comme étant l'approche la plus indiquée. En effet, elle exige peu d'efforts dans la collecte de données ; elle couvre systématiquement plusieurs élevages et assure une diffusion rapide du progrès génétique réalisé. Cette voie d'amélioration génétique des races autochtones a été retenue et mise en œuvre depuis 1996 dans la zone de Niono. Cependant, dans sa mise en œuvre, certains outils, notamment les formules des facteurs de correction, l'évaluation de la production laitière journalière à partir d'un seul passage, les variables, les critères et l'index de sélection ont été empruntés à d'autres auteurs. Pour pallier cet état de fait, il est souhaitable, dans la mesure du possible, d'élaborer des outils à partir des données obtenues sur les animaux du PSNO. Certains outils ont déjà fait l'objet d'étude et même de publication (Nialibouly, 2006).

Néanmoins, il faut souligner que les résultats obtenus à la Station du Sahel de Niono, servent, de façon continue, à la mise en œuvre du Programme de sélection à noyau ouvert (PSNO) dans le cadre du transfert de la méthode et des résultats, d'abord aux éleveurs des environs immédiats de la Station et, ensuite, aux éleveurs d'autres zones similaires du pays.

Ainsi, les objectifs visés par cette étude sont :

- la redéfinition des variables de sélection ;
- la redéfinition des critères et des seuils de sélection ;
- la construction d'index pour l'établissement des valeurs génétiques approchées des animaux et
- l'estimation de gains génétiques attendus.

L'atteinte de ces objectifs passe par le choix des variables appropriées de sélection, par la redéfinition des critères et des seuils de sélection, par la construction d'index de sélection pour l'établissement des valeurs génétiques approchées et pour le classement des animaux et l'estimation de gains génétiques attendus.

II. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été conduite dans la sous-préfecture de Niono située en zone Office du Niger. Cette zone est soumise à un climat de type soudano-sahélien caractérisé par des températures élevées (29°C en moyenne annuelle) et une forte évapotranspiration (1700 mm/an). La moyenne annuelle des précipitations, calculée sur 30 ans (1966-1995), est de $480,2 \pm 113,9$ mm de pluies tombées en 31 jours avec un coefficient de variation de 20 %.

La base alimentaire des bovins est constituée des pâturages naturels pour la période (juillet – novembre) tandis que les rizières offrent l'essentiel des pâturages pour les saisons sèche et froide (décembre – juin).

2.2. Matériel animal

Le matériel animal était composé d'animaux de la Station de Recherche Agronomique (SRA) et d'animaux d'élevages privés de la zone de Niono.

2.3. Méthodes

Les différents outils, jusque-là utilisés dans le cadre du PSNO, sont issus exclusivement des données de la Station de Niono des années 1980. Un quart de siècle après, la population de la Station de Niono a évolué et ces outils demandent à être réactualisés. Il paraît même utile de disposer d'outils élaborés à partir des informations issues des troupeaux de la zone de Niono. Quelles sont les relations essentielles entre les variables lait et viande au sein du troupeau ? Quels critères de sélection et quels seuils pour ces critères, méritent-ils d'être retenus dans la perspective de favoriser l'appropriation de l'utilisation de ces outils par les éleveurs notamment ceux de la Société Coopérative de Kala Nono Yiriwa Ton (SOCOKNYT) qui est une Société Coopérative d'amélioration de la production laitière de la zone du Kala) ? Autant de questions qui justifient cette mise à jour.

2.3.1. Choix des variables, des critères et des seuils de sélection

Nous disposons de deux variables quantifiables qu'il s'agira d'analyser en fonction des résultats de l'étude des paramètres génétiques (Nialibouly, 2007). Les critères de production laitière et de poids à 12, 18 ou 24 mois sont à retenir, tout en sachant que le succès d'une sélection est inversement proportionnel au nombre de critères utilisés. Par exemple, doit-on utiliser seulement deux critères, à savoir le lait et le poids à 18 mois ?

La méthode de sélection préconisée est l'indexation, en raison de son caractère combiné et la possibilité qu'elle offre de comparer des animaux entre eux pour leur valeur générale. Après indexation et classement, les candidats dont les valeurs de l'index sont supérieures à la moyenne de tous les candidats, seront retenus.

2.3.2. Révision de l'index de sélection

Il s'agira de reconstruire l'index de sélection sur la base des critères retenus. Pour ce faire, il est indispensable de faire un excellent

jugement, d'avoir en même temps une bonne connaissance de l'hérédité et de l'importance économique relative des différents caractères. Lush (1943) a souligné la nécessité de disposer de certaines informations, notamment l'hérédité de chaque caractère et son importance économique, la corrélation génétique entre les caractères, la corrélation des facteurs externes entre les caractères et la déviation type pour chaque caractère, pour établir correctement un index.

