

REUNIR
Réseau des Universités du
Sahel pour la Resilience



Colloque scientifique international

Migration, Changement climatique,
Sécurité alimentaire et Résilience au Sahel

ACTES DU COLLOQUE







Du 2 au 4
mai 2024



à l'Université Dan Dicko
Dankoulodo de Maradi - Niger



Avec l'appui du Programme
Alimentaire Mondial
WFP
Programme
Alimentaire
Mondial
PAM

 (00226) 70 24 14 48  reunir@u-naziboni.bf  <https://reunir.u-naziboni.bf>
 Université Nazi BONI ; 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01 / Burkina Faso

Préface

Le Sahel, région emblématique de l'intersection de défis environnementaux, socio-économiques et politiques, se trouve à un carrefour critique. La migration, souvent perçue comme un enjeu négatif, peut également être envisagée comme une opportunité pour favoriser la résilience des populations face aux crises induites par le changement climatique et l'insécurité alimentaire.

Ce colloque international se veut un espace de dialogue, d'échange et de réflexion autour de ces thématiques cruciales pour la paix et le développement durable au Sahel. La sécurité alimentaire est un impératif fondamental pour le bien-être des populations. Au Sahel, les défis liés à l'accès à la nourriture, à la qualité nutritionnelle et aux méthodes de production sont exacerbés par des conditions climatiques extrêmes et des conflits récurrents. Il est donc urgent de mobiliser la recherche scientifique pour élaborer des solutions innovantes et adaptées qui répondent aux besoins spécifiques des communautés locales. En parallèle, le changement climatique, avec ses effets dévastateurs sur l'environnement et les moyens de subsistance, représente une menace constante. Les variations climatiques influencent non seulement l'agriculture, mais aussi les dynamiques migratoires, en poussant les populations à quitter leurs terres natales à la recherche de meilleures conditions de vie.

Cette situation met en évidence la nécessité d'une approche intégrée qui prenne en compte à la fois les dimensions environnementales, sociales et économiques. Ce colloque incarne la volonté de REUNIR de rassembler des enseignants-Chercheurs, des Chercheurs, des Doctorants et des Acteurs du développement, afin de partager leurs connaissances, expériences et expertises. Ensemble, nous avons cherché à identifier des pistes d'action concrètes et à renforcer les capacités des communautés pour mieux anticiper et répondre aux crises. Les travaux du colloque ont ainsi exploré les contributions possibles de la recherche scientifique en matière de stratégies de résilience, de gouvernance participative, et de mise en œuvre de politiques inclusives qui promeuvent la paix et le développement durable.

En favorisant les synergies entre les différents acteurs, nous aspirions à dessiner de nouvelles voies pour relever les défis majeurs auxquels le Sahel est confronté. Ensemble, faisons entendre la voix de la science au service de la paix et du progrès social dans cette région du monde en pleine mutation pour bâtir un avenir plus sûr et durable pour les générations présentes et futures. Il est impératif que nous agissions dès maintenant pour transformer les défis en opportunités. C'est dans cet esprit de collaboration, d'innovation et de solidarité que nous nous engageons au sein de REUNIR à travailler de concert pour un Sahel plus résilient, où chaque individu peut aspirer à vivre en paix, dans la dignité et la prospérité.

Secrétaire Exécutif de REUNIR



Pr. Aboubacar TOGUYENI

Membre de l'Académie Nationale des Sciences, des Arts et des Lettres du Burkina Faso

Chevalier de l'Ordre National du Burkina Faso

Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques

Chevalier de l'Ordre International des Palmes Académiques /CAMES

Bobo-Dioulasso, le 15 octobre 2024

SOMMAIRE

PREFACE	1
SOMMAIRE	2
COMITE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DU COLLOQUE	4
1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU COLLOQUE	6
2. OBJECTIFS DU COLLOQUE INTERNATIONAL	8
3. ORGANISATION DU COLLOQUE	8
ANALYSE DES ENJEUX ET DEFIS DE LA GESTION DE L'EAU DANS LE CANTON DE KANEMBAKACHE ...	9
IMPACTS DES DEMI-LUNES SUR LA RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE ET LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES D'UN SITE PASTORAL DE LA COMMUNE DE GAFATI, REGION DE ZINDER.....	24
QUALITE NUTRITIONNELLE ET APTITUDE DES GOUSSES DE <i>PILIOSTIGMA RETICULATUM</i> A LA FABRICATION DE BOISSON	40
MIGRATION DES FEMMES ET DEVELOPPEMENT DU VILLAGE DE SARGADJI DANS LA COMMUNE URBAINE DE LOGA.	53
CLIMATE CHANGE IN AGRICULTURAL PRODUCTION AND MIGRATION INTENTIONS IN AFRICA	66
CONTRAINTES FONCIERES ET INSTABILITE DE LA PRODUCTION VIVRIERE DANS LA COMMUNE DE BANTE AU CENTRE DU BENIN.	83
BEYOND CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND MITIGATION, CLIMATE-SMART AGRICULTURE PRACTICES A KEY TOOL IN COMBATING HUNGER AND POVERTY: INSIGHTS FROM BURKINA FASO, MALI, AND NIGER REPUBLIC IN WEST AFRICAN SAHEL.....	101
PREVENTION ET GESTION DES CONFLITS FONCIERS DANS LA COMMUNE RURALE DE MOA / DEPARTEMENT DE D/TAKAYA AU NIGER	123
MOBILITE PASTORALE SAISONNIERE DES AGROPASTEURS ET FREQUENTATION DES TROUPEAUX ETRANGERS DANS UNE COMMUNE AGROPASTORALE SUD SAHELIENNE	135
UTILISATION DE <i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM. DANS LA FIXATION DES DUNES AU NIGER	149
CONTRIBUTION DES PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX DANS LE RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE AU NIGER : CAS DE <i>BALANITES AEGYPTIACA</i> , <i>BOSCIA SENEGALENSIS</i> ET <i>ZIZIPHUS MAURITIANA</i>	160
ANALYSE DE LA CHAINE DES VALEURS DES FRUITS D'ACACIA <i>NILOTICA</i> DANS LA COMMUNE RURALE DE DOGONKIRIA AU NIGER	172
ANALYSIS OF THE SPERM QUALITY OF XX AND XY MALES OF THE KOU STRAIN OF NILE TILAPIA WITH A VIEW TO IMPROVING FISH PRODUCTION IN BURKINA FASO	182
PLACEMENT PROFOND DU NPK : UNE SOLUTION DURABLE POUR ASSURER LA SECURITE ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE DES POPULATIONS DANS UN CONTEXTE DE CRISE SECURITAIRE.	197
EFFETS DE QUATRE METHODES DE SECHAGE SUR LA CONCENTRATION EN AFLATOXINE DES ARACHIDES AU SENEGAL.....	212
CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ADOPTION DE LA TRANSHUMANCE DES CHAMELIERS COMME STRATEGIE DE RESILIENCE EN ZONE PERIURBAINE DE N'DJAMENA, TCHAD	222

Président du Colloque scientifique international

Prof Aboubacar TOGUYENI, UNB, Burkina Faso, Secrétaire Exécutif de REUNIR

Coordonnateur du Comité Scientifique

Dr Sabaké Tianégué DIARRA, Maître de Conférences IPR / IFRA – Mali

Rapporteurs Généraux

Prof Sitou LAWALI, UDDM – Niger

Dr Lamine DIOP, Maître de Conférences, UGB- Sénégal

COMITE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DU COLLOQUE

N°	Noms et prénoms	Institutions	Pays
1.	Pr Toguyeni Aboubacar (Président)	UNB	Burkina Faso
2.	Pr Eméire Ambouta Karimou	UAM	Niger
3.	Pr Toudou Adam	UAM	Niger
4.	Pr Tidjani Adamou Didier	UAM	Niger
5.	Pr Tankari Dan Badjo	UAM	Niger
6.	Pr Lawali Sitou	UDDM	Niger
7.	Pr Moussa Tangara	IPR/IFRA	Mali
8.	Pr Mounkaila Harouna	UAM	Niger
9.	Pr Motcho Kokou Henri	UAM	Niger
10.	Pr Boukary Baoua Ibrahim	UDDM	Niger
11.	Pr Lawali Dambo	UAM	Niger
12.	Pr Lassina Ouattara	UNB	Burkina Faso
13.	Pr Fadiala Dembélé	IPR/IFRA	Mali
14.	Pr Youssoufa Issiaka	UDDM	Niger
15.	Pr Elh Gounga Mahamadou	UDDM	Niger
16.	Pr Dan Lamso Nomao	UAM	Niger
17.	Pr Dan Gimbo Iro	UAM	Niger
18.	Pr Soumana Boubacar	UAM	Niger
19.	Pr Atta Sanoussi	AGRHYMET	Niger
20.	Pr Amadou oumarou	UAM	Niger
21.	Pr Amadou Oumani Abdoulaye	UDDM	Niger
22.	Pr Amadou Bocar Bal	UGB	Sénégal
23.	Pr Alou Coulibaly	IPR/IFRA	Mali
24.	Pr Adamou Mahaman Moustapha	UAM	Niger
25.	Pr Aboubakar Bengaly	IPR/IFRA	Mali
26.	Pr Morou Boubé	UDDM	Niger
27.	Dr Wagani Ibrahim, MC	UDDM	Niger
28.	Dr Vincent Moutede, MC	U. N'Djaména	Tchad
29.	Dr Sabaké T. Diarra, MC	IPR/IFRA	Mali
30.	Dr Papa Mamadou Dit Doudou S., MC	UGB	Sénégal
31.	Dr Diouf Abdoulaye, MC	UDDM	Niger
32.	Dr Nicolas Diouf,	UGB	Sénégal
33.	Dr Moussa Massaoudou, MR	UDDM	Niger
34.	Dr Moussa Boubacar, MC	UDA	Niger
35.	Dr Michel Kéré, MC	UNB	Burkina Faso
36.	Dr Maman Sani Abdou Babayé, MC	UDDM	Niger
37.	Dr Laya Kansaye, MC,	IPR/IFRA	Mali
38.	Dr Laouali Abdoukadi, MC	UBBT	Niger
39.	Dr Lamine Diop, MC	UGB	Sénégal
40.	Dr Kouloumégué Dembélé, MC	IPR/IFRA	Mali

41.	Dr Karim Saley, MC	UDDM	Niger
42.	Dr Kalifa Coulibaly, MC	UNB	Burkina Faso
43.	Dr Jérôme T. Yaméogo, MC /	UNB	Burkina Faso
44.	Dr Issoufou Amadou, MC	UDDM	Niger
45.	Dr Issoufou Hassane Bil-Assanou , Mc	UDDM	Niger
46.	Dr Laminou Manzo Ousmane, MC	UDDM	Niger
47.	Dr Halimatou Diadé, MC	UAM	Niger
48.	Dr Hadizatou Alhassoumi	UAM	Niger
49.	Dr Guiguigbaza-Kossigan DAYO		
50.	Dr Ghislain Kanfani,	UGB	Sénégal
51.	Dr Djibo Sidikou Idrissa, MC	UAM	Niger
52.	Dr Diah Hantchi Karimou, MC	UDDM	Niger
53.	Dr Boureima Seyni, MC	UDDM	Niger
54.	Dr Amadou Zakou, MC	UDHT	Niger
55.	Dr Amadou Sidibé, MC	IPR/IFRA	Mali
56.	Dr Alé Kane,	UGB	Sénégal
57.	Dr Abdou Rabiou, MC	UASZ	Niger

1. Contexte et justification du colloque

La région sahélienne est caractérisée par des disparités spatiotemporelles des caractéristiques climatiques qui influent sur les moyens d'existence notamment les productions agrosylvopastorales. Cela est dû au fait que les pays du Sahel sont dans une situation d'extrême vulnérabilité quasi permanente, liée aux sécheresses, aux attaques des ravageurs, à la dégradation continue des terres et à une désertification progressive du milieu naturel.

Depuis quelques décennies, la région du Sahel connaît une forte augmentation du nombre de personnes en insécurité alimentaire. Plus de 6 millions d'enfants de moins de 5 ans sont considérés comme malnutris. L'indice de développement humain des pays du sahel figure parmi les plus bas au monde, le niveau de pauvreté est très élevé avec une faible participation des femmes aux activités économiques et un accès faible aux services sociaux de base.

Au-delà des questions alimentaires, d'autres défis sociaux, dont l'insécurité grandissante et le phénomène de migration avec un nombre important des réfugiés et des personnes déplacées internes impactent le Sahel. L'insécurité croissante est due à l'aggravation des situations conflictuelles au Sahel et aux difficultés liées à la prise en charge de plus d'un demi-million de personnes déplacées à l'intérieur de leurs propres pays.

Ainsi, l'enjeu majeur qui justifie la tenue du présent colloque est de créer les conditions de profondes réflexions autour des défis majeurs qui minent le processus de développement et la construction de la résilience des communautés et des écosystèmes sahéliens.

- **Défis liés au phénomène de migration**

La migration est définie comme tout déplacement des individus de leur milieu de vie habituel vers d'autres horizons peut être familiale ou individuelle, temporaire ou définitive, professionnelle, forcée ou volontaire. C'est un phénomène universel basé sur la recherche d'une vie meilleure. La problématique migratoire constitue aujourd'hui l'un des sujets des débats en Europe et ailleurs. On estime à environ 8,4 millions de migrants en Afrique de l'Ouest, dont environ 10 % d'entre eux se dirigent vers l'Europe.

On s'accorde à considérer l'Afrique subsaharienne comme tout particulièrement exposée au changement climatique et à ses conséquences diverses (IPCC, 2014). En Afrique au sud du Sahara, surtout dans les pays du sahel, le phénomène de migration est très préoccupant avec l'intensification des migrations forcées massives aussi bien internes que transfrontalières, ayant comme principales causes l'insécurité, les famines, l'extrême pauvreté, etc. ; En effet, depuis plus d'une décennie, la région du Sahel est en proie à une insécurité grandissante liée à des conflits intercommunautaires et aux actions des groupes terroristes qui opèrent dans la sous-région. Les effets des changements climatiques se traduisent par l'irrégularité des précipitations, la dégradation des terres agricoles, l'assèchement des marres, la disparition du couvert végétal et sont à l'origine du déplacement massif des populations vers des zones où elles peuvent mener leurs activités.

Dans une analyse des questions de migration en Afrique de l'Ouest, Van der Land *et al.* (2018) ont mis en lumière l'importance de la migration circulaire et des conséquences des remises sur les capacités d'adaptation et sur la résilience. Les facteurs environnementaux ne sont donc pas les seules variables à étudier dans la prise de décision de migrer. Les recherches et les futures réflexions doivent nous éclairer sur les approches plus larges qui prennent en compte l'hétérogénéité des contextes ouest-africains.

- **Défis liés à la sécurité alimentaire et nutritionnelle**

Depuis environ quatre décennies, les conditions climatiques extrêmes ont continuellement plongé des millions de personnes dans une insécurité alimentaire aiguë à travers l'Afrique subsaharienne. Les chocs induits par le climat sur le système alimentaire frappent maintenant environ tous les 2 ans, et sont même quasi permanents par endroit. Dans ces conditions, les exploitations agricoles de ces pays ou régions n'ont aucune possibilité de récupération avec le rapprochement des chocs. Donc pour surmonter plus rapidement les difficultés alimentaires, il y a nécessité d'investir dans la résilience des communautés et des écosystèmes. Selon les Nations Unies, en Afrique, jusqu'à 65% des terres de production sont dégradées et 45% des terres sont touchées par la désertification. Cette désertification entraîne une baisse de la fertilité des sols et des terres disponibles pour le pâturage et aussi des baisses de rendements. Dans une déclaration commune lors de la réunion annuelle du Réseau pour la prévention des crises alimentaires en Afrique de l'Ouest (RPCA) tenue à Lomé en décembre 2022, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), le Fonds des Nations Unies pour l'Enfance (UNICEF) et le Programme Alimentaire Mondial (PAM) ont lancé la sonnette d'alarme. En effet, ces organismes soulignaient que le nombre de personnes souffrant de la faim en Afrique de l'Ouest et du Centre devrait atteindre un record historique de 48 millions dont 9 millions d'enfants l'année prochaine si des solutions urgentes et durables ne sont pas apportées.

Selon les derniers résultats du Cadre Harmonisé d'Analyse de la Sécurité Alimentaire, plus de 35 millions de personnes (dont 6,7 millions d'enfants) dans la région, soit environ 8% de la population évaluée sont actuellement incapables de satisfaire leurs besoins alimentaires et nutritionnels de base.

Il ne suffit pas pour les populations d'avoir à leur disposition des produits alimentaires, mais il faut une alimentation équilibrée du point de vue nutritionnel surtout pour les enfants de 0 à 5 ans. La malnutrition souvent dans sa forme aiguë est très répandue dans nos pays. Ses causes sont d'ordre social, culturel et comportemental, mais elle est aggravée par l'insécurité grandissante et généralisée dans les pays du Sahel. Pour relever ce défi, il va falloir mobiliser les compétences scientifiques pour appuyer les stratégies de développement de nos Etats.

En outre, les pays africains en général et ceux du Sahel en particulier sont affectés par les chocs mondiaux qui ébranlent les systèmes alimentaires, notamment la volatilité des marchés des produits de base, les augmentations des prix de l'énergie et des engrais, les perturbations du commerce international et les événements en cours en Ukraine. Ces chocs ont entraîné de fortes hausses des prix des denrées alimentaires dans toute la région et ont aggravé l'insécurité alimentaire, cette inflation mettant à rude épreuve les maigres revenus des ménages et menacent la résilience des communautés.

Tous les indicateurs montrent qu'il est urgent de trouver des solutions pérennes afin d'assurer aux générations futures une terre productive en mesure de répondre à leurs besoins résumés ci-dessous en termes des défis.

- **Défis liés aux Changements Climatiques**

Les pays en développement, particulièrement les pays du Sahel sont vulnérables aux effets néfastes des changements climatiques. Cette exposition se manifeste par une augmentation continue des températures, une forte variabilité spatiotemporelle de la pluviométrie, accompagnée d'une recrudescence des événements extrêmes à l'échelle de la planète. Toutes

les raisons de l'augmentation des températures ne sont peut-être pas encore connues, mais l'essentiel est dû aux quantités énormes de gaz à effets de serre (GES) dont l'émission dans l'atmosphère est liée à l'activité de l'homme (Industries, agriculture, élevage, transport etc.). Il est en effet admis que les changements climatiques sont difficilement réversibles à moyen terme.

2. Objectifs du Colloque international

Ce colloque international scientifique vise à mobiliser les Enseignants-Chercheurs, les Chercheurs, les Doctorants, les Acteurs du développement et les communautés pour un appui à la construction de la paix et un développement durable au Sahel. Les travaux s'articuleront autour du thème principal : « **Migration, Sécurité alimentaire, Changement climatique et Résilience au sahel : Quelles contributions de la recherche scientifique pour une paix et un développement durable ?** ».

L'objectif principal est de proposer des outils et des stratégies d'intervention pour l'atteinte d'une résilience durable des populations et des écosystèmes.

De manière spécifique, il s'agit d'analyser :

- ✓ les impacts des changements climatiques et des pratiques agrosylvopastorales et halieutiques au Sahel et les risques environnementaux ;
- ✓ les causes, enjeux et conséquences des migrations et l'insécurité alimentaire au Sahel ;
- ✓ la gouvernance des ressources naturelles et la gestion durable des terres pour la résilience ;
- ✓ les systèmes et/ou approches de gestion des flux migratoires transfrontaliers.

3. Organisation du colloque

Le colloque international s'est tenu sur trois (3) jours du 2 au 4 mai 2024. Outre la cérémonie d'ouverture, le colloque a débuté par une conférence inaugurale sur la **problématique de développement durable au Sahel - enjeux et défis**. Ensuite cinq panels ont été organisés sur les sous thèmes suivants :

- **Panel 1** : Sécurité alimentaire et nutritionnelle, migration et développement durable au Sahel ;
- **Panel 2** : Changement climatique et pratiques agrosylvopastorales et halieutiques ;
- **Panel 3** : Gouvernance des ressources naturelles et gestion durable des terres pour la résilience ;
- **Panel 4** : Systèmes et approches de gestion durable des flux migratoires ;
- **Panel 5** : Table ronde de réflexion sur la recherche, les enjeux de développement et la résilience.

Analyse des enjeux et défis de la gestion de l'eau dans le canton de Kanembakaché

HAROUNA KASSOUM Nazifi ^{1*} ; ZAKARIA IDI Mahamadou¹ ; MOUSSA MAHAMAN Ousmane Loumoumba² ; DAMBO Lawali¹

¹ Département de Géographie, FLSH, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)

² Département de Géographie, FLSH, Université André Salifou de Zinder (Niger)

*Auteur correspondant : harounanazifi@gmail.com

Résumé

Les besoins en eau potable croient au même rythme que la croissance démographique. En effet, malgré les projections faites depuis plus de 15 ans, le dimensionnement du réseau d'adduction d'eau potable (AEP) ne répond pas aux attentes de la population. Cette situation s'explique par le manque de moyens financiers et techniques permettant de respecter l'échéance prévue. Le taux de couverture diminue et la réhabilitation ou l'optimisation des anciens réseaux devient de plus en plus difficile du fait de leur vétusté. Cet article a pour objectif d'analyser les enjeux et défis de la gestion de l'eau dans le canton de Kanembakaché (Mayahi, Niger). Les données ont été collectées à travers une enquête auprès de 400 ménages répartis dans douze villages sur les quatre communes du Canton. L'étude a été réalisée entre 2019 et 2021. Il ressort de cette étude que la consommation spécifique dans le canton est en deçà de la norme nationale (20l/J/hbt). C'est qui présente un enjeu majeur pour un service de qualité. La population qui n'a pas accès à l'eau est estimée à environ 128 986 hbts soit environ 45%. Les besoins des infrastructures hydrauliques à réaliser d'ici 2030 dépassent 150 systèmes d'AEP pour un montant de plus treize milliards de Francs CFA. Cet article permettra aux communes de comprendre les enjeux et le défis qui les attendent pour une meilleure planification d'hydraulique villageoise.

Mots clés : Enjeux, défis, gestion, eau, Kanembakaché, Niger.

Summary

The need for drinking water is growing at the same rate as population growth. Indeed, despite projections made for more than 15 years, the dimensioning of the drinking water supply network (AEP) does not meet the expectations of the population. This situation is explained by the lack of financial and technical means to meet the planned deadline. The coverage rate is decreasing, and the rehabilitation or optimization of old networks is becoming increasingly difficult due to their obsolescence. This article aims to analyze the issues and challenges of water management in the canton of Kanembakaché (Mayahi, Niger). The data was collected through a survey of 400 households spread across twelve villages in the four communes of the Canton. The study was carried out between 2019 and 2021. It appears from this study that specific consumption in the Canton is below the national standard (20l/D/hbt). This presents

a major challenge for quality service. The population that does not have access to water is estimated at around 128,986 people, or around 45%. The needs for hydraulic infrastructure to be built by 2030 exceed 150 AEP systems for an amount of over thirteen billion CFA Francs. This article will allow municipalities to understand the issues and challenges that await them for better village water planning.

Keywords: Issue, challenges, management, water, Kanembakaché, Niger

1. Introduction

En novembre 2022, la population mondiale a franchi la barre des huit (8) milliards d'individus (UNFPA, 2023, p6). Les prévisionnistes annoncent pour 2050 une population qui se situe entre neuf (9) et dix (10) milliards, ce qui représente tout de même une croissance démographique de 80 millions d'habitants par an (UNICEF, 2017). Cette croissance et la consommation croissante induite par l'augmentation des revenus par habitant sont les moteurs, ou pressions, ayant l'impact le plus important sur l'eau. La population mondiale (environ 80 millions de personnes par an) entrainera une augmentation de la demande en eau douce d'environ soixante-quatre (64) milliards de mètres cube par an. La concurrence pour l'eau existe à tous les niveaux et il est attendu qu'elle augmente avec les demandes d'eau dans presque tous les pays. C'est ainsi qu'avec une croissance rapide de la population, les prélèvements d'eau ont triplé au cours des 50 dernières années (UNESCO, 2009). Cette tendance s'explique en grande partie par le développement rapide de l'irrigation, stimulé par la demande alimentaire dans les années 1970 et par la poursuite de la croissance des économies basées sur l'agriculture. En 2030, 47% de la population mondiale vivra dans des zones de stress hydrique élevé. La plupart de la croissance démographique se situera dans les pays en développement, dans les régions sans accès durable à l'eau potable et un assainissement adéquat (ONU, 2016).

Dans le même rapport l'ONU estime que 90% des trois (3) milliards de personnes qui devraient s'ajouter à la population d'ici 2050 seront dans les pays en voie de développement, beaucoup dans des régions où la population actuelle ne dispose pas d'un accès durable à l'eau potable et à des sanitaires adéquats. Plus de 60% de la croissance démographique mondiale entre 2008 et 2100 aura lieu en Afrique sub-saharienne (32%) et en Asie du Sud (30%). Ensemble, on estime que ces régions compteront pour la moitié de la population mondiale en 2100. Or, non seulement les besoins en eau vont considérablement augmenter pour la consommation domestique au vu de cette croissance démographique, mais d'autres besoins indirects vont également exploser, et notamment les besoins liés au secteur agricole. Donc, le Niger n'est pas en marge de cette croissance.

En effet, la croissance démographique au Niger est l'une de plus élevée en Afrique subsaharienne avec un taux de croissance de 3,8% contre 2,7% (INS, 2021). De 18,8 millions d'habitants en 2017, le Niger pourrait voir, selon la présidence du Niger, sa population quasiment tripler d'ici à 2050, passant ainsi à près de 55 millions d'habitants. L'accès aux services de base liés à l'eau (eau potable, assainissement et production alimentaire) demeure insuffisant pour une large part de la population en milieu rural. Dans ce contexte, la perspective d'atteindre les ODD relatifs à l'eau et l'assainissement d'ici 2030 est à la fois prometteuse et

alarmante. Si les tendances actuelles suggèrent que plus de 90% de la population urbaine utiliseront des sources d'eau potable salubre (INS, 2018), l'ODD concernant l'eau potable est donc en bonne voie, sauf en milieu rural où beaucoup ne bénéficient pas d'un accès à une eau potable salubre tenant compte des difficultés de la mobilisation financière et de la corruption qui gagne du terrain. Pour la région de Maradi, on compte plus de 5 500 robinets, 4 269 Puits Cimentés (PC) et Pompes 1650 à Motricité Humaine (PMH) pour l'alimentation de l'eau potable en milieu rural pour une Taux d'Accès théorique (Tat) de 52,44% (DRHA, 2021). La région a moins de dix ans pour atteindre les ODD 2030. Cela représente en même temps un défi mais aussi un enjeu pour l'approvisionnement de l'eau en milieu rural. En outre, la question des ODD ne se limite pas à atteindre une couverture en infrastructure de 100%. La sauvegarde des acquis des infrastructures existantes, leurs

pérennisation et durabilité restent aussi à désirer. Cet article va analyser les enjeux et défis de la gestion de l'eau dans le canton de Kanembakaché, département de Mayahi principalement les communes de Kanembakaché, Maireyrey, Issawane et Tchake, fig.1). Ces communes, font parties des huit (8) communes du département retenu pour la pré-communalisation. Aussi, l'appui de plusieurs partenaires dont le PNUD, le FENU et le Fonds Belge de Survie, à travers le Projet d'Appui au Développement Local, le département de Mayahi constitue depuis 2000, un laboratoire expérimental en vraie grandeur de la décentralisation (CIRAD, 2004, p8). Ainsi, 8 conseils pré-communales ont été installés dans le département dont les communes de l'AICK depuis 2000. Cette expérience originale constitue sans nul doute un facteur de réussite pour la mise en œuvre des activités de ladite association.

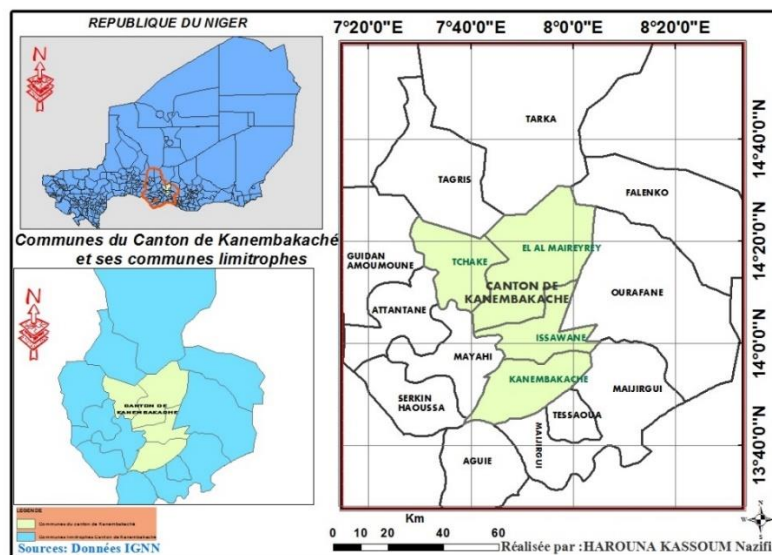


Figure 1 : Les communes de l'AICK (Association Intercommunale du Canton de Kanembakaché) est créée en 2018

Par l'initiation du Programme d'Action Cantonal eau et assainissement de Kanembakaché (PACK). L'AICK couvre une superficie de 3 300 Km² et une population estimée à 285 895 habitants en 2019 dont

129 465 desservis en eau potable. Le taux de couverture en eau potable est d'environ 45% en 2019.

En termes d'infrastructures hydrauliques, le canton dispose en 2020, 268 ouvrages en puits cimentés, 39 Pompes à Motricités Humaines (PMH), 55 Mini Adductions Eaux Potables et 48 Stations de puits cimentés pastorales (DRHA et INS, 2018 ; PLEA, 2020). Aujourd'hui encore, ce canton continue de bénéficier d'importants investissements de la part de l'État et ses partenaires au développement qui interviennent dans le cadre de l'eau et assainissement. D'où la nécessité de savoir quels en sont les enjeux et les défis de la gestion de l'eau dans un contexte de décentralisation et de l'intercommunalité ? Partant de l'hypothèse que la création de l'Association Intercommunale du Canton de Kanembakaché (AICK) est faite pour répondre aux doubles défis celui de la maîtrise d'ouvrage communal et la croissance des infrastructures hydrauliques.

2. Méthodologie

L'argumentation s'est appuyée sur les résultats d'une enquête de terrain sur les différents enjeux et défis liés à l'eau que nous avons conduite dans le canton de Kanembakaché auprès de 400 ménages qui ont accès au service public de l'eau entre 2020 et 2021. Elle a montré les grandes difficultés des communes liées à la

croissance démographique et le besoin en eau, la maîtrise d'ouvrage et l'état actuel des infrastructures. Nous mobiliserons également une revue de la littérature scientifique et des principaux titres de presse, concernant l'accès à l'eau potable en milieu rural. Les outils et logiciels ont été utilisés pour la collecte et traitement des données. Il s'agit de KOBOCOLECT pour collecter, ARCGIS 10.2 pour la cartographie et EXCEL pour l'analyse et traitement des données.

3. Résultats

3.1. Croissance démographique et besoin en eau

La population du Canton de Kanembakaché n'échappe pas à cette croissance rapide du Niger. Elle va dépasser de 203 207 hbts en 2012 à plus 700 milles hbts en 2050 soit la population actuelle du département de Mayahi (Fig. 02). En 2021, 54% de la population ont accès à l'eau potable y compris les forages d'Agence Musulmane d'Afrique (AMA) qui ne font pas concernés par la gestion déléguée. La consommation du canton de 2014 à 2020 est estimée à 2,5 millions de mètre cube sans compter les PEA d'AMA où les communes ne contrôlent pas la consommation (enquête 2019, rapport SACEau 2019 et 2020).

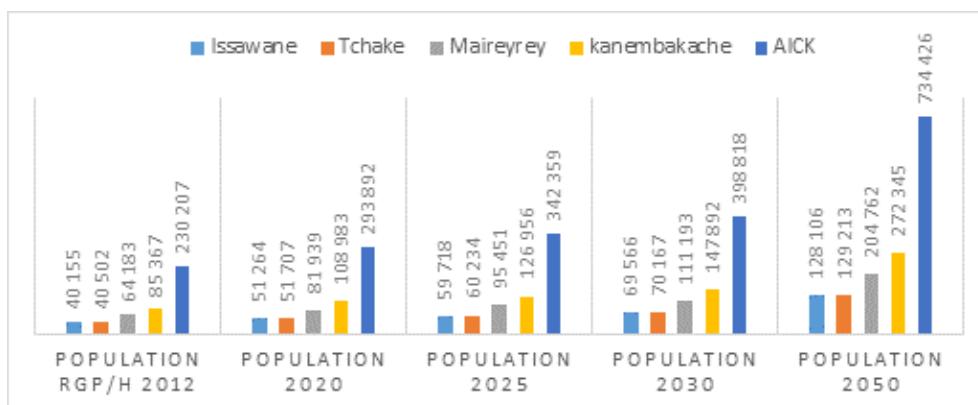


Figure 2 : Evolution de la population des communes de l'AICK de 2012 à 2050, source, RGP/H 2012.

Le besoin annuel en eau actuel dépasse 500 000 m³ avec une consommation spécifique qui varie entre 8 à 20 l/J/hbt. Cet état fait montre que la disponibilité de l'eau n'est pas satisfaisante. Si on se préfère à la norme de PROSEHA celle de la ration de 20 l/J/hbt, on constate que deux (2) systèmes ont un niveau de satisfaction de plus de 80%, seize (16) systèmes entre 50% et 80% et vingt-trois (23) systèmes sont en dessous de 50% en moyenne entre 2019 et 2021. Cette situation peut être expliquée par les fréquences de panne de systèmes et la durée de dépannage. Cela peut être causé

aussi par la capacité de la production et les besoins réels de la population. C'est qui présente un enjeu majeur pour un approvisionnement de qualité et en quantité suffisante. La population qui n'a pas accès à l'eau est estimée à environ 128 986 hbts pour 232 villages et hameaux. Le tableau 1 fait état des besoins des infrastructures à réaliser dans cette zone d'ici 2030. Plus de 150 infrastructures à réaliser dont 30 Adduction d'Eau Potable Multi-Village (AEP MV et 23 Adduction d'Eau Potable Simple (AEPS).

Tableau 1 : Besoin en infrastructures hydrauliques, dans le canton de Kanembakache.

Commune	AEP MV	AEPS	PEA	PMH	Optimisation	Extension
Kanembakaché	5	5	3	3	0	21
Maireyrey	6	11	9	24	0	0
Tchake	9	3	5	19	1	3
Issawane	10	4	0	8	0	5
AICK	30	23	17	54	1	29

En conséquence, l'approvisionnement en eau de cette population demeure un enjeu majeur mais aussi un défi pour les autorités locales, l'Etat et les PTF. La mobilisation des fonds est le premier défi à relever dont le coût estimatif s'élève à treize milliards cent vingt-quatre millions neuf cent cinquante-deux mille trois cent quatre-vingt-un Francs (13 124 952 381) CFA. Les communes doivent en tenir compte sans négliger les autres domaines du développement local en particulier mais de la bonne gouvernance en général.

3.2. Maitrise d'ouvrage de Service Public de l'Eau (SPE)

La maîtrise d'ouvrage est au cœur du développement local et elle dépend en bonne partie de la capacité et de l'aptitude des élus à bien gérer les affaires locales et à l'Etat de faire davantage confiance au pouvoir local. En revanche, cette maîtrise d'ouvrage est d'une complexité qu'il est

important de s'assurer que les conditions d'une gestion transparente sont réunies. La maîtrise d'ouvrage locale des services d'eau et d'assainissement est une des étapes importantes et cruciales vers la pérennisation des infrastructures dans une commune. Lorsqu'elle existe sous une forme achevée, on constate un réel développement de l'autonomie des collectivités locales découlant du transfert de compétences par l'Etat. Cependant, ce renforcement progressif de la responsabilité des collectivités locales contraste souvent avec l'insuffisance des moyens techniques et financiers qui leurs sont effectivement confiés par le niveau central. La gestion de l'eau est un défi nécessitant des dispositions globales réglementaires (juridiques, environnementales, politiques, économiques et techniques. Parce qu'elle implique simultanément en milieu rural des groupes d'origine et d'activités différentes, elle devient une éminente question de

gouvernance au centre des répartitions de privilèges et des risques de conflits (O. IDRISSE et al, 2009).

Evoquer l'idée d'une véritable maîtrise d'ouvrage pour une collectivité locale revient à évaluer les compétences et la pertinence avec lesquelles les élus locaux auront à préparer, gérer puis contrôler un ensemble de tâches techniques et contractuelles dans le cas particulier des projets d'infrastructures hydrauliques. Ce qui constitue un enjeu pour les collectivités locales qui ne disposent pas des services techniques communaux qui répondent à leurs besoins. Il faut comprendre qu'en matière de gestion de l'eau, la confusion de rôles persiste entre les communes et les services techniques influençant ainsi la prise de décision. Au niveau de l'AICK, un premier séminaire a été organisé en janvier 2019 qui a réuni tous les acteurs du niveau communale jusqu'à la région. Depuis lors, la gestion de l'eau connaît une avancée significative mais beaucoup reste à faire.

Un autre défi est que la collectivité territoriale de base constitue le lieu privilégié de la confrontation des différents systèmes de pouvoir. Les élus de ces collectivités, par leur appartenance sociale aux communautés villageoises, doublée de la légalité qui leur est conférée par le vote, se trouvent dans une position stratégique pour constituer des points de jonction entre des logiques plurielles : ils peuvent être des intermédiaires efficaces entre les pouvoirs « traditionnels » et un pouvoir étatique encore souvent considéré comme étranger. Cette position, habilement gérée, revêt un potentiel énorme, celui de pouvoir concilier la légalité de l'Etat et la légitimité des pouvoirs traditionnels, c'est-à-dire la population rurale avec l'Etat, ce

qui constitue certainement un des enjeux majeurs de la réussite de la décentralisation territoriale. A ce problème s'ajoute le problème des élections du pouvoir local sur la base de consensus non le choix de la population. Ce qui constitue un détournement de choix de la population et qui pose le problème de la légitimité.

La bonne marche de la commune requiert de chaque partenaire : la connaissance et la maîtrise de ses attributions, le respect de ses obligations, l'esprit d'une saine et sincère collaboration. Dans l'entreprise communale, le Maire joue le rôle de promoteur, de réalisateur et d'exploitant. Ses fonctions exigent de lui des qualités et des comportements de manager, de leadership, et d'homme de relation publique (S. MOUSSA, 2007). Gérer des ressources en eau, de plus en plus limitées pour une population en forte croissance, exige la création d'institutions adéquates, ouvertes, informées, participatives et responsables. Mais, on constate que les nouvelles structures de gestion participative de l'eau ont des difficultés à jouer leur rôle. Souvent défaillante, le relai est vite repris par les autorités traditionnelles qui voient toujours en elles des concurrents. Le déficit financier et face à l'incapacité financière des communes ont fait des redevances communales comme une source d'approvisionnement et la propriété privée du maire. Pour assoir une maîtrise d'ouvrage communale, il faut développer d'abord la transparence et l'intégrité communale. Les services techniques doivent contribuer à la bonne gestion des ressources financières issues de l'eau. On peut schématiser la maîtrise d'ouvrage communale par la fig. 03 basée sur la participation de tous les acteurs.

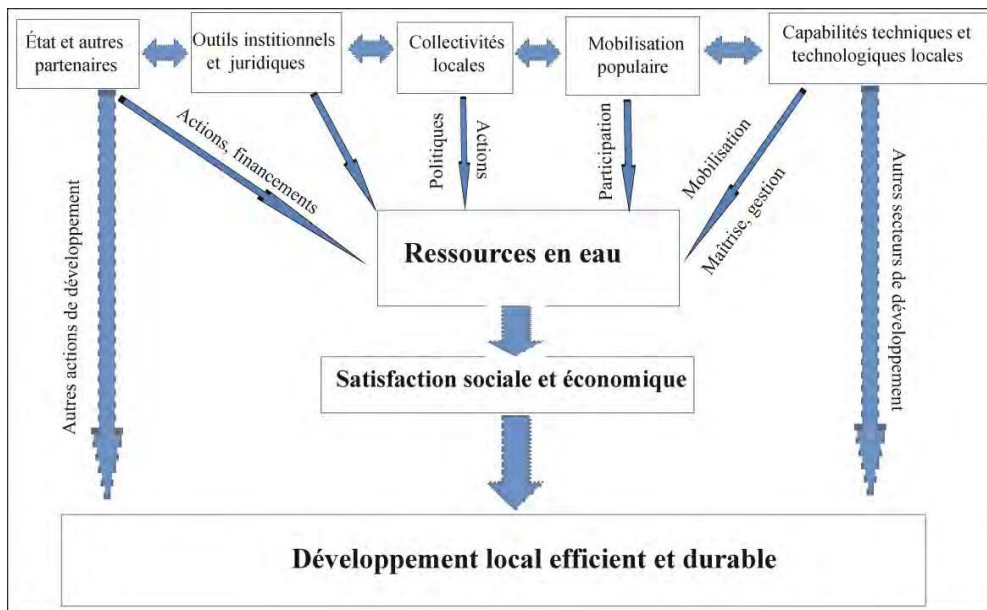


Figure 3 : Le développement local construit autour de l'eau, (Y. MOUSSA, 2019).

3.3. Le défi de la gestion des gros centres

La gestion déléguée a connu une avancée significative en milieu rural. Depuis l'adoption du guide du SPE en 2010, les communes et les exploitants ont amélioré leurs connaissances et la maîtrise de la gestion malgré les difficultés rencontrées. Cependant, force est de constater que la gestion de gros villages qui ne sont pas encore villes de par leurs statut cause de sérieux problèmes. Cette situation se trouve un peu partout dans les gros villages au Niger. En 2014, 40 centres (de grandes et petites villes) sont proposés par le MHA pour améliorer la qualité de l'approvisionnement (TAIBOU, 2016, p9). Les problèmes rencontrés dans de nombreux centres sont les pannes persistantes qui durent plusieurs mois, l'approvisionnement insuffisant de l'eau de manière continue, les pannes de carburants, etc. C'est le cas de

Kanembakaché, Tchake, Zarounmey, Daratou et Issawane. Ces villages montrent la limite de la gestion déléguée en milieu rural. Par exemple à Tchake, plus de sept (7) bornes fontaines ne sont pas fonctionnelles en 2019. A Kanembakaché, l'eau est disponible le matin avant 09h et il faut attendre 16h pour voir l'eau couler au robinet. Les villages environnants sont des centres de corvée d'eau surtout en période chaude.

Aussi, l'un des buts principaux de la gestion déléguée est l'amélioration du recouvrement que la gestion communautaire n'a pas réussi. Or cela n'a pas encore été possible dans certains villages. C'est pourquoi on constate une prise de décision de quelques personnalités ayant les moyens de faire des forages privés dans les villages en difficulté. On compte aujourd'hui plus de dix (10) forages privés dont six (6) dans le village de Kanembakaché (Photo 1).



Planche Photo 1 : Forages privés dans le village de Kanembakaché, enquête 2020.

La création de forage privé a amené une concurrence de la vente d'eau au niveau de la mini AEP. Ce qui va jouer sur le recouvrement et la prise en charge de son fonctionnement. La vente d'eau de forage privé est contraire aux textes de la gestion de l'eau en vigueur. On ne peut pas aussi empêcher les gens à réaliser des PEA privés et vendre de l'eau si la commune n'a pas accompli son devoir ; celui de l'approvisionnement en eau, témoigne le DDHA de Mayahi. A ces forages privés, s'ajoute la vente de l'eau en sachet qui constitue une alternative en cas de panne.

3.4. Gestion des infrastructures réalisées par l'Agence des Musulmans d'Afrique (AMA)

Un autre enjeu de la gestion de l'eau dans le canton de Kanembakaché est la gestion des forages AMA. Cette dernière n'est pas la seule ONG caritative intervenant dans la commune mais son cas semble le plus

préoccupant. En effet, la zone sahélienne comprend des pays dont les indices de développement humain sont parmi les plus faibles de la planète. Les États de la région ne disposent que de faibles moyens pour mener des politiques de développement efficaces et n'arrivent pas à enrayer les crises. Lors de l'entretien avec le DDHA concernant AMA, il dit qu'on ne peut pas les arrêter parce qu'elle est soutenue depuis « *en haut* ». La problématique qui se pose et que les communes feront face est la gestion de la gratuité de l'eau. C'est-à-dire comment se fait-il que dans un même village ou deux villages voisins l'eau se trouve payante d'un côté et gratuite de l'autre côté. Une eau dont personne ne connaît sa qualité et dans quelle condition elle a été forée. Il est inadmissible qu'une ONG soit plus forte qu'un pays quel que soit le niveau de la pauvreté de celui-ci. Certes le besoin en eau est une priorité sensible au Niger mais dans le respect de la loi.



Planche Photo 2 : Poste d'eau AMA de Dan Guiwa (CR de Kanembakaché).

3.5. Mobilisation des ressources financières

Le développement des infrastructures hydrauliques en milieu rural demande une meilleure organisation administrative et technique communale. Après, plus d'une décennie de la mise en place de la gestion déléguée, les collectivités territoriales patinent en la matière. Il est très tôt de juger les communes en matière de la maîtrise d'ouvrage compte tenu du contexte local. Cela ne leur donne pas aussi droit à une gestion limitée de leurs responsabilités. La mobilisation de financement pour l'alimentation en eau dépend en grande partie des interventions des PTF au Niger de manière générale et négocié par l'Etat. Cet état de fait montre la limite des collectivités en matière de la recherche de Fonds. L'incapacité des élus locaux de porter le projet de développement est un défi majeur dans un contexte de décentralisation. Il faut qu'ils assument leurs responsabilités. Les communes sont chargées de défendre des intérêts communaux, en assurant la prestation des services publics aux citoyens. Elles concourent par conséquent avec l'Etat à l'administration et l'aménagement du territoire, au développement économique, social et culturel ainsi qu'à la protection de

l'environnement, à la mise en valeur des ressources naturelles et à l'amélioration du cadre de vie (DCGT, 2014). C'est pourquoi, la préservation et la consolidation des équipements et infrastructures communaux passent nécessairement par un engagement citoyen des communautés à prendre en charge leur développement et l'adoption de nouveaux modes de gestion des affaires locales à travers une démarche partenariale et participative. C'est ainsi que l'ODD 6 apparaît ambitieux et un défi pour la communauté internationale, nationale et locale. Le Niger s'inscrit dans cette logique d'accès universel de l'eau potable. « Un ménage-un robinet » est le slogan qui accompagne le PROSEHA. Le pays prévoit sur la base d'une estimation moyenne de 750 ménages par AEP multi villages, 250 ménages par mini AEP simples et 75 ménages par PEA, le total de 2.500.000 ménages à approvisionner d'ici 2030 correspond environ à la réalisation de 2200 AEP multi village, 1800 mini AEP simples et 2000 PEA (PROSEHA, 2016). Pour l'atteinte des ODD, l'ordre de priorité est le suivant : AEP multi villages- mini AEP simple-PEA.

L'accès à la ressource financière est le facteur limitant primaire par rapport à l'établissement de l'ordre de priorité. La programmation détaillée des travaux et le choix de l'infrastructure faisable sera partie

intégrante du travail des DRHA. Durant la phase 1 du PROSEHA le point de référence sera la liste prioritaire du PNAEPA 2011-2015. Ensuite, la planification prendra son point de départ à partir des PLEA des communes. Le besoin en eau potable dans

le canton couvre environ 232 villages pour une réalisation de plus de 150 infrastructures à réaliser dont 30 AEP MV et 23 AEPS d'ici 2030. La Fig. 04 répartie les villages en fonction du poids démographique.

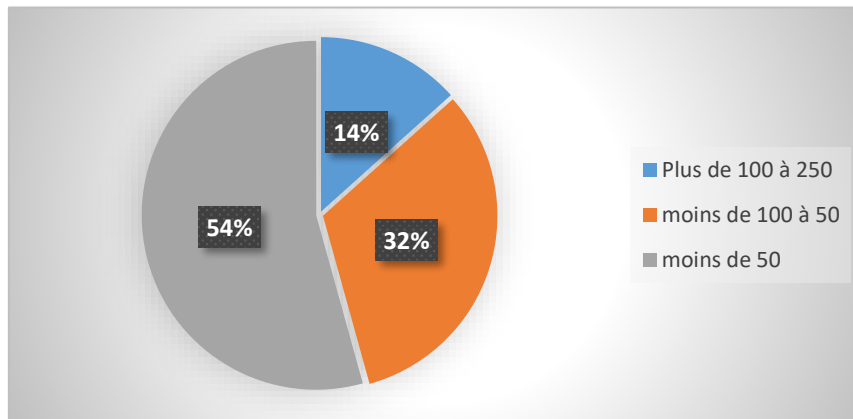


Figure 4 : Répartition de village par nombre de ménage, enquête 2019.

Plus de 50% de villages ont moins de cinquante ménages. Ce qui explique le nombre important de PMH à réaliser compte tenu de l'exclusion du puits cimenté villageois dans le PROSEHA. Une mobilisation de plus treize (13) milliards Francs CFA est nécessaire dans l'AICK pour atteindre les objectifs de l'ODD 2030 (PLEA, 2020). Ce qui constitue un défi à relever pour les acteurs de développement et ce coût n'intègre pas les études, l'accompagnement et la réhabilitation des infrastructures existantes.

3.6. Etat actuel des infrastructures

Un autre défi non négligeable est l'état actuel des infrastructures hydrauliques dans la gestion de l'eau de l'AICK. Tous les centres disposant de mini AEP sont sous le régime de la gestion déléguée sauf les installations d'AMA et depuis 2005-2006 pour certains. Aussi, certaines installations datent des années quatre-vingt ou deux milles pour des prévisions de 15 à 25 ans. Beaucoup sont à l'âge de réhabilitation ou d'optimisation. Cependant, la mise en

gestion déléguée de ces infrastructures n'a pas été accompagnée par une maintenance adéquate. En effet, la gestion technique du point d'eau consiste à assurer le fonctionnement des installations (pompe immergée, moteur et autres), l'entretien périodique (graissage, huiles), la réparation des pannes et le nettoyage périodique (équipements, réservoirs et autres). Ces activités peuvent être effectuées par un technicien. Cette gestion technique est mal assurée par les agents de terrain et il y a un manque de suivi par les communes dont les conséquences sont la détérioration continue des infrastructures.

Dans le milieu rural, le fait de négliger les budgets relatifs aux opérations de l'entretien et le recouvrement des coûts, contribue à la généralisation de non-fonctionnalité des réseaux. La pénurie de financement pour les salaires, le carburant, les matériaux et les pièces détachées était un facteur commun. La perte d'eau causée par la vétusté et la vieillisse du réseau augmente davantage. L'absence du compteur de production aggrave la situation et met la maîtrise de production

sans contrôle. Hormis les récentes infrastructures réalisées, les travaux sont partout et à tous les niveaux comme en témoigne la photo 03. Depuis la production jusqu'à la desserte, les installations sont entachées de problèmes. Les regards qui servent à déconnecter le réseau en cas d'intervention sont devenus des dépotoirs de déchets dans les villages et pire d'autres ont disparus même du réseau. La reconstitution reste problématique dans certains villages liés à leur croissance. Beaucoup de groupes électrogènes ont

atteint la durée de renouvellement. Donc, la mobilisation des fonds pour la réalisation des infrastructures doit intégrer la réhabilitation et optimisation des infrastructures existantes. Cette situation est alarmante parce qu'il faut encore mobiliser des ressources financières importantes. Les installations qui existent sont souvent vétustes ou dégradées, et la gestion possède des défaillances auxquelles il faudrait allouer un sacré budget.



Planche Photo 3 : Etat de quelques infrastructures du réseau AEP.

4. Discussion

L'étude des enjeux et défis de la gestion de l'eau dans le canton de Kanembakaché a permis de faire un certain nombre de constats. Ainsi, les communes sont au cœur du dispositif institutionnel et juridique de transfert de compétences et de ressources dans le secteur de l'eau potable. Mais les résultats ont montré clairement que le transfert n'est pas encore effectif. Il existe une maîtrise d'ouvrage faible entre les acteurs locaux. Les communes n'assument pas pleinement leurs rôles et responsabilités. Cet avis est partagé HAROUNA K. N, (2023) et FATAHI A. et MARTINIEN D, (2023). Ces auteurs ont montré qu'il y a une faible maîtrise d'ouvrage communale et cela doit être pris en compte pour comprendre les enjeux de la gestion de l'eau en milieu rural.

En outre, la population du canton de Kanembakaché va dépasser de 203 207 hbts en 2012 à plus 700 milles hbts en 2050 soit la population actuelle du département de Mayahi. Ce qui demande une pression supplémentaire du besoin en eau potable. Si les indicateurs d'accès à l'eau potable et à l'assainissement affichent une évolution positive selon un rapport du ministère du plan (2020), l'approvisionnement en eau potable reste et demeure un enjeu majeur pour le développement rural au Niger.

Atteindre les ODD 2030 veut dire mobiliser plus de treize milliards de Francs CFA au sein des communes de l'AICK et cela sans compter les défis de la qualité de service, des optimisations et des réhabilitations des sites existants. Or la réalisation des infrastructures hydrauliques au Niger dépendent de l'aide extérieur. En fait, la

crise de COVID 19 et la guerre en Ukraine ont montré les limites de cette dépendance. Il suffit qu'une crise internationale ou nationale pour mettre fin à une aide au développement. Certes il y'a eu toujours de discours politique affichant une volonté pour aider les pays du Sud mais le constat est le même de 1972 à aujourd'hui. Beaucoup de réflexions ont été menées, des politiques et programmes ont été mis en place, des engagements ont été pris pour améliorer la situation hydraulique des populations. L'insuffisance des financements, l'inadaptation des politiques et des programmes souvent importés et imposés, l'insuffisance des capacités techniques, le manque de volonté politique et la mauvaise gouvernance des services publics sont les principales raisons expliquant les résultats mitigés obtenus (MOUSSA Y, 2019, OROUNLA K. J, 2018). Alors que l'Afrique subsaharienne enregistre les plus grands défis en matière d'eau et d'assainissement, elle ne bénéficie que peu d'aide publique au développement. Entre 2001 et 2006, la région a reçu 24 % de l'aide mondiale pour le secteur de l'eau. Donc, le problème de l'eau reste essentiellement régional et local et ce n'est finalement qu'à travers les questions des modes de gestion de l'eau, du financement et de la solidarité Nord-Sud que l'on peut attribuer une échelle mondiale aux problèmes d'eau (Roche Pierre-Alain, 2003). Au rythme actuel des investissements, l'objectif d'accès à l'eau ne sera atteint qu'en 2040 et celui de l'accès aux services d'assainissement en 2076 (BAD, 2011). La question de l'approvisionnement en eau n'est pas liée à l'envergure de programme et du discours politique. Le problème réside le plus souvent au niveau du respect des engagements pris (les financements annoncés) et des capacités opérationnelles des États à mettre en application les projets et les programmes au niveau local. Les ODD

(2015-2030) sont tout aussi ambitieux que ceux de la décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement en ce qui concerne l'eau potable et l'assainissement. Mais si les engagements, les financements annoncés ne sont pas tenus, si des dispositifs rigoureux de contrôle, d'évaluation des projets et programmes ne sont pas mis en place et réalisés au niveau local (surtout au niveau des pays du Sud), ces objectifs du développement durable risqueront de connaître le même sort que les précédents agendas mis en place depuis plus de 40 ans.

Aussi, en 2010 le Niger a connu une crise de la famine. Pour essayer d'améliorer les conditions de vie des habitants, le pays a essayé d'attirer le soutien de la communauté internationale, du mouvement des ONG dans leur ensemble et a aussi joué sur leur identité musulmane pour obtenir des financements et l'intervention d'ONG islamiques (T. Sylvain, 2011, p3). Ces dernières ont un bilan, apprécié des populations, à présenter dans les secteurs de l'éducation, de la santé, des services sociaux et du développement. Les crises humanitaires et le faible développement de la région leur ont offert un terrain de choix pour montrer leurs compétences mais aussi leurs limites dans le cadre de l'intervention humanitaire au Niger. Pour les forages, une étude de l'UNICEF en 2009 a montré leurs limites concernant leurs qualités. Selon cette étude, la plupart des forages financés par Islamic Help, l'Agence des Musulmans d'Afrique (AMA) et autres ONG Islamiques (US et UK) sont équipés de tubage PVC évacuation 110 mm (UNICEF, 2009). La réalisation de ces ouvrages est entièrement confiée à des équipes de foreurs sans aucun cahier de charges précis. Ces bailleurs financent comptant des ouvrages d'eau de boisson en adoptant une approche axée sur le don en dehors des approches programmes conventionnels

concertés. Toutefois les entretiens conduits avec les foreurs de ces programmes font apparaître le non-respect ou la méconnaissance des normes techniques relatives à la construction des forages d'eau potable. Par exemple, AMA ne respecte aucun critère de la politique de l'eau. Aucun document officiel au Niger n'a pas autorisé la gratuité de l'eau. Pire dans le choix de site, AMA ne consulte ni le préfet, ni le DDHA et non moins le Maire. Ce qui amène des amalgames dans la planification cantonale et l'inégalité de citoyen devant le service public.

Par conséquent, l'association intercommunale du canton de Kanembakaché est une perspective pour face à ces multiples et divers enjeux et défis de la gestion de l'eau. Elle n'a donc pas la compétence générale d'une commune. Le cadre réglementaire qui la régit au Niger reste à définir par une disposition réglementaire. Dans ce cas de figure, elle apparaît comme un modèle de gestion au profit d'un développement social et économique. Au regard des enjeux et défis de la gestion de l'eau, elle permettra aux communes de mieux cadrer leurs interventions au service de la population. L'engagement des collectivités pour une gestion durable, efficace et transparente de l'eau n'est pas négligeable. Elle peut se traduire par la conception et la mise en œuvre d'actions volontaristes par les autorités publiques locales, mobilisant les cadres d'intervention prévus par la nation, voire devançant tout dispositif descendant (CHRISTOPHE D. et al, N.D.). L'intersection entre développement durable et intercommunalité peut donc d'autant plus être envisagée comme étant possible, fructueuse, effective, que des territoires sont eux-mêmes organisés. Il s'agit de mettre en commun des moyens afin de rendre des prestations aux habitants d'un ensemble de communes. L'économie de

l'échelle est réalisée et en même temps l'identité de la commune est préservée.

L'idée de développement d'un marché local de l'eau devient nécessaire pour l'AICK. Il faut que les communes comprennent les défis qui les attendent. Le développement de partenariat public privé peut être une solution alternative et même durable pour l'approvisionnement en eau. Il existe déjà des interventions informelles au Niger. La réalisation des forages est entrain de remettre en cause les politiques de l'eau. Il n'est plus une question de l'administration mais plutôt des moyens. Cela peut se présenter une occasion pour l'Etat et les communes de recadrer les interventions et les mettre au profit de développement. Un autre aspect non négligeable est la construction des infrastructures caricatures en milieu rural et même urbain.

5. Conclusion

L'analyse des enjeux et défis de la maîtrise d'ouvrage communale montre que beaucoup reste à faire. La croissance démographique est un des enjeux préoccupants de l'approvisionnement en eau potable. Elle a aussi montré que la présence d'AMA dans la zone a créé l'inégalité des citoyens devant le service. Ce qui constitue un défi pour l'AICK à rétablir l'égalité et la responsabilité en tant que chef d'œuvre de la gestion. La population du canton sera environ 700 000 hbts en 2050 qui correspond à la population du département de Mayahi en 2019. Plus de 150 villages n'ont pas encore accès à l'eau potable. Cela montre la mobilisation financière à fournir. Il a fait aussi ressortir les contraintes (non-application de contrat, non maîtrise communale, corruption, etc.) qui constitue un frein pour le développement de l'approvisionnement et la gestion de l'eau en milieu rural. Malgré ces insuffisances, l'AICK a des perspectives

d'une gestion rationnelle de l'eau en valorisant l'intercommunalité. Elle est comme un modèle de gestion

intercommunale au niveau local de la gestion de l'eau au Niger.

6. Références

- CHRISTOPHE Demazière, FABIEN Nadou, JOSE Serrano ET SYLVIE Servain, N.D. : *développement durable, construction intercommunale et planification spatiale stratégique : vers la recherche d'une articulation entre développement économique et préservation de l'environnement ? Les cas de Rennes et de Tours*, article, UMR CNRS 7324 CITERES, Université François-Rabelais de Tours p2.
- FATAHI AMOUSSA ET MARTINIEN DHOSSOU, 2023 (consultants MOCT UNICEF) : *assistance à la maîtrise d'ouvrage des services Eau, Hygiène et Assainissement (EHA) auprès de Communes de la région de Maradi & de Zinder au Niger*, maîtrise d'ouvrage communale WASH, guide à l'usage des communes, pp 2-10.
- HAROUNA KASSOUM Nazifi, 2023 : *gouvernance locale de l'eau potable dans le canton de Kanembakache au Niger : enjeux et défis dans un contexte sahélien*, Thèse de doctorat unique de troisième cycle, Faculté des lettres et sciences humaines de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, pp 145-156.
- IDRISSA Oumarou, OUSSEINI Issa et Jean-Marie AMBOUTA Karimou, 2009 : *gestion de l'eau et décentralisation au Niger : Cas de la mare de Tashi (Bonkougou, Filingué)*, 21p.
- MOUSSA Sissoko, 2007 : *décentralisation et gouvernance locale en Afrique : Etude comparative sur l'appropriation de la réforme par les communautés rurales au Mali et au Burkina Faso*, rapport de synthèse, 19p.
- MOUSSA Yaye, 2018 : *Précarité hydrique et développement local dans la commune urbaine de Téra, Niger*, Thèse de Doctorat, Université de Toulouse et Université Abdou Moumouni, p66.
- Organisation des Nations Unies (ONU), 2016 : *faits et chiffres tirés du 2ème Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau*, p1-3.
- Organisation des Nations Unies (ONU), 2016 : *faits et chiffres tirés du 3ème Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau : l'eau dans un monde qui change*, 16p.
- OROUNLA KOTCHIKPA Jérôme, 2018 : *transfert de compétences et de ressources dans le secteur de l'eau potable dans la commune de Ouinhi au sud-est du Bénin*, European Scientific Journal July 2018 édition Vol.14, No.21 ISSN : 1857 – 7881 (Print), ISSN 1857- 7431, p 372-390.
- République du Niger, ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, 2016 : *Programme Sectoriel Eau Hygiène et Assainissement PROSEHA 2016-2030*, 111p.
- REPUBLIQUE DU NIGER, ministère de l'Hydraulique et de l'environnement Et De La Lutte Contre La Désertification, 2004 : *Projet d'Aménagement des Forêts Naturelles (PAFN), plan*

- d'aménagement de la doumeraie de Goulbi N'kaba*, p8.
- République du Niger, ministère de l'Hydraulique et UNICEF, 2009 : *étude des possibilités d'intégrer les Forages à faible coût au dispositif d'Alimentation en Eau des communautés rurales au Niger*, Rapport final, p21-22.
- République du Niger, ministère de l'Intérieur, de la Sécurité, de la Décentralisation et des Affaires Religieuses, 2011 : *Code Général des Collectivités Territoriales (CGDT)*, 196p.
- République du Niger, Ministère du Plan, 2020 : *deuxième rapport national volontaire sur les objectifs de développement durable au Niger*, 131p.
- SYLVAIN Touati, 2011 : *l'islam et les ONG islamiques au Niger*, Institut français des relations internationales, les carnets CAP, p3.
- TAIBOU ADAMOU Maiga, 2016 : *participation du secteur privé national dans le secteur de l'eau et de l'assainissement : le cas du Niger*, p9.
- UNFPA, 2023 : *état de la population mondiale 2023, huit milliards d'humains un horizon infini des possibilités, défendre les droits et la liberté de choix*, p6.

Impacts des demi-lunes sur la restauration environnementale et les services écosystémiques d'un site pastoral de la commune de Gafati, Région de Zinder

AMADOU BOUKARY Maman Bachir, MALAM ABDOU Moussa, ABDOU Rabiou et ALHE DJIBRILOU Ousseini

** Université André Salifou de Zinder*

Résumé

Le Niger est confronté depuis plusieurs décennies au phénomène de dégradation des terres et ses corollaires de baisse de productivité. Pour y faire face, l'Etat et ses partenaires déploient des efforts dans la défense et la restauration des terres afin de redonner vie aux écosystèmes. La présente étude, conduite dans le village de « Dan Gueza » a pour objectif d'analyser les impacts des aménagements en demi-lunes sur la restauration environnementale et les offres écosystémiques. La méthodologie est basée sur l'analyse des propriétés physico-chimiques des sols, la mesure de végétation, l'évaluation du service écosystémique et les enquêtes auprès des populations locales. Les résultats de l'analyse des propriétés physico-chimiques des sols ont mis en évidence une multiplication de la conductivité hydraulique par 3 à 4, comparée à celle d'un sol témoin et une augmentation significative de la contenance des sols en bases échangeables. Cela a favorisé la croissance rapide des espèces plantées et le développement d'une végétation spontanée. Ces produits d'aménagement ont, en conséquence, impacté positivement les offres et services écosystémiques et la résilience de la population. En effet, les recettes issues des produits de restauration (pailles, foin, semences, bois) permettent désormais i) d'alimenter les banques d'intrants communautaires, ii) d'assister financièrement les démunis, iii) de réaliser des travaux d'intérêt collectif et même iv) de contribuer au fonctionnement de la mairie. L'amélioration des offres écosystémiques est par ailleurs confirmée par la présence d'animaux comme le lièvre, l'écureuil et les oiseaux sur le site. Une évaluation d'échelle des activités d'aménagement réalisées est donc nécessaire pour tirer et promouvoir les leçons de bonnes pratiques.

Mots clés : Demi-lune ; impacts ; restauration environnementale ; Région de Zinder, Niger.

Summary

Niger has been confronted for several decades with the phenomenon of land degradation and its corollaries of reduced productivity. To deal with this, the government and its partners have made several efforts to rehabilitate degraded lands and bring ecosystems back to life. The present study, conducted at the village of "Dan Gueza" aims to analyze the impacts of developments on environmental restoration and ecosystem offerings. The methodology is based on the analysis of soil properties, measurement of vegetation and surveys of local

populations. The analysis of the soil properties revealed a multiplication of the hydraulic conductivity by 3 to 4, compared to that of a control soil and a significant increase in the soil content of exchangeable bases. This favored the rapid growth of planted species and the development of spontaneous vegetation. These development products have, consequently, had a positive impact on ecosystem offerings and services and the resilience of the population. Indeed, revenues from catering products (straw, hay, seeds, wood) now make it possible to i) supply community input banks, ii) provide financial assistance to the poor, iii) carry out rehabilitation works collective interest and even iv) to contribute to the functioning of the town hall. The improvement in ecosystem offerings is also confirmed by the “return” of hares, squirrels and birds to the site. A scale evaluation of the development activities carried out is therefore necessary to draw and promote lessons of good practice.

Keywords: Half-moon ; impacts ; environmental restoration ; Zinder region, Niger.

1. Introduction

La dégradation des terres est une problématique environnementale préoccupante. Elle touche particulièrement les pays sahéliens de l’Afrique au sud du Sahara (Descroix et al., 2012; Subsol, 2012 ; Ozer et al., 2010). A l’instar de ces pays sahéliens, le Niger connaît une dégradation et un appauvrissement des sols sans précédent. Les conditions environnementales se dégradent de plus en plus et la moitié des terres agricoles est durement affectée. Chaque année, plus de 100 000 hectares se dégradent (INS, 2012). Les paysages connaissent des mutations dont les plus évidentes sont la régression de la végétation et l’augmentation des sols nus (Abdou et al., 2022). Les conséquences de ce phénomène se traduisent par la diminution de la productivité des sols, la rareté des ressources biologiques (Sanoussi A et al., 2010), et la rupture des services écosystémiques dans plusieurs localités (Issoufou et al., 2018). Cette situation, conjuguée aux chocs climatiques récurrents et à la forte croissance démographique affecte sérieusement les capacités de résilience des ménages, déjà vulnérables (Belabed, 2013; Descroix et al., 2012). En effet, des études ont montré que la dégradation des sols constitue un des facteurs déterminants de la pauvreté, et

d’autres problèmes socioéconomiques surtout en milieu rural (Saidou & Ichaou, 2016). Pour faire face à cette situation, des activités de récupération des terres dégradées et marginales comme les demi-lunes sont entrepris dans le but de redonner vie aux écosystèmes et impacter positivement les conditions de vies des populations.

Cette initiative est inspiré de nombreux de pays sahéliens, où la réalisation des demi-lunes dans la restauration des terres a permis de réhabiliter des écosystèmes dégradés, d’améliorer la productivité des sols et d’accroître la résilience des populations face aux effets des changements environnementaux (Maisharou et al., 2015; Reij et al., 2021; Soumana et al., 2020; Zouré, 2019; Zouré et al., 2017). Ces initiatives sont des enjeux vitaux pour les populations. Elles doivent être encouragées et promues du fait qu’elles offrent un double avantage : l’amélioration des conditions biophysiques et socioéconomiques (Roose, 2018). Ainsi, dès les années 80, plusieurs projets se sont lancés dans la diffusion des techniques de récupération des terres. Au premier rang les demi-lunes, qui sont réalisées sur des espaces agricoles et pastorales où les sols sont pauvres, compacts et où les

ressources végétales sont très limitées (République du Niger, 2016).

Des études récentes ont montré que les demi-lunes sont très adoptées par les populations du fait qu'elles améliorent la productivité des terres, et favorisent l'apparition et la croissance de la végétation spontanée (Coulibaly et al., 2022 ; Manzo et al., 2020).

Dans plusieurs communes du Niger, des terres dégradées à vocation pastorales sont aménagées et mis en valeurs avec les plantations ligneuses et herbacées. Cependant, malgré les efforts de restauration, les sols et les ressources ligneuses continuent de subir la pression anthropique (Republique du Niger, 2016). Les sites récupérés constituent souvent une perte d'investissement à cause des mauvais systèmes de gestion. Dès lors, il paraît important des conduire des études de cas des sites de restauration en lien avec le système de gestion pour analyser les effets des ouvrages et leurs impacts sur les conditions environnementales et socio-économiques des populations. La présente étude qui vise à analyser les impacts des demi-lunes sur la restauration environnementale et les services écosystémique s'inscrit dans cette perspective. L'objectif est d'évaluer les impacts écologiques des demi-lunes en

analysant ses effets sur les propriétés physico-chimiques des sols, le couvert végétal et l'offre des services écosystémiques.

2. Méthodologie

2.1. Zone d'étude

Située au sud-ouest du Niger dans la région de Zinder, la commune rurale de Gafati couvre une superficie de 420 km². Elle est située dans la zone tropicale, sous un climat typiquement sahélien marqué par deux principales saisons. La saison de pluie qui s'étale de juin à septembre avec une pluviométrie annuelle variant entre 400 et 600mm, le reste de l'année est sèche (d'octobre à mai). En 2019, la population est estimée à 59 507 habitants, soit une densité de 141 habitants au km² (Annuaire statistique INS 2015-2019). C'est une commune agricole avec des larges espaces à vocation pastorale comme dans le village de Dan Gueza (site expérimental de l'étude, situé à 10km à l'Est de la commune), où l'Etat nigériens et ses partenaires, notamment le PAM ont aménagé 650 ha de terres à vocation pastorale pour réhabiliter les écosystèmes et soutenir les activités économiques des populations. La figure 1 donne la localisation de cette commune.

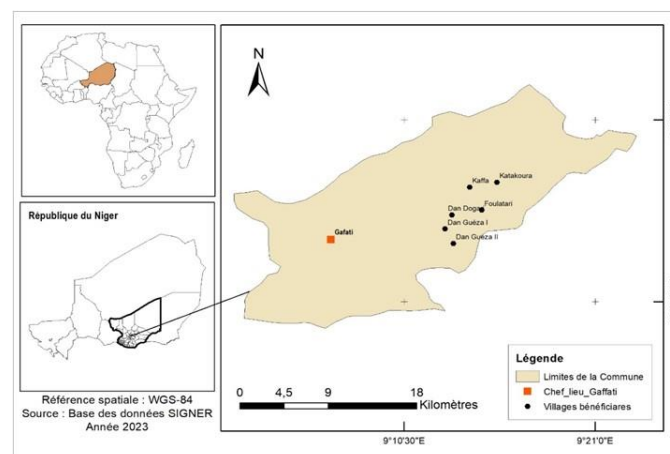


Figure 1 : localisation de la Zone d'étude

La formation végétale observée dans la zone d'étude est une steppe arborée et arbustive composée des acacias avec un nombre important de *Faidherbia albida* (Gao). Elle se présente sous forme de parc ou de touffe, et est essentiellement composée des plantes xérophiiles. Les espèces ligneuses les plus dominantes sont *Accacia albida* (Gao), *Balanites aegyptiaca* (adoua), *Accacia nilotica* (Bagaroua), *Accacia senegal* (Dakora), *Tamaridus indica* (Tsamia), *Combretum glutinosum* (Taramnia), *Accacia radiana* (Kandili)...etc. Pour les herbacées les espèces rencontrées sont le plus souvent : *Schoenefeldia gracilis* (Budu), *Eragrostis tremula* (Komaya), *Alysicarpus ovalifolius* (Gadagui).

La majeure partie des espaces pastoraux est caractérisé par les sols nus. Avec la disponibilité des espaces pastoraux, l'élevage est pratiqué par toutes les composantes de la population mais à des degrés différents. Le cheptel est constitué de bovins, d'ovins, de caprins, des asins, des camelins et d'équins. C'est une source très importante de revenu car elle contribue significativement à l'économie familiale.

2.2. Collecte et analyse des données

Deux catégories de données ont été collectées : les données biophysiques, collectées à travers des mesures *in situ*, et les données socioéconomiques qui sont collectées à l'aide de questionnaires spécifiquement élaborés pour recueillir des informations sur les services écosystémiques rendus.

2.2.1. Echantillonnage et analyses physicochimiques du sol

Des échantillons de sol sont prélevés au niveau de la partie non aménagée du site afin de caractériser initialement, les

conditions pédologiques des espaces pastorales. Et parallèlement, pour déterminer les effets des aménagements, il a été collecté des échantillons composites remaniés. Ces échantillons ont été prélevés à l'horizon de 0 à 20 cm à l'aide d'une tarière et d'une truelle. Le choix de cette profondeur correspond à la section du sol potentiellement impactée par des demi-lunes. Pour effectuer un échantillonnage représentatif, le site est parcouru selon deux transects orientés Sud-Ouest à Nord-Est et Sud-Est à Nord-Ouest. Ainsi dix points de collecte ont été retenus sur chaque transect, ensuite les échantillons pris sur les transects 1 et 2 sont mélangés pour n'en faire que dix échantillons mixtes.

Les échantillons de sols sont analysés au laboratoire d'analyse de sols de l'INRAN. Il est déterminé, pour chaque échantillon, le pourcentage des particules du sable, du limon et d'argile. La classification texturale était faite sur la base du triangle texturale de l'USDA. Les propriétés chimiques déterminées sont le taux de matières organique, le phosphore assimilable, le PH, les bases échangeables (Ca ++ ; Mg++ ; Na+ ; K+) et la capacité d'échange cationique. Quant aux mesures effectuées avec l'infiltromètre à disque les données sont analysées par la méthode multi potentielle.

2.2.2. Détermination de la densité apparente et porosité du sol

Des échantillons de sol sont prélevés au niveau de la partie non aménagée du site afin de caractériser initialement, les conditions pédologiques des espaces pastorales. Et parallèlement, pour déterminer les effets des aménagements, il a été collecté des échantillons composites remaniés. Ces échantillons ont été prélevés à l'horizon de 0 à 20 cm à l'aide d'une tarière et d'une truelle. Le choix de cette profondeur correspond à la section du sol potentiellement impactée par des demi-

lunes. Pour effectuer un échantillonnage représentatif, le site est parcouru selon deux transects orientés Sud-Ouest à Nord-Est et Sud-Est à Nord-Ouest. Ainsi dix points de collecte ont été retenus sur chaque transect, ensuite les échantillons pris sur les transects 1 et 2 sont mélangés pour n'en faire que dix échantillons mixtes.

Les échantillons de sols sont analysés au laboratoire d'analyse de sols de l'INRAN. Il est déterminé, pour chaque échantillon, le

pourcentage des particules du sable, du limon et d'argile. La classification texturale était faite sur la base du triangle texturale de l'USDA. Les propriétés chimiques déterminées sont le taux de matières organique, le phosphore assimilable, le PH, les bases échangeables (Ca ++ ; Mg++ ; Na+ ; K+) et la capacité d'échange cationique. Quant aux mesures effectuées avec l'infiltromètre à disque les données sont analysées par la méthode multi potentielle.

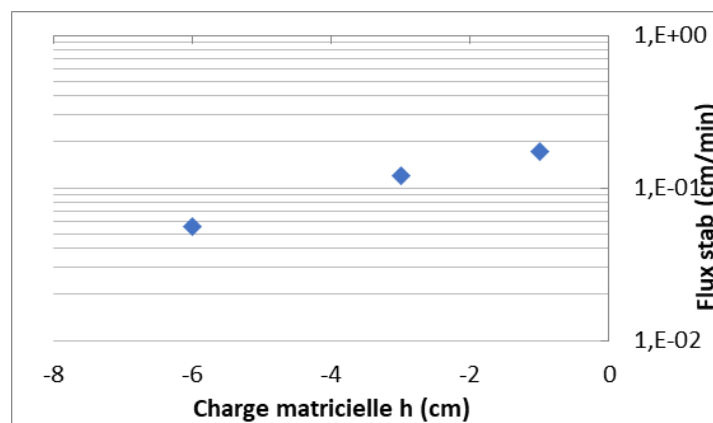


Figure 2 : Charges matricielles imposées lors des essais d'infiltration.

Le tableau 1, ci-après restitue le nombre d'échantillons de sol et essais d'infiltration effectué sur le terrain.

Tableau 2 : Récapitulatif des données collectées sur le terrain.

	Type de surface			Observations
	Partie aménagé e du site	Partie non-aménagée du site (Témoin)	Total	
Echantillons de sol remaniés	10	2	12	Le traitement de ces échantillons a permis de déterminer les propriétés chimiques et d'apprécier la fertilité des sols
Echantillons de sol non remaniés	4	2	6	Ces échantillons ont permis de déterminer les propriétés physiques des sols (densité et porosité) et d'apprécier leur infiltrabilité.
Essais d'infiltration	16	2	18	Ces essais ont permis de déterminer la Conductivité hydraulique (Ks) et d'analyser l'aptitude et la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol en surface (0-10 cm) et en subsurface (10 – 20 cm)
Ks en subsurface	2	1	3	

2.2.3. Inventaire floristique et estimation des services écosystémiques

Un inventaire de la végétation ligneuse a été réalisé sur des parcelles de 2 500 m², à l'intérieur desquelles l'ensemble des espèces végétales ligneuses rencontrées ont été recensées. L'inventaire a consisté à l'identification et au comptage systématique des espèces plantées, ensemencées et spontanées au niveau du site. Les paramètres dendrométriques qui ont été mesurés sont la circonférence et la hauteur. Les données sont traitées avec le logiciel XLStat.

Pour l'estimation de la biomasse herbacée, la méthode utilisée est celle de la récolte intégrale des carrés de rendement suivi de pesée : celle-ci consiste à couper au plus bas possible l'ensemble de la biomasse herbacée

2.2.4. Les enquêtes socioéconomiques

Les populations locales sont les premiers bénéficiaires de cette initiative de restauration des terres. La réussite de l'intervention dépend en effet, de leur implication dans la mise en œuvre des activités et la gestion du site. Ainsi, un questionnaire fut administré pour apprécier le niveau d'implication de ces populations dans la mise en œuvre des activités, leur perception sur les types d'ouvrage réalisé et les effets sur les offres des services écosystémiques. L'enquête a porté prioritairement sur les bénéficiaires jouissant des retombées immédiates des activités réalisées. Toutefois, pour garantir la neutralité des avis, l'enquête a été étendue sur des non-bénéficiaires. La méthode d'échantillonnage adoptée est un sondage aléatoire simple pour le cas des bénéficiaires. La taille de l'échantillon est alors déterminée avec intervalle de

confiance fixé à 90 %, une marge d'erreur de 10 % et un taux de non-réponse supposé à 5 %. Cet ainsi que 120 personnes fut interrogées dont 91 bénéficiaires, auxquels s'ajoutent 29 autres enquêtés qui ne sont pas des bénéficiaires directes. Les données collectées à travers l'administration du questionnaire ont été dépouillées et analysées avec le logiciel Sphinx plus²-V5©.

3. Résultats

3.1. Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol

Les échantillons analysés sont en moyenne de texture limono-sableuse sur les espaces pastoraux aménagés comme ceux non aménagés (Tableau 2). Toutefois, au niveau du site aménagés les sols sont relativement enrichis en éléments fins, en l'occurrence le limon et le sable fin qui représentent plus de 50% de la fraction minérale. L'analyse de la distribution granulométrique des échantillons montre que les sols se sont déposés en vrac, sans que joue un principe particulier de sélection. Elles sont caractéristiques des coulées boueuses et les formations de solifluxion. En dehors de la distribution granulométrique, les demi-lunes ont eu des effets assez significatifs sur la conductivité hydraulique des sols. Même si au niveau de la densité sèche et la porosité qui sont d'après la classification de FAO (1992), très mauvaise (moins de 40%), les impacts ne sont pas très remarquables à cause probablement du piétinement des animaux qui réencroûtent les sols, le taux d'infiltration des eaux dans les sols a fortement augmenté. En effet, sur la base de essais effectués, les conductivités hydrauliques $K(h)$ ont été déterminées sur le site aménagé et sur le témoin.

Tableau 3 : Grandeur de quelques caractéristiques physiques des échantillons analysés.

Types d'espaces	Argile (%)	Limon (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)	Texture	Densité apparente	Porosité	Conductivité hydraulique (Ks) mm /h
Espaces non-aménagé	3,8	10,04	31,37	54,8	Limono-sableux	1,64	38,27	19,73
Espaces aménagés	6,56	14,85	37,16	41,48	Limono-sableux	1,63	38,26	53,62

Les courbes de fréquence relative sont plurimodales et mettent en évidence la diversité et ou la variation de compétences d'agents de dépôts (Figure 2). Cet enrichissement du sol en particules

sableuses fines se traduit sur les courbes de fréquences cumulées passant de logarithmique pour les espaces non-aménagés à la forme sigmoïdale pour les échantillons pris sur le site aménagé.

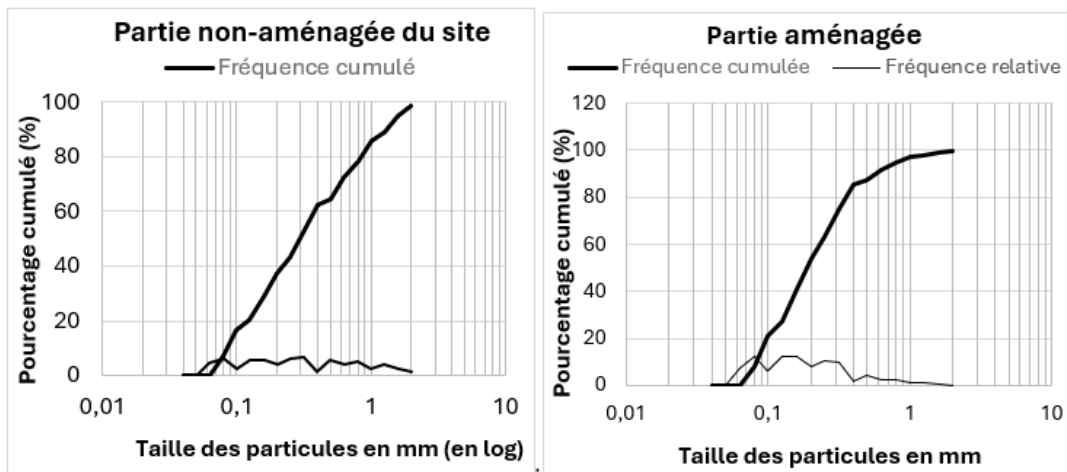


Figure 3 : Courbes des fréquences cumulées et relatives.

La figure 3 montre la lame d'eau infiltrée cumulée par pas de temps et la variation de la conductivité hydraulique en fonction des charges imposées. En extrapolant l'allure de $K(h)$ sur l'axe des ordonnées, on obtient $K(h=0)$ ou la conductivité hydraulique à saturation. La valeur de celle-ci est de l'ordre de 19,73 mm/h sur le témoin et 53,62 mm/h en moyenne sur le site aménagé avec des demi-lunes. Avec ces valeurs, cela veut dire que sur ce site pastoral, le ruissellement se déclenche dès que l'intensité des pluies atteint 20 mm environs, mais avec la réalisation des demi-lunes la pluie minimale pouvant générer le

ruissellement est de l'ordre de 40 à 50 mm. L'amélioration d'infiltration de l'ordre de 172% et l'aptitude au ruissellement sur les surfaces aménagées est réduite de moitié par rapport aux témoins.

Par ailleurs, en comparant les conductivités de surface et celles de subsurface, on constate que la différence n'est pas si remarquable, à cause probablement des piétinements des animaux qui réencroûtent les sols superficiellement.

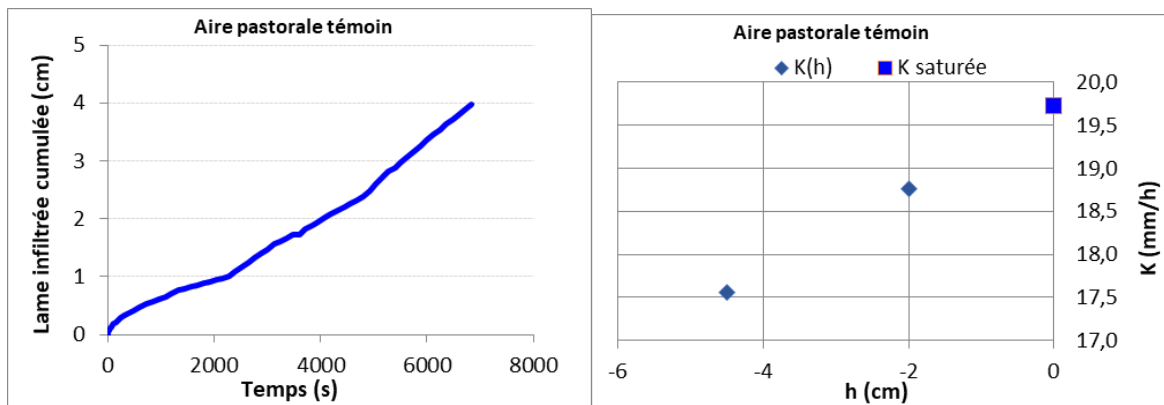


Figure 4 : Conductivité hydraulique en fonction de la charge matricielle et lame infiltrée cumulée.

Les résultats des analyses de sols montrent que les demi-lunes ont eu des impacts indéniables sur les propriétés chimiques des sols (Figure 4). Les effets varient dans l'espace car la composition des (10) échantillons se caractérise par une grande variation de la contenance des sols en éléments chimiques. En moyenne, la réalisation des demi-lunes a permis de

multiplier la somme des bases échangeables (potassium, magnésium et calcium) d'un ordre de 2 à 3. La capacité d'échange est passée de 6,4 à 13,4mèq/100g. La matière organique et le phosphore assimilable ont également connu une légère augmentation. En certains endroits, la teneur en MO a plus que doublé.

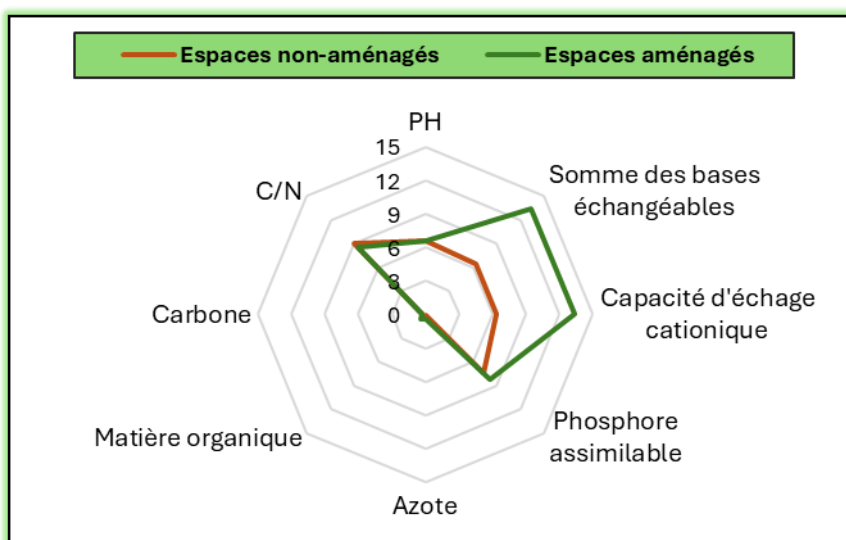


Figure 5 : représentation de la teneur des sols en éléments chimiques.

En somme, l'aménagement des espaces pastorales a permis de restaurer les qualités physiques et chimiques des terres et d'augmenter la capacité des sols à fournir du fourrage. Dans le site d'étude, les réalisations des ouvrages sont accompagnées des plantations des espèces ligneuses pour protéger les sols et

accélérer le processus de restauration environnementale. L'évaluation de la réussite de cette plantation sera présentée dans les points suivants.

3.2. Impacts écologiques des demi-lunes

La végétation est l'un des éléments essentiels pour la stabilisation des sols. C'est le principal bioindicateur de l'évolution de l'environnement. Cependant, d'après les populations locales, il y a quelques années le couvert végétal avait connu une dégradation imputable aux effets conjugués du climat et de l'action de l'homme. Cette dégradation s'était marquée par la disparition totale de certaines espèces comme : *Boswellia odorata*, *Commiphora africana*, *Ficus platyphylla*, *Deterium microcarpum*...etc, mais aussi la réduction de quelques espèces de grande importance pour la population comme : *Comiphora africana* (Dachi); *Anogeissus leiocarpus* (Marke); *Sