



LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE RURALE

Institut d'Économie Rurale – Revue Semestrielle – n° 28 – Janvier - Juin 2019 – ISSN 1987 - 0000

n° 28

- Effet de la substitution du tourteau de coton par de la graine de *Cassia tora* L. sur la croissance et le rendement carcasse des poulets de chair** 1
- Pratiques paysannes pour l'adaptation de la riziculture de submersion libre à la variabilité climatique dans la région de Gao au Mali** 11
- Perceptions des agro-pasteurs de la commune rurale de Diéma dans la région de Kayes (Mali) face au changement climatique** 25
- Impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs (*Zea mays*) sur le bien-être des maïsiculteurs au Mali** 37
- Utilisation des plantes locales dans la lutte contre les maladies aviaires dans la zone de Kayes-Sud au Mali** 47
- Évaluation du coût de production du maïs (*Zea mays*) en zone soudanienne du Mali** 57



La Recherche Agricole au Service du Développement Rural



LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE RURALE

N° 28 – Janvier – Juin 2019

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 Ibrahima N'Diaye
Éditeur Scientifique : Dr Bocary Kaya
Secrétaire de rédaction : Dr Modibo Sylla

Comité de rédaction

Pr Daniel Dansonko, Bamako
Dr Tiéma Niaré, Liberté A, Bamako
Dr Kalifa Sanogo, Bamako
Dr Mamadou D. Coulibaly, Bamako
Dr Mike Bertelsen, Virginia Tech
Dr Peter White, Washington State University
Dr Oumar Niangado, Bamako
Pr Siaka Sidibé, Hôpital du Point G, Bamako
Pr N'Golo Diarra, Bamako
Pr Alhousseini Bretaudeau, Académie des Sciences, Bamako
Pr Aly Yéro Maïga, Bamako
Dr Niamoye Yaro, IER, Bamako
Dr Abdoul Karim Traoré, Bamako
Dr Abdoulaye Hamadoun, Bamako
Dr Amadou Kodio, IER, Bamako

Comité scientifique

Dr Aly Kouriba, CNRA, Bamako
Dr Modibo Sidibé, Bamako
Dr Bara Ouologuem, IER, Bamako
Dr Ibrahima N'Diaye, IER, Bamako
Dr Gaoussou Traoré, Bamako
Dr Zana Sanogo, Bamako

INFORMATIONS ET INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

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

I. GÉNÉRALITÉS

1. Manuscrit

Le manuscrit est saisi sur ordinateur (en interligne 1,5) et imprimé sur papier de format 21 cm x 29,7 cm, avec une marge de 4 cm à droite comme à gauche, sans rature ni surcharge. Sa longueur ne doit pas dépasser 15 pages, y compris les illustrations et les tableaux.

Une version électronique du manuscrit est à envoyer soit par courrier électronique à : bocarykaya@gmail.com avec carbone copie à hamidou.nantoume@yahoo.fr; soit sur clé USB déposée à la Direction Scientifique de l'IER BP 258 Bamako, Mali à l'attention de Dr Bocary Kaya, Rédacteur Scientifique.

2. Style

Le style doit être simple et concis, avec des phrases courtes, du type : sujet, verbe, complément. Les noms scientifiques de genres et d'espèces, doivent être écrits en italique et seront suivis du nom du descripteur, à la première apparition dans le texte. Par la suite, le nom du descripteur sera occulté. Lorsque dans une citation, la référence des auteurs comporte plus de deux noms, seul le nom du premier auteur est mentionné et il est suivi de « et al » écrit en italique.

3. Notes en bas de page

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

4. Pagination

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

5. Unités de mesure

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

6. Procédure d'évaluation des manuscrits

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

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

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

7. Corrections des mises en page

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

8. Tirés à part

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

II. ORGANISATION DU MANUSCRIT

1. Première page

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

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

2. Introduction

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

3. Matériel et méthodes

Seul le matériel original sera décrit. Évitez les longues listes de matériel communément utilisés tels que sécateur, bottes, etc. Si les méthodes habituellement utilisées doivent être succinctement décrites, les méthodes nouvelles, par contre, doivent être détaillées.

4. Résultats

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

5. Discussion

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

6. Conclusion

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

7. Remerciements

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

8. Références

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

- Articles

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

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

- Livres

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

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

- Thèses

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

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

- Communications

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

Exemple : CISSE M., 1982. Evaluation du potentiel fourrager de la zone d'étude du projet CIPEA. In Actes du Colloque sur les ligneux fourragers. Addis Abeba, Ethiopie. 154 – 169.

9. Liste des taxons végétaux cités

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

10. Illustrations

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

11. Tableaux

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

Effet de la substitution du tourteau de coton par de la graine de *Cassia tora* L. sur la croissance et le rendement carcasse des poulets de chair

Impact of the substitution of cottonseed meal with *Cassia tora* L. seed on the growth and carcass yield of broilers

Sidibé Seydou¹, Traoré Bantiéni², Tangara Moussa³, Diarra Marcel¹, Keïta Ousmane¹, Cissé Sékou Mouhamadou¹, Konaré Koniba³, Nantoumé Hamidou², Sylla Modibo²

¹Institut d'Économie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRRA) de Sotuba, Laboratoire de Nutrition Animale - BP 262, Bamako, Mali

²Institut d'Économie Rurale (IER), Direction Générale, Direction Scientifique - BP 258, Rue Mohamed V - Bamako, Mali

³Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, Département Élevage, Bamako, République du Mali

*Auteur de correspondance : E-mail : seydotsidibe@hotmail.com - Tél. : + 223 66 98 49 03

Résumé

Dans le cadre de la valorisation des ressources alimentaires autochtones non conventionnelles dans l'alimentation de la volaille, des rations contenant la graine de *Cassia tora* en substitution au tourteau de coton ont été testées chez des poulets de chair au Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba. La R0 était la ration témoin avec 10% de tourteau de coton, tandis que R1, R2, R3 et R4 correspondaient respectivement à 25 %, 50%, 75 % et 100% de substitution du tourteau de coton par la graine de *Cassia tora*. Quatre cents poussins d'un jour de souche Cobb 500 et pesant en moyenne 39 g, répartis de façon aléatoire en 20 lots, ont été utilisés. La distribution de l'aliment se faisait à volonté deux fois par jour et l'eau était apportée *ad-libitum*. Les résultats de l'étude montrent qu'il n'y a pas eu de différences significatives quant aux gains moyens quotidiens obtenus. Les rations R0, R1, R2, R3 et R4 ont donné respectivement $29,68 \pm 1,48$; $30,59 \pm 1,87$; $32,48 \pm 1,69$; $28,82 \pm 2,04$ et $30,44 \pm 1,64$. Le rendement carcasse des poulets de la ration R2 avec $77,22 \pm 2,28\%$ a été significativement supérieur à ceux des rations R0, R1, R3 et R4 avec respectivement

$\pm 2,12\%$; $73,79 \pm 1,91\%$; $73,68 \pm 2,43\%$ et $72,10 \pm 1,87$.

Mots clés : Graines de *Cassia tora*, poulets de chair, croissance, rendement carcasse, Mali

Abstract

As part of the development of unconventional indigenous food resources in poultry feed, rations containing *Cassia tora* seed as a substitute for cottonseed cake were tested in broilers at the Sotuba Regional Agricultural Research Center. R0 was the control ration with 10% cottonseed cake, while R1, R2, R3 and R4 corresponded respectively to 25%, 50%, 75% and 100% substitution of cottonseed cake by *Cassia tora* seed. Four hundred one-day old chicks of Cobb 500 strain, weighing on average 39 g and randomly divided into 20 batches, were used. The rations were distributed *ad libitum* twice a day and water was provided *ad-libitum*. The results of the study show that there were no significant differences in the average daily gains achieved. R0, R1, R2, R3 and R4 rations yielded 29.68 ± 1.48 ; 30.59 ± 1.87 ; 32.48 ± 1.69 ; 28.82 ± 2.04

and 30.44 ± 1.64 respectively. The carcass yield of the R2 ration, i.e. $77.22 \pm 2.28\%$, was significantly higher than those of R0, R1, R3 and R4 rations, with $75.86 \pm 2.12\%$; $73.79 \pm 1.91\%$; $73.68 \pm 2.43\%$ and $72.10 \pm 1.87\%$ respectively.

Key words: *Cassia tora* seeds, broilers, growth, carcass yield, Mali

1. Introduction

L'aviculture occupe une place de choix dans l'économie du Mali. Selon la DNPIA (2019), le pays compte 49 617 572 sujets de volaille. La volaille constitue non seulement une source importante de revenus et de protéines, mais permet aussi de créer de l'emploi pour les jeunes et les femmes. Il représente à cet effet un instrument efficace de lutte contre la pauvreté et d'atteinte de la sécurité alimentaire. Actuellement, on assiste à une modernisation progressive du sous-secteur de l'aviculture au Mali. Cela s'explique non seulement par une demande accrue des besoins des populations en protéines aviaires, mais aussi par le fait qu'il s'agit d'un sous-secteur générateur de revenus. Malgré les nombreux efforts consentis par le Gouvernement et ses partenaires techniques et financiers pour le développement de l'aviculture au Mali, ce sous-secteur est toujours confronté à de nombreuses difficultés, parmi lesquelles on peut citer l'insuffisance de sources protéiniques tout au long de l'année. Il faudrait ajouter à cela la hausse vertigineuse du prix du tourteau de coton et de la farine de poisson, principales sources de protéines utilisées dans l'alimentation de la volaille ces dernières années. Depuis un certain temps, des opérateurs économiques essaient par l'importation des graines et du tourteau de soja et de concentrés de contribuer à la résolution de ce problème. Mais pour le moment ces ingrédients ne sont pas à la portée de tous les éleveurs à cause de leur inaccessibilité géographique et financière. Pour relever ce défi, l'exploitation de nouvelles sources protéiniques autochtones non conventionnelles

devient donc une nécessité. C'est dans ce cadre que la présente étude portant sur l'utilisation des graines *Cassia tora* L. dans l'alimentation des poulets de chair a été conduite.

Cassia tora (nom français : casse fétide ; nom bamanakan : n'zélou) encore appelé *Cassia obtusifolia* ou *Senna obtusifolia* est probablement originaire de la région néotropicale (Irwin et Barneby, 1982 ; Parsons et Cuthbertson, 1992 ; PROTA, 2013) mais elle s'est répandue dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde (Paul et Bonne, 2013). C'est une plante qui est feuillue tout le long de son cycle végétatif avec une biomasse très importante et qui pousse même sur les sols les plus pauvres. La teneur en protéines des feuilles varie entre 12% et 20,2% (Mbaiguinan *et al.*, 2005), tandis que les graines en contiennent plus de 24% (Pankaj, 2002). *Cassia tora* n'est pas seulement riche en protéines, mais il renferme aussi des quantités importantes d'acides aminés essentiels (thréonine, valine, leucine, isoleucine), de potassium et de calcium (Vadivel et Janardhanan, 2000). La digestibilité des protéines des graines varie entre 81,4 et 85,9% (Vadivel et Janardhanan, 2001).

Toutefois, l'incorporation des graines et des feuilles de cette légumineuse dans l'alimentation des animaux est limitée à causes des facteurs antinutritionnels et toxiques qu'elle renferme. Il s'agit principalement des anthraquinones, l'émodyne, des nitrates, des nitrites (Pal *et al.*, 1977 ; Perkins et Payne, 1985 et Merien, 2004), des tannins, des polyphénols et des phytates (Nuha *et al.*, 2010).

Malgré les potentialités alimentaires ci-dessus citées, *Cassia tora* est jusqu'à nos jours très peu exploité dans l'alimentation animale au Mali. La présente étude est une contribution à l'amélioration du niveau nutritionnel de la volaille par l'incorporation dans sa ration des graines de *Cassia tora* comme nouvelle source de protéines.

Feuilles de *Cassia tora* L.
Photo B. Mallé



Gousses de *Cassia tora* L.
fr.wikidepedia



Graines de *Cassia tora* L.
Photo K. Konaré



2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel animal

L'étude a porté sur un effectif de 400 poussins de souche Cobb 500 (COBB500 2012), âgés d'un jour et pesant en moyenne 39 g, fournis par l'entreprise « Mali Volaille ».

2.1.1. Rations expérimentales

Cinq rations expérimentales ont été formulées dont une ration témoin (R0), sans graines de *Cassia tora* contenant exclusivement du poisson et du tourteau de coton comme sources de protéines et quatre autres contenaient respectivement 25, 50, 75 et 100% de graines de *Cassia tora* en substitution aux 10% de tourteau de coton que contenait la ration témoin. Les autres ingrédients des rations sont constitués en grande partie de maïs, de mil et de farine de poisson. Les deux (2) céréales constituent les principales sources d'énergie. La farine de poisson et les graines de *Cassia tora* servent de sources de protéines

aux oiseaux. Les besoins en minéraux et en vitamines sont couverts à travers les coquilles, le sel et un complexe minéral vitaminé (Super Sab). Tous les ingrédients d'une même ration ont été mélangés et moulus chez un fabricant d'aliments à l'aide d'un moulin. La composition des rations expérimentales de la première et de la deuxième phase est présentée dans le tableau I.

2.2. Méthodes

Avant l'arrivée des poussins, le poulailler a été au préalable lavé à grande eau avec du savon, désinfecté avec du grésyl et mis sous vide sanitaire pendant 15 jours. Le chauffage a été assuré à l'aide d'ampoules de 100 Watts. Le poulailler comportait 20 loges, munies toutes d'une litière faite de paille de brousse. Les poussins ont été répartis au hasard entre 20 lots expérimentaux de 20 poussins. Au besoin, des permutations ont été effectuées pour avoir des lots homogènes qui ont le même poids au démarrage. Chaque ration a été répétée 4 fois, ce qui a donné 80 poussins par ration. L'attribution des rations aux différents lots a été effectuée par tirage au sort.

Tableau I. Composition des rations expérimentales (kg/100 kg)

Ingrédients	Rations phase 1 (1 ^{er} au 28 ^e jour)					Rations phase 2 (29 ^e au 70 ^e jour)				
	R0 %	R1 %	R2 %	R3 %	R4 %	R0 %	R1 %	R2 %	R3 %	R4 %
Maïs	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3
Mil	6	6	6	6	6	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Son de blé	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Farine de poisson	20	20	20	20	20	14	14	14	14	14
Tourteau de coton	10	7,5	5	2,5	0	8,5	6,4	4,3	2,2	0
<i>Cassia tora</i>	0	2,5	5	7,5	10	0	2,1	4,2	6,3	8,5
Coquilles	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	1
Sel	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Super Sab	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

R0 = Ration témoin ; R = Ration

Les oiseaux ont été alimentés en tenant compte des deux phases du cycle de production du poulet de chair (démarrage, croissance et finition). La première phase (démarrage) couvrait la période du 1^{er} au 28^e jour et la deuxième (croissance et finition) du 29^e au 70^e jour. La distribution de l'aliment se faisait deux fois par jour : le matin à 8 h et le soir à 15 h, mais l'eau de boisson était distribuée *ad-libitum*. À la réception des poussins, un aliment « premier âge », composé de maïs finement concassé leur a été servi dans des assiettes plastiques et l'eau distribuée *ad-libitum* dans des abreuvoirs plastiques de 3 litres. La distribution des rations expérimentales proprement dites a commencé le 2^e jour de l'essai. À partir de la 2^e semaine, les assiettes plastiques ont été remplacées par des mangeoires coniques en tôle galvanisée « premier âge » jusqu'à la fin de la première phase. Pendant la 2^e phase, les mangeoires « premier âge » ont été remplacés par ceux du « deuxième âge » et les abreuvoirs de 3 litres par ceux de 5 litres.

Les oiseaux étaient soumis à un plan de prophylaxie adapté à la production des poulets de chair, élaboré par le Programme Volaille. Ce plan comprenait :

- l'administration d'un anti-stress (Aminotal) dans l'eau de boisson pendant les 4 premiers jours dès l'arrivée des poussins et après chaque vaccination et pesée ;
- la vaccination contre la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse (Hipraviar- B1/H120) à l'âge de 5 jours avec un rappel le 19^e jour ;
- la vaccination contre la maladie de Gumboro (IBA Gumboro) le 1^{er} jour au couvoir avec un rappel le 12^e jour ;
- l'administration d'anti-coccidiens (Anticoc) et d'antibiotiques (Covit) au moins quatre jours de suite chaque semaine.

Les paramètres contrôlés étaient la température du bâtiment, l'état sanitaire, la consommation alimentaire des sujets, la valeur nutritive des aliments, l'évolution pondérale et le poids à l'abattage des oiseaux. À partir de ces

données, l'indice de consommation, le taux de mortalité et de morbidité des sujets ainsi que leur rendement carcasse ont été calculés.

L'énergie métabolisable a été estimée grâce à l'équation de régression (Larbier et Leclercq 1992) ci-dessous :

$$EM = 3951 + 54,4 \text{ MG} - 88,7 \text{ CB} - 40,8 \text{ CE}$$

Où :

EM = Énergie métabolisable

MG = Matière grasse

CB = Cellulose brute

CE = Cendres brutes

2.3. Analyse des données

Les données sur la consommation alimentaire, le gain moyen quotidien, le rendement carcasse et l'indice de consommation ont été comparés par l'analyse de la variance (ANOVA) en utilisant un dispositif complètement randomisé avec la ration comme facteur de classification.

3. Résultats

3.1. Composition chimique et valeur énergétique des rations expérimentales

La composition chimique et la valeur énergétique des rations expérimentales sont consignées dans le tableau II.

Les résultats des analyses bromatologiques des rations expérimentales ont donné pour la première phase, une teneur en protéines qui varie entre 17,13% et 20,69%. Quant à la deuxième phase, le taux de protéines se situe entre 15,00% et 16,66%.

Quant à la teneur en énergie métabolisable des rations expérimentales, elle varie entre 14,09 et 14,61 MJ/kg de MS pour la première phase et 13,65 et 14,55 MJ/kg de MS pour la deuxième phase.

Tableau II. Composition chimique et valeur énergétique des rations expérimentales

Ingrédients	Phase 1					Phase 2				
	R0	R1	R2	R3	R4	R0	R1	R2	R3	R4
MS (%)	93,42	93,92	93,79	93,42	93,79	92,37	92,85	92,00	92,4	92,35
CB (%)	8,30	8,57	8,23	7,76	7,78	8,23	6,89	7,68	6,08	7,80
Cendres (%)	4,91	4,76	4,64	4,00	4,00	4,49	4,58	4,35	4,44	4,49
PB (%)	20,69	18,00	17,94	19,44	17,33	15,88	16,88	15,38	15,00	15,56
MG (%)	6,00	5,38	6,22	4,92	4,85	6,01	7,16	6,68	6,44	6,71
Ca (%)	0,94	0,77	0,51	0,80	0,97	0,89	0,96	0,89	0,91	0,87
P (%)	0,19	0,23	0,21	0,20	0,20	0,08	0,11	0,09	0,10	0,90
EM (MJ/kg)	14,27	14,09	14,81	14,83	14,81	14,076	14,81	14,45	14,97	14,39

R0 = Ration témoin ; R = Ration ; MS : Matière sèche ; CB : Cellulose brute ; PB : Protéines brutes ; MG : Matière grasse ; Ca : Calcium ; P : Phosphore ; EM : Énergie métabolisable

3.2. Paramètres zootechniques

affecté la consommation alimentaire des oiseaux.

3.2.1. Consommation alimentaire des oiseaux

Les consommations alimentaires des oiseaux en fonction des différentes rations sont regroupées dans le tableau III. Elles ont été en moyenne de $511 \pm 12,12$ g/sujet, $508 \pm 11,36$ g/sujet, $533 \pm 12,47$ g/sujet, $505 \pm 10,42$ g/sujet et $511 \pm 14,03$ g/sujet, respectivement pour les rations R0, R1, R2, R3 et R4. Ces valeurs ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$). L'apport de *Cassia tora* n'a donc pas

3.2.2. Évolution pondérale des poulets de chair

Les résultats par rapport à l'évolution pondérale des oiseaux sont présentés dans le tableau IV. L'analyse statistique ne donne aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les gains moyens quotidiens (GMQ) des oiseaux. L'apport de *Cassia tora* dans la ration n'a donc pas influencé l'évolution du poids des poulets de chair.

Tableau III. Consommation alimentaire des poulets de chair (g)

Phases	Rations					
	R0	R1	R2	R3	R4	Total
Phase 1	$91 \pm 6,64$	$87 \pm 7,11$	$100 \pm 5,54$	$86 \pm 10,43$	$92 \pm 4,13$	$91,20 \pm 5,54$
Phase 2	$420 \pm 5,31$	$420 \pm 8,29$	$433 \pm 8,03$	$419 \pm 4,78$	$418 \pm 7,52$	$422,00 \pm 6,20$
Total	$511 \pm 12,12$	$508 \pm 11,36$	$533 \pm 12,47$	$505 \pm 10,42$	$511 \pm 14,03$	$513,60 \pm 11,13$

Les valeurs moyennes suivies de la même lettre dans la même ligne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.

R0 = Ration témoin ; R = Ration

Tableau IV. Gain moyen quotidien (GMQ) des poulets de chair (g/j)

Paramètres	Période	Rations					Total
		R0	R1	R2	R3	R4	
GMQ (g/j)	Phase 1	8,27 ±	7,75 ±	9,08 ±	7,15 ±	8,16 ±	8,08 ±
		0,81	0,62	0,69	0,85	0,93	0,71
	Phase 2	21,41 ±	22,85 ±	23,40 ±	21,67 ±	22,28 ±	22,32 ±
		0,72	0,70	0,89	0,53	0,86	0,82
	Total	29,68 ±	30,59 ±	32,48 ±	28,82 ±	30,44 ±	30,40 ±
		1,48	1,87	1,69	2,04	1,64	1,35

Les valeurs moyennes de la même ligne suivies de la même lettre ne sont pas différentes au seuil de 5%.

R0 = Ration témoin ; R = Ration

3.2.3. Indice de consommation

Les indices de consommation sont les mêmes pour toutes les rations ($p > 0,05$) (tableau V). Ils suivent la même tendance que les consommations alimentaires et l'évolution des poids des oiseaux.

3.2.4. Morbidité et mortalité des oiseaux

De manière générale, l'incorporation de la graine de *Cassia tora* dans la ration n'a pas entraîné d'effets néfastes sur l'état sanitaire des animaux. Les taux de mortalité ont varié entre 3,75 et 11,25%. Les taux les plus élevés ont été recensés dans les lots R0 et R2 (tableau VI).

3.2.5. Rendement carcasse

Les rendements carcasses des différentes rations sont rapportés dans le tableau VII. Les résultats obtenus montrent une différence significative ($p < 0,05$) entre les rendements carcasse. La ration R2 offre le meilleur rendement (77,22%).

La ration R2 avec 50% de taux de substitution a donné le meilleur rendement carcasse de 77,22%, suivi de la ration témoin R0, de la ration R1 et de la ration R3 avec respectivement 75,86 ; 73,79 et 73,68%. La ration R4, où le tourteau de coton a été substitué à 100% a engendré le plus faible rendement carcasse (72,10%).

Tableau V. Indices de consommation des différentes rations

Phases	Rations					Total
	R0	R1	R2	R3	R4	
Phase 1	1,57 ± 0,05	1,61 ± 0,07	1,57 ± 0,07	1,73 ± 0,09	1,62 ± 0,06	1,62 ± 0,07
Phase 2	2,81 ± 0,9	2,63 ± 0,14	2,65 ± 0,11	2,76 ± 0,06	2,68 ± 0,08	2,70 ± 0,08
Total	4,37 ± 1,64	4,24 ± 1,64	4,21 ± 1,64	4,49 ± 1,64	4,30 ± 1,64	4,32 ± 0,11

Les valeurs moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.

R0 = Ration témoin ; R = Ration

Tableau VI. Taux de mortalité des poulets de chair (%)

Paramètres	Rations				
	R0	R1	R2	R3	R4
Effectif initial	80	80	80	80	80
Nombre de morts	7	3	9	5	4
Effectif final	73	77	71	75	76
Taux de mortalité (%)	8,75	3,75	11,25	6,25	5,00

R0 = Ration témoin ; R = Ration

Tableau VII. Rendements carcasses des différentes rations (g)

Paramètres	Rations					
	R0	R1	R2	R3	R4	Total
Poids vif (g)	1303,95 ± 81,15 b	1397,2 ± 77,58 a	1335,15 ± 71,05 b	1199,65 ± 92,23 c	1293,80 ± 74,43 b	1305,95 ± 71,82 b
Poids carcasses (g)	938,75 ± 63,13 c	1012,15 ± 68,49 a	955,55 ± 51,16 b	850,55 ± 61,97 e	896,90 ± 58,28 d	930,78 ± 61,00 c
Rendement carcasse (%)	75,86 ± 2,12 b	73,79 ± 1,91 b	77,22 ± 2,28 a	73,68 ± 2,43 b	72,10 ± 1,87 c	74,53 ± 2,01 b

Les valeurs moyennes suivies de la même lettre sur la même ligne ne sont pas statistiquement différentes ($p > 0,05$).

R0 = Ration témoin ; R = Ration

4. Discussion

Consommation alimentaire des oiseaux

Les niveaux de consommation enregistrés dans la présente étude (505 à 533 g/sujet) sont inférieurs à ceux obtenus par Koné *et al.* (2012) sur des poulets de chair nourris avec un aliment commercial des Grands Moulins du Mali, constitué de son de blé, de maïs, de tourteau d'arachide, de vitamines et de minéraux et à ceux de Félix (2008) étudiant la substitution du maïs par du sorgho à faible teneur en tanins dans des rations contenant en plus de ces deux ingrédients du poisson, du calcium et un complexe minéral vitaminique. Ces différences seraient liées au fait que la présente étude a été menée en période de forte chaleur qui serait à l'origine des baisses d'ingestion.

Évolution pondérale des poulets de chair

L'apport de *Cassia tora* dans la ration n'a pas influencé l'évolution du poids des poulets de chair. Les résultats obtenus sont comparables à ceux de Bello (2010) qui a enregistré des poids moyens de 912 g à 17 semaines d'âge chez les poulets locaux nourris avec une ration contenant du *Moringa oleifera*. Mais au taux de substitution de 50% dans la ration, *Cassia tora* donne des gains moyens quotidiens supérieurs aux 8,7 g/j rapportés chez des poulets locaux du Sénégal par Bello (2010).

Indice de consommation

Les indices de consommation obtenus dans cette étude sont comparables à ceux rapportés par Félix (2008) chez des poulets de chair nourris avec une ration de substitution au

maïs du sorgho pauvre en tanin (4,15). Ils sont cependant plus élevés que les 2,65 et 2,80, obtenus par Koné *et al.* (2012) chez des poulets de chair recevant un aliment commercial. Ces écarts pourraient être dus aux fortes températures enregistrées durant l'étude.

Morbidité et mortalité des oiseaux

Les taux de mortalité enregistrés dans cette étude ont varié de 3,75 à 11,25% et sont inférieurs aux normes de 10-15% rapportés par Sanofi (1993). Par contre, Ayssiwede *et al.* (2012) ont rapporté des taux de mortalité de 22,72%, 9,09% et 18,18% respectivement pour des taux d'incorporation de 5%, 10% et 15% de la farine de feuilles de *Cassia tora* dans la ration alimentaire de jeunes poulets traditionnels du Sénégal.

Rendement carcasse

Les rendements carcasses des poulets des différentes rations sont rapportés dans le tableau VII.

La ration R2 avec 50% de taux de substitution a donné le meilleur rendement carcasse de 77,22%, suivi de la ration témoin R0, de la ration R1 et de la ration R3 avec respectivement 75,86 ; 73,79 et 73,68%. La ration R4, où le tourteau de coton a été substitué à 100% a engendré le plus faible rendement carcasse (72,10%).

Les rendements carcasses obtenus dans cette étude ont varié entre 72,10 et 77,22%. Ils sont semblables aux 77,2% d'Ali (2001) et 76,2% de Bello (2010). Mais, ils sont supérieurs aux 68,9% trouvés par Adebado et Oluyeni (1981) et aux 48,09% de Salafao (1998).

5. Conclusion

La substitution du tourteau de coton par la graine de *Cassia tora* dans une ration alimentaire de poulets de chair contenant 10% de tourteau de coton n'a affecté ni la consommation alimentaire, ni l'évolution pondérale, ni l'indice de consommation, ni la

mortalité des oiseaux. La ration avec 50% de taux de substitution du tourteau de coton par la graine de *Cassia tora* a donné le meilleur rendement carcasse.

6. Références

- ADEBADJO A. et OLUYENI J.A., 1981 - Etude sur la protéine de production de viande de volaille indigène du Nigéria. Effet de l'âge sur la qualité de la viande. Bulletin of Animal Health and production in Africa 29 : 425-429.
- ALI D., 2001. Etude de l'influence du niveau énergétique de la ration sur la productivité de la poule locale (*Gallus domesticus*). Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar, Sénégal, 20.
- AYSSIWEDE S.B., MISSOKO-MAKEBI R., MANKOR A., DIENG A., HOUINATO M. R., CHRYSOSTOME C.A.A.M., DAHOUDA M., MISSOHO A. et HORNICK J.L., 2012 - Effets de l'incorporation de la farine de feuilles de *Cassia tora* (Linn.) dans la ration alimentaire de jeunes poulets traditionnels du Sénégal. Revue Méd. Vét. 163 (8-9) : 375-386.
- BELLO H., 2010. Essai d'incorporation de la farine de feuille de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des poulets indigènes du Sénégal : Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar, Sénégal, 84 pages.
- DNPIA, 2019. Rapport annuel de la Direction Nationale des Productions et des Industries Animales, p 20-21.
- FÉLIX A., 2008. Effets comparés de l'utilisation du sorgho "tan" dans l'alimentation des poulets de chair. Mémoire de fin de cycle ingénieur. IPR/IFRA de Katibougou, Bamako, Mali, 56 pages.
- COBB 500, 2012 - Guide d'élevage du poulet de chair. Performances et Recommandations Nutritionnelles. Edition Avril, 10 pages.
- IRWIN H. S. et BARNEBY R. C., 1982 - The American Cassiinae. Memoirs of the New York Botanical Garden. 5:1-918: 13.
- KONÉ N., TRAORE B., KEÏTA O., DIARRA M., 2012 - Tests d'alimentation sur les poulets de

- chair. Rapport Convention Institut d'Économie Rurale/Grands Moulins du Mali, 15 pages.
- LARBIER M. et LECLERCQ B., 1992 - Nutrition et alimentation des volailles. France, Paris, INRA, 355 pages.
- MBAIGUINAM M., MAHMOUT Y., TARKODJIEL M., DELOBEL B. and BESSIERE J. M., 2005 - Constituents of Kawal, fermented *Cassia obtusifolia* leaves, a traditional food from Chad. African Journal of Biotechnology 4 (10): 1080-1083.
- MERIEM B.E.H., 2004. Community Decision Making Aids for Improved Pasture Resources in the Madiama Commune of Mali. PhD, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, 147 pages.
- NUHA M.O., ISAM A.M.A. et ELFADIL E.B., 2010 - Chemical composition, antinutrients and extractable minerals of Sicklepod (*Cassia tora*) leaves as influenced by fermentation and cooking. International Food Res. J. (17): 775-785.
- PAL M., ROY D.K. and PAL P.R., 1977 - Emodin from the leaves of *Cassia tora* Linn. Indian Journal of Pharmacology 39 (5): 116-117.
- PANKAJ O., 2002 - Charota or Chakod (*Cassia tora* L. syn. *Cassia obtusifolia* L.) Society for Parthenium Management (SOPAM), www.celestine-india.com/pankajoudhia.
- PARSONS W.T. and CUTHBERTSON E.G., 1992 - Noxious weeds of Australia. Inkata Press, Melbourne/Sydney. 692.
- PAUL R. et BONNE L., 2013 - Présentation de deux méthodes originales visant à faciliter dans les IAA, la mise en œuvre des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ainsi que de la méthode HACCP, telles que définies par le codex alimentaires. Université de Toulouse. 1.
- PERKINS K.D. and PAYNE W.W., 1985 - Guide to the poisonous and irritant plants of Florida. Fla. Crop. Ext. Serv., Inst. Food Agric. Sci., Univ. Fla, Gainesville, FL.
- PROTA, 2013 - Ressources végétales de l'Afrique tropicale. vol. 11 (2). Plantes médicinales, tome 2. éd. par G.H. Schmelzer & A. Gurib-Fakim. Wageningen, Fondation PROTA-CTA. 417. 15.
- SALAFAOH A.C.L., 1998 - Response of Malawi local chicken to commercial feed up to eight weeks of age. Bull. Anim. Health Prod. Afr. 46: 245-249
- SANOFI, 1993. Guide de l'aviculture tropicale. Santé Animale de l'Aviculture Tropicale ; 116 pages.
- VADIVEL V. and JANARDHANAN K., 2000 - Chemical composition of underutilized legume *Cassia hirsuta* L. Plant Food for Human Nutrition 55 (4): 369-381.
- VADIVEL V. and JANARDHANAN K., 2001 - Nutritional and antinutritional attributes of underutilized legume, *Cassia floribunda* Cav. Food Chemistry 73: 209-215.

- chair. Rapport Convention Institut d'Économie Rurale/Grands Moulins du Mali, 15 pages.
- LARBIER M. et LECLERCQ B., 1992 - Nutrition et alimentation des volailles. France, Paris, INRA, 355 pages.
- MBAIGUINAM M., MAHMOUT Y., TARKODJIEL M., DELOBEL B. and BESSIERE J. M., 2005 - Constituents of Kawal, fermented *Cassia obtusifolia* leaves, a traditional food from Chad. African Journal of Biotechnology 4 (10): 1080-1083.
- MERIEB B.E.H., 2004. Community Decision Making Aids for Improved Pasture Resources in the Madiama Commune of Mali. PhD, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, 147 pages.
- NUHA M.O., ISAM A.M.A. et ELFADIL E.B., 2010 - Chemical composition, antinutrients and extractable minerals of Sicklepod (*Cassia tora*) leaves as influenced by fermentation and cooking. International Food Res. J. (17): 775-785.
- PAL M., ROY D.K. and PAL P.R., 1977 - Emodin from the leaves of *Cassia tora* Linn. Indian Journal of Pharmacology 39 (5): 116 -117.
- PANKAJ O., 2002 - Charota or Chakod (*Cassia tora* L. syn. *Cassia obtusifolia* L.) Society for Parthenium Management (SOPAM), www.celestine-india.com/pankajoudhia.
- PARSONS W.T. and CUTHBERTSON E.G., 1992 - Noxious weeds of Australia. Inkata Press, Melbourne/Sydney. 692.
- PAUL R. et BONNE L., 2013 - Présentation de deux méthodes originales visant à faciliter dans les IAA, la mise en œuvre des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ainsi que de la méthode HACCP, telles que définies par le codex alimentaires. Université de Toulouse. 1.
- PERKINS K.D. and PAYNE W.W., 1985 - Guide to the poisonous and irritant plants of Florida. Fla. Crop. Ext. Serv., Inst. Food Agric. Sci., Univ. Fla, Gainesville, FL.
- PROTA, 2013 - Ressources végétales de l'Afrique tropicale. vol. 11 (2). Plantes médicinales, tome 2. éd. par G.H. Schmelzer & A. Gurib-Fakim. Wageningen, Fondation PROTA-CTA. 417. 15.
- SALAFAOH A.C.L., 1998 - Response of Malawi local chicken to commercial feed up to eight weeks of age. Bull. Anim. Health Prod. Afr. 46: 245-249
- SANOFI, 1993. Guide de l'aviculture tropicale. Santé Animale de l'Aviculture Tropicale ; 116 pages.
- VADIVEL V. and JANARDHANAN K., 2000 - Chemical composition of underutilized legume *Cassia hirsuta* L. Plant Food for Human Nutrition 55 (4): 369-381.
- VADIVEL V. and JANARDHANAN K., 2001 - Nutritional and antinutritional attributes of underutilized legume, *Cassia floribunda* Cav. Food Chemistry 73: 209-215.

Pratiques paysannes pour l'adaptation de la riziculture de submersion libre à la variabilité climatique dans la région de Gao au Mali

Farmer practices for adapting free submersion rice growing to climate variability in the Gao region in Mali

Guindo Sékou Sala¹, Sissoko Penda¹, Diawara Bandiougou¹, Sacko Sékou², Maiga Abba Sékou¹, Goïta Oumarou¹, Dabo Hamara¹, Maiga Aliou Dadda¹, N'Diaye Brehima³

¹Institut d'Economie Rurale (IER) - BP 258, Rue Mohamed V - Tél : + 223 20 22 26 06 / + 223 20 23 19 05 - E-mail : direction@ier.gouv.ml - Site web : www.ier.gouv.ml

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB) Hamdallaye ACI 2000 - Rue 405, porte 359 - Tél + 223 20 29 04 07 - Fax : + 223 20 29 04 18, www.fst-usttb-edu.ml

³Inspection du Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement Durable (MEADD) - Bamako, Mali

*Auteur de correspondance : E-mail : sekousguindo@yahoo.fr - IER-CRRA-Sotuba - Tél : +22376171119

Résumé

Le riz est une culture stratégique pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle au Mali. Il représente 29,12% de la production céréalière totale (MA, 2018). Différents systèmes de riziculture sont pratiqués dont la riziculture de submersion libre qui représente 42% des superficies cultivées (Camara *et al.*, 2014). Cette étude fait le diagnostic des contraintes de cette riziculture dans la région de Gao. Des méthodes participatives basées sur des entretiens semi structurés ont été réalisées pour collecter les données auprès de 150 riziculteurs. Les résultats ont révélé que les superficies cultivées en riz de submersion libre sont variables d'une année à l'autre et sont fonction notamment de la pluviométrie et de la crue du fleuve Niger. La variabilité pluviométrique, les inondations et les sécheresses sont perçues comme les phénomènes climatiques les plus importants qui affectent cette riziculture. Les effets de ces facteurs se sont traduits par le faible rendement du riz. Face à ce constat, 80% des exploitations agricoles ont introduit une dizaine de pratiques d'adaptation aux effets néfastes de ces facteurs : décalage des itinéraires techniques, utilisation des variétés améliorées, l'irrigation d'appoint avec les motopompes avant l'arrivée de la crue.

Mots clés : pratiques paysannes, riziculture de submersion libre, variabilité climatique, Gao, Mali.

Abstract

Rice is a strategic crop for food and nutritional security in Mali. It accounts for 29.12% of total cereal production (MA, 2018). Different rice farming systems are practiced including free flooding which represents 42% of the cultivated area (Camara *et al.*, 2014). This study diagnoses the constraints associated with this rice farming system in the Gao region. Participatory methods based on semi-structured interviews were conducted to collect data from 150 rice farmers. The results revealed that the area under free flooding rice growing varies from year to year, and depends on rainfall and the flooding of the Niger River. Rainfall variability, floods and droughts are seen as the most important climatic phenomena affecting this rice farming practice. The impacts of these factors have resulted in low rice yields. To adapt to the adverse effects of these factors, 80% of the farmers have introduced a dozen practices or so, including shifting the technical itineraries, using improved varieties and using motorized pumps for supplemental irrigation before the floods.

Key words: Farmer practices, free submersion rice growing, climatic variability, Gao, Mali.

1. Introduction

La riziculture de submersion libre ou riziculture flottante est la pratique la plus ancienne des systèmes de riziculture au Mali. Les superficies pour la submersion libre sont estimées à 300 000 ha (Diakité et Doumbia, 2009) avec un rendement moyen de 800 à 1500 kg/ha (Diarra *et al.*, 2014). Le semis a lieu en début d'hivernage, dès les premières pluies, puis la crue du fleuve Niger survient et inonde les rizières. L'eau peut monter de plusieurs mètres par endroits. Le riz se développe de manière à avoir les panicules hors de l'eau. La récolte est en général faite en pirogue.

Cette riziculture de submersion libre utilise essentiellement des variétés de type *Oryza glaberrima* Steud. (riz africain), dont la culture remonte à plus de 1500 ans avant Jésus Christ dans le Delta Central du fleuve Niger (Agnoun *et al.*, 2012). Les variétés cultivées ont généralement un cycle végétatif supérieur à 160 jours avec une croissance pouvant atteindre 30 cm/jour quand elles sont submergées (Perata, 2018). Actuellement, les variétés cultivées au Mali parviennent difficilement à résister à l'insuffisance et à l'irrégularité de la pluviométrie avant l'arrivée de la crue du fleuve. À ces contraintes, s'ajoutent la dégénérescence du matériel végétal, la faible fertilité du sol, la non maîtrise du calendrier cultural due à la variabilité climatique, l'envahissement des parcelles par les mauvaises herbes et la pression parasitaire des nuisibles. L'objectif de la présente étude est d'analyser les perceptions des producteurs de riz de submersion libre sur la variabilité climatique ainsi que les stratégies qu'ils mettent en œuvre pour s'adapter à ce phénomène.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude

La région de Gao est située dans la partie septentrionale du Mali (Figure 1). Elle est caractérisée par un climat désertique au Nord et sahélien au sud avec une pluviométrie annuelle respectivement de 10 à 100 mm et

de 100 à 250 mm. La période de croissance des cultures est estimée à 60-90 jours pour une probabilité de 75% (Maiga *et al.*, 2006). Cette période correspond au nombre de jours consécutifs pendant lesquels il y a suffisamment d'humidité dans les sols pour permettre une culture normale des céréales. L'hydrologie est constituée par les eaux de surface et les eaux souterraines. L'eau de surface la plus importante est apportée par le fleuve Niger dont le volume dépend du niveau des crues.

2.2. Le choix des sites

Le choix des communes et villages a été basé sur la pratique de la riziculture de submersion libre et le degré de sa vulnérabilité face aux changements climatiques. Les sites d'étude retenus ont été les communes de Soni Ali Ber, Gounzoureye et Ouattagouna dans la région de Gao (Figure 1). Dans chaque commune, un village a été choisi dont Forgho pour la commune de Soni Ali Ber, Bagoundje pour la commune de Gounzoureye et Ouattagouna pour la commune de Ouattagouna. Au niveau de chaque village, 50 exploitations agricoles (\approx 30% des exploitations agricoles) ont été choisies de façon aléatoire. Ainsi au total 150 exploitations agricoles ont été enquêtées. Les données primaires ont été collectées à partir des enquêtes réalisées avec un guide de questionnaire basé sur des interviews semi-structurées auprès des exploitants agricoles. Les données collectées ont porté sur le statut du foncier, les caractéristiques de la production, le fonctionnement du système de riziculture de submersion libre, le changement climatique et ses manifestations sur la production du riz, les perceptions des producteurs sur l'évolution du rendement du riz et les adoptions de technologies. Les données secondaires ont été collectées sur la base de la revue documentaire et des entretiens avec la Direction Régionale de l'Agriculture (DRA) de Gao. Ces données portent sur la crue du fleuve Niger à Gao, les superficies cultivées, la pluviométrie et les rendements sur 10 ans (2005-2015). Les données collectées ont été analysées avec les logiciels Excel 2013 et SPSS version 20 pour les moyennes et les fréquences utilisées dans les tableaux et graphiques.

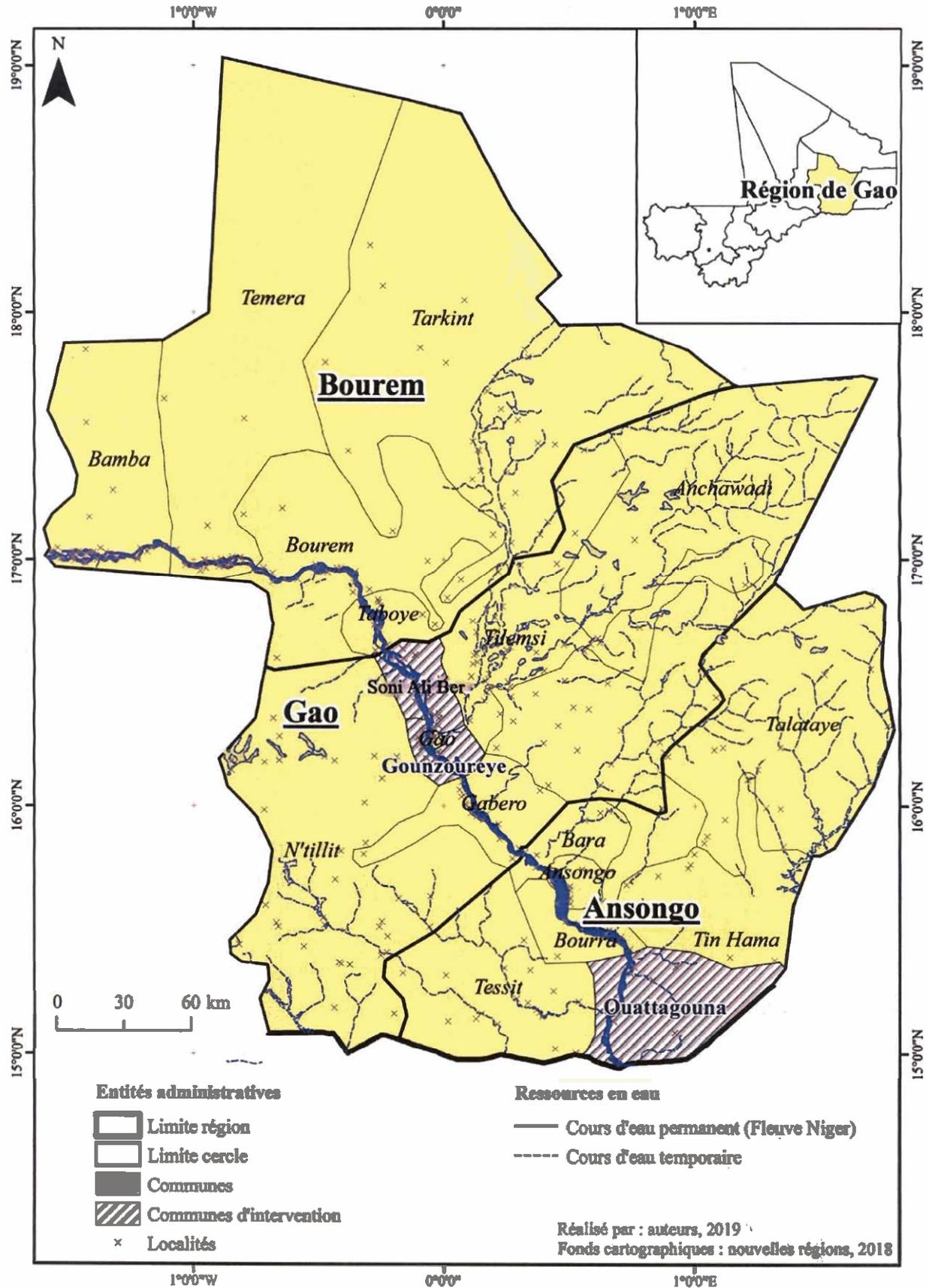


Figure 1. Sites de d'étude de la région de Gao (République du Mali)

3. Résultats

3.1. Variabilité climatique

L'évolution des superficies de riz de submersion libre en fonction de la pluviométrie et de la crue au cours de la période de 2005 à 2015 dans la région de Gao est consignée respectivement dans les figures 2 et 3. Les superficies cultivées varient d'une année à l'autre en fonction de la pluviométrie (Figure 2).

Concernant la crue (Figure 3), il ressort de l'analyse que celle-ci augmente progressivement sur 05 ans (2005-2010) pour évoluer ensuite en dents de scie de 2011 à 2015. Les superficies suivent la même tendance ascendante que la crue de 2005 jusqu'en 2008. L'influence de la crue sur les superficies n'est visible que sur cette période. En effet, les superficies cultivées baissent à partir de 2008 malgré l'augmentation de la

crue pour reprendre de manière spectaculaire à partir de l'année 2013.

La pluie et le rendement moyen varient également en fonction des années (Figure 4). La moyenne des rendements est d'environ 1000 kg/ha. Les rendements les plus élevés ont été obtenus en 2010 et 2011 avec plus de 1400 kg/ha. En 2012, malgré une pluviométrie de plus de 350 mm/an, le rendement a été faible avec moins de 1000 kg/ha. Après cette date, la pluie a baissé pour reprendre à partir de l'année 2015.

La production suit la même tendance à la baisse que la superficie de 2005 à 2009. À partir de cette date, la production a augmenté, par contre les superficies cultivées ont diminué jusqu'en 2012 (Figure 5). À partir de cette date, les superficies cultivées ont diminué à cause de la crise politico-sécuritaire de 2012. Les superficies cultivées et les rendements augmentent à partir de 2013 avec le retour des producteurs déplacés à cause de la crise.

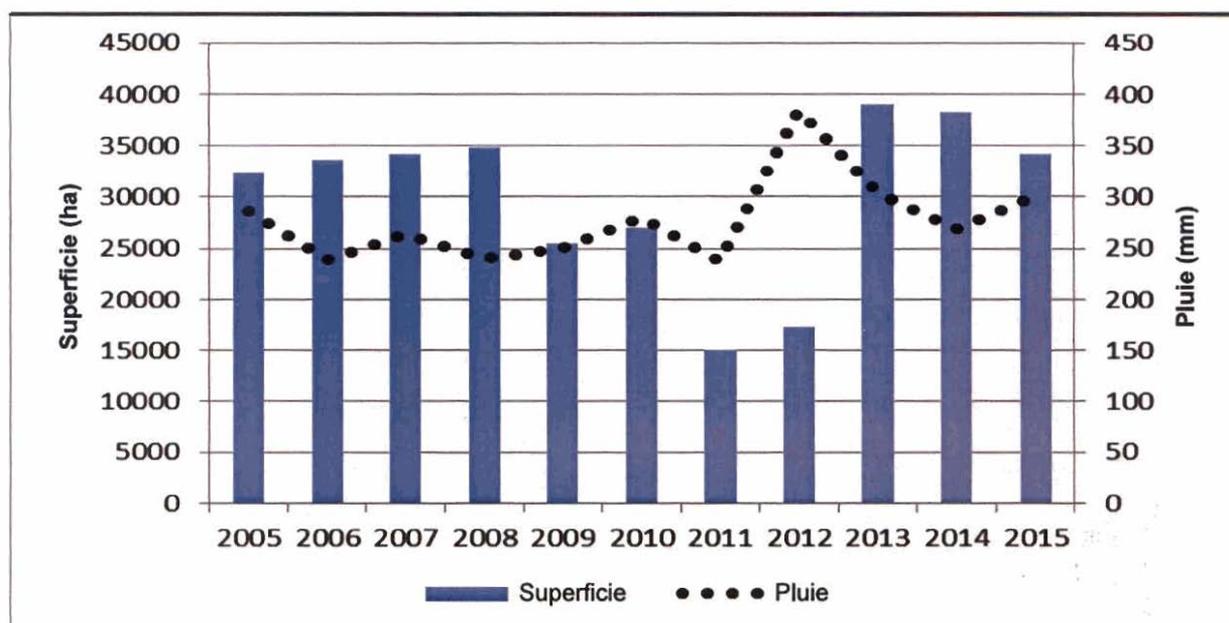


Figure 2. Superficies de riz de submersion libre et de la pluie de 2005 à 2015 dans la région de Gao (Source : Source : DRA Gao, Météo Gao, <https://power.larc.nasa.gov/cgi-bin/agro.cgi?email=agroclim@larc.nasa.gov>)

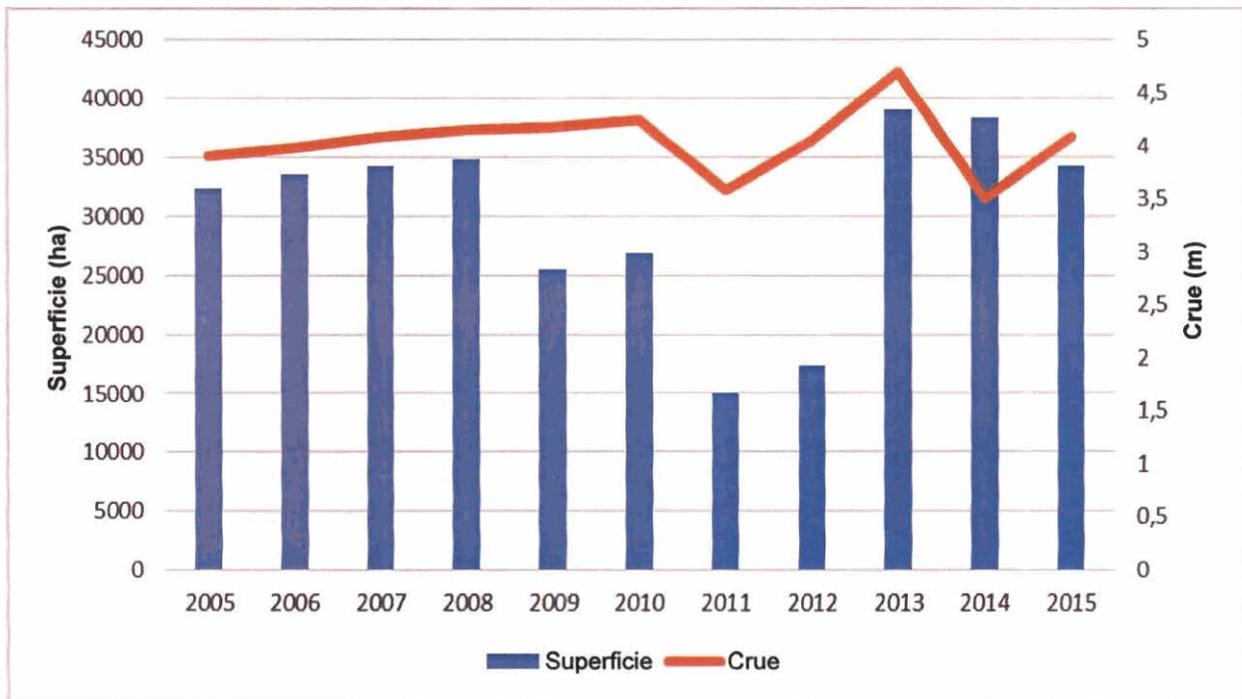


Figure 3. Superficies cultivées de riz de submersion libre en fonction de la crue maximale de 2005 à 2015 dans la région de Gao (Source : DRA et Météo Gao)

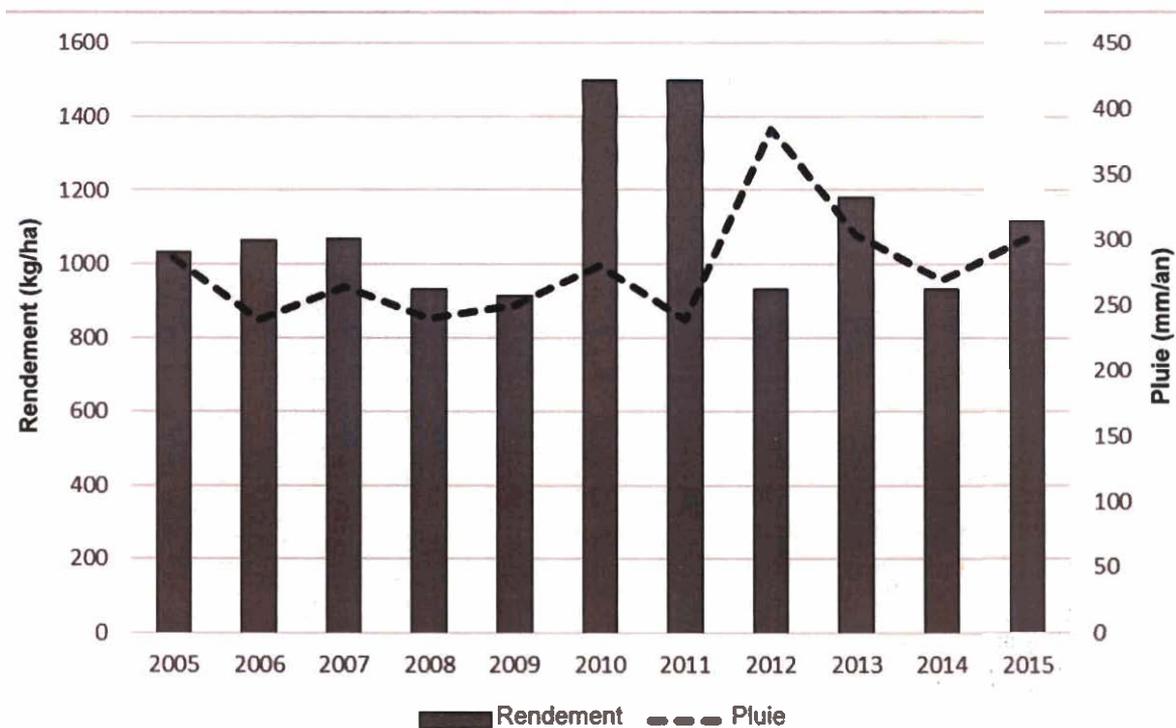


Figure 4. Pluie et rendement du riz de submersion dans la région de Gao de 2005 à 2015 (Source : DRA Gao, Météo Gao, <https://power.larc.nasa.gov/cgi-bin/agro.cgi?email=agroclim@larc.nasa.gov>)

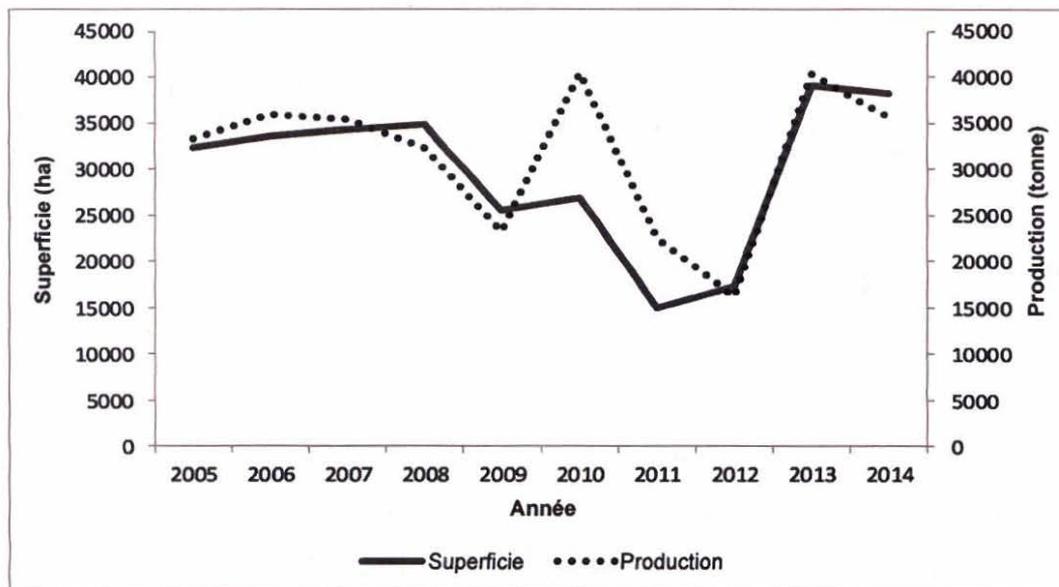


Figure 5. Évolution des superficies et de la production du riz de submersion libre dans la région de Gao de 2005 à 2014

3.2. Pratiques paysannes d'adaptation de la riziculture de submersion libre à la variabilité climatique

3.2.1. Caractéristiques des exploitations agricoles

Le diagnostic effectué dans les communes de Soni Ali Ber, Gounzoureye et Ouattagouna dans la région de Gao a montré que l'ensemble des chefs d'exploitation agricole au niveau du système de riziculture de submersion libre sont des hommes. Ce système de riziculture est surtout pratiqué par les sonrhaï (99,30%). Cependant quelques touaregs qui étaient auparavant nomades, ont commencé à la pratiquer surtout dans la zone de Ouattagouna (Tableau I).

3.2.2. Possession et exploitation des terres

Les caractéristiques du foncier figurent dans les Tableaux II, III et IV. La superficie par culture varie en fonction des sites (Tableau II). Les superficies cultivées annuelles sont surtout importantes dans la zone de Ouattagouna avec 2,25 ha en moyenne pour le riz de submersion libre et 7,19 ha pour la superficie totale exploitée. Plus de 85% des exploitations enquêtées sont propriétaires de leurs terres agricoles (Tableau III). Seule 15% des exploitations ne sont pas propriétaires de terres agricoles. Les non propriétaires de terres agricoles obtiennent des parcelles par métayage, emprunt ou location (Tableau IV). La superficie moyenne des terres sous métayage, location et emprunt est de 1 ha.

Tableau I. Répartition par sexe et par ethnies des chefs d'exploitations (%) en 2015 dans la région de Gao

Communes	Hommes		Ethnies			
			Sonrhaïs		Touaregs	
	N%	Effectif	N%	Effectif	N%	Effectif
Soni Ali Ber	100	50	100	50	0,00	0
Gounzoureye	100	50	100	50	0,00	0
Ouattagouna	100	50	98	49	2,00	1
Total	100	150	99,30	149	0,70	1

Tableau II. Moyenne des superficies (ha) par exploitation et par culture en 2015 dans la région de Gao

Commune	Superficie totale	Superficie annuelle cultivée	Superficie en riz de submersion libre	Superficies pour les cultures permanentes (arbres)	Superficies pour les cultures fourragères (bourgou, etc.)
Soni Ali Ber	5,93	1,72	2,38	0,92	0,91
Gounzoureye	5,23	1,52	1,88	1,29	0,56
Ouattagouna	7,19	2,25	3,44	1,08	0,42
Moyenne	6,12	1,83	2,57	1,10	0,63

Tableau III. Propriétaires et non propriétaires de terres agricoles en 2015 dans la région de Gao

Commune	Non	Oui
	N %	N %
Soni Ali Ber	5,60	94,40
Gounzoureye	23,10	76,90
Ouattagouna	10,20	89,80
Moyenne	14,70	85,30

Tableau IV. Mode d'octroi des terres pour les non propriétaires de terres agricoles en 2015 à Gao

Commune	Métayage*		Location*		Emprunt*	
	N %	Effectif	N %	Effectif	N	Effectif
Soni Ali Ber	02,80	1	0,00	0	0,00	0
Gounzoureye	12,30	8	6,20	4	4,60	3
Ouattagouna	4,10	2	2,00	1	4,10	2
Moyenne	7,30	11	3,30	5	3,30	5

* Métayage : exploitation d'une terre dont la rente est payable en nature par une part de la récolte

* Location : action par laquelle le propriétaire d'une terre donne à quelqu'un la terre par louage ou en bail

* Emprunt : action par laquelle le propriétaire d'une terre prête à quelqu'un la terre sans frais

3.2.3. Les phénomènes climatiques et ses manifestations sur la production du riz de submersion

Les phénomènes climatiques qui affectent la production de riz de submersion libre dans la région de Gao sont surtout la variation pluviométrique (67%), les inondations et la sécheresse (Figure 6). L'effet des phénomènes climatiques varie en fonction des sites. Dans la commune de Soni Ali Ber c'est surtout les inondations (54%), la variabilité climatique (46%) et la sécheresse (42%) qui affectent

cette riziculture. Par contre, dans la commune de Gounzoureye, la variation pluviométrique (69%), les vents violents et les vagues de chaleur (28%) demeurent les facteurs les plus déterminants. Dans la commune de Ouattagouna, ce sont la sécheresse (88%), la variabilité climatique (86%) et les inondations qui influent sur le riz de submersion.

La perception des effets de la variabilité climatique par les producteurs au niveau de leur localité varie en fonction des sites (Tableau V). Si dans la commune de Soni

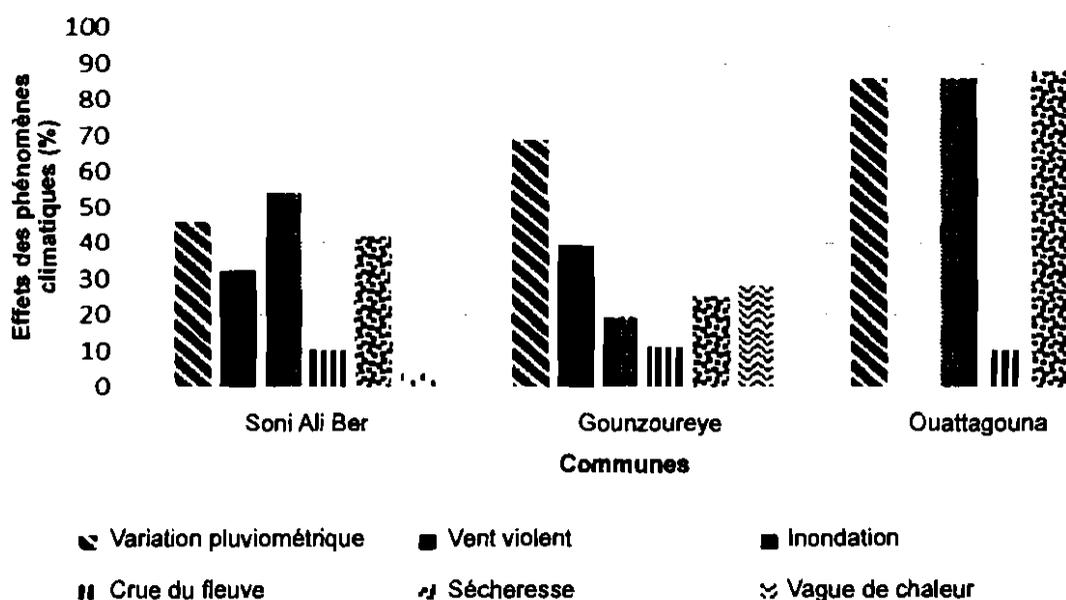


Figure 6. Effet des phénomènes climatiques qui affectent la production du riz de submersion libre dans la région de Gao

Tableau V. Perception paysanne sur les changements observés dans l'exploitation agricole de riz de submersion libre (%) dans la région de Gao

Commune	Augmentation de rendement	Baisse de rendement	Exode	Pauvreté	Insécurité alimentaire
Soni Ali Ber	0,00	2,80	11,10	75,00	50,00
Gounzoureye	40,00	33,80	60,00	1,50	10,00
Ouattagouna	0,00	13,80	42,90	27,60	24,50
Moyenne	13,30	16,80	38,00	34,70	28,20

Ali Ber, les conséquences notées par les exploitants agricoles sont la pauvreté (75%) et l'insécurité alimentaire (50%), c'est par contre l'exode rural qui a été évoqué dans les communes de Gounzoureye (60%) et de Ouattagouna (42,90%).

Le tableau VI indique les impacts des facteurs climatiques qui ont des effets sur la production du riz de submersion libre. Les riziculteurs estiment que ces impacts se manifestent surtout par l'échaudage des cultures (39 %), la destruction des cultures par les nuisibles (34%), la baisse de production (33%), l'avortement des fleurs et la mauvaise germination.

3.2.4. Perceptions des producteurs sur le rendement du riz et les adoptions de technologies

Il ressort des résultats d'analyse de la perception des producteurs une baisse de la production du riz de submersion au cours des 30 dernières années (Tableau VII) quelle que soit la zone de production. Les stratégies développées par les paysans pour faire face à cette contrainte incluent, entre autres, l'irrigation d'appoint des plants de riz par le pompage pour faire face au déficit hydrique et à la mauvaise répartition des pluies. Ces stratégies incluent également la confection des digues (digue filtrante, digue de ceinture) pour la maîtrise de l'eau, l'utilisation de variétés améliorées, la nouvelle technique de semis et la fertilisation organominérale. (Tableau VIII).

Tableau VI. Impacts des phénomènes climatiques observés par les producteurs sur le riz (%) dans la région de Gao

Impacts des phénomènes observés	Variation des pluies	Vents violents	Inondation	Vagues de chaleur	Sécheresse	Crue du fleuve	Moyenne
Destruction des cultures	11	25	86	38	20	27	34
Ensablement des bas-fonds	0	27	0	0	0	0	5
Échaudage des cultures	23	21	0	100	79	9	39
Submersion des cultures	0	0	5	0	0	33	6
Baisse de la production	27	36	33	29	30	45	33
Pauvreté des terres	18	0	0	0	14	0	5
Avortement des fleurs	9	43	0	25	0	9	14
Mauvaise germination	36	9	17	0	7	9	13
Retard des travaux	19	0	0	1	0	9	5

Tableau VII. Perception des paysans sur l'évolution du rendement au cours des 30 dernières années (%) dans la région de Gao

Commune	Augmentation	Stagnation	Diminution
Soni Ali Ber	2,80	0,00	97,20
Gounzoureye	15,40	4,60	80,00
Ouattagouna	2,00	0,00	98,00
Moyenne	8,00	2,00	90,00

Tableau VIII. Stratégies utilisées face aux impacts des phénomènes climatiques sur le riz de submersion libre (%) dans la région de Gao

Commune	Arrosage avec moto pompe	Confection des digues	Double labour	Utilisation des variétés précoces	Confection des haies vives	Respect du calendrier agricole
Soni Ali Ber	66	58	3	9	39	15
Gounzoureye	78	57	3	3	3	5
Ouattagouna	94	92	0	10	0	0
Moyenne	79	69	2	8	14	7

Les technologies utilisées (Tableau IX) par les paysans face à la variabilité climatique portent surtout sur les techniques de maîtrise de l'eau, l'utilisation de variétés améliorées, l'amélioration des techniques de semis (augmentation des quantités de semence et le traitement des semences) et la fertilisation.

3.2.5. Changements observés dans le calendrier de la production du riz de submersion libre

Au cours des 10 à 15 dernières années, 80% des exploitations ont introduit des changements dans les itinéraires de production du riz de submersion libre. Ces changements portent sur la confection des puits pour l'arrosage (60%), la diversification des cultures (35%), le double labour (90%), le double désherbage (91%), l'apport de fumure organique (75%), l'utilisation des variétés améliorées (72%) et l'utilisation de variétés précoces (62%). À cela

s'ajoutent le traitement phytosanitaire (79%) contre les insectes nuisibles et l'arrosage avec les motopompes des plants de riz (73%) avant l'arrivée de la crue du fleuve Niger pour inonder les parcelles.

En ce qui concerne le calendrier agricole, actuellement 21% débutent la campagne au mois de mai, 43% au mois de juin, 25% au mois de juillet, et 11% au mois d'août.

Dans le passé, au niveau de la zone de Gao, 73% des exploitations faisaient le second désherbage au mois de juillet tandis qu'avec la variabilité du climat, 55% font le premier désherbage dans le même mois.

La récolte était effectuée au mois de septembre avant la péjoration du climat (64%) mais, avec la variabilité climatique, cette période est réservée pour le second désherbage selon 79% des exploitations enquêtées.

Tableau IX. Pourcentage (%) des producteurs de riz utilisant les technologies dans la région de Gao.

Commune	Variété améliorée	Nouvelle technique de semis	Nouvelle technique de maîtrise d'eau	Fertilisation (organique, compostage, minérale)
Soni Ali Ber	31	41	69	4
Gounzoureye	28	7	100	7
Ouattagouna	98	83	65	68
Moyenne	52	44	78	26

4. Discussion

Les superficies et la production du riz de submersion libre ont varié au cours des 10 dernières années dans la région de Gao en fonction des paramètres climatiques. Cette variabilité climatique a été évoquée par Mertz *et al.* (2009) et Aman *et al.* (2019) avec leur effet sur la production agricole.

L'évolution de la production et des superficies cultivées de 2005 à 2015 a été surtout marquée par la crise sécuritaire de 2012 ayant entraîné le déplacement des producteurs de riz vers les régions sud du Mali ou dans les pays voisins. Le retour des producteurs déplacés a entraîné à partir de l'année 2013 une augmentation des superficies cultivées et une amélioration de la production agricole grâce à l'appui en intrants (semence, engrais) par l'État, les ONG et les organismes de développement pour la relance de l'agriculture dans les régions touchées par la crise sécuritaire de 2012. Ces résultats confirment les idées de Mertz *et al.* (2009) selon lesquelles les stratégies des paysans sont liées aussi aux objectifs économiques, politiques plutôt qu'à des facteurs climatiques.

Le diagnostic des pratiques d'adaptation de la riziculture de submersion libre a montré que les chefs d'exploitation au niveau du système de riziculture de submersion libre sont des hommes et il est surtout pratiqué par les sonrhaï (99,3%). Cependant quelques touaregs qui étaient nomades auparavant ont commencé à pratiquer cette riziculture surtout dans la zone de Ouattagouna. Selon les producteurs, les phénomènes climatiques qui affectent la production de riz de submersion libre dans la région de Gao sont surtout la variation pluviométrique (67%), les inondations et la sécheresse. Ces résultats sont corroborés par les études faites par Doumbia et Depieu (2013) qui ont montré que l'impact de la variabilité climatique sur le riz pluvial est perceptible à travers l'appréciation du total pluviométrique, sa répartition et la température.

Les producteurs ont diversifié leurs activités en plantant des arbres (*Eucalyptus spp*) et des cultures fourragères notamment *Echinochloa stagnina* ou « bourgou » en langue locale.

Ceci à cause de la baisse de la crue du fleuve Niger et des précipitations pour faire face à la variabilité du climat. Selon Sanogo *et al.* (2017), cette pratique fournit un certain nombre de services à l'écosystème en aidant les agriculteurs à mieux faire face aux effets de la variabilité du climat et réduisant ainsi leur vulnérabilité.

Les vagues de chaleur sont observées par les producteurs comme les phénomènes climatiques qui affectent le riz de submersion. Cette perception des producteurs est confirmée par Clot (2008), selon qui une forte hausse de la température combinée à une réduction des précipitations pourrait affecter négativement les rendements du riz en provoquant l'avortement des fleurs. Cette diminution de la production agricole a entraîné des changements au niveau des exploitations agricoles. Ces changements ont porté sur le taux de pauvreté, de l'insécurité alimentaire et l'exode rural.

Les stratégies développées par les producteurs de riz face à la variabilité climatique sont surtout l'irrigation d'appoint des plants de riz par les motopompes ainsi que la confection des digues pour la maîtrise de l'eau. Selon Zongo (2016), la pratique de l'irrigation de complément en année moyenne permet d'accroître le revenu espéré de 26,5% comparativement à la situation sans irrigation. Il ajoute également que l'utilisation des prévisions climatiques permet d'augmenter le rendement des cultures. L'utilisation de variétés améliorées, la diversification agricole, les plantations d'arbres sont d'autres stratégies paysannes d'adaptation aux effets de la variabilité climatique. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Dugué (2012) et Finan *et al.* (2017). L'adoption de ces nouvelles pratiques ou technologies face à la variabilité climatique varie de 26 à 78%. Cette adoption est significativement déterminée par la perception de risque de production, l'accès à la vulgarisation, la disponibilité et la productivité, l'adaptabilité, la précocité, l'âge et le niveau d'éducation du chef d'exploitation ainsi que la taille du ménage (Deressa *et al.*, 2011 ; Traoré et Descheemaeker, 2016; Yabi *et al.*, 2016; Issoufou *et al.*, 2017).

5. Conclusion

L'étude des pratiques paysannes pour l'adaptation de la riziculture de submersion libre à la variabilité climatique dans la région de Gao au Mali a montré que les producteurs de riz de submersion libre sont conscients de la variabilité climatique dans leur zone de production. Les phénomènes climatiques qui affectent leur production sont surtout la variation pluviométrique, les inondations et la sécheresse. À cause de ces phénomènes climatiques, les riziculteurs ont introduit des changements dans leurs itinéraires de production permettant à cette riziculture d'être résiliente au climat.

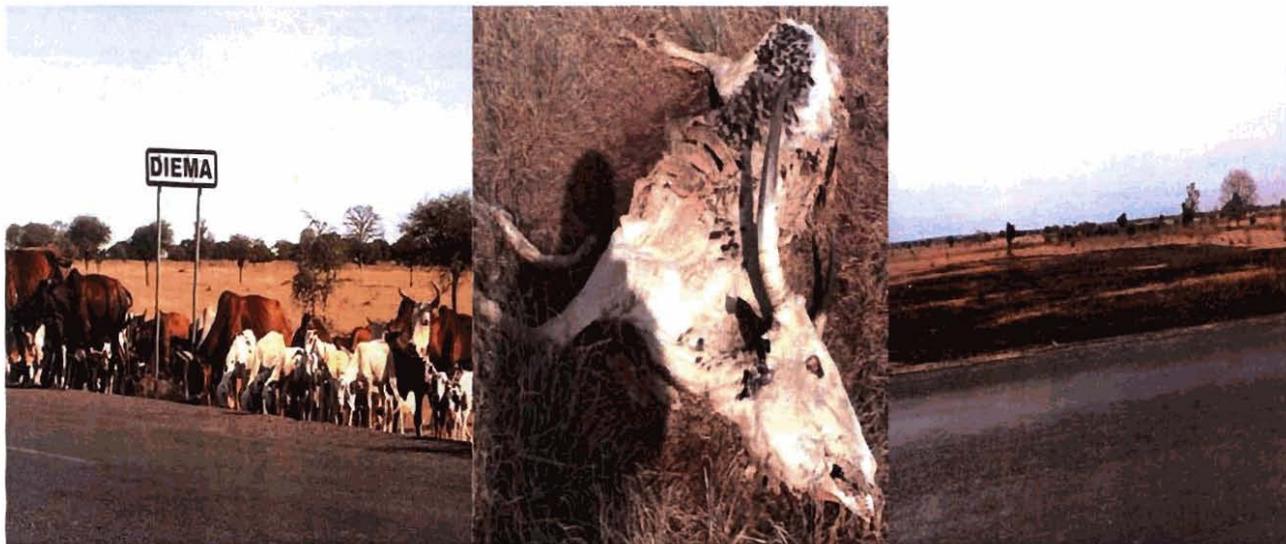
6. Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Centre National de Spécialisation sur le Riz (CNS-Riz) grâce à l'appui financier du Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) à travers le Comité Nationale de la Recherche Agricole (CNRA) et l'Institut d'Économie Rurale (IER) du Mali. Nous adressons nos sincères remerciements à ces structures.

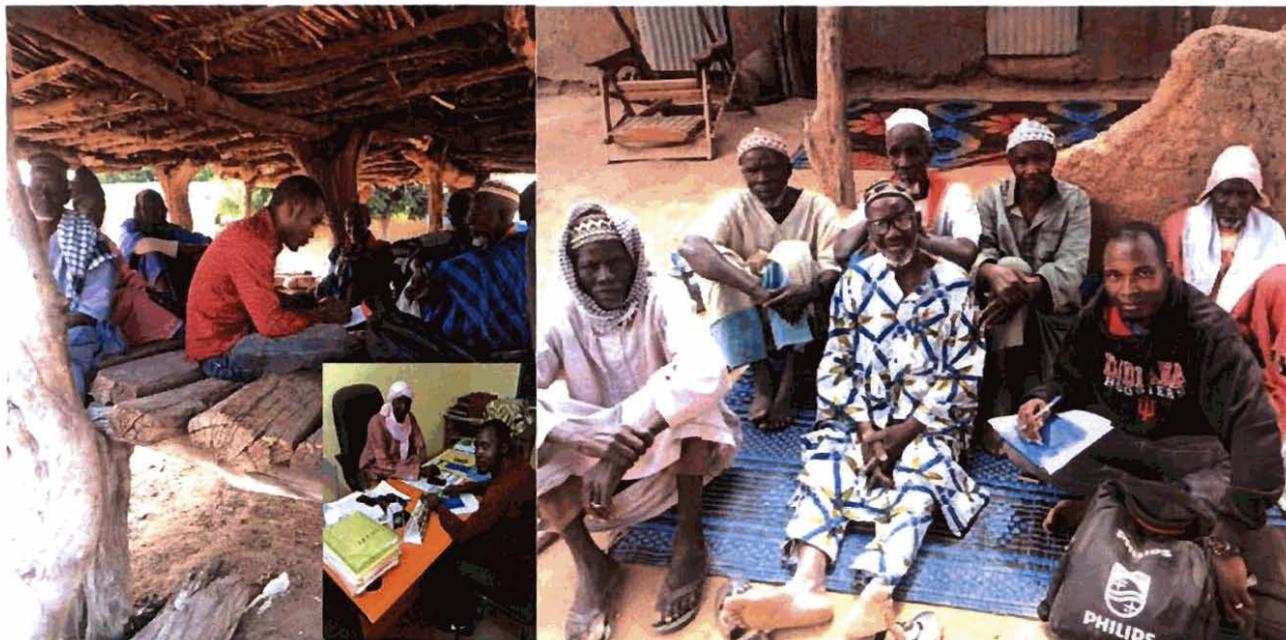
7. Références

- AGNOUN Y., BIAOU S.S.H., SIÉ M., VODOUHÉ R.S., and AHANCHÉDÉ A. 2012 - The African Rice *Oryza glaberrima* Steud: Knowledge Distribution and Prospects. International Journal of Biologie. 4(3): 158-180.
- AMAN A., NAFOGO M., N'GUESSAN BI H.V., KOUADIO Y.K., and KOUADIO H.B. 2019 - Analysis and Forecasting of the Impact of Climatic Parameters on the Yield of Rain-Fed Rice Cultivation in the Office Riz Mopti in Mali. Atmospheric Climate Science. 09(03): 479-497.
- CAMARA D. L., KANTÉ B., KIENTA M., MARADAN D. et ZEIN K. 2014 - Etude économique de l'environnement pour le secteur du riz au Mali, Projet Initiative Pauvreté Environnement (IPE) ; rapport final 80 pages.
- CLOT N. 2008 - Changement Climatique au Mali, Introduction et développement du thème Changement Climatique dans la Délégation Inter coopération Sahel. Rapport, 27 pages.
- DERESSA T.T., HASSAN R.M., and RINGLER C. 2011- Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. Journal of Agricultural Science. 149(1): 23-31.
- DIAKITÉ M. et DOUMBIA M. 2009 - Etude de référence sur la productivité agricole du riz au Mali, Rapport provisoire, CORAF, 115 pages.
- DIARRA B.S, TRAORE P. et KEITA F. 2014 - L'inclusion des femmes, des jeunes et des pauvres dans la chaîne des valeurs du riz au Mali. Observatoire du Marché Agricole, version finale. 114 pages.
- DOUMBIA S. et DEPIEU M. 2013 - Perception paysanne du changement climatique et stratégies d'adaptation en riziculture pluviale dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences. 64(1): 4822-4831.
- DUGUÉ M.J. 2012 - Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en Agriculture Paysanne, Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières: 50 pages.
- ISSOUFOU O.H., BOUBACAR S., ADAM T. et YAMBA B. 2017 - Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. African Crop Sciences Journal. 25(2): 207-220.
- MAIGA Y.A., BRETEAUDEAU A., Soumaré A. 2006 - Plan stratégique de la recherche agricole à long terme Région de Gao, rapport CNRA, République du Mali, 66 pages
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. 2018. Plan de campagne agricole consolidé et harmonisé 2018/2019. Secrétariat général, 159 pages.
- MERTZ O., MBOW C., REENBERG A., and DIOUF A. 2009 - Farmers' Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies in Rural Sahel. Environmental Management. 43(5): 804 - 816.
- PERATA P. 2018 - The rice *SUBIA* gene: Making adaptation to submergence and post-submergence possible: Rice Sub1A role under submergence and recovery. Plant, Cell Environment. 41(4): 717-720.

- SANOGO K., BINAM J., BAYALA J., VILLAMOR G.B., KALINGANIRE A. et DODIOMON Soro. 2017- Farmers' perceptions of climate change impacts on ecosystem services delivery of parklands in southern Mali, *Agroforestry System*. Springer. 91(2): 345-361.
- FINAN T., DJENONTIN I.N. et BARO M. 2017 - Gouvernance décentralisée et Adaptation au Changement climatique. Une étude de cas au Mali, USAID. Université de l'Arizona. 93 pages.
- TRAORE B., and DESCHEEMAEKER K.K.E. 2016. Future climate impact on smallholder food sufficiency in southern Mali. *Field crop research*. 156: 92-97.
- YABI J.A., BACHABI F.X., LABIYI I.A., ODE C.A. et AYENA R.L. 2016 - Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 10(2): 779-792.
- ZONGO B., 2016. Stratégies innovantes d'adaptation à la variabilité et au changement climatiques au Sahel : Cas de l'irrigation de complément et de l'information climatique dans les exploitations agricoles du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Liège, Liège, Belgique. 301 pages.



Pâturages dégradés dans la zone de Diéma avec comme conséquences des animaux affaiblis et mourants



Séances de travail avec des agro-pasteurs de la zone de Diéma

Perceptions des agro-pasteurs de la commune rurale de Diéma dans la région de Kayes (Mali) face au changement climatique

Perceptions of agro-pastoralists in the rural *Commune* of Diéma in the Kayes region (Mali) regarding climate change

Coulibaly Mamadou¹, Coulibaly Mariam³, Sarra Mamadou¹, Samake Siaka¹, Mallé Mahamadou¹, Sanoussi Atta², Cissé Djibrilla³, Sogodogo Diakalia¹, Dao Madou¹, Dabo Hamara¹, Korbo Adama¹, Timbely Dommo¹

¹Institut d'Economie Rurale (IER) - BP 258, Bamako, Mali

²Centre Régional AGRHYMET - Niamey, Niger

³École Normale Supérieure - Bamako, Mali

*Auteur de correspondance : E-mail : dommotimbely@hotmail.com - Tél : + 223 76 61 52 93

Résumé

Le changement climatique (CC) constitue une menace pour tous les pays du monde et plus particulièrement les pays sahéliens. Le présent travail qui s'est déroulé dans la commune rurale de Diéma au Mali a pour objectif d'étudier les perceptions des agro-pasteurs sur les effets néfastes des changements climatiques. Cent quatre vingt-huit (188) agro-pasteurs dont 8% de femmes, 15 personnes-ressources ont été enquêtés dans 8 villages de la commune rurale et une séance de « focus group » a également été organisée dans chaque village. Les résultats montrent que les personnes enquêtées ont une tranche d'âge de 40 à 80 ans. Selon 99,5% des enquêtés, les phénomènes extrêmes climatiques majeurs perçus sont la sécheresse, la hausse des températures, les inondations et les vents violents causant la dégradation des ressources fourragères. Le tarissement des points d'eau temporaires est perçu par 94,7% des enquêtés. La disparition de certaines espèces végétales plus appréciées par les animaux et l'apparition d'autres envahissantes sont également perçues. Ainsi, la baisse des productions fourragères et l'exacerbation des conflits ont été observées respectivement par 85% et 54,3%. En conclusion, on note que le phénomène des CC est perçu par les agro-pasteurs de la commune rurale de Diéma. Ces perceptions connues, il est plus facile d'entreprendre des processus de résilience.

Mots clés : perceptions, agro-pasteurs, effets néfastes, changements climatiques, Diéma.

Abstract

Climate change (CC) is a threat to all countries in the world, and more specifically to Sahelian countries. This study, which took place in the rural *Commune* of Diéma in Mali, aims to investigate the perceptions of agro-pastoralists on the adverse effects of climate change. 188 agro-pastoralists, including 8% women and 15 resource persons, were surveyed in 8 villages of the rural *Commune* and a "focus group" session was also organized in each village. The results show that the people surveyed were 40-80 years old. According to 99.5% of the respondents, the major extreme climatic phenomena perceived are drought, rising temperatures, floods and strong winds causing the degradation of forage resources. The drying up of temporary water points was perceived by 94.7% of respondents. The disappearance of some plant species that are more appetizing to animals and the appearance of other invasive species are also observed. Thus, the decrease in forage production and the exacerbation of conflicts were observed by 85% and 54.3% respectively. In conclusion, we note that the climate change phenomenon is perceived by agro-pastoralists in the rural *Commune* of Diéma. As these perceptions are known, it is easier to undertake resilience-building processes.

Key words: Perceptions, agro-pastoralists, adverse effects, climate change, Diéma.

1. Introduction

Les changements climatiques (CC) et leurs impacts sur l'Agriculture constituent l'un des plus grands défis auxquels l'humanité doit faire face au cours du 21^e siècle (Amadou et al., 2018). Leurs conséquences néfastes qui s'expriment par le réchauffement du climat dû à la concentration des Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère, freinent les efforts des communautés humaines les plus pauvres pour leur survie (GIEC, 2007). Plus de 95 % de l'agriculture africaine est pluviale (GIEC, 2007). On estime qu'une réduction de 1 à 5 % de la production agricole mondiale a été enregistrée durant les 30 dernières années (GIEC, 2007). L'Afrique risque d'être durement touchée (IPCC, 2007) et plus particulièrement l'espace soudano-sahélien dont les populations sont majoritairement rurales et vivent de l'agro-pastoralisme tributaire d'une pluviométrie aléatoire. À cela s'ajoutent la pauvreté et le manque de capacités d'adaptations qui sont sources d'une vulnérabilité. Les impacts du changement climatique se font de plus en plus sentir sur l'économie des pays en développement qui repose essentiellement sur les ressources naturelles (UICN, 2011).

En Afrique, les effets du climat se traduisent par une diminution de la disponibilité en eau, une augmentation des températures, des poches de sécheresses, des vents violents, une régression de potentiel en biomasse, une dégradation des pâturages, des inondations, une baisse de la productivité dans tous les secteurs socio-économiques (UICN, 2011; MA, 2014; Aberman et al., 2011). À ces effets, il faut ajouter la croissance démographique et les actions anthropiques (CEDEAO/CSAO/OCDE., 2008).

Au Mali, l'économie est essentiellement basée sur le secteur agro-sylvo-pastoral qui contribue à près de 40 % au Produit Intérieur Brut (INSTAT, 2019). Ce secteur, qui dépend fortement de la pluie, est doublement menacé par les effets néfastes du climat et la baisse de la fertilité des sols (TCNMCC, 2018). La lutte contre les effets néfastes des changements

climatiques est devenue une priorité nationale et une base dans les choix de développement socio-économiques du pays. Le Mali possède de grandes zones d'élevage par excellence plus particulièrement les zones de Diéma, Nara, Yélimané, Nioro au sud et les régions du centre et du nord. Au Mali, le sous-secteur de l'élevage génère 19 % du PIB national et 80 % des revenus des populations des zones pastorales (INSTAT, 2019). Dans la commune rurale de Diéma située dans la région de Kayes, l'élevage est essentiellement extensif. Il est basé sur la disponibilité des ressources naturelles comme les pâturages et les eaux de surface. Environ 90 % de l'alimentation des animaux proviennent des pâturages naturels (Maïga, 2019). Cette situation traduit la forte dépendance de ce sous-secteur des conditions climatiques. Il subit alors les effets néfastes de la variabilité et du changement climatique. La durée de la transhumance est réduite par insuffisance de pâturage de quantité et de qualité qui a pour conséquence le retour précoce de certains éleveurs. Ces événements extrêmes enregistrés ont eu des répercussions directes sur la disponibilité fourragère et les points d'abreuvement dans la commune rurale de Diéma. Des études réalisées sur ce thème sont basées sur les généralités (des documents des consultations, des rapports annuels de Ministère du Développement Rural). Cette étude a pour objectif d'étudier les perceptions des agro-pasteurs de la commune rurale de Diéma sur les effets néfastes des changements climatiques.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Présentation de la zone d'étude

La commune rurale de Diéma est située entre 14°35' et 14°45' latitude nord et 9°20' et 9°40' longitude ouest dans la région de Kayes qui est la première région administrative et économique du Mali (Carte 1). Elle est limitée :

- au Nord par les communes rurales de Béma et Grouméra ;

1. Introduction

Les changements climatiques (CC) et leurs impacts sur l'Agriculture constituent l'un des plus grands défis auxquels l'humanité doit faire face au cours du 21^e siècle (Amadou *et al.*, 2018). Leurs conséquences néfastes qui s'expriment par le réchauffement du climat dû à la concentration des Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère, freinent les efforts des communautés humaines les plus pauvres pour leur survie (GIEC, 2007). Plus de 95 % de l'agriculture africaine est pluviale (GIEC, 2007). On estime qu'une réduction de 1 à 5 % de la production agricole mondiale a été enregistrée durant les 30 dernières années (GIEC, 2007). L'Afrique risque d'être durement touchée (IPCC, 2007) et plus particulièrement l'espace soudano-sahélien dont les populations sont majoritairement rurales et vivent de l'agro-pastoralisme tributaire d'une pluviométrie aléatoire. À cela s'ajoutent la pauvreté et le manque de capacités d'adaptations qui sont sources d'une vulnérabilité. Les impacts du changement climatique se font de plus en plus sentir sur l'économie des pays en développement qui repose essentiellement sur les ressources naturelles (UICN, 2011).

En Afrique, les effets du climat se traduisent par une diminution de la disponibilité en eau, une augmentation des températures, des poches de sécheresses, des vents violents, une régression de potentiel en biomasse, une dégradation des pâturages, des inondations, une baisse de la productivité dans tous les secteurs socio-économiques (UICN, 2011; MA, 2014; Aberman *et al.*, 2011). À ces effets, il faut ajouter la croissance démographique et les actions anthropiques (CEDEAO/CSAO/OCDE., 2008).

Au Mali, l'économie est essentiellement basée sur le secteur agro-sylvo-pastoral qui contribue à près de 40 % au Produit Intérieur Brut (INSTAT, 2019). Ce secteur, qui dépend fortement de la pluie, est doublement menacé par les effets néfastes du climat et la baisse de la fertilité des sols (TCNMCC, 2018). La lutte contre les effets néfastes des changements

climatiques est devenue une priorité nationale et une base dans les choix de développement socio-économiques du pays. Le Mali possède de grandes zones d'élevage par excellence plus particulièrement les zones de Diéma, Nara, Yélimané, Nioro au sud et les régions du centre et du nord. Au Mali, le sous-secteur de l'élevage génère 19 % du PIB national et 80 % des revenus des populations des zones pastorales (INSTAT, 2019). Dans la commune rurale de Diéma située dans la région de Kayes, l'élevage est essentiellement extensif. Il est basé sur la disponibilité des ressources naturelles comme les pâturages et les eaux de surface. Environ 90 % de l'alimentation des animaux proviennent des pâturages naturels (Maïga, 2019). Cette situation traduit la forte dépendance de ce sous-secteur des conditions climatiques. Il subit alors les effets néfastes de la variabilité et du changement climatique. La durée de la transhumance est réduite par insuffisance de pâturage de quantité et de qualité qui a pour conséquence le retour précoce de certains éleveurs. Ces événements extrêmes enregistrés ont eu des répercussions directes sur la disponibilité fourragère et les points d'abreuvement dans la commune rurale de Diéma. Des études réalisées sur ce thème sont basées sur les généralités (des documents des consultations, des rapports annuels de Ministère du Développement Rural). Cette étude a pour objectif d'étudier les perceptions des agro-pasteurs de la commune rurale de Diéma sur les effets néfastes des changements climatiques.

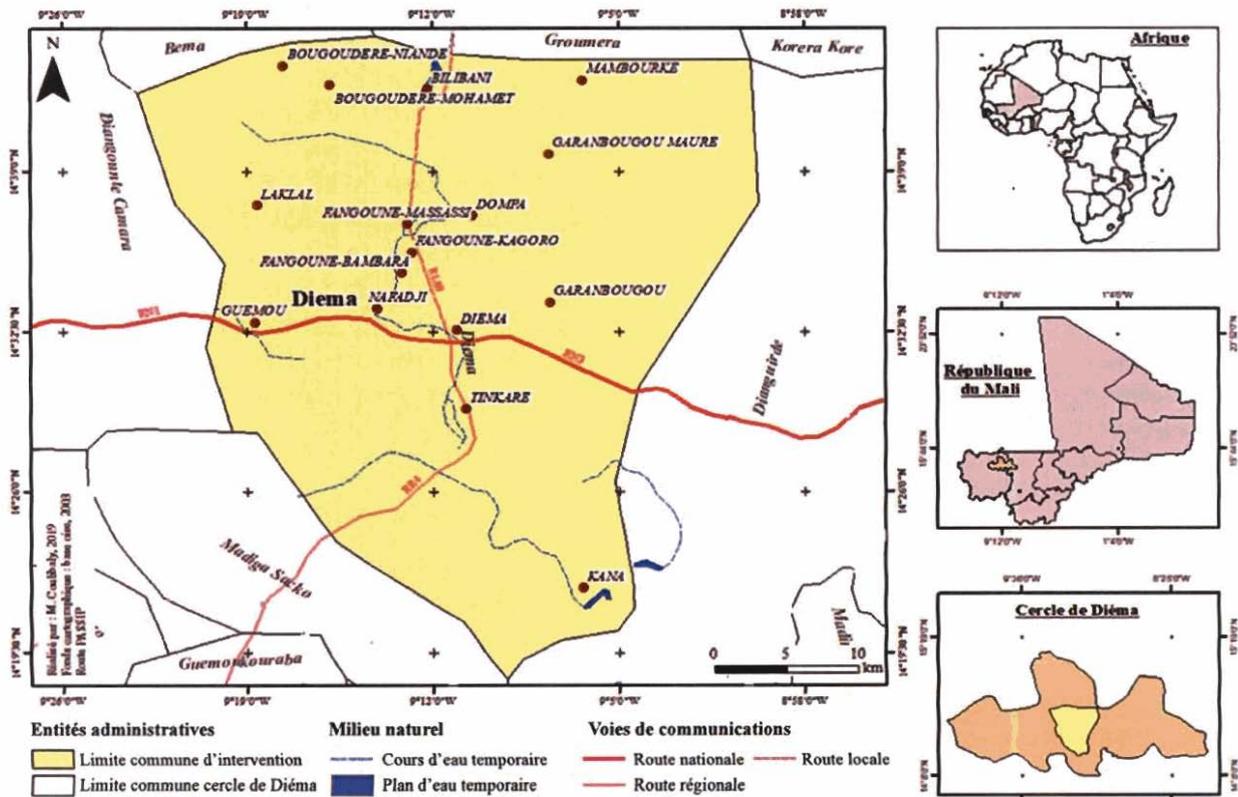
2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Présentation de la zone d'étude

La commune rurale de Diéma est située entre 14°35' et 14°45' latitude nord et 9°20' et 9°40' longitude ouest dans la région de Kayes qui est la première région administrative et économique du Mali (Carte 1). Elle est limitée :

- au Nord par les communes rurales de Béma et Grouméra ;



Carte 1. Situation géographique de la zone d'étude, 2019.

- au Sud par la commune rurale de Dianguiré ;
- à l'Est par la commune rurale de Dianguiré ;
- au Sud-ouest, par la commune rurale de Madiga-Sacko ;
- et à l'Ouest par la commune rurale de Diangounté-Camara.

La commune de Diéma couvre une superficie totale de 1183 km². Elle compte 16 villages (Tinkaré, Kana, Guémou, Fangouné Bambara, Fangouné Kagoro, Fangouné Massassi, Dampa, Lacklal, Garambougou, Bougoudéré Niandé, Bougoudéré Mahomet, Bilibani, Mambourké, Nafadji, Dindinkaré; Souranguedou) et la ville de Diéma. La population de la commune rurale est estimée à 36 592 habitants (17 742 hommes et 18 850 femmes) répartie en 4 880 ménages (RAC, 2019). La population est essentiellement composée de sarakolé, bambara, peulh,

maure, kagoro. La densité moyenne est de 12 habitants au km².

Les langues de communication sont le peulh, le sarakolé, le bambara et le français.

Le climat est de type soudano-sahélien avec l'alternance d'une saison pluvieuse courte qui s'étend de juin à septembre et d'une saison sèche longue (octobre à mai), avec des températures variant entre 15°C et 45°C selon les saisons. La saison sèche se répartit en deux courtes saisons que sont la saison sèche froide (octobre-février) et la saison sèche chaude (mars-mai).

La pluviométrie est assez variable, entre 450 et 650 mm avec une moyenne de 500 mm d'eau par an. Les sols rencontrés dans cette région sont de types limoneux et limono-sableux qui sont favorables à la culture des céréales (mil, sorgho, maïs) et légumineuses (niébé, arachide, voandzou) (PDSEC, 2018).

2.2. Méthodologie

Des études documentaires, enquêtes et interviews ont été menées auprès des agro-pasteurs, des services techniques, ONG, associations et personnes-ressources de la zone. L'objectif était de comprendre la perception du changement climatique par les agro-pasteurs sur le système agropastoral de la région. Pour ce faire :

- une fiche d'enquête individuelle a été adressée aux chefs de ménage ;
- un focus group a été effectué auprès des groupements et associations des agro-pasteurs ;
- ensuite, un guide d'entretien a été renseigné auprès des agents des services techniques, ONG, projets et personnes ressources.

Pour aider les personnes enquêtées à situer les événements dans le temps, nous avons repéré deux périodes: l'installation des éleveurs dans la zone pastorale (à partir de 1986) et la période actuelle.

2.2.1. Déroulement de l'enquête

Les enquêtes sur le terrain ont été effectuées du 12 au 30 novembre 2019. L'objectif visé à travers l'enquête était de collecter des informations sur les connaissances endogènes des populations sur les changements clima-

tiques. Un total de 188 chefs de ménage agro-pasteurs, âgés de 40 à 80 ans, reparti entre 16 villages et la ville de Diéma ont été enquêtés individuellement afin de collecter des données (Tableau I). Ce critère s'explique par le fait que l'évolution du climat est très lente ; il faut donc des personnes âgées pour disposer des informations historiques fiables. Ensuite, une séance de « focus group » a été réalisée par village. Pour compléter ces informations, 15 agents des services déconcentrés de l'État, des ONG et des personnes ressources ont été interviewés.

2.2.2. Enquête individuelle

Le questionnaire fait ressortir une comparaison du passé c'est-à-dire les données d'avant les trente dernières années (avant) par rapport à un passé récent (actuel) soit les trente dernières années. L'enquête a porté sur les grandes lignes suivantes :

- l'identification du ménage agro-pasteur ;
- les caractéristiques sociodémographiques et économiques ;
- les perceptions des agro-pasteurs de la variabilité et le changement climatique, et plus précisément sur les événements météorologiques tels que la température, la pluviométrie et le vent. Les questions avaient aussi porté sur les indicateurs

Tableau I. Ménages enquêtés par village.

N°	Villages	Nombre total de ménages	Poids des villages en %	Nombre de ménages enquêtés
1	Diéma	1 886	39	72
2	Bougoudere Niande	411	8	16
3	Laklâl	295	6	12
4	Fangoune	559	11	20
5	Guémou	407	9	17
6	Kana	400	8	16
7	Guarambougou	309	6	12
8	Tinkare	613	13	23
Total		4 880	100	188

traditionnels de l'approche et la fin de la saison pluvieuse ;

- la perception des impacts socio-économiques et environnementaux de la variabilité et du changement climatique sur le système agropastoral à savoir les animaux, les ressources agropastorales (sols, eaux, pâturages, cultures...) et les agro-pasteurs.

2.2.3. Focus group

Un focus group a été fait dans chaque village. Il a été facilité par un guide d'entretien comportant les paramètres suivants : (i) les caractéristiques socioprofessionnelles du groupe ; (ii) l'identification des risques climatiques majeurs ; (iii) la hiérarchisation des risques climatiques ; (iv) et la matrice de sensibilité des éléments du système agropastoral exposé aux risques climatiques.

2.2.4. Entretien avec les personnes ressources

Des entretiens ont également eu lieu avec les cadres et agents de terrain des services déconcentrés de l'État, les projets, les ONG et les associations à l'aide d'un guide d'entretien. Ce guide d'entretien permet : (i) d'identifier les structures ; (ii) le temps vécu dans la zone (autochtone ou transhumant) ; (iii) et les risques climatiques identifiés. Il a ainsi permis de collecter des informations complémentaires auprès de ces personnes ressources.

2.2.5. Analyse et traitement des données

Les données d'enquêtes ont été saisies dans le logiciel Excel et analysées à l'aide du logiciel statistique SPSS.

3. Résultats

3.1. Les caractéristiques sociodémographiques

Les caractéristiques sociodémographiques comportant le sexe, l'âge, le niveau d'instruction, les activités principales, le type d'élevage et les troupeaux dominants sont mentionnées dans le tableau II.

Les résultats du tableau II montrent que sur les 188 ménages enquêtés, 92 % sont des hommes et 8 % des femmes. La population enquêtée est composée en majorité des peulhs suivis des soninkés et des bambaras. Les enquêtés ont une tranche d'âge comprise entre 40 et 80 ans, ce qui a permis d'avoir des informations fiables s'étalant sur les 30 dernières années.

La majorité des enquêtés (53,2%) ne sont pas alphabétisés. Il y a 25% qui ont effectué une formation coranique, 16% ont un niveau primaire, 1,6% le secondaire et 1,1% le supérieur. Les alphabétisés représentent 3,2%. Les principales activités pratiquées par les enquêtés sont l'élevage (48,9%), l'agriculture (47,9%) et le commerce (1,6%).

Les types d'élevage pratiqué par les enquêtés sont essentiellement l'agropastoralisme pur (68,6%) suivi de la transhumance (19,7%) et enfin du nomadisme (11,7%). La composition du troupeau est surtout mixte. Il est constitué essentiellement d'ovins-caprins (41%) et de bovins-ovins (27,1%). Les troupeaux constitués uniquement de bovins représentent 21,8%. Enfin, très peu de troupeaux sont composés uniquement d'ovins ou de caprins, respectivement 7,4% et 2,7%.

Tableau II. Caractéristiques sociodémographiques

Caractéristiques sociodémographiques		Effectif	Pourcentage
Sexe	Masculin	173	92,0
	Féminin	15	8,0
Age	0-40	2	1,1
	41 à 55 ans	79	42,0
	56 à 70 ans	86	45,7
	Sup 70 ans	21	11,2
Niveau d'instruction	Aucun	100	53,2
	Alphabétisation	6	3,2
	Coranique	47	25,0
	Primaire	30	16,0
	Secondaire	3	1,6
	Supérieur	2	1,1
Activités principales	Élevage	92	48,9
	Agriculture	90	47,9
	Commerce	3	1,6
	Artisanat	2	1,1
	Autres	1	0,5
Types d'élevages	Agropastoralisme pur	129	68,6
	Transhumance	37	19,7
	Nomadisme	22	11,7
Troupeaux dominants	Bovins	41	21,8
	Bovins-ovins	51	27,1
	Ovins-caprins	77	41,0
	Ovins	14	7,4
	Caprins	5	2,7

Source : Enquête de terrain, Diéma, novembre 2019

3.2. Perception des agro-pasteurs sur les paramètres climatiques

Les perceptions des agro-pasteurs sur les paramètres climatiques sont consignées dans le tableau III.

Les résultats des analyses sur la perception des agro-pasteurs sur le changement climatique montrent que 98,9% des enquêtés affirment avoir perçu des changements globaux du climat au cours de ces 30 dernières années contre 1,1% qui n'ont rien perçu. Pour 80,9% des enquêtés, les causes de ce changement

sont à la fois climatiques et anthropiques. Cependant, 14,4% attribuent le changement uniquement à des causes anthropiques et 4,8% à des causes climatiques.

Parmi les agro-pasteurs enquêtés, 96,8% jugent que la saison pluvieuse actuelle est de plus en plus déficitaire comparée au passé contre 3,2% qui pensent qu'elle est toujours normale. Cependant, il y a un changement dans le cumul du mois le plus pluvieux. Avant, le mois de juillet était le plus pluvieux pour 64% des enquêtés contre 32% qui pensent que c'est le mois d'août. Actuellement, 75%

Tableau II. Caractéristiques sociodémographiques

Caractéristiques sociodémographiques		Effectif	Pourcentage
Sexe	Masculin	173	92,0
	Féminin	15	8,0
Age	0-40	2	1,1
	41 à 55 ans	79	42,0
	56 à 70 ans	86	45,7
	Sup 70 ans	21	11,2
Niveau d'instruction	Aucun	100	53,2
	Alphabétisation	6	3,2
	Coranique	47	25,0
	Primaire	30	16,0
	Secondaire	3	1,6
	Supérieur	2	1,1
Activités principales	Élevage	92	48,9
	Agriculture	90	47,9
	Commerce	3	1,6
	Artisanat	2	1,1
	Autres	1	0,5
Types d'élevages	Agropastoralisme pur	129	68,6
	Transhumance	37	19,7
	Nomadisme	22	11,7
Troupeaux dominants	Bovins	41	21,8
	Bovins-ovins	51	27,1
	Ovins-caprins	77	41,0
	Ovins	14	7,4
	Caprins	5	2,7

Source : Enquête de terrain, Diéma, novembre 2019

3.2. Perception des agro-pasteurs sur les paramètres climatiques

Les perceptions des agro-pasteurs sur les paramètres climatiques sont consignées dans le tableau III.

Les résultats des analyses sur la perception des agro-pasteurs sur le changement climatique montrent que 98,9% des enquêtés affirment avoir perçu des changements globaux du climat au cours de ces 30 dernières années contre 1,1% qui n'ont rien perçu. Pour 80,9% des enquêtés, les causes de ce changement

sont à la fois climatiques et anthropiques. Cependant, 14,4% attribuent le changement uniquement à des causes anthropiques et 4,8% à des causes climatiques.

Parmi les agro-pasteurs enquêtés, 96,8% jugent que la saison pluvieuse actuelle est de plus en plus déficitaire comparée au passé contre 3,2% qui pensent qu'elle est toujours normale. Cependant, il y a un changement dans le cumul du mois le plus pluvieux. Avant, le mois de juillet était le plus pluvieux pour 64% des enquêtés contre 32% qui pensent que c'est le mois d'août. Actuellement, 75%

Tableau III. Perception des agropasteurs (en%) sur les paramètres climatiques.

Paramètres climatiques	Avant (il y a plus de 30 ans)	Actuellement
Changements globaux		Oui (98,9%)
		Non (1,1%)
Tendance de l'hivernage		Déficitaire (96,8%)
		Normal (3,2%)
Cumul du mois le plus pluvieux de la saison	Juin (2%)	Juin (0,5%)
	Juillet (64%)	Juillet (21%)
	Août (32%)	Août (75%)
	Septembre (1,5%)	Septembre (3,5%)
Début des saisons des pluies	Mai (29,8%)	Juin (17,6%)
	Juin (70,2%)	Juillet (82,4%)
Fin des saisons des pluies	Octobre (50,5%)	Septembre (3,2%)
	Novembre (49,5%)	Octobre (96,3%)
		Novembre (0,5%)
Longueur des saisons des pluies	5 à 6 mois (98,4%)	
	3 à 4 mois (1,6%)	3 à 4 mois (100%)
Tendance des séquences sèches	Moins fréquente	Plus fréquente
Durée des séquences sèches pendant l'hivernage	10 à 15 jours (46,3%)	10 à 15 jours (1,6%)
	15 à 20 jours (53,7%)	15 à 20 jours (38,3%)
		Plus de 20 jours (60,1%)
Période des séquences sèches		À tout moment (53,7%)
		Début et fin (33%)
		Début (9,6%)
		Fin (3,7%)

Source : Enquête de terrain, Diéma, novembre 2019

des enquêtés perçoivent le mois de juillet comme le plus pluvieux contrairement à 21 % pour lesquels c'est plutôt le mois d'août.

Actuellement, le début de la saison des pluies est tardif et la fin de saison plus précoce pour la majorité des enquêtés. En effet, 70,2 % perçoivent qu'avant, elle débutait au mois de juin et même au mois de mai pour 29,8 %. Par contre, actuellement elle débute au mois de juillet pour 82,4 % et juin pour 17,6 % des enquêtés.

Concernant leurs perceptions par rapport à la fin de la saison pluvieuse, les avis sont partagés. En effet, la moitié des agro-pasteurs (50,5 %) trouvent qu'avant, elle prenait fin au mois d'octobre alors que pour l'autre moitié (49,5 %) c'est en novembre. Par contre, actuellement elle est jugée précoce et se termine au mois d'octobre par la quasi-totalité des agro-pasteurs (96,3 %). Il y a seulement 3,2 % des enquêtés qui affirment que la fin de la saison pluvieuse intervient en septembre et 0,5 % en novembre.

Les résultats indiquent que pour la grande majorité des enquêtés (98,4%), la durée moyenne des saisons des pluies était de cinq à six mois avant contre trois à quatre mois actuellement selon tous les enquêtés.

Selon 92,4% des enquêtés, avant, les séquences sèches étaient moins fréquentes au cours de la saison des pluies. Seuls 7% les trouvent plus fréquentes. Cependant, actuellement, ces séquences sèches sont de plus en plus fréquentes pour 90,5% des personnes interrogées.

Autrefois, la durée des séquences sèches était plus courte qu'actuellement. Elle pouvait durer de 15 à 20 jours pour 53,7% des enquêtés et même seulement de 10 à 15 jours pour 46,3% d'entre eux. Mais actuellement, cette durée est devenue plus longue. En effet, 38,3% pensent qu'elle est de 15 à 20 jours alors que 60% l'estiment au-delà même de 20 jours.

Actuellement, la séquence sèche peut intervenir à tout moment de la saison pluvieuse selon 53,7% des enquêtés et au début et la fin de la saison d'après 33%. Enfin, 9,6% et 3,7% estiment qu'elle peut apparaître respectivement au début et à la fin de la saison des pluies.

3.3. Indicateurs de l'approche et de la fin de la saison des pluies

Le tableau IV montre que les agro-pasteurs ont toujours eu des indicateurs traditionnels annonçant l'arrivée et la fin de la saison des pluies. Ces indicateurs sont entre autres les étoiles (*niougou niougou* en bambara), l'apparition et la disparition des feuilles de certaines espèces d'arbres. Par exemple la disparition des feuilles de *Faidherbia albida* (*balanza* en bambara) et l'apparition des nouvelles feuilles de *Bombax costatum* (*boumboun* en bambara), d'*Adansonia digitata* (*n'zira* en bambara) et des oiseaux (*banikono* en bambara) en début de saison hivernale. Les indicateurs traditionnels sont à des degrés de fiabilité différents par rapport aux deux périodes (avant et actuelle). La majeure partie des agro-pasteurs enquêtés déclarent que les indicateurs étaient autrefois plus fiables qu'aujourd'hui compte tenu du changement climatique.

Pour 45,7% des enquêtés, les principaux indicateurs de l'approche de la saison des pluies, il y a 30 ans étaient les étoiles, les arbres, les oiseaux et l'état du couvert végétal (Tableau IV). Il y a 30% qui pensent que ce sont les arbres et les oiseaux, 13,8% les

Tableau IV. Indicateur de l'approche et fin de la saison des pluies avant et actuel.

Indicateur (avant)	Approche de la saison	Fin de la saison	Indicateur (actuel)	Approche de la saison	Fin de la saison
Arbres	1,6	18,6	Arbres	31,4	60,1
Oiseaux	0,5	5,9	Oiseaux	14,4	16,5
Étoiles, arbres	8,0	37,8	Étoiles, arbres	16,0	1,1
Arbres, oiseaux	30,3	32,4	Arbres, oiseaux	30,3	1,1
Étoiles, oiseaux	13,8	4,8	Rien	8,0	21,3
Étoiles, arbres, oiseaux	45,7	0,5			
Total	100,0	100,0	Total	100,0	100,0

Source : Enquête de terrain, Diéma, novembre 2019

étoiles et les oiseaux et 8% les étoiles et les arbres. Selon 37,8% des enquêtés, les étoiles et les arbres étaient utilisés autrefois comme indicateurs de la fin de la saison des pluies. Cependant 32,4% pensent que ce sont les arbres et les oiseaux alors que pour 18,6%, ce sont uniquement les arbres et pour 5,9% les oiseaux.

Actuellement, les arbres sont les principaux indicateurs aussi bien de l'approche (31,4% des enquêtés) que de la fin (60%) de la saison des pluies (Tableau IV). Pour 30% des enquêtés, ce sont les arbres et les oiseaux qui sont les indicateurs de l'approche de la saison des pluies alors que 16% pensent que ce sont les étoiles et les arbres. Certains oiseaux sont également cités parmi les indicateurs actuels aussi bien de l'approche (14,4% des enquêtés) que de la fin de la saison des pluies (16,5%). Par contre, il y a certains enquêtés qui pensent qu'il n'y a actuellement aucun indicateur ni de l'approche (8%) ni de la fin (21%) de la saison des pluies.

3.4. Perception des agro-pasteurs sur la température et la force du vent

Pour la quasi-totalité des enquêtés (98,9%), il fait de plus en plus chaud ces temps-ci par rapport au passé. Cette hausse de température est observée aussi bien pendant la saison sèche (Figure 1a) que pendant la saison des pluies (Figure 1b). En ce qui concerne la force du vent, elle est de plus en plus violente comparée au passé pour 68,1% des enquêtés et normale pour 31,9% (Figure 2).

3.5. Perception des agro-pasteurs sur la fréquence des événements extrêmes

Selon 95,5% des enquêtés, les événements extrêmes sont de plus en plus fréquents actuellement qu'avant. Ces événements se caractérisent entre autres par la sécheresse, la hausse des températures, les vents violents et l'inondation (Tableau V).

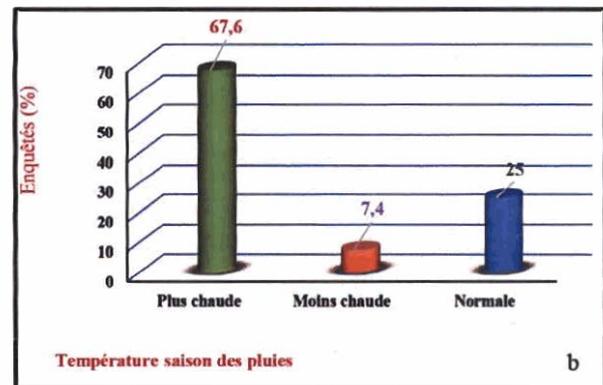
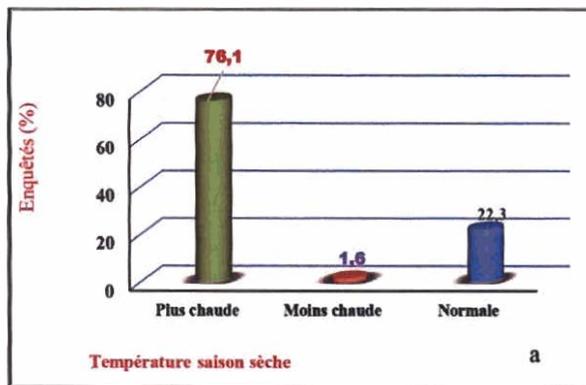


Figure 1. Perception sur l'évolution des températures.
Source : Enquête de terrain, Diéma, novembre 2019

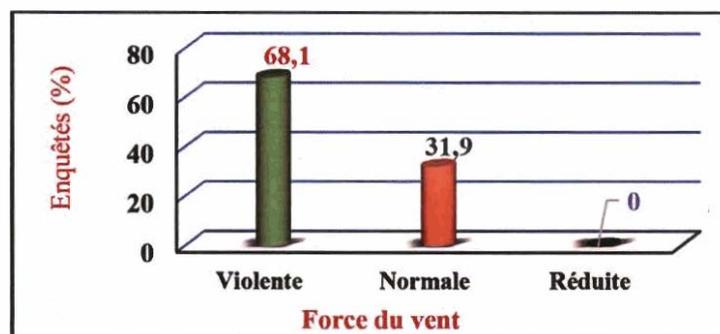


Figure 2. Force du vent
Source : Enquête de terrain, Diéma, Novembre 2019

Tableau V. Années d'apparitions des évènements extrêmes

Extrêmes climatiques	Avant (avant les 30 dernières années)	Actuellement (30 dernières années)
Sécheresses	1972-1974, 1982-1983	1990, 1999-2002, 2006, 2009-2011, 2014, 2017
Inondations	1965, 1969, 1978-1979	1989, 1995, 2008, 2012-2013
Vents violents	1969	2012, 2019

Source : Enquête de terrain, Diéma, novembre 2019

4. Discussion

La problématique examinée dans cette étude s'inscrit dans la série de recherches des Perceptions des agro-pasteurs face au changement climatique. L'analyse de la perception des agro-pasteurs a permis d'identifier les tendances et l'évolution des paramètres de climat.

Dans la commune de Diéma les principales activités des enquêtés sont l'élevage, l'agriculture et le commerce. Le type d'élevage dominant est l'agro-pastoralisme. Cela s'explique par le fait qu'avec les perturbations climatiques qui se manifestent par la raréfaction des ressources naturelles, il s'est imposé aux pasteurs ainsi qu'aux agriculteurs de diversifier leurs activités en pratiquant l'agriculture pour les pasteurs et l'élevage pour les agriculteurs, d'où le développement de l'agro-pastoralisme dans la zone. En plus, la pratique du commerce permet aux agro-pasteurs d'accroître leurs sources de revenus. Une étude similaire réalisée par Kanao et al., (2019) au Burkina Faso a montré que la dégradation des ressources pastorales suite au changement climatique a provoqué la reconversion de beaucoup de pasteurs à l'agro-pastoralisme pour sécuriser leur ménage de la catastrophe.

Les enquêtes réalisées au sein des populations de la commune rurale de Diéma dans la région de Kayes nous ont permis de retenir cinq principaux risques à savoir : la sécheresse, le déficit pluviométrique, la hausse des températures, les vents violents

et les vagues de chaleur. Ces résultats sont en conformité avec ceux de Pierre et al. (2012) dans la commune d'Adjohoun et de Dangbo au sud-est Bénin et qui confirment les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques. Ils attestent qu'environ 96 % des chefs d'exploitation affirment une baisse des précipitations et une hausse des températures ces quinze dernières années. Des résultats similaires sont rapportés par Ouédraogo (2010) en zones sahélienne, nord et sud soudaniennes du Burkina Faso, Dolo et al. (2019) dans la commune rurale de Niono au Mali, Koutcha (2012) dans la région de Tillabéry au Niger et Sanogo et al. (2016) dans la commune rurale de Tioribougou. Par ailleurs, selon Kosmowski et al. (2015), au Niger près de 80 % de la population enquêtée affirme avoir perçu une baisse des pluies conformément au déficit récemment observé. Par contre à Bambey (Bénin), l'augmentation récente de la quantité de pluie a été perçue par plus de 96 % des enquêtés (Kosmowski et al., 2015). Ces augmentations sont dues aussi aux effets du changement climatique avec des quantités excédentaires des pluies causant des inondations.

5. Conclusion

L'agro-pastoralisme qui constitue la principale activité de la commune rurale de Diéma est de nos jours affecté par la dégradation des ressources naturelles en général et plus particulièrement celle des ressources pastorales du fait du changement climatique.

Les résultats ont montré que les agro-pasteurs de la commune ont une bonne perception des manifestations de la variabilité et du changement climatique à travers la variation des précipitations (déficit pluviométrique, sécheresse, inondation), de la température (hausse de température et vagues de chaleur). Face à la sécheresse la population a observé un impact élevé sur les pâturages et les points d'eau.

Un début tardif et une fin précoce de la saison des pluies ont été observés ainsi que l'augmentation de la séquence sèche pendant la saison des pluies. Les agro-pasteurs de la zone d'étude révèlent que les vents sont de plus en plus fréquents et violents.

Actuellement, à cause du changement et de la variabilité climatique, la majeure partie de nos enquêtés ne croient plus à la fiabilité de certains indicateurs traditionnels du début et de la fin de la saison des pluies.

6. Références

- ABERMAN N., HAGLUND E. et KONE D., 2011. Cartographie des principaux acteurs de l'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole du Mali. Rapport d'étude. Bamako, Mali. 20p.
- AMADOU H., SANOGO K., CISSE F., YATTARA K., 2018. Potentiel d'adaptation des variétés de riz à la variabilité climatique et estimation du stock de carbone aérien des espèces végétales en riziculture pluviale au Mali. Spécial hors-série n° 4, Science et technique, Sciences naturelles et appliquées, pp. 16-38.
- CEDEAO/CSAO/OCDE, 2008. Communauté Economique des Etats d'Afrique de l'Ouest/Club de Sahel de l'Afrique de l'Ouest/Organisation et de Coopération du Développement Economique : Atlas de l'Intégration Régionale en Afrique de l'ouest. Série environnement, 12 p.
- DOLO A., GARANGO A., CISSE D., TOURE F., SIDIBE A., KEITA M., KODIO A. TIMBELY D., 2019. Perceptions des populations de la commune urbaine de Niono sur les effets néfastes des changements climatiques (CC) sur leurs activités, Région de Ségou, Mali. Afrique SCIENCE 15(6) (2019) 310 – 321. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>.
- GIEC, 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.
- INSTAT, 2019. Annuaire statistique 2019 du secteur du Développement rural. Cellule de Planification et de Statistique du secteur du développement rural (CPS), Bamako, Mali, 126 p.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 p.
- KANAO F., SANGARE M., OUEDRAOGO D., 2019. Stratégies d'adaptation des agropasteurs aux changements climatiques dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso, 21p.
- KOSMOWSKI F., LALOU R., SULTAN B., NDIAYE O., MULLER B., GALLES., SEGUIS L., 2015. Observations et perceptions des changements climatiques: Analyse comparée dans trois pays d'Afrique de l'Ouest, 22p.
- KOUTCHA M., 2012. L'agriculture face au changement climatique dans la région de Tillabéri : quelles stratégies d'adaptation ? Cas des villages de Farié Haoussa, Damana et N'Dounga. Mémoire de Master en changement climatique et développement durable, Centre régional AGRHYMET/CILSS, Niamey (Niger), 102p.
- M.A, 2014. Bilan de la campagne agricole 2013-2014 au Mali. Ministère de l'Agriculture. 48p
- MAIGA A., 2019. Situation de l'élevage du cercle de Diéma, rapport d'étude de cas. 23 p.
- OUEDRAOGO D., 2010. Perception et adaptation des éleveurs pasteurs au changement climatique en zones sahélienne, nord et sud soudaniennes du Burkina Faso. Mémoire de DEA. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 55p.

PDSEC, 2018. Programme de développement économique, social et culturel de la commune rurale de Diéma, 81p.

PIERRE V., TOSSOU R.C., DEDEHOUANOU H., GUIBERT H., CODJIA O.C., VODOUHE S.D. et AGBOSSOU E.K., 2012. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin, *Les Cahiers d'Outre-Mer*, N° 260, 479 - 492 p.

RAC, 2019. Rapport définitif du recensement communal de Diéma. 34p.

SANOGO T., BALLO A., GARBA I., 2016. Vulnérabilité des ressources pastorales face à la variabilité et au changement climatique dans la commune rurale de Tioribougou, Mali. *Cahiers du CBRST*, N° 10 Décembre 2016,

Recherche Scientifique Environnement et Sciences de l'Ingénieur et Technique, ISSN : 1840-703X, Cotonou (Bénin), 34-59 P.

TCNMCC, 2018. Troisième Rapport de la communication nationale du Mali à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Bamako, Mali, 121p.

UICN, 2011. Projet « Intégration de l'adaptation au changement climatique dans les stratégies de réduction de la pauvreté en Afrique de l'Ouest ». Rapport synthèse des études de capitalisation des connaissances, pratiques, stratégies et technologies locales d'adaptation au changement climatique au Burkina Faso, Mali et Sénégal, 22p.

Impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs (*Zea mays*) sur le bien-être des maïsiculteurs au Mali

Impact of the adoption of improved maize (*Zea mays*) varieties on the welfare of maize producers in Mali

Koné Bourema¹, Dembélé Kouloumegue², Dembélé Bandiougou¹, Macalou Moussa¹

¹Institut d'Economie Rurale/Programme ECOFIL - Tél : + 223 20 22 26 06 / 63 13 25 25 -

Fax : + 223 20 22 37 75 - E-mail : kone_b@yahoo.fr - BP 258 - rue Mohamed V

²IPR/IFRA Katibougou - BP 06 Koulikoro - Mali - Tél: + 223 21 26 20 12 -

Fax: + 223 21 26 25 04 - E-mail : ipr-ifra@ipr-ifra.org

*Auteur de correspondance : E-mail : kone_b@yahoo.fr

Résumé

Le maïs, à cause de sa forte productivité parmi les céréales sèches, occupe une place importante dans la stratégie de la sécurité alimentaire en Afrique Sub-Saharienne (ASS). Vu la place de cette céréale dans l'économie des pays de l'Union Économique Ouest Africaine (UEMOA) en général et dans celle du Mali en particulier ; il s'agit pour la présente étude d'évaluer l'impact sur le revenu, la pauvreté, la sécurité alimentaire et nutritionnelle et la scolarisation des enfants. Ainsi, des données ont été collectées auprès de 200 producteurs de maïs dans deux cercles administratifs (Yanfolila et Koutiala) de la région administrative de Sikasso au Mali. Les modèles *Marginal Treatment Effect* (MTE) avec l'approche contrefactuelle basée sur l'effet moyen de traitement (ATE) ont été utilisés pour analyser les données. Il ressort des résultats que l'adoption des variétés améliorées de maïs par les producteurs a diminué l'incidence de la pauvreté de 8,85%. L'intensité de la pauvreté et le taux de sévérité ont baissé respectivement de 10% et 8%. L'amélioration des conditions de vie des producteurs passe notamment par une vulgarisation poussée des variétés performantes et l'utilisation des eaux d'irrigation comme solution alternative à la pluviométrie.

Mots clés : *Marginal Treatment Effect* (MTE) adoption, impact, bien-être, maïs, Mali

Abstract

Because of its high productivity among dry cereals, maize occupies an important place in the food security strategy in Sub-Saharan Africa (SSA). Given the importance of this cereal in the economy of the West African Economic Union (WAEMU) countries in general and Mali in particular, this study aims to evaluate its impact on income, poverty, food and nutritional security, and children's education. Thus, data were collected from 200 maize producers in two administrative *Cercles* (Yanfolila and Koutiala) of the administrative region of Sikasso in Mali. The Marginal Treatment Effect (MTE) model and the counterfactual approach based on the average treatment effect (ATE) were used to analyze the data. The results show that the adoption of improved maize varieties by farmers reduces the incidence of poverty by 8.85%. The intensity and severity rate of poverty have decreased by 10% and 8% respectively. The improvement of the living conditions of the farmers requires, among other things, a thorough popularization of high-yielding varieties and the use of irrigation water as an alternative solution to rainfall.

Key words: Marginal Treatment Effect (MTE), adoption, impact, welfare, maize, Mali

1. Introduction

Situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, le Mali est un pays sahélien enclavé d'une superficie totale de 1 241 238 km². La population malienne est estimée à 18 703 435 d'habitants en 2017 et sera de 25 584 781 millions en 2025 suivant le taux d'accroissement intercensitaire (3,6%) du Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2009 (RGPH, 2009). L'économie du pays, basée pour l'essentiel sur l'agriculture, est très vulnérable aux aléas (sécheresses, inondations, attaques de criquets, épizooties, feux de brousse) et aux chocs exogènes (variabilité des cours mondiaux du coton, du pétrole, des intrants agricoles et la fluctuation des termes de l'échange).

La contribution des activités agricoles au produit intérieur brut (PIB) demeure toujours élevée, avec 24% en moyenne sur la période 2006-2010 (INSTAT, 2014) environ 535 milliards de FCFA par an, hors les branches de la pêche, des produits forestiers et de cueillette. Les céréales sèches (mil, sorgho, maïs, fonio) ont contribué en moyenne pour 53% dans la formation du PIB du secteur primaire sur la période 2006-2014 (INSTAT, 2014).

Ce niveau de contribution est assuré par la production Agricole qui repose pour l'essentiel sur environ 800 000 Exploitations Agricoles Familiales (EAF), d'une taille moyenne de 4,5 ha avec 9 à 10 personnes et dont 40% ont moins de 3 ha (CPS/SDR, 2005). Malgré tout, les agriculteurs sont les plus pauvres avec un taux de pauvreté de 57%, 81% pour l'incidence, 85% pour la profondeur et 86% pour la sévérité. L'extrême pauvreté (incapacité de répondre aux besoins nutritionnels de base) concernait 22% de la population en 2010. La baisse du taux de pauvreté nationale de 25,4 points constatée entre 1998 et 2010, (en moyenne 2,11% par an), est en train d'être rattrapée par l'accroissement général de la population (3,6%) (FAO, 2013).

Aussi, le niveau de développement humain du Mali reste très bas (176^e place – 0,407 en 2014

(PNUD, 2014). La dynamique démographique (6,1 enfants par femme en âge de procréer) et le taux général de croissance démographique du pays traduisent l'importance des besoins à satisfaire au plan alimentaire et du bien-être social (éducation, santé, etc.). Compte tenu de sa productivité, aujourd'hui le maïs est au cœur de la stratégie de sécurité alimentaire au Mali.

Ainsi le CORAF et l'UEMOA ont signé en 2014 une convention pour la mise en œuvre d'un programme collaboratif pour l'amélioration des performances et de la compétitivité de la filière maïs. L'amélioration du bien-être des producteurs de maïs passe par l'accès et l'adoption des innovations technologiques développées par la recherche. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur le revenu, la pauvreté et la scolarisation des enfants.

2. Matériel et méthode

Les données ont été collectées auprès des producteurs de maïs dans les cercles de Koutiala et de Yanfolila dans la Région de Sikasso.

2.1. Enquête de terrain

2.1.1. Échantillonnage

2.1.1.1. Choix des Zones

Pour cette étude, l'enquête a été réalisée dans la Région de Sikasso qui produit 70% de la production nationale de maïs (CPS, 2015). À cet effet, les cercles retenus sont Koutiala et Yanfolila qui sont les plus grands bassins de production de maïs dans la région de Sikasso. En plus, les deux cercles retenus sont différents du point de vue agro-écologique.

2.1.1.2. Choix des Villages

Les enquêtes ont été réalisées dans huit (8) villages repartis entre quatre (4) communes et deux (2) cercles en raison de quatre (4) villages par cercle (Tableau I). Ces villages

Tableau I. Cercles, communes et villages retenus pour les enquêtes

Cercle	Communes	Villages
Koutiala	Sinzina	Kaniko, Nampossela
	Nampé	Ngolokouna, Baramba
Yanfolila	Wassoulou Balé	Badogo, Ourou-Ourou
	Gouanan	Yorobougoula, Béréko

sont retenus sur la base d'un choix raisonné pour tenir compte de leur niveau de production de maïs et de la diversité des situations de chacune des zones. Ce choix a été fait en collaboration avec des personnes ressources (chefs secteurs agriculture) ayant une bonne connaissance de ces deux cercles.

2.1.1.3. Échantillon ménage

Le nombre de ménages à enquêter par cercle a été calculé en faisant une pondération à partir de la production de maïs des deux cercles. Autrement dit, en tenant compte du poids (en pourcentage) de chaque cercle dans la production de maïs des deux zones (Tableau II).

Le choix des ménages a été réalisé de façon aléatoire à partir d'un pas de tirage calculé en fonction du nombre de producteurs à enquêter. C'est-à-dire le nombre total d'exploitations/producteurs du village a été divisé par le nombre à enquêter dans le village.

2.1.2. Analyse des données

Étant donné que l'étude a été réalisée dans quatre (4) pays de l'UEMOA (Mali, Côte d'Ivoire, Bénin et Burkina Faso), une méthodologie commune a été adoptée au niveau des analyses. Après les enquêtes, les données ont été envoyées à la Coordination Régionale pour le traitement et les analyses ont été réalisées dans les différents pays. Ainsi, le modèle MTE (*Marginal Treatment Effect*) a été utilisé pour évaluer l'impact des variétés améliorées et la méthode basée sur le calcul des indices de pauvreté pour évaluer l'impact sur la pauvreté.

2.1.2.1. Modèles d'évaluation de l'impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs

L'estimation du changement sur le niveau de bien-être suite à l'adoption des technologies agricoles basée sur des observations non expérimentales, n'est pas aisée à cause

Tableau II. Répartition de l'échantillon par village

Cercle	Communes	Villages	Nombre d'exploitations
Koutiala	Sinsina	Kaniko	32
		Nampossela	32
	Nampé	Ngolokouna	32
		Baramba	32
Sous-total			128
Yanfolila	Wassoulou Balé	Badogo,	18
		Ourou-Ourou	18
	Guana	Yorobougoula	18
		Béréko	18
Sous-total			72
Total			200

de la nécessité d'identifier la situation contrefactuelle. Le choix d'une technologie dépendra des caractéristiques inobservées et des facteurs macroéconomiques affectant la productivité de la technologie comparée aux technologies traditionnelles (Suri, 2011).

Pour éliminer à la fois le biais induit par les caractéristiques observables et inobservables et traiter le problème d'endogénéité de la variable traitement, le MTE (*Marginal Treatment Effect*) a été utilisé dans cette étude. Ce paramètre peut être défini suivant l'équation (Heckman, 2010) :

$$MTE(x,u)=E(Y_1-Y_0 / X=x, U_A=u_A) \dots \dots \dots (1)$$

Où, y_1 : le résultat du producteur lorsqu'il adopte la technologie agricole y_0 ; son résultat lorsqu'il n'adopte pas la technologie ; X est un vecteur de variables observées ; U_A celui des caractéristiques inobservables.

Le paramètre MTE, défini par une espérance conditionnelle, est obtenu indépendamment d'un instrument (Heckman et Vytlačil, 2007b). Il est défini comme étant le gain de résultat espéré pour les agents qui sont indifférents de recevoir le traitement à une valeur donnée du terme inobservable, (Heckman et Vytlačil, 2007a).

Le MTE est l'effet prévu du traitement sur des individus qui ont des caractéristiques inobservables qui les rendent plus susceptibles d'adopter les variétés améliorées et ceux qui auraient adopté même si l'utilité $u_A(Z)$ est faible.

Pour estimer le paramètre MTE, Heckman et Vytlačil (1999, 2005) ont développé la méthode de la variable instrumentale locale (LIV). Cette méthode est basée sur une estimation de la fonction d'espérance conditionnelle $E(Y|X = x, P(Z) = p)$ où $P(.)$ est la fonction du score de propension.

$$\sum E(Y|X = x, P(Z) = p) = E(Y_0|X = x) + \int_0^p MTE(u, x) du \quad (2)$$

$$LIV(x, P(Z) = p) = \frac{\partial E(Y|X=x, P(Z)=p)}{\partial p} = MTE(p) \quad (3)$$

L'espérance conditionnelle $E(Y|X = x, P(Z) = p)$ peut être estimée en utilisant des méthodes de régression paramétrique ou non-paramétrique (Heckman, 2010). Cette étude utilisera une approche en deux étapes pour estimer l'espérance conditionnelle. Elle consiste à estimer la fonction du score de propension $P(Z)$ dans une première étape (par une procédure logit ou probit) et à utiliser le score de propension prédit comme variable explicative, avec le vecteur X pour estimer l'espérance conditionnelle dans une régression paramétrique.

2.1.2.2. Modèles d'évaluation de l'impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur la pauvreté

L'approche indice de pauvreté est retenue pour l'évaluation de l'impact sur la pauvreté des producteurs.

Approche de calcul des indices de pauvreté

Afin d'apprécier la pauvreté des producteurs de maïs et de manière agrégée, les indices FGT (Foster, Greer & Thorbecke) ont été estimés. Ces indices ont été choisis non seulement parce qu'ils sont les plus utilisés mais aussi parce qu'ils tiennent compte du fait que la mesure de la pauvreté de la masse de la population considérée dans son ensemble est égale à la somme pondérée des mesures de la pauvreté des différents sous-groupes de la population.

Le seuil relatif de pauvreté, qui prend en compte la redistribution des dépenses de consommation dans la population étudiée, a été utilisé pour déterminer le seuil de pauvreté. L'obtention du seuil de pauvreté permet donc d'évaluer l'incidence, la profondeur et la sévérité de la pauvreté, en suivant les indices de pauvreté développés par Foster, Greer et Thorbecke (1984). La formule générique des

indices de pauvreté est définie par l'expression suivante :

$$P_{\alpha}(y, z) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^q \left(\frac{z-y_i}{z} \right)^{\alpha}$$

Où z est le seuil de pauvreté global, y_i désigne la dépense moyenne réelle du ménage ou de l'individu, N la population totale et q est le nombre de pauvres. Le paramètre α peut être interprété comme un coefficient de pauvreté : plus il est grand, plus l'accent est mis sur l'écart entre les revenus des individus les plus pauvres par rapport au seuil de pauvreté z .

Le *taux de pauvreté* ou *l'incidence de la pauvreté* P_0 est le rapport entre le nombre d'individus pauvres et le nombre total d'individus dans la localité.

La *profondeur ou l'intensité de la pauvreté* P_1 caractérise l'écart par rapport à la ligne de pauvreté.

La *sévérité de la pauvreté* P_2 met l'accent sur la proportion d'individus les plus éloignés du seuil de pauvreté.

2.1.2.3. Modèles d'évaluation de l'impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur la scolarisation des enfants

Pour estimer l'impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur la scolarisation des enfants, les indicateurs tels que le nombre d'enfants inscrits et maintenus à l'école par le ménage, les dépenses de scolarisation du ménage ont été retenus. Aussi, les taux de scolarisation et de maintien des enfants à l'école et les dépenses scolaires par enfant toujours scolarisé par ménage ont été calculés. Ces indicateurs ont permis d'apprécier non seulement les taux de scolarisation et de maintien à l'école au niveau de chaque catégorie (adoptant et non-adoptant) mais aussi le niveau d'investissement sur chaque enfant toujours scolarisé.

De façon générale, la mesure du taux de scolarisation est un rapport entre le nombre d'individus scolarisés à un certain niveau et

le nombre d'individus d'âge normal pour ce niveau.

Le taux de scolarisation des enfants calculé est le rapport entre le nombre d'enfants scolarisés et le nombre d'enfants en âge de scolarisation dans le ménage. Quant au taux de maintien à l'école, il représente le rapport entre le nombre d'enfants du ménage qui sont toujours scolarisés au moment de nos enquêtes et le nombre d'enfants scolarisés. Pour ce qui concerne les dépenses scolaires, c'est le rapport entre toutes les dépenses effectuées par le ménage pour la scolarisation des enfants et les dépenses totales.

3. Résultats

3.1. Statistiques descriptives

L'analyse de l'effet de l'adoption des variétés améliorées de maïs révèle qu'en moyenne les ménages adoptants les variétés améliorées de maïs dépensent plus dans la scolarisation de leurs enfants que les non-adoptants (Tableau III). Les montants sont respectivement de 23 655 FCFA/an (avec un écart type de 4 240,94 FCFA) et de 21 057 FCFA/an (avec un écart type de 5 909,36 FCFA).

Le revenu total des ménages des producteurs adoptants est 4 fois supérieur au revenu des non-adoptants. Les montants sont de 2 385 075 FCFA et de 561 400 FCFA respectivement pour les adoptants et les non-adoptants. L'analyse statistique de ces deux variables montre qu'il y'a une différence significative entre les adoptants et les non-adoptants à un seuil de 10%.

3.2. Impact de l'adoption des variétés améliorées

L'impact est mesuré à partir des dépenses des ménages, le profit des ménages et aussi sur les dépenses scolaires des ménages (de façon isolée) (Tableau IV).

L'analyse des résultats montre que l'adoption des variétés améliorées de maïs a eu des effets significatifs sur le profit, les dépenses du

Tableau III. Statistique descriptif des variables introduites dans les modèles d'impact (adoptant ou non)

Variables	Adoptants	Non-Adoptants	Test statistique
Profit (FCFA/HA)	124 249 (7 738,65)	116 001,2 (34788,44)	0,26
Dépenses scolaires (FCFA/an)	23 655,47 (4 240,94)	21 056,67 (5 909,36)	2,79*
Dépenses du ménage (FCFA/an)	68 9473,1 (63 424,84)	639800 (102297,3)	0,71
Âge	49,43 (0,83)	43,66 (3,46)	3,47*
Superficie totale emblavée pour le maïs (ha)	2,95 (0,22)	3,23 (0,48)	1,41
Nombre d'actifs dans le ménage	7,76 (0,31)	3,86 (0,70)	16,17***
Contribution du revenu du maïs dans les dépenses de scolarisation (%)	1,09 (0,16)	0,27 (0,27)	2,16
Revenu total du ménage (FCFA)	2385075 (273 038,8)	561 400 (101 187,1)	19,16***
Revenu agricole issu de la production végétale (FCFA)	1 127 872 (79 689,12)	212 733,3 (43 409,51)	22,83***
Taille du ménage	11,44 (0,33)	7,8 (1,41)	10,26***
Contribution des revenus du maïs dans les dépenses d'investissement (FCFA)	4,37 (0,27)	5,13 (1,29)	1,25
Production (kg)	4650,07 (406,16)	5 553,33 (1 016,85)	2,17
Maïs comme principale culture pratiquée (%)	61,98	100	8,81***
Appartenance à un groupement (%)	81,15	53,33	6,51**
Contact avec vulgarisation (%)	79,17		44,69***
Participation à une formation agricole (%)	53,65	6,67	12,28***
Sexe	98,43	100	0,24
Terre cultivable très disponible	34,38	100	25,16***
Éducation formelle	12,04	13,33	0,02
Distance du village de la zone urbaine (25-50 km)	30,21	0	6,30**
Distance du village de la zone urbaine (< 10 km)	4,17	66,67	68,45***
Statut de pauvreté	14,58	0	2,53
Alphabétisation	16,67	20	0,11

Note : * ; ** ; ***. Niveau de signification à 10% ; 5% et 1%

Source : données enquête, 2017

Tableau IV. Résultats économétriques de l'impact de l'adoption des variétés améliorées sur les dépenses du ménage, les dépenses scolaires et le profit des producteurs (MTE Estimation)

Variables	Impact sur dépenses du ménage	Impact sur profit	Impact sur dépenses scolaires
Adoption	0,44**	176,85***	0,44**
Constante	1,67**	-169,86***	2,59
<i>Impact sur les adoptants</i>	5,88*	27,72*	17,04*
Nombre observations	201	207	206
F	16,49***	11,06***	8,27***
Adj R-squared	0,54	0,38	0,38

Note : * ; ** ; ***. Niveau de signification à 10% ; 5% et 1%.

Source : données enquête, 2017

ménage et des dépenses du scolaire. Le profit des producteurs qui ont adopté au moins une variété améliorée de maïs, a été augmenté de 28%. Les dépenses de façon générales ont augmenté de 6% contre 17% au niveau des dépenses scolaires des ménages.

L'adoption du maïs comme principale culture pratiquée a affecté positivement les dépenses des ménages à hauteur de 44%.

3.1.2 Impact de l'adoption des variétés améliorées sur la pauvreté

L'impact de l'adoption des variétés améliorées sur la pauvreté a été apprécié à travers l'incidence de la pauvreté, l'intensité de la pauvreté et enfin la sévérité de la pauvreté (Tableau V).

Les analyses du tableau V révèlent que dans l'ensemble, l'incidence de la pauvreté est de 32%. De manière spécifique, l'incidence de la pauvreté est plus élevée chez les adoptants (34%) que les non-adoptants (6%). Cela

suppose que 34% des adoptants vivent au-dessous du seuil de la pauvreté.

L'intensité de la pauvreté est un indicateur qui permet d'apprécier l'écart relatif entre le revenu moyen des ménages pauvres par rapport au seuil de pauvreté de 0,285 \$ par jour. Le taux d'écart relatif est évalué à 10% dans l'ensemble, 11% pour les adoptants et nul pour les non-adoptants.

La sévérité permet de mesurer la gravité de la pauvreté. Dans l'ensemble, le taux est de 4%, chez les adoptants et nul chez les non-adoptants.

En somme, les producteurs qui ont adopté les variétés améliorées de maïs vivent au-dessous du seuil de la pauvreté. Le taux d'intensité de la sévérité de pauvreté est très important (Tableau VI).

L'analyse du changement dans le statut de pauvreté des adoptants montre que l'adoption

Tableau V. Indicateurs de pauvreté par statut d'adoption

	Adoptants	Non-adoptants	Ensemble
Ligne de pauvreté (2/3 des dépenses (0,285 \$))			
Incidence de la pauvreté	0,34	0,06	0,32
Intensité de la pauvreté	0,11	0,00	0,10
Sévérité de la pauvreté	0,05	0,00	0,04

Source : données enquête, 2017

Tableau VI. Changement dans le statut de pauvreté des adoptants

	Sans adoption	Avec adoption	Différence (%)
Ligne de pauvreté (2/3 des dépenses (0,285 \$))			
Incidence de la pauvreté	43,22	34,37	8,85
Intensité de la pauvreté	21,04	10,95	10,09
Sévérité de la pauvreté	13,34	5,08	8,26

Source : données enquête, 2017

des variétés améliorées de maïs par les producteurs a diminué l'incidence de la pauvreté de 9%. Sans adoption, ce taux était de 43% et est passé à 34% avec l'adoption. Autrement dit, avec l'adoption des variétés de maïs, 34% des producteurs enquêtés sont passés en dessous de la ligne de pauvreté. Quant à l'intensité de la pauvreté, elle a également baissé de 10%, elle est passée de 21% sans l'adoption à 10% avec l'adoption. Et enfin, le taux de sévérité est passé de 13,34% (sans adoption) à 5,08% (avec adoption) soit une réduction de 8,26%.

4. Discussion

Les résultats montrent que l'adoption des variétés améliorées de maïs a eu des effets significatifs sur le profit des producteurs de maïs. Ce résultat confirme celui de Bengaly (2015) qui trouve que l'adoption des technologies (fertilisants et variétés améliorées) a fait augmenter le profit des producteurs avec un gain de production de maïs de plus de 6 tonnes/ha. Les résultats sur les dépenses du ménage et celles du scolaire confirment ceux de l'étude CNS-Mais/CORAF (2018) réalisée au Bénin et en Côte d'Ivoire avec respectivement 12,65% et 9,66%. Ces résultats sont également similaires à ceux d'Adégbola *et al.* (2011) qui ont démontré que l'adoption des variétés améliorées de maïs permet aux producteurs d'augmenter les dépenses de scolarisation de leurs enfants de 2 307 FCFA. Au niveau de l'impact sur la pauvreté, les résultats montrent une diminution des taux de l'incidence de l'intensité et de la sévérité de la pauvreté. Les résultats de Dontsop-Nguezet *et al.* (2011) sont

similaires à ceux de la présente étude. Ils ont montré que l'adoption des variétés améliorées permet une amélioration des conditions de vie des ménages. Les résultats de Basse (2013) ont abouti aux mêmes constats. Celui-ci affirme que « le processus de réduction de la pauvreté peut être accéléré par l'utilisation et la vulgarisation des technologies améliorées de production ».

5. Conclusion

Il ressort de la présente étude que le maïs joue un rôle important dans l'économie des exploitations agricoles au Mali. L'adoption des nouvelles variétés de maïs a amélioré le bien-être des producteurs de maïs.

La culture de maïs est favorisée par le système coton à travers l'octroi des engrais subventionnés. Cette culture connaît aujourd'hui une extension des superficies avec un certain niveau d'amélioration du rendement. Mais force est de reconnaître que cette productivité est affectée souvent par la mauvaise pratique des itinéraires techniques vulgarisés par la recherche et les services de vulgarisation agricole. En plus, il faut ajouter les effets du changement climatique notamment la variabilité de la pluviométrie qui affecte fortement cette culture par le stress hydrique. Il est donc recommandé de :

- créer des variétés performantes résistantes au stress hydrique ;
- continuer la vulgarisation des variétés performantes en prenant plus en compte les facteurs de changement climatique et le

strict respect des itinéraires techniques par les maïsiculteurs.

6. Références

ADÉGBOLA Y.P., AROUNA A. et ADEKAMBI A.S., 2011. Impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs et de niébé au Bénin. 68p

BENGALY A.Z., 2015. Evaluation d'impact de l'adoption des technologies sur la production céréalière des ménages du sahel en Afrique de l'Ouest

BASSE B.W., 2013. Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz SAHEL sur la pauvreté au Sénégal : approche de l'effet marginal du traitement (EMT), 20p.

CNS-Mais/CORAF, 2018. Impact de l'adoption des variétés améliorées de maïs sur le bien-être des maïsiculteurs au Benin, au Burkina-Faso, en Côte d'Ivoire et au Mali. Rapport d'étude régionale, 59p.

CPS/SDR, 2015. Enquête Agricole de Conjoncture (EAC) Ministère de l'Agriculture Mali

CPS/SDR, 2005 : Recensement Général de l'Agriculture (RGA) Rapport, Ministère de l'Agriculture du Mali, 31p

DONTSOP-NGUEZET P.M., OKORUWA V., ADEOTI A.I., ADENEGAN K.O., 2011. Productivity Impact Differential of Improved Rice Technology Adoption Among Rice Farming Households in Nigeria. January 2012 Journal of Crop Improvement 26(1):1-21

FAO, 2013. Cadre de Programmation Pays (CPP) 2013-2017, Rapport FAO Mali, 80p

HECKMAN J.J., 2010. «Building Bridges between Structural and Program Evaluation

Approaches to Evaluating Policy», Journal of Economic Literature, 48(2), 356-398.

HECKMAN J.J. and VYTLACIL E.J., 2007a., Econometrics Evaluation of Social Programs, Part I: Causal Models, Structural Models and Econometric Policy Evaluation, In Handbook of Econometrics, Volume 6B, ed. James J Heckman and Edward E Leamer, 4779-4874, Amsterdam and Oxford, Elsevier, North-Holland.

HECKMAN J.J. and VYTLACIL E.J., 2007b. Econometrics Evaluation of Social Programs, Part II: Using the Marginal Treatment to Organize Alternative Economics Estimators to Evaluate Social Programs and to Forecast Their Effect in New Environment, In Handbook of Econometrics, Vol .6B, ed. J.J. Heckman and E. Leamer, 4875-5144. Amsterdam: Elsevier.

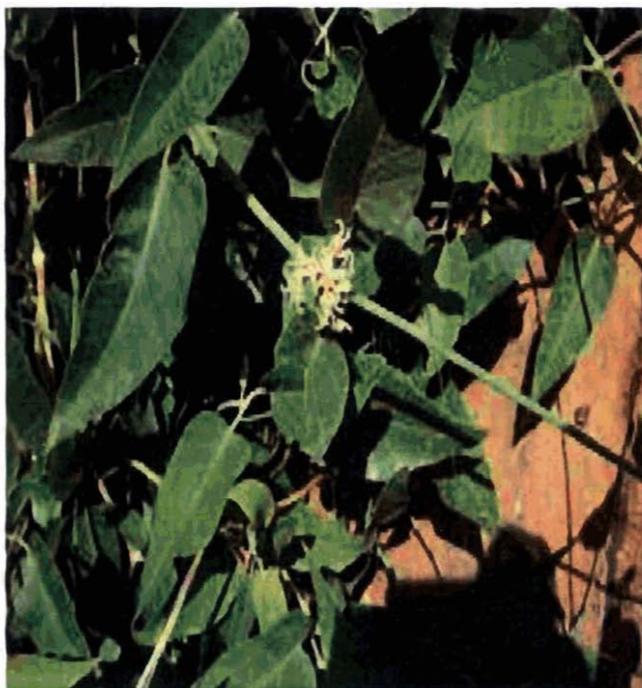
HECKMAN J.J. and VYTLACIL E.J., 2005. «Structural Equations, Treatment effects and Econometric Policy Evaluation», *Econometrica*, 72(3), 669-738.

HECKMAN J.J. and VYTLACIL, E.J., 1999. «Local instrumental variables and latent variable model for identifying and bounding treatment effects», *Economics Sciences*, 96, 4730-4734.

INSTAT, 2014. Le Mali en Chiffre, Bamako

PNUD, 2014. Rapport sur le développement humain, 259p

SURI H., 2011. Selection and comparative advantage in technology adoption. *Econometrica*, 79, 159-209.



Feuilles de *Leptadania hastata*



Pteleopsis suberosa

Utilisation des plantes locales dans la lutte contre les maladies aviaires dans la zone de Kayes-Sud au Mali

Use of Local Plants in the Control of Poultry Diseases in the Kayes-Sud Area in Mali

Sylla Modibo¹, Keita Ousmane¹, Coulibaly Diallo Fatimata¹, Keita Sékouba¹, Koné N'Golopé¹

¹Institut d'Économie Rurale - BP 258 Bamako - Tél. : + 223 20 22 26 06 / + 223 20 23 19 05

*Auteur de correspondance : E-mail : syllamodibo08@gmail.com - Tél. + 223 65 74 02 82 / + 223 76 21 91 10

Résumé

Le développement de l'aviculture est confronté à des contraintes parmi lesquelles les maladies aviaires occupent le premier rang. Les difficultés d'accès géographique ou financière aux produits vétérinaires en général et aux spécialités aviaires en particulier, font que beaucoup d'éleveurs ont recours aux plantes locales, pour soigner leurs volailles. Cette étude a été conduite dans la zone de Kayes-Sud, de 2009 à 2010 dans le but de faire l'état des lieux de l'utilisation des plantes locales dans la lutte contre les affections aviaires en vue de leur valorisation. L'équipe de recherche a procédé à une enquête auprès des producteurs dans six (6) communes des cercles de Kita, Kéniéba, Bafoulabé et Kayes suivant un questionnaire. L'âge moyen des aviculteurs était de 46 ans et l'expérience moyenne, de 16 ans. Les espèces aviaires élevées étaient essentiellement le poulet, la pintade et le pigeon, constituées uniquement de races locales. Le poulet représente 57,67% des effectifs, suivi de la pintade (20,04%) et des pigeons (18,25%). L'inventaire des plantes locales utilisées dans la thérapie ou la prophylaxie des affections aviaires a permis d'établir que les plus utilisées étaient : *Solanum incanum* L. (48,38%), *Capsicum frutescens* L. (21,29%), *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss (7,09%), *Azadirachta indica* A. Juss (6,45%).

Mots clés : aviculture, plantes médicinales, Kayes-Sud, Mali.

Abstract

The development of poultry farming faces constraints, among which poultry diseases rank first. Geographic or financial difficulties in accessing veterinary products, especially for poultry disease control, mean that many farmers resort to using local plants to treat their animals. This study was conducted in the Kayes-Sud area from 2009 to 2010 with the aim of assessing the use of local medicinal plants in combating poultry diseases with a view to promoting them. The research team carried out a survey of producers in six *Communes* in the *Cercles* of Kita, Kéniéba, Bafoulabé and Kayes using a questionnaire. The average age of the poultry farmers surveyed was 46 years and the average experience was 16 years. The poultry species bred were mainly chicken, guinea fowl and pigeon, made up solely of local breeds. Chicken represented 57.67% of the flock, followed by guinea fowl (20.04%) and pigeons (18.25%). The inventory of indigenous plants used in the therapy or prophylaxis of poultry diseases showed that the most used ones were *Solanum incanum* L. (48.38%), *Capsicum frutescens* L. (21.29%), *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss (7.09%), *Azadirachta indica* A. Juss (6.45%).

Key words: poultry farming, medicinal plants, Kayes-Sud, Mali.

1. Introduction

Le développement des espèces à cycle court constitue une priorité des autorités en charge du sous-secteur de l'élevage. Le cheptel aviaire est estimé à 53 859 694 volailles, toutes espèces confondues, dont 92,42 % se concentrent en aviculture villageoise (DNPIA, 2018).

La contribution de l'aviculture villageoise aux résultats du sous-secteur élevage est fort appréciable et va au-delà des seules contributions macroéconomiques. Ce type d'aviculture est bien plus qu'une source de protéines et de revenus, il est aussi un support précieux des échanges socioculturels et contribue à la stabilité des systèmes agropastoraux.

Le développement de ce sous-secteur est cependant confronté à des contraintes d'ordre sanitaire, alimentaire, génétique et de gestion. Une analyse de celles-ci place les contraintes sanitaires au premier rang. En effet, chaque année la volaille paye un lourd tribut aux maladies qui sont d'origine virale, bactérienne, parasitaire ou fongique (Sylla, 2003a).

Au cours d'une enquête sérologique sur la prévalence des principales viroses du bétail et de la volaille, il est ressorti que 28,75 % des sérums testés renfermaient des anticorps contre le virus de la maladie de Newcastle. Le virus circulait dans tous les sites visités avec une prévalence variant de 14,28 % à Kolokani à 59,09 % à Dioïla (Tounkara *et al.*, 1995).

Une étude menée par Sylla *et al.* (2003b) a permis d'établir que le taux moyen de prévalence de la maladie de Newcastle était de 32,90 % avec une variation entre 12,10 % en zone soudanienne sud et 38,80 % en zone sahélienne.

La variole aviaire est répandue dans presque tout le pays. Sur 23 sérums testés en provenance de Dioïla, 69,56 % étaient positifs (Tounkara *et al.*, 1995). Quarante-sept sérums en provenance de Dioïla, Kolokani et Moribabougou renfermaient des anticorps de

virus de l'adénovirose aviaire (Tounkara *et al.*, 1995). Les difficultés d'accès géographique et financière aux produits vétérinaires en général et aux spécialités aviaires en particulier, font que beaucoup d'éleveurs ont recours aux plantes endogènes pour soigner les volailles. Elles sont utilisées à titre curatif ou préventif. Le présent article fait l'état des lieux de l'utilisation de ces plantes locales dans la lutte contre les affections aviaires dans la zone de Kayes-Sud en vue de leur valorisation.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre physique

Les communes ayant fait l'objet d'enquête sont situées sur la carte.

2.2. Enquête auprès des aviculteurs

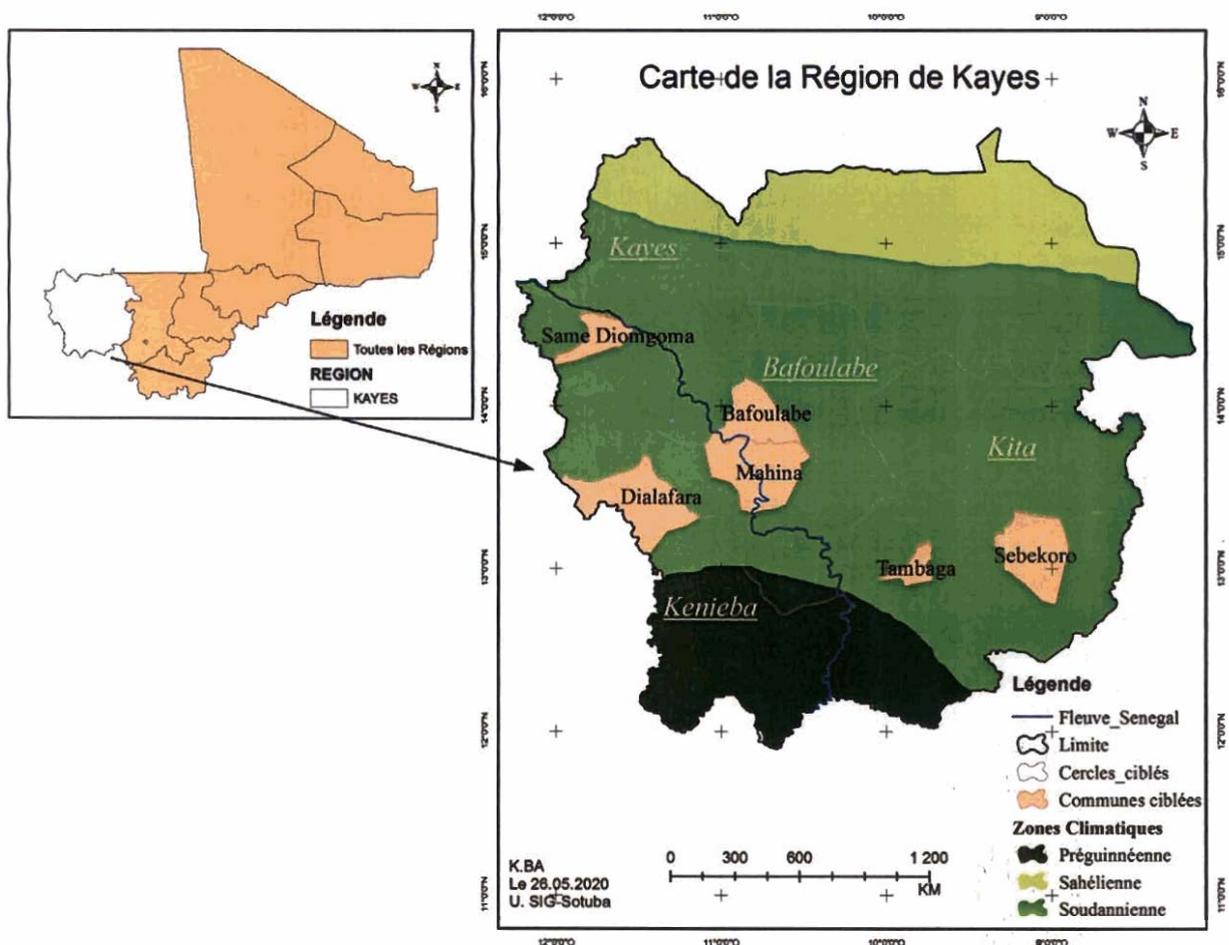
L'enquête sur l'inventaire sur l'utilisation des plantes locales dans la lutte contre les maladies aviaires a été conduite dans les cercles de Kita, Kéniéba, Bafoulabé et Kayes-Sud, tous dans la région de Kayes. Elle a été menée auprès de 150 éleveurs ayant une expérience en la pratique. Ils étaient répartis entre les communes de Sébékoro, Tambaga (Kita), Bafoulabé, Mahina (Bafoulabé), Dialafara (Kéniéba) et Samé Diongoma (Kayes) (Tableau I).

Les communes visitées sont localisées en zone soudanienne (Carte 1). Le choix des communes a été fait de concert avec le personnel de l'encadrement technique qui a une bonne connaissance du terrain, en fonction de l'importance de l'aviculture, de la coopérativité des éleveurs, de leur ouverture aux innovations techniques, de leur disponibilité et de l'accessibilité de la zone en toutes saisons.

L'enquête a été menée suivant un questionnaire comportant la description des pratiques d'élevage, les plantes locales utilisées, leur mode d'utilisation, leur fréquence d'utilisation et leur indication thérapeutique.

Tableau I. Répartition des villages d'enquête entre les communes et cercles

Cercles	Communes	Villages	Éleveurs enquêtés
Kita	Sébékoro	Sébékoro	10
		Sounty	10
		Sangaréboukou	10
	Tambaga	Diniangué	10
		Katabantakoto	10
		Kobaronto	10
Bafoulabé	Bafoulabé	Bafoulabé	10
		Kamankolé	10
		Mahina	10
Kéniéba	Dialafara	Dialafara	10
		Karouma	10
		T-Kama	10
Kayes	Samé Diongoma	Samé Ouolof	10
		Darsalam	10
		Dogofiry	10
Total			150


Carte 1. Localisation des communes de la zone d'étude dans les cercles de Kayes-Sud

3. Résultats

3.1. Description des pratiques d'élevage

L'élevage de la volaille est pratiqué par presque tous les ménages ruraux. Les familles qui n'en possèdent pas sont celles qui ont perdu tout leur cheptel suite à une épizootie. Il est l'apanage des femmes qui en assurent les tâches quotidiennes et la commercialisation. L'âge moyen des aviculteurs et avicultrices était de 46 ans avec une variation de 16 à 83 ans et leur expérience moyenne de 16 ans avec une variation de 1 à 60 ans.

Dans la zone de Kayes-Sud, les principales espèces aviaires élevées sont le poulet (*Gallus gallus*), la pintade (*Numida meleagris*) et le pigeon (*Columba livia*). On rencontre aussi des canards et exceptionnellement des dindons. Ces espèces sont composées uniquement de races locales. Le poulet représente 57,67% des effectifs, suivi de la pintade (20,04%), des pigeons (18,25%), des canards (3,54%) et des dindons (0,5%). La vaccination contre la maladie de Newcastle est pratiquée par 69,33% (53% – 90%) des éleveurs. Elle est limitée par la rupture fréquente des stocks de vaccins et le manque d'équipements de conservation. Aucune vaccination n'est effectuée contre la variole aviaire. L'antibiothérapie est pratiquée par 5,33% des éleveurs (3,30 – 13,30%). Les produits couramment utilisés sont à base d'oxytétracycline.

Le déparasitage interne est timide et pratiqué par 20,66% des producteurs avec une variation de 6,66 à 30%. Les produits les plus utilisés sont le Vermifuge polyvalent pour volaille (VPV) et le Vermifuge spécial pintades (VSP). Le déparasitage externe est pratiqué par 13,30% (3,30 à 23,30%) des éleveurs. Ils utilisent des produits modernes à base de carbaryl ou de deltaméthrine en bain. La majorité utilise les traitements traditionnels comme le pétrole

en attouchement, de la cendre chaude en saupoudrage dans le poulailler.

3.2. Inventaire des plantes autochtones

Dans la zone d'étude, 83% des éleveurs utilisent encore des plantes autochtones. La liste des plantes utilisées est consignée au tableau II.

Les espèces autochtones utilisées appartiennent à 10 familles dont les plus représentatives sont les Solanacées (*S. incanum*, *C. frutescens*) et les Méliacées (*K. senegalensis* et *A. indica*).

3.3. Fréquence d'utilisation des plantes autochtones dans la lutte contre les affections aviaires

Les fréquences d'utilisation des plantes autochtones par les aviculteurs sont consignées au tableau III.

Les principales plantes médicinales utilisées sont *S. incanum* (48,38%), *C. frutescens* (21,29%), *K. senegalensis* (7,09%), *A. indica* (6,45%). Elles appartiennent aux familles des Solanaceae et des Meliaceae.

3.4. Modes d'utilisation des plantes autochtones

Les fruits sont les organes végétaux les plus utilisés (61,54%), suivis des feuilles (23,07%) et des écorces (23,07%) (Tableau IV).

Les techniques de médication sont la macération (71,42%), la décoction (14,28%), à travers l'eau de boisson (14,28%), l'administration orale directe du produit (7,14%), la pommade (7,14%), etc. Les fruits de *S. incanum* sont utilisés soit en entier après avoir arraché le pédoncule, pilés ou sectionnés et placés dans l'eau de boisson. Le macéré est administré à la volaille.

Tableau II. Liste des plantes autochtones utilisées dans le traitement des affections aviaires dans la zone de Kayes-Sud.

Familles	Espèces	Noms en bamanankan
Solanaceae	<i>Solanum incanum</i> L.	Bagoyo
Solanaceae	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Foronto
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss	Jala
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Maliyirini
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	Leburu kumu
Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	Si
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam	Terenifin
Asclepiadaceae	<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne	Sirafaté
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> (Jacq.)	Ban
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tom
Combretaceae	<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. et Diels	Guéni
Menispermaceae	<i>Stephania abyssinica</i> (Dill. & A. Rich.) Walp.	Kungo sira
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Mingo

Tableau III. Fréquences d'utilisation des plantes autochtones par les aviculteurs dans la zone de Kayes-Sud

Familles	Espèces	Total	%
Solanaceae	<i>Solanum incanum</i>	75	48,38
Solanaceae	<i>Capsicum frutescens</i>	33	21,29
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i>	11	7,09
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	10	6,45
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	7	4,52
Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i>	5	3,22
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	5	3,22
Asclepiadaceae	<i>Leptadenia hastata</i>	3	1,93
Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i>	1	0,64
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	1	0,64
Combretaceae	<i>Pteleopsis suberosa</i>	1	0,64
Menispermaceae	<i>Stephania abyssinica</i>	1	0,64
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	1	0,64
Total		154	100

Tableau IV. Principaux organes et modes d'utilisation autochtones

Plantes autochtones	Organes	Techniques de médication	Suspicion/signes cliniques
<i>S. incanum</i>	Fruits	Jus dans l'œil	Coryza oculaire
	Fruits		
	Feuilles	Macération	Maladie de Newcastle, variole, parasites gastro-intestinaux
	Écorces		
	Racines		
<i>C. frutescens</i>	Fruits	Administration orale directe	Maladie de Newcastle, variole, parasites gastro-intestinaux, syngamose, cyanose de la crête, syndrome respiratoire
		Fruits frais pilés en macération	
		Fruits secs pilés en macération	
<i>C. limon</i>	Fruits	Jus dans l'eau de boisson	Diarrhée blanche
		Frotter les croûtes de variole avec le jus de fruit	Variole aviaire
<i>K. senegalensis</i>	Écorces	Macération	Maladie de Newcastle, diarrhée blanche, parasites gastro-intestinaux
<i>A. indica</i>	Feuilles	Décoction	Maladie de Newcastle
		Feuilles pilées en macération	
	Écorces	Écorce en macération	
<i>V. paradoxa</i>	Fruits	Beurre de karité en massage	Variole aviaire, paralysie, parasites externes
<i>P. dactylifera</i>	Fruits	Nectar dans l'eau de boisson	Maladie de Newcastle
<i>T. indica</i>	Fruits	Décoction	Maladie de Newcastle
<i>S. spinosa</i>	Fruits	Macération	Maladie de Newcastle
<i>L. hastata</i>	Feuilles	Feuilles pilées en macération	Maladie de Newcastle
<i>P. suberosa</i>	Écorces	Macération	Maladie de Newcastle
<i>S. abyssinica</i>	Feuilles	Macération	Maladie de Newcastle
<i>S. mombin</i>	Fruits	Macération	Maladie de Newcastle

4. Discussion

Les espèces autochtones utilisées appartiennent à 10 familles dont les plus représentatives sont les Solanacées (*S. incanum*, *C. frutescens*) et les Méliacées (*K. senegalensis* et *A. indica*).

Ces résultats corroborent ceux de Bizimana (1994), qui a classé les plantes utilisées suivant les familles, Mimosaceae (*Parkia sp.*), Caesalpiniaceae (*Cassia sp.*), Euphorbiaceae (*Euphorbia sp.*), Araceae (*Colocasia sp.*), Solanaceae (*Capsicum sp.*, *Solanum sp.*, *Nicotiana sp.*), Cucurbitaceae (*Lagenaria sp.*, *Cucumis sp.*, *Momordica sp.*), Ebenaceae (*Diospyros sp.*), Meliaceae (*Khaya sp.*, *Azadirachta sp.*), Anacardiaceae (*Mangifera sp.*, *Sclerocarya sp.*, *Lamnea sp.*), Composeae (*Microglossa sp.*), Agavaceae (*Agave sp.*), Bombacaceae (*Adansonia sp.*), Liliaceae (*Allium sp.*, *Aloe sp.*), Cyperaceae (*Cyperus sp.*), Apocynaceae (*Adenium sp.*, *Pergularia sp.*), Caricaceae (*Carica sp.*), Araliaceae (*Cussonia sp.*), Crassulaceae (*Kalanchoe sp.*), Rubiaceae (*Borreria sp.*), Gramineae (*Zea sp.*), Cycadaceae (*Elaeis sp.*), Annonaceae (*Annona sp.*), Sapotaceae (*Butyrospermum sp.*), Moraceae (*Ficus sp.*), Combretaceae (*Combretum sp.*) et Fabaceae (*Derris sp.*). Parmi les 24 familles botaniques citées, six sont utilisées par les producteurs dans la zone de Kayes-Sud.

Dans le cadre du Programme Delta du Niger, Sylla *et al.* (2001) ont recensé 10 familles que sont les Solanaceae (*S. incanum*, *C. frutescens*), Cochlospermaceae (*C. tinctorium*), Rubiaceae (*M. inermis*), Crassulaceae (*C. tinctorium*), Opiliaceae (*O. celtidifolia*), Meliaceae (*K. senegalensis*, *A. indica*), Cesalpiniaceae (*C. nigricans*, *C. siberiana*, *C. occidentalis*), Liliaceae (*A. cepa*, *A. sativum*). Deux des dix familles citées par les auteurs sont utilisées par les producteurs de la zone de Kayes-Sud.

On retrouve parmi les plantes utilisées, huit (8) des 23 familles rapportées par Sylla et Sissoko

(1999). Fabaceae (*P. biglobosa*, *Tamarindus indica*), Solanaceae (*Datura sativum*, *Nicotina tabacum*, *Sincanum*, *C. frutescens*) Sapotaceae (*V. paradoxa*), Meliaceae (*K. senegalensis*, *A. indica*), Loganiaceae (*Strychnos spinosa*), Arecaceae (*Phoenix dactylofera*), Combretaceae (*Pteleopsis suberosa*), Anacardiaceae (*Spondias mombin*) (Sylla et Sissoko, 1999).

Les éleveurs villageois de volailles, généralement pauvres, n'ont pas accès aux médicaments conventionnels et comptent sur les connaissances locales pour contrôler diverses maladies de la volaille (Bizimana, 1994 ; Gueye, 1997). Les produits végétaux aux propriétés médicinales reconnues sont plus accessibles aux villageois que les médicaments modernes. Ils peuvent être collectés gratuitement et sont peu coûteux (Gueye, 1997). Ces remèdes disponibles localement sont très adaptés à une utilisation dans les petites exploitations par les éleveurs qui peuvent les préparer eux-mêmes. Des expériences ont été menées dans des conditions contrôlées dans le but de valider scientifiquement ces pratiques :

L'utilisation de 10 g de feuilles de *Kalanchoe crenata* par litre d'eau (en infusion) a donné de bons résultats dans la prévention de la coccidiose aviaire chez la volaille domestique (Agbede *et al.*, 1993). Tchoumboué *et al.* (1996) ont observé des propriétés nématocides dans l'écorce de *Combretum sp.* sur la volaille naturellement infestée de divers parasites. Les analyses physico-chimiques d'*A. nilotica* ont permis d'établir que les feuilles contiennent des tannins, des stéroïdes et triterpènes, des hétérosides cardiotoniques, des leucoanthocyanes, des alcaloïdes totaux, des saponosides, des composés réducteurs, des oses et holosides, des polyuronides et des quinones (Sylla *et al.*, 2004). Les espèces bactériennes suivantes, *Salmonella sp.*, *Escherichia coli* et *Citrobacter freundii*, se sont révélées sensibles aux extraits de feuilles d'*A. nilotica* (Sylla *et al.*, 2004).

Les principales plantes médicinales utilisées sont *S. incanum* (48,38%), *C. frutescens* (21,29%), *K. senegalensis* (7,09%), *A. indica* (6,45%). Elles appartiennent à la famille des Solanaceae et des Meliaceae. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Sylla *et al.* (2020) dans la région de Koulikoro.

Les fruits de *S. incanum* sont utilisés soit en entier après avoir arraché le pédoncule, ou être pilés ou sectionnés et placés dans l'eau de boisson. Le macéré est administré à la volaille. Le nombre de fruits, la quantité d'eau ainsi que la durée du traitement sont variables d'un éleveur à un autre et l'efficacité du traitement est également différemment appréciée. À défaut des fruits de *S. incanum*, les feuilles, les écorces ou les racines sont macérées dans l'eau de boisson (Sacko, 1997).

L'utilisation de *S. incanum* contre la maladie de Newcastle, la variole aviaire et les parasites gastro-intestinaux confirme les résultats de Sylla et Sissoko (1999) dans la région de Sikasso. Les mêmes auteurs rapportent que le jus du fruit pressé dans l'œil d'une volaille malade permettrait de lutter contre le coryza oculaire.

S. incanum faisant des fruits surtout en hivernage, certains éleveurs les conservent en les faisant sécher pour les utiliser pendant la saison sèche. Elle est actuellement menacée de disparition dans certaines régions du Mali à cause des effets du changement climatique, l'utilisation abusive d'herbicides totaux et de labour par les tracteurs (Sylla *et al.*, 2020).

C. frutescens : deux méthodes d'administration sont pratiquées :

- l'éleveur place le piment dans l'œsophage de l'oiseau et le fait avaler à raison de : 1 piment entier/sujet adulte, ½ piment par poulet et ¼ piment par poussin.
- le piment est écrasé dans l'eau de boisson et la solution est administrée oralement à la volaille.

Le produit lutte contre les parasites internes dont la syngamose. Il est aussi utilisé contre la maladie de Newcastle et la variole aviaire.

Cette pratique a été rapportée par Sylla et Sissoko (1999) dans la région de Sikasso, où elle permettrait de lutter contre des affections se manifestant par une cyanose de la crête.

Un mélange de jus de citron, plus du piment et des feuilles de *C. nigricans* et de l'eau permettrait de lutter contre les affections aviaires avec cyanose de la crête, forte salivation, des complications respiratoires et de réduire le taux de mortalité des volailles (Sacko, 1997).

D'après Sams *et al.* (1995), la capsaïcine, l'agent piquant du piment, a été reconnue comme facteur augmentant significativement la résistance de la volaille vis-à-vis de *Salmonella enteritidis*.

V. paradoxa : les graines grillées de néré (*Parkia biglobosa*) sont mélangées au beurre de karité pour enduire les croûtes de variole ou soigner les paralysies. Le beurre de karité ramollit les croûtes de variole aviaires sur la crête, les barbillons et au niveau des paupières. Il est aussi utilisé pour le déparasitage externe. L'écorce de *K. senegalensis* placée dans l'eau de boisson en entier ou sous forme de poudre permettrait de lutter contre les affections se manifestant sous forme de diarrhée blanche, la maladie de Newcastle et les parasites gastro-intestinaux. Coulibaly (1997) a fait le même constat avec un renouvellement hebdomadaire de la préparation. L'écorce de *K. senegalensis* mise en macération est utilisée contre la maladie de Newcastle et les parasites gastro-intestinaux.

Une préparation de feuilles d'*A. indica* pilées en macération dans l'eau de boisson est utilisée à titre préventif et curatif contre la maladie de Newcastle par des aviculteurs de la région de Mopti (Coulibaly, 1997). Les feuilles d'*A. indica* broyées, la décoction des feuilles ou les écorces macérées, sont utilisés contre la maladie de Newcastle. *C. limon* : le jus du citron est frotté contre les croûtes de variole aviaire. Contre les affections se manifestant par de la diarrhée blanche, 10 citrons sont pressés dans 1 kg de son ou 2 citrons dans 2 litres d'eau pendant 2 semaines de suite à titre

préventif ou curatif comme rapporté par Sylla *et al.* (2001). D'autres plantes utilisées sont *P. suberosa* (gueni), les feuilles de *L. hastata* (sirafaté), le tamarin, *S. spinosa* (trèfin), les décoctions de feuilles d'oseille de Guinée, contre la diarrhée blanche. La potasse diluée dans l'eau en attouchement, la solution de poudre de racines de *C. tinctorium* (ntiribara) et la fumigation de «jabaguindia» sont utilisées contre les parasites externes.

5. Conclusion

L'utilisation des plantes autochtones dans la lutte contre les affections aviaires est très répandue dans la zone de Kayes-Sud. *S. incanum* est l'espèce la plus utilisée, suivie de *C. frutescens*, *K. senegalensis*, *P. biglobosa* et *V. paradoxa*. Les espèces utilisées appartiennent à 10 familles dont les plus représentatives sont les solanacées (*S. incanum*, *C. frutescens*) et les méliacées (*K. senegalensis* et *A. indica*). Les formes de médication sont la macération, la décoction, l'administration directe et le massage. Peu de recherches ont été entreprises sur l'efficacité de ces plantes dans des conditions contrôlées en santé animale, d'où une insuffisance d'informations sur les doses d'application. Il est donc urgent de poursuivre les recherches dans ce domaine.

6. Références

- AGBEDE J., NKENFOU J. et MPOAME M., 1991 - Essai préliminaires d'utilisation de *K. crenata* (Crassulacée) dans la prophylaxie et le traitement de la coccidiose. *Tropicultura*, 1993, 11, 3, 107 – 109.
- BIZIMANA N., 1994 - Traditional veterinary practice in Africa. GTZ, Eschborn, Typo-Druck-Rossdorf, 917 p.
- COULIBALY D., 1997 - Inventaire et évaluation des méthodes traditionnelles de lutte contre les maladies aviaires en zone sahélienne et dans le Delta intérieur du Niger. Rapport de fin de cycle. IPR de Katibougou, 25 p.
- DNPIA, 2018 – Rapport annuel d'activités, 132 p.
- GUEYE E.F., 1997 - Diseases in village chickens: Control through ethno-veterinary medicine. *ILELA Newsletter 13* (2): 20-21
- SACKO A., 1997: Inventaire et évaluation des méthodes traditionnelles de lutte contre les maladies aviaires en zone soudanienne. Rapport de fin de cycle. IPR de Katibougou, 25 p.
- SAMS A.R, HIRSCHLER E.M., MCELROY A.P., MANNING J.G. and HARGIS B.M., 1995. Flavor evaluation of light and dark meat from broilers fed capsaicin. *Poultry Science* 74 : 205 – 207.
- SYLLA M., SIDIBE S., COULIBALY D., DIARRA S., DIAKITE L., KEITA O., 2020 - Amélioration des méthodes traditionnelles de lutte contre les maladies aviaires: évaluation de l'activité antibactérienne des plantes autochtones utilisées au Mali. 1^{ère} Session de la Commission scientifique du FCRIT/ CNRST, Rapport d'étape, 47p.
- SYLLA M., COULIBALY D., TRAORE B., SIDIBE S., COULIBALY D., DIALLO F.C., KONE Y.S., 2001 - Amélioration de méthodes traditionnelles de lutte contre les maladies aviaires. Rapport annuel, Programme Delta du Niger 0068/ CNRST, 61p.
- SYLLA M., SIDIBE S., COULIBALY D., TRAORE B., DIALLO F. COULIBALY, 2004 - Évaluation de l'efficacité d'*Acacia nilotica* dans le traitement d'infections bactériennes causées par *Salmonella sp*, *Escherichia coli* et *Citrobacter freundii* chez la volaille. *Revue Malienne de Science et de Technologie*, n°6, septembre, 2004, p 21 - 27.
- SYLLA M. et SISSOKO S., 1999 – inventaire des méthodes traditionnelles de lutte contre les maladies aviaires. Programme Volaille, Rapport de mission dans la région de Sikasso, 9p.
- SYLLA M., TRAORE B., SIDIBE S., KEITA S., DIALLO F.C., SANGARE M., BALLO, A., 2003a: Elaboration de plans appropriés de lutte contre les maladies de la volaille. Rapport Comité de Programme/IER/Programme Volaille Sotuba.
- SYLLA M., TRAORE B., SIDIBE S., KEITA S., DIALLO F.C., KONE B., BALLO, A., SANGARE M., KONE N.G. : 2003b : Epidémiologie de la maladie de Newcastle en milieu rural au Mali. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 56, (1 -2) : 7 – 12.

TCHOUMBOUÉ J., MPOAME M. MICHÈLE D.G., et AKAMBA A., 1996 - Essai comparé de traitement de nématodes de poulet au "Sodivermyl"-Baird et à l'écorce de *Combretum Sp.* (Combretacée). *Tropicultura* 14 (1): 4-5.

TOUNKARA K., DIALLO B.O., SECK B.M., TRAOREA., SAMAKE K., 1995 - Prévalence sérologique des principales viroses du bétail et de la volaille au Mali. *Revue Malienne de Science et de Technologie*, n°3, avril, 1995, p 30-35.

Remerciements

Nos remerciements vont aux aviculteurs des différentes localités pour leur franche collaboration, aux techniciens d'Élevage des localités visitées qui ont accompagné l'équipe de recherche durant la mission et facilité l'introduction de celle-ci auprès des partenaires et le PADEPA-KS pour son appui financier.

Évaluation du coût de production du maïs (*Zea mays*) en zone soudanienne du Mali

Evaluation of maize (*Zea mays*) cost production in Sudanian zone of Mali

Sissoko Dioukou¹, Diakité Diby¹, Malla Kadiatou²

¹Chercheurs au Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRRA) de Sotuba - Institut d'Économie Rurale (IER) - BP 438 - Tél : + 223 224 78 53 - E-mail : crra.sotuba@ier.ml

²Enseignant Chercheur à l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou - E-mail : diatoumalle@gmail.com

*Auteur de correspondance : E-mail : dioukousissoko@yahoo.fr - Tel : + 223 76 04 87 14

Résumé

Au Mali, le maïs est aujourd'hui une céréale importante aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain à cause de son utilisation dans l'alimentation humaine et animale. Sa culture obéit autant à des besoins de consommation que de commercialisation et en moyenne 10 à 25% de la production est commercialisée chaque année. Cela lui a conféré un rôle important dans la sécurité alimentaire. Ce qui justifie nos travaux d'actualisation des coûts de production dans une perspective de dégager la rentabilité de la culture du maïs d'une part, et de fournir une information de référence aux producteurs d'autre part.

Ainsi, nous avons administré un questionnaire auprès de 640 exploitations agricoles durant trois (3) campagnes agricoles dans dix (10) communes du Mali (réparties dans 5 cercles et 3 régions). Les coûts financiers moyens de la production du maïs (FCFA/ha) dans la zone d'étude a été de 270 692,51 FCFA/ha avec un coût minimum de 243 570,43 FCFA à Kita Nord et un coût maximum de 289 172,69 FCFA à Zantiébougou.

Par ailleurs, des mesures permettant la mécanisation à grande échelle des opérations de récolte et de post-récoltes réduiront les coûts desdites opérations et cela améliorera la rentabilité financière de la culture du maïs.

Mots clefs: Maïs, coût, évolution, production.

Abstract

In Mali, maize is today an important cereal in both rural and urban areas because of its use in human and animal food. Its cultivation is driven by both consumption and marketing needs, and on average 10-25% of the production is marketed each year. This has given it an important role in food security. This motivated our work to update production costs in order to determine the profitability of maize farming on the one hand, and to provide baseline information to producers on the other. Thus, a questionnaire was administered to 640 farms during 3 growing seasons in 10 *Communes* of Mali (across 5 *Cercles* and 3 regions). The average financial cost of maize production (CFAF/ha) in the study area was CFAF 270 692.51 per ha with a minimum cost of CFAF 243 570.43 in Kita Nord and a maximum cost of CFAF 289 172.69 in Zantiébougou. In addition, measures to allow large-scale mechanization of harvesting and post-harvest operations will reduce the costs of these operations and improve the financial profitability of maize farming.

Key words: Maize, cost, evolution, production

1. Introduction

Le maïs a un rôle important dans la sécurité alimentaire au Mali (Diakité et Coulibaly, 2001). Sa part dans l'alimentation humaine est passée de 5,9 kg/an/hbt en 1980 à 50,9 kg/an/hbt en 2011 (Dembélé *et al.*, 2014). Le maïs se consomme sous différentes formes de mets traditionnels (couscous, tô, ou bouillies), sous la forme d'épis bouillis ou grillés, de mets modernes dans la pâtisserie et boulangerie et d'usage industriel. Pour la consommation animale, le maïs est utilisé sous forme de grain ou transformé en aliment-bétail. En effet, le maïs grain représente 60 à 70% de l'aliment volaille (Diallo, 2011). Ainsi, au Mali, plus de 50 000 tonnes de maïs grain ont été utilisées pour la volaille durant l'année 2010, et 20 000 tonnes pour le bétail, avec une progression annuelle d'utilisation du maïs comme aliment animal estimée de 10 à 15%. Conséquence de ce lien, la forte hausse des prix du maïs en 2011, à la suite d'une récolte particulièrement mauvaise, a entraîné une hausse des prix de la volaille et des œufs (Témé *et al.*, 2010).

La culture du maïs obéit autant à des besoins de consommation que de commercialisation, 58% des producteurs destinent ainsi leur production à ces deux usages à la fois, et en moyenne 10 à 25% de la production est commercialisés chaque année (Samaké *et al.*, 2008). Pour cette raison, le maïs est perçu comme une production fondamentale pour la sécurité alimentaire.

Cependant, les travaux d'évaluation du coût de production, qui ont eu lieu en 1996 et 2006, nécessitent d'être actualisés au regard de l'expansion et de l'engouement autour du maïs. Ainsi, les travaux d'actualisation des coûts de production se situent dans une perspective de dégager la rentabilité de la culture du maïs d'une part, et de fournir une information de référence aux producteurs et aux décideurs de politiques publiques d'autre part.

À l'intervalle de deux décennies (1996 à 2016), le coût de production est passé de 45 - 64 FCFA/kg à 55 - 90 FCFA/kg correspondant à

une majoration de 10 à 26 FCFA/kg. La marge brute a progressé de 104,32% en passant de 53 419 F CFA/ha (BECIS, 1997) à 109 151 FCFA/ha qui est la moyenne des marges brutes des producteurs de maïs de la zone d'étude. Cette augmentation du coût de production du maïs ainsi que la marge brute s'explique par la majoration du coût de la main-d'œuvre agricole qui est passé de 500-750 FCFA/homme jour (hj) à 1500-2000 FCFA/hj et de l'augmentation du rendement moyen (qui est passé de 1500 kg/ha en 2006 à 2500 kg/ha en 2016) couplé à l'augmentation du prix aux producteurs (passant de la fourchette de 50-60 FCFA/kg à 80-100 FCFA/kg).

2. Méthodologie

2.1. Choix de la zone d'étude

Les sites de la présente étude sont localisés dans les trois (3) premières régions administratives du Mali (Kayes, Koulikoro et Sikasso). Elles produisent la quasi-totalité du maïs du pays, soit 94% de la production nationale (moyenne de 2000 à 2013) et sont aussi les plus grandes consommatrices de maïs. En effet, la consommation de maïs (kg/personne/an) est de 35,8 à Kayes, 34,9 à Koulikoro et 67,2 à Sikasso (Diakité *et al.*, 2015). Les cinq (5) cercles retenus dans ces trois (3) régions présentent de bonnes performances dans la production de maïs. En effet, les données secondaires sur la période de 2005 à 2014, ont montré que :

- le cercle de Kita, dans la région de Kayes, produit 37,07% du maïs de la région contre 30,27% pour le cercle de Kéniéba et 16,02% pour le cercle de Bafoulabé ;
- les cercles de Kati et Kangaba, dans la région de Koulikoro, produisent respectivement 27,06% et 8,18% du maïs régional contre 22,99% pour le cercle de Dioïla et 4,08% pour Koulikoro ;
- les cercles de Bougouni et Yanfolila, dans la région de Sikasso, produisent respectivement 11,13% et 10,78% du maïs régional contre 38,83% pour le cercle

de Sikasso et 17,54% pour le cercle de Koutiala.

2.2. Choix des communes et villages

Les villages ont été choisis de concert avec le service de l'agriculture et le conseil communal sur la base de leur niveau de production en

maïs et l'accessibilité à partir du chef-lieu de commune. Ainsi, dix (10) communes et 64 villages ont été retenus (Tableau I) en raison de six (6) villages par commune sauf Sanankoroba où dix (10) villages ont été retenus compte tenu de sa taille (26 villages) et de l'effectif de sa population 37 294 habitants (soit 60,59 habitants/km²).

Tableau I. Villages de la zone d'étude

Régions	Cercles	Communes	Villages	
Sikasso	Bougouni	Bougouni	Diambala Flaboula Djérila	
		Zantiebougou	Zantiébougou Oueré Sola	
	Yanfolila	Wassoulou Ballé	Balena Djeguenina Bounouko	
		Gouanan	Bereko Kandjirila Yorobougoula	
	Koulikoro	Kati	Sanankoroba	Sanakoroba Koniobla Tamala Sinsina Tadianabougou
			Dialakoroba	Dialakoroba Frentoumou Kandia
Kangaba		Narena	Naréna Kéniéna Samalofira	
		Karan	Bilindo Landé centre Bakaryla	
Kayes	Kita	Kassarou	Kodialan Banakoro Tama-Tibassa	
		Kita Nord	Noumoubougou Sibikili Toumoudala	

2.3. Choix des exploitations agricoles

Le nombre d'exploitations agricoles a été fixé à 640 à raison de dix (10) par village (Tableau II). Auparavant, la liste des exploitations agricoles des 64 villages a été établie avec le concours des autorités communales. Un numéro a été attribué à chaque chef d'exploitation. Le choix de l'échantillon a été opéré par un tirage aléatoire simple sans remise du numéro des chefs d'exploitations agricoles. En plus des dix premiers numéros de la liste des exploitations agricoles, cinq (5) autres numéros ont été tirés pour chaque village en guise de substituts éventuels aux cas d'empêchement d'une exploitation de l'échantillon.

2.4. Méthodes de collecte des données

La collecte de données a été effectuée par interview du répondant de l'exploitation agricole à travers un questionnaire. Le même échantillon a été interviewé durant les trois (3) années de collecte de données.

Le questionnaire a été structuré en deux (2) parties (A et B) et celle relative à la structure des exploitations agricoles a été utilisée une seule fois (la première année de collecte). La partie sur le compte d'exploitation a été utilisée annuellement pour la collecte de données.

2.5. Méthode de détermination du coût de production de la culture du maïs

La commune a été l'échelle de notre analyse compte tenu de la diversité des pratiques culturales et de l'importance de la variation des coûts unitaires pour plusieurs opérations culturales d'un village à l'autre. Pour chaque exploitation agricole, les coûts des opérations culturales ont été fournis par les répondants des exploitations ou évalués à partir des déclarations de ceux-ci. Les opérations culturales ont été définies comme étant des travaux et services mis en œuvre pour assurer l'installation de la culture, le développement normal des plants, la récolte et les activités

Tableau II. Taille de l'échantillon d'étude

Cercles	Communes	Nombre de villages retenus	Nombre Total d'exploitations agricoles des villages retenus	Exploitations agricoles enquêtées	
				Nombre	%
Bougouni	Bougouni	6	202	60	29,70
	Zantiébougou	6	407	60	14,74
Yanfolila	Wassoulou Ballé	6	364	60	16,48
	Gouanan	6	333	60	18,01
Kati	Sanankoroba	10	1125	100	8,88
	Dialakoroba	6	890	60	6,74
Kangaba	Naréna	6	638	60	9,40
	Karan	6	130	60	46,15
Kita	Kita Nord	6	471	60	12,73
	Kassaro	6	395	60	15,18
Total		64	4 955	640	12,91

post-récolte, etc. Pour chaque opération culturale, nous avons dégagé un coût moyen annuel par exploitation agricole. La somme des coûts moyens relatifs aux opérations culturales, aux intrants utilisés et aux charges fixes ont constitué le coût de production rapporté à l'hectare.

Les coûts des intrants agricoles utilisés (semence, engrais, pesticides) et les autres charges (amortissement du matériel agricole et entretien des animaux de trait) ont été également obtenus à partir des déclarations des exploitations. Cependant, pour l'appréciation de l'amortissement du matériel agricole (charrue, multicultureur, herse, semoir et charrette), le montant total a été divisé par la superficie totale annuelle emblavée (toutes cultures confondues) par l'exploitation. Le quotient a été multiplié par la superficie annuelle de maïs pour trouver la part proportionnelle du maïs dans l'amortissement du matériel agricole de l'exploitation. Le coût de l'amortissement ne prend en compte que le matériel utilisable.

Le coût annuel de l'entretien des bœufs de labour (service vétérinaire, et complémentation alimentaire) a été estimé avec le concours de certains producteurs au 1/10^e de la valeur estimée desdits bœufs. Le coût annuel de l'entretien des bœufs de labour imputable au maïs a été calculé de la même manière que celui relatif à la part du maïs dans l'amortissement du matériel agricole.

Chaque enquêté a donné les productions annuelles de maïs de son exploitation. Le produit brut ou valeur de la production de chaque exploitation agricole est le produit de la quantité de maïs récoltée en kg par le prix aux producteurs (en FCFA). Les dérivés ou sous-produits de la culture du maïs (rafle et chaume) n'ont pas été valorisés comme étant une partie du produit brut. Ces dérivés, bien qu'ayant une valeur monétaire (dans certaines localités) ne sont pas des biens échangeables dans la plupart des villages enquêtés.

Le produit brut a été calculé sous l'hypothèse que le prix aux producteurs est de 100 FCFA/kg (ce prix est quasi statique depuis plus

de trois campagnes agricoles) et les charges variables sont celles obtenues à travers les moyennes de chaque exploitation. Le bénéfice ou la perte est la différence entre l'ensemble des charges (variables et fixes) et le produit brut (production de maïs valorisée à partir du prix aux producteurs) généré par la vente du maïs.

3. Résultats

3.1. Évolution des emblavures en maïs

L'analyse des données montre que 40% des producteurs emblavent entre 2 et 3 ha en moyenne tandis que 30% en cultivent au plus 1,5 ha en moyenne. Également, 30% des producteurs cultivent au moins 3,5 ha (Figure 1) ce qui est supérieur à la taille moyenne (< 3 ha) des emblavures des exploitations agricoles familiales du pays. Aussi, il y a une progression des superficies emblavées en maïs de 2012 à 2016. Elles ont passé de 2,76 ha en 2012 à 3,41 ha soit 23,55% d'augmentation en 4 ans (Figure 2-a).

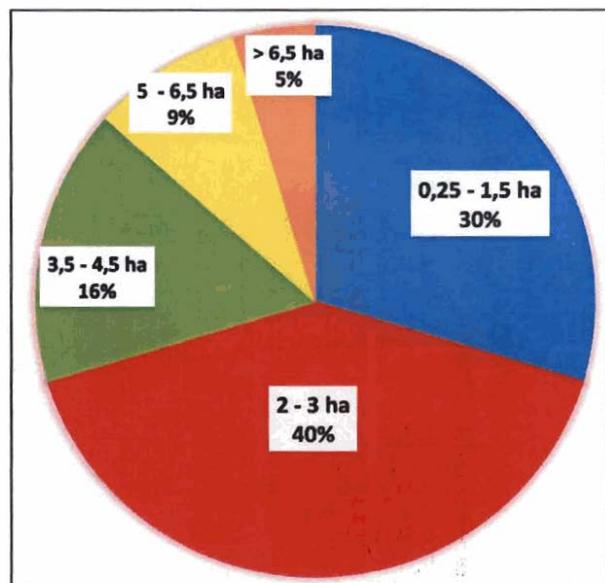


Figure 1. Taille des superficies de maïs par exploitation agricole

Le nombre d'exploitations agricoles avec une superficie de maïs comprise entre 0,5 et 1,5 ha (petite taille des parcelles) a diminué au profit de ceux qui ont de grandes tailles de parcelles ($\geq 3,5$ ha). Ainsi, le nombre d'exploitations agricoles qui avaient en 2012 entre 5 et 6,5 ha, ainsi que ceux qui avaient plus de 6,5 ha ont augmenté de 32,78% et 72,72% respectivement (Figure 2-b). La comparaison des superficies dans le temps nous révèle qu'en 2016 les grandes tailles de superficies ($\geq 3,5$ ha) sont, en terme de pourcentage, plus élevées qu'il y en avait en 2013 (Figure 2-d).

L'évolution dans le temps des types de superficies (petite taille et grande taille) illustrée par la Figure 2-c nous renseigne que l'augmentation est constante pour les superficies $> 6,5$ ha et que la diminution est aussi constante pour les superficies de petite taille (0,25-1,5 ha). En revanche, pour les autres catégories (2 à 3 ha ; 3,5 à 4,5 ha et 5 à 6,5 ha) l'évolution est en dents de scie.

3.2. Coût de production du maïs

3.2.1. Charges variables

3.2.1.1. Opérations culturales, de récoltes et de post-récoltes

Les opérations culturales, de récoltes et de post-récoltes sont quasi-identiques à travers la zone d'étude. Par contre, la main-d'œuvre agricole, surtout familiale (utilisée à 90% pour certaines opérations culturales) a été valorisée (coût d'opportunité) ou rémunérée différemment d'une localité à une autre. Dans les communes de Sanankoroba et Dialakoroba, la main-d'œuvre est valorisée dans les chefs-lieux de commune entre 1 500 et 2 500 FCFA/journée de travail tandis qu'elle est valorisée dans les villages situés à « l'intérieur », c'est-à-dire à quelques kilomètres de ces deux chefs-lieux de commune, entre 1 000 et 1 500 FCFA/jr. En général, dans les chefs-lieux de communes où le commerce et les

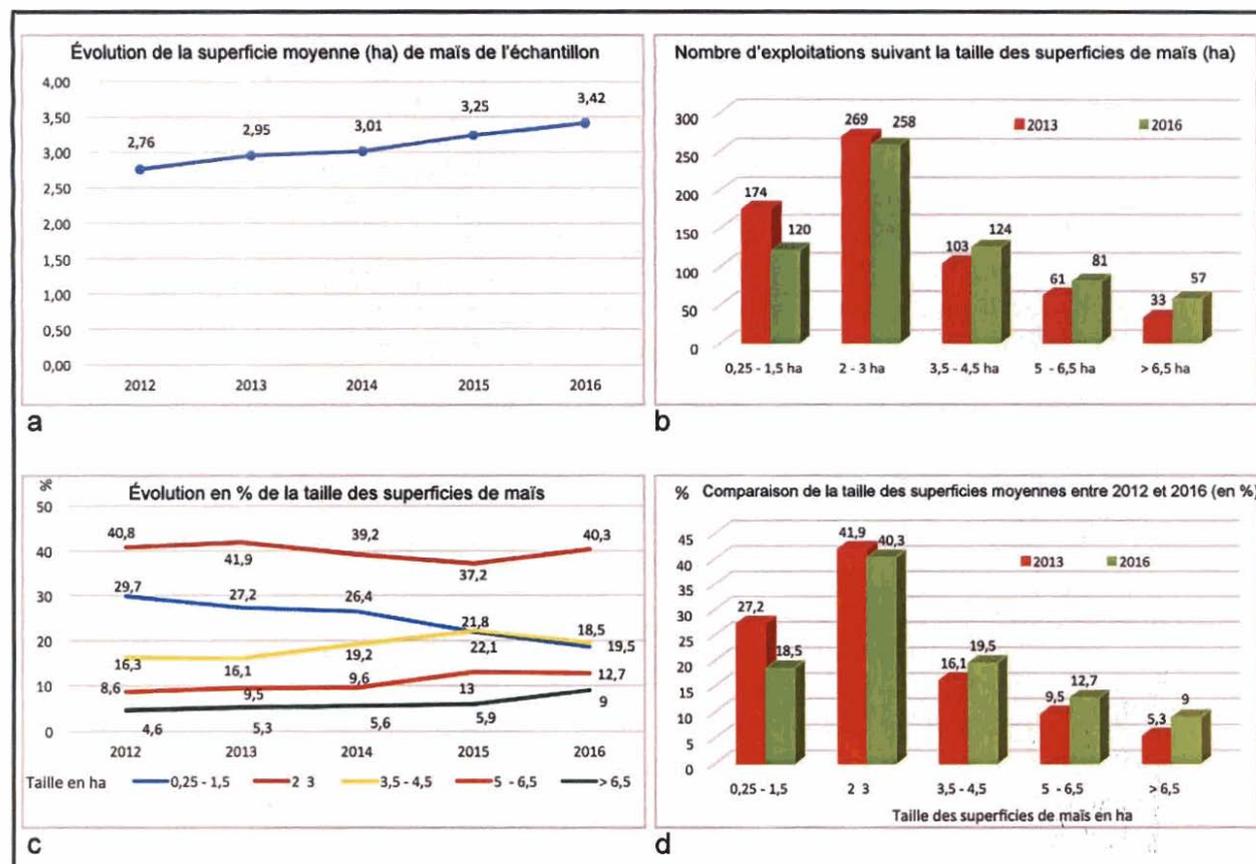


Figure 2. Évolution des emblavures de maïs dans la zone d'étude

autres activités lucratives ont de l'ampleur, la main-d'œuvre agricole salariale est rare et chère. Cette cherté se répercute sur le coût de l'emploi de la main-d'œuvre familiale. Par contre dans le cercle de Kita, la main-d'œuvre coûte entre 750 et 1 500 FCFA/jr.

Pour certaines opérations culturales, tel le labour et le semis qui ont tendance à être motorisés, le prix unitaire est presque standard pour plusieurs localités. Le labour avec la charrue est payé dans la fourchette de 15 000 à 20 000 FCFA/ha tandis qu'avec le tracteur il est de l'ordre de 20 000 à 25 000 FCFA/ha. En

revanche il existe une différence dans le prix unitaire pour le gardiennage et l'épandage d'engrais, deux (2) opérations exécutées majoritairement par les enfants. Les coûts et les modalités de paiement (journalier ou mensuel) varient selon les localités. Ainsi, le gardiennage a coûté entre 250 et 500 FCFA/jr et l'épandage de l'engrais entre 250 et 1 000 FCFA/jr.

Les opérations de récoltes qui sont exécutées à plusieurs étapes (Figure 3-a, b, c et d) constituent la plus grande charge des opérations culturales. Le déspathage (Figure 3-c et e)

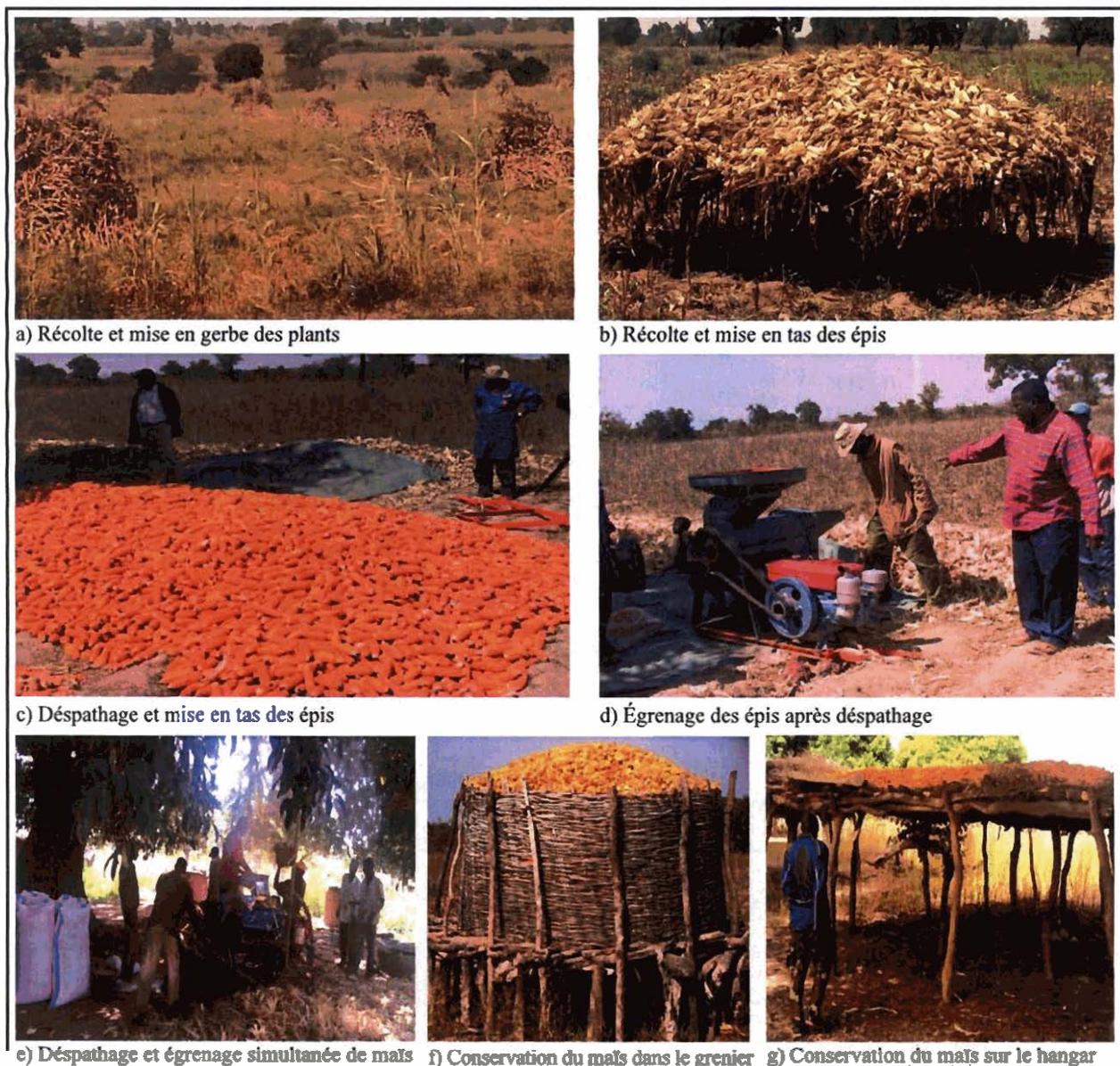


Figure 3. Les différentes opérations de récoltes et modes de stockage du maïs

est exécuté en général par des groupes de travail et la rémunération est différente d'une exploitation à une autre au sein d'un même village. Avec l'introduction des égreneuses, le déspathage, jadis manuel et onéreux, a tendance à être assimilé à l'opération «égrenage du maïs» et payé au 1/10 de sacs égrenés. Dans certaines exploitations agricoles, la stratégie de minimisation des coûts des opérations de récolte consiste à stocker les épis de maïs dans le grenier ou sur hangar (Figure 3-f et g). Les femmes égrenent en pilant les épis au fur et à mesure de l'expression des besoins en grain de maïs.

3.2.1.2. Acquisition et utilisation d'intrants agricoles

- L'acquisition et le transport de fumier sont diversement valorisés à travers la zone d'étude. Pour certains, le couple «collecte-transport du fumier» est indissociable et il est valorisé au prix unitaire de la

location journalière de la charrette (500 à 1 000 FCFA). Pour d'autres, bien qu'étant indissociable, il est valorisé en terme de nombre de voyages de charrette (ou la charretée) qui est payé entre 250 et 2 500 FCFA suivant les localités et la qualité de la charrette. Enfin, pour un troisième groupe, l'acquisition du fumier et son transport sont deux activités distinctes et elles sont valorisées chacune selon sa spécificité. Le transport de fumier est assuré aussi dans plusieurs localités par les tractoristes à l'ordre de 20 000 FCFA/voyage.

- Le prix de revient des engrais minéraux varie suivant les localités (Tableau III). Le prix constaté est souvent légèrement supérieur au prix de l'engrais subventionné (pour la plupart des paysans qui l'acquiert à travers les organisations paysannes - OP). Les engrais minéraux consomment 67,30% du budget des intrants des maïsiculteurs

Tableau III. Coût des différents intrants (en %) du coût total des intrants

Commune	Total (FCFA)	Coût de la semence en %	Coût de la Fumure organique (%)	Coût de l'Urée (%)	Coût du Complexe céréale (%)	Coût Herbicide (%)
Kassaro	80 666,74	9,23	5,17	40,99	34,45	10,17
Kita-Nord	66 832,04	9,56	27,34	23,85	30,32	8,93
Karan	70 831,8	7,02	2,12	39,49	41,99	9,38
Narena	79 349,64	7,05	13,40	36,71	34,96	7,87
Sanankoroba	82 331,2	8,47	24,29	33,98	26,41	6,86
Dialakoroba	73 331,2	10,87	13,64	38,15	29,65	7,70
Bougouni	78 258,78	8,63	14,84	40,06	29,14	7,34
Zantiébougou	82 063,88	7,74	16,79	36,17	31,28	8,03
Wassoulou Ballé	75 781,52	8,42	21,11	29,44	33,03	8,00
Gouanan	74 921,95	8,03	21,02	35,29	26,78	8,88
Moyenne	76 436,88	8,48	15,92	35,56	31,74	8,29

de la zone d'étude tandis que la fumure organique représente 15,92 % dudit budget.

- Concernant les herbicides, les prix unitaires sont aussi variables et sont fonction du type d'herbicide, des conditions d'accès (marché hebdomadaire, commerçant ambulant, prestataire de traitement phytosanitaire, etc.). Son coût d'acquisition représente 8,29 % des coûts totaux des intrants utilisés par les producteurs. Les insecticides sont exceptionnellement utilisés et les paysans y font recours pour des circonstances précises.
- Pour les semences, les quantités déclarées sont souvent inférieures à la quantité recommandée par hectare. Ici également les prix varient selon les sources d'approvisionnement. En plus de l'achat de semences améliorées, l'auto-approvisionnement en semence existe. Le coût moyen d'acquisition des semences est 8,48 % du coût total des intrants dans la zone d'étude. Cependant, le coût plafond d'acquisition de semence représente 10,87 % des coûts des intrants.

3.2.2. Charges fixes

Les charges fixes sont représentées par les coûts de l'amortissement du matériel agricole et de l'entretien des bœufs de labour.

3.2.2.1. Amortissement du matériel agricole

En général, les matériels agricoles utilisés dans les exploitations sont déjà amortis car les âges moyens déclarés desdits matériels sont supérieurs à leur durée de vie retenue pour le calcul des amortissements (10 ans pour le matériel tracté et 5 ans pour les animaux de trait). Pour la charrue, l'âge moyen varie de 9 à 18 ans et il est de 8 à 18 ans pour le multicultureur.

3.2.2.2. Entretien des animaux de traits

À l'instar du matériel agricole, les bœufs de labour des exploitations agricoles de la zone d'étude sont quasi amortis. L'âge moyen des bœufs de labour dans les 10 communes est de 7,63 ans avec un prix moyen d'acquisition de 140 975 FCFA/unité. Le coût de l'entretien des animaux de traits a été évalué au 1/10^e de la valeur desdits animaux.

3.2.3. Coût financier de la culture du maïs

En fonction du coût de production (Figure 4), il y a trois (3) catégories de producteurs de maïs qui sont les suivantes :

- ceux qui investissent au plus 262 000 FCFA/ha dans la production et ayant des coûts unitaires de production de maïs supérieur à 78 FCFA/kg ;

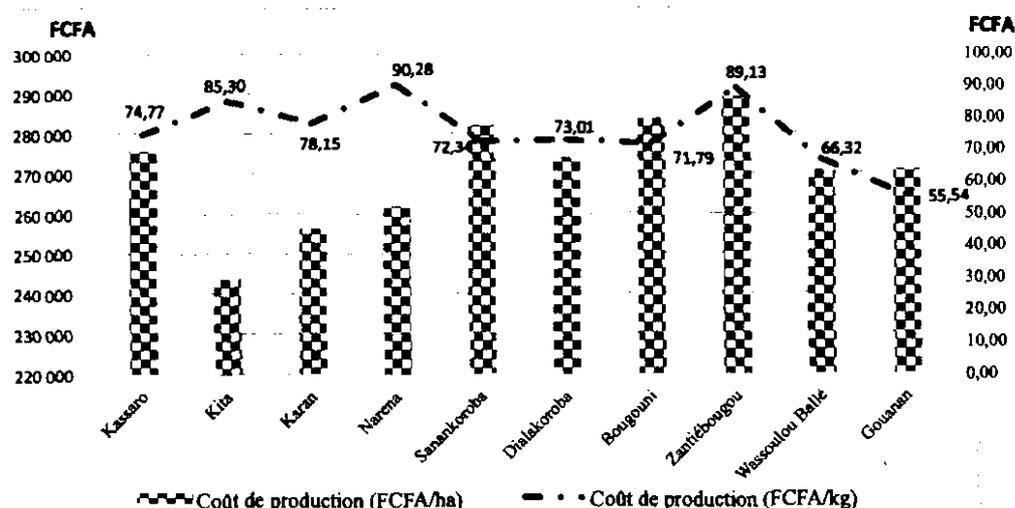


Figure 4. Coûts financiers de production du maïs dans la zone d'étude

- ii. ceux qui investissent plus de 274 000 FCFA/ha dans la production de maïs avec un coût unitaire variant de 71 à 75 FCFA/kg (excepté la commune de Zantiébougou) et dont le bénéfice par kilogramme produit est de 25 à 28 FCFA ;
- iii. ceux qui investissent entre 270 000 et 274 000 FCFA/ha avec un coût unitaire inférieur ou égal à 73,01 FCFA/kg pour un bénéfice par kilogramme produit de 27 à 45 FCFA.

Le coût financier moyen de la production de maïs (FCFA/ha) dans la zone d'étude est de 270 692,51 FCFA/ha avec un coût minimum de 243 570,43 FCFA à Kita-Nord et un coût maximum de 289 172,69 FCFA à Zantiébougou. Les coûts de production du kilogramme de maïs ont été de 90,28 ; 89,13 ; et 85,32 FCFA dans les communes de Narena, Zantiébougou et Kita-Nord. C'est aussi dans ces communes que le bénéfice généré par kg de maïs produit est le moins élevé.

4. Discussion

Au regard des coûts des opérations de récolte et post-récolte (49,58 % des coûts des opérations culturales), jugés excessifs par certains producteurs, des mesures gouvernementales permettant aux maïsiculteurs de réduire les coûts desdites opérations amélioreront la rentabilité financière de la culture du maïs. En 2006, le maïs était produit en zone CMDT entre 45 et 64 FCFA/kg selon que la main-d'œuvre familiale soit exclue ou non des charges totales d'exploitations (Sissoko *et al.*, 2012). En 2016, soit une décennie plus tard, le kg du maïs est produit entre 55 à 90 FCFA/kg correspondant à une majoration de 10 à 26 FCFA/kg.

À l'intervalle de deux décennies (1996 à 2016), la marge brute de la culture du maïs a progressé de 104,32 % en passant de 53 419 FCFA/ha (BECIS, 1997) à 109 151 FCFA/ha qui est la moyenne des marges brutes des producteurs de maïs de la zone d'étude. L'augmentation du coût de production du maïs et la marge brute des producteurs s'expliquent par la majoration

du coût de la main-d'œuvre agricole qui a passé de 500-750 FCFA/hj à 1 500-2 000 FCFA/hj et de l'augmentation du rendement moyen (qui a passé de 1500 kg/ha en 2006 à 2500 kg/ha en 2016) couplé à l'augmentation du prix aux producteurs (passant de la fourchette de 50-60 FCFA/kg à 80-100 FCFA/kg).

5. Conclusion

Pour élucider les acteurs de la filière maïs sur les coûts de production du maïs, des données de 640 exploitations agricoles ont été collectées pendant trois (3) campagnes agricoles. Aussi, des données secondaires ont complété nos analyses et ont permis de discuter nos résultats.

Les coûts de production du maïs sur un hectare ont peu varié de 243 000 FCFA à 289 000 FCFA selon les communes. Le coût de production du kg de maïs dans la zone d'étude a varié de 55 FCFA/kg à 90 FCFA/kg selon l'importance et le niveau d'application de l'itinéraire de la culture du maïs dans les communes. En une décennie (2006 à 2016), la production du kg de maïs a connu une majoration de 10 à 26 FCFA tandis qu'à l'intervalle de deux décennies (1996 à 2016), la marge brute de la culture du maïs a évolué de 104,32 %.

6. Références

- BUREAU ETUDES CONSEIL ET INTERVENTION DANS LE SAHEL (BECIS), 1997. Rapport provisoire, *développement et valorisation de la filière maïs au Mali : diagnostic et proposition d'actions*, 112p
- DEMBÉLÉ MAMADOU (IER), GOURICHON HÉLÈNE (FAO), et KONÉ BOURÉMA (IER), Octobre 2014. Suivi et Analyse de Politique Agricole et Alimentaire (SAPAA), FAO-Note technique : *analyse des incitations par les prix du maïs au Mali 2005-2012*. www.fao.org/in-action/mafap
- DIAKITÉ. L, COULIBALY B.S, 2001. Analyse d'impact économique des technologies générées par le programme maïs, ECOFIL/IER, 18p
- DIAKITÉ L. et ZÉÏNABOU DRAMÉ 2015. Présentation à l'atelier National sur la

structuration de la filière maïs au Mali,
Bamako, le 23 novembre 2015, 30p

DIALLO, A.S. (2011). An Analysis of the Recent Evolution of Mali's Maize Subsector. College of Agriculture and Natural Resources - Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, Michigan State University. Master of Science in Agricultural Economics

SAMAKÉ AMADOU, JEAN FRANÇOIS BELIERES, OUSMANE SANOGO, NANGO DEMBELE, 2008. *Changements structurels des économies rurales dans la mondialisation*. IER/CIRAD/Michigan State University.

SISSOKO D., KEÏTA M.S., COULIBALY N., DIAKITÉ D., COULIBALY K. MALLÉ, 2012. Évaluation du coût de production du maïs en zones cotonnières – CMDT et OHVN – et à l'OPIB, *les Cahiers de l'Économie Rurale, Institut d'Économie Rurale (IER) Revue semestrielle N °15 Juillet – Décembre 2012 P15-28*

TÉMÉ B. *et al.*, 2010. *Modèle de transformation intégrée des 'Zones Greniers' au Mali: Développement de la Zone Grenier pilote à Sikasso*. Ministère de l'Agriculture/AGRA. IER, 2010

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