Selon Bogart (1959), pour établir un index pour un ranch particulier ou pour un troupeau donné de bovins ou d'ovins, il est préférable que toutes les informations utilisées dans l'index soient basées sur ce troupeau. Les hérédités déterminées sous des conditions données ne peuvent être appliquées à d'autres. Dans le cas où aucune donnée n'est disponible sur le troupeau en question, on peut être amené à utiliser les données sur l'hérédité d'une région semblable et d'un ensemble de conditions similaires.

Pour deux caractères utilisés, le phénotype global X_p est la somme des deux composantes (X_1 et X_2) d'une telle manière que sa valeur est déterminée par : $X_p = m_1 X_1 + m_2 X_2$ où les coefficients m représentent les poids économiques des caractères.

Le génotype global (Hazel, 1949) correspondant à X_p , qui sera dénommé H , est alors déterminé par : $H = m_1 G_1 + m_2 G_2$ où G_1 et G_2 sont les valeurs attendues de x_i résultant des effets additifs du gène.

On peut voir de l'équation précédente que la variation de H est entièrement génétique et qu'elle se compose de la somme de variations de ses composantes plus la covariance entre ces deux traits.

$$\sigma_H^2 = m_1^2 G_{11} + m_2^2 G_{22} + 2 m_1 m_2 G_{12}$$

Les variations génétiques et les co-variations entre les caractères G_{11} , G_{12} et G_{22} sont estimées. Avec ces variations, co-variations et avec les valeurs m , les côtés droits de l'équation peuvent être calculés ($i, j = 1, 2 \dots n$).

$$\varepsilon_{j,j} G_{ij} = m_1 G_{1i} + m_2 G_{2i}; \varepsilon_{j,j} G_{2j} = m_1 G_{2i} + m_2 G_{22}$$

Les valeurs économiques relatives m_1 et m_2 peuvent aussi être évaluées.

Ensuite, les variations phénotypiques et co-variations X_{11} , X_{12} , X_{21} et X_{22} peuvent être calculées.

Ainsi, les équations qu'il faut résoudre sont alors formées par les variations et co-variations phénotypiques, de sorte que

$$b_1 X_{11} + b_2 X_{12} = m_1 G_{11} + m_2 G_{12} \quad \text{et} \\ b_1 X_{21} + b_2 X_{22} = m_1 G_{21} + m_2 G_{22}$$

où en termes plus symboliques : $b_1 X_{11} + b_2 X_{12} = \varepsilon_{j,j} m_1 G_{1j}$; $b_1 X_{21} + b_2 X_{22} = \varepsilon_{j,j} m_2 G_{2j}$

De ces équations, les valeurs de b_1 et b_2 peuvent être alors déduites.

D'où la formule de l'index : $I = b_1 X_1 + b_2 X_2$

2.3.3. Estimation de gain génétique attendu

Dans le cadre du PSNO, la sélection est limitée au seul sexe mâle. Le gain génétique annuel du côté mâle, qui correspond ici au gain total, est calculé comme suit :

$$\Delta G = i \cdot h^2 \cdot \sigma_p / 2T \quad \text{où}$$

ΔG = gain génétique ;

i = intensité de sélection ; h^2 = héritabilité du caractère ;

σ_p = écart type pour le caractère ;

T = intervalle entre générations



III. Résultats

3.1. Choix des variables, critères et seuils de sélection

Sur la base des résultats d'analyse des paramètres génétiques (tels que héritabilité et corrélation) et des variables de production (telles que lait et poids), (Nialibouly, 2007), deux caractères de sélection peuvent être retenus : la production laitière et le poids à 18 mois. Le seuil de production journalière est de 4 litres. Pour les vaches, les critères morphologiques d'une bonne laitière sont la longueur de la queue, le développement du pis et des veines mammaires et la robe. Pour les mâles, en plus de la production laitière de la mère et du poids à 18 mois, la robe, la conformation, le tempérament et la libido seront pris en compte.

3.2. Révision de l'index de sélection

Pour les deux variables quantitatives utilisées (la production laitière et le poids à 18 mois), le phénotype global X_p obtenu est de 1413 FCFA (1200 F CFA + 213 FCFA). Sur la base des valeurs économiques relatives du lait (m_1) et du gain de poids (m_2), des variances génétiques du lait (G_1) et du poids (G_2) et leur covariance G_{12} , des variances phénotypiques du lait (X_1) et du poids à 18 mois (X_2) et leur covariance (X_{12}), la formule de l'index est :

$$I = 29,5 X_1 + 1,6 X_2 = 29,5 L + 1,6 C$$

3.3. Estimation des gains génétiques attendus

3.3.1. Gain génétique attendu pour la production laitière

La valeur de ce gain par génération et par an est calculée à partir des valeurs de ses composantes suivantes : $h^2 = 0,32$; $i = 0,496$; $\sigma_p = 120$ litres ; $T = 5$ ans

Gain génétique/génération : $i \cdot \sigma_p \cdot h^2 = 19,05$ litres
Gain génétique par an : $19,05 \text{ litres} / 5 = 3,8$ litres

3.3.2. Gain génétique attendu pour le poids à 18 mois

La valeur de ce gain par génération et par an est calculée à partir des valeurs de ses composantes suivantes : $h^2 = 0,32$; $i = 1,627$; $\sigma_p = 32,5$ kg; $T = 5$ ans

Gain génétique par génération : $i \cdot \sigma_p \cdot h^2 = 16,9$ kg, Gain génétique par an : $16,9 \text{ kg} / 5 = 3,4$ kg

IV. Discussion / Conclusion

À défaut de pouvoir dégager des outils à partir des données du PSNO uniquement, c'est-à-dire des troupeaux de base du programme, une actualisation des outils déjà existants et la possibilité d'en construire d'autres, à partir de ces troupeaux, permettraient de disposer des outils plus conformes. C'est à cet effet que les actions suivantes ont été réalisées avec les résultats disponibles (Nialibouly, 2007) : les analyses de corrélation, l'estimation des coefficients d'héritabilité et de répétitivité, la détermination des équations de prédiction de la production de lait à partir d'un contrôle à un seul passage et l'étude analytique de la corrélation des caractères morphologiques avec la production laitière.

L'accroissement de la production laitière et l'obtention d'une bonne conformation pour la production d'animaux de bon gabarit sont les deux principaux objectifs. Les coefficients d'héritabilité de la production laitière ($h^2 = 0,32$) et des poids à 12 mois, 18 et 24 mois obtenus sur le troupeau peul de la Station de Recherche Agronomique de Niono militent en faveur de la prise en compte de ces deux variables. À cet effet, la première variable demeure la production laitière. La seconde variable est constituée des poids des mâles descendants (taurillons candidats à la sélection) des vaches mères à taureaux retenues dans le noyau d'élites. Le poids à 18 mois sera retenu pour les raisons suivantes : d'abord, le sevrage des jeunes dispersés dans différents élevages intervient à 12 mois et plus, ensuite, leurs poids ne sont disponibles qu'au delà de cet âge et, enfin, une forte corrélation existe

entre la production laitière et les poids aux âges de 6 mois, 9 et 12 mois. Les poids à 12 mois et 18 mois sont fortement corrélés. Le coefficient d'héritabilité du poids à 18 mois est aussi de 0,32.

En outre, les éleveurs traditionnels qui doivent effectuer la sélection devront s'approprier des outils mis à leur disposition. Il est opportun que lesdits outils prennent en compte le savoir et le savoir-faire de ces éleveurs. C'est pourquoi les critères de sélection des bonnes laitières, qu'ils utilisent et qui ont une certaine corrélation avec la production laitière, méritent d'être considérés comme les critères de sélection dans la mise en œuvre du programme. À cet effet, les caractères morphologiques comme la longueur de la queue, le développement du pis et des veines mammaires, seront considérés comme les critères pour le choix des vaches mères à taureaux.

Soulignons que la production laitière du zébu peul dans la zone de Niono est estimée à 1,5 litre en moyenne par vache par jour, toutes saisons confondues. En saison des pluies les résultats révèlent pour l'ensemble des vaches contrôlées une production moyenne par vache de 3,3 litres et pour les vaches élites une production moyenne de 4,5 litres ; les meilleures productrices peuvent atteindre 7 litres. Ces productions journalières sont estimées (équations de prédiction) à partir d'un seul contrôle en un passage (matin ou soir) puis corrigées pour l'ordre de vêlage et le stade de lactation avec des facteurs de correction additifs. Le seuil de production journalière est de 4 litres. Autrement dit, tous les mâles issus du noyau de sélection sont de mères dont la production minimale est d'au moins 4 litres.

Les autres critères importants et incontournables sont : la conformation, le tempérament et la libido. Ces deux derniers critères pourront intervenir au cours d'une année d'observation après la sélection, donc avant la remise des futurs géniteurs.

La raison primordiale pour l'emploi d'un index est la comparaison des animaux pour leur valeur générale. Pour donner à chacun

sa valeur réelle dans le cadre de l'utilisation de plusieurs traits (production laitière, poids, etc.) dans un index dit combiné, il est indispensable d'avoir un excellent jugement sur l'importance économique relative, de même qu'une bonne connaissance de l'hérédité des différents caractères. Rappelons que certaines informations sont nécessaires pour le développement d'un index (Lush, 1943) et que l'utilisation dudit index sur un troupeau donné, selon les milieux, dépend de certaines conditions (Bogart R., 1959). Dans le cadre de notre étude, les deux caractères utilisés pour l'indexation sont la production laitière et le poids des candidats à 18 mois.

Le gain génétique attendu de 19,05 litres par génération est identique à celui réalisé par le troupeau de la Station de Niono. Par contre, le gain annuel de 3,8 litres est plus faible par rapport à celui de la Station de Niono qui est de 4,8 litres. Cet écart est dû à la différence d'intervalle entre générations qui est de 5 ans pour les animaux du milieu villageois et de 4 ans pour les animaux de la Station. En ce qui concerne les poids à 18 mois, c'est le même constat. Pour les animaux du milieu villageois, le gain génétique par an a été estimé à 3,4 contre 4,2 kg pour les animaux de la Station de Niono. Ce gain génétique annuel estimé des troupeaux du milieu villageois est supérieur à celui obtenu (2,13 litres) par CIPEA/IER (1978) sur le troupeau de la Station de Niono ; l'hérédité, l'intensité de sélection, l'intervalle entre génération et l'écart type étant estimés respectivement à 0,42 ; 1,34 ; 7,2 ans et 27,21 respectivement.

Il faut rappeler que les éléments de calcul (i = intensité de sélection, h^2 = hérédité du caractère, σ_p = écart type pour les caractères) sont empruntés aux données de la Station de Niono.



Dans le cadre du PSNO, les variables retenues pour la sélection des taurillons sont la production laitière des mères et le poids à 18 mois des candidats. Le seuil de production laitière pour qu'une vache soit retenue comme mère à taureaux est de 4 litres par jour à partir des contrôles laitiers à un seul passage corrigés des facteurs ordre de vêlage et numéro de vêlage. Les autres critères dans le cadre de la sélection des mâles sont : la robe, la conformation et le tempérament plus les critères des éleveurs.

La formule d'indexation des taurillons prend en compte 29,5 fois la production laitière de la mère et 1,6 fois le poids à 18 mois du candidat. Cette étude montre que les gains génétiques de production laitière et de poids attendus par an pour les animaux du PSNO sont plus faibles que ceux estimés pour les animaux de la Station de Niono ; les principales données étant empruntées aux animaux de la Station.

Pour toutes ces considérations, des études doivent être poursuivies dans le milieu traditionnel en vue :

- de pouvoir déterminer tous les paramètres génétiques propres aux troupeaux de base du PSNO ;
- d'obtenir des données sur toute l'année afin de proposer des formules de prédiction et de dégager, si possible, des coefficients pour d'autres facteurs d'importance pour la production laitière ;
- de dégager des coefficients de corrélation entre la production laitière et les critères morphologiques de façon plus approfondie sur un effectif très important de vaches.

L'aboutissement de ces études permettrait de disposer d'une formule d'indexation pour le PSNO à base de données provenant uniquement du milieu traditionnel, d'une part et, d'autre part, de prendre davantage en compte les critères des éleveurs dans la sélection. Ainsi, les éleveurs s'approprieraient plus facilement des outils.

V. Références bibliographiques

- Bogart R., 1959. Méthodes modernes d'amélioration du bétail. Oregon State College and Animal Husbandman, Oregon agricultural station, the Macmillan Company, 238, 293p.
- CIPEA/IER, 1978. Evaluation des productivités des races bovines maures et peules à la station du Sahel. Niono. Mali. Afropress Ltd Lusaka, 128p.
- Hazel L. H., 1943. The genetic basis of constructing selection indexes. *Genetics*, 28:476-490.
- Lush J. L. 1943. Animal breeding plans, Ames, Iowa, The Iowa State College Press, 437p.
- Nialibouly O., 2007. Amélioration du potentiel génétique laitier du Zébu Peul au Mali : détermination des paramètres génétiques et critères de choix des reproducteurs dans un programme de sélection à noyau ouvert, Thèse de Doctorat ISFRA, 170p.
- Nialibouly O., Coulibaly M. D. et Diarra A., 2006. Prédiction de la production laitière journalière et étude analytique de la corrélation entre les critères de sélection traditionnels et la production laitière du zébu peul dans la zone de Niono, *Les cahiers de l'Economie Rurale*, (3) : 5-13.

Chers Auteurs,

**Envoyez vos articles aux Cahiers de l'Économie Rurale
pour la survie de votre revue**



Institut d'Économie Rurale (IER)

Tél. : (223) 20 22 26 06 / 20 23 19 05

Fax : (223) 20 23 37 75

B.P. 258

Rue Mohamed V

Bamako, Mali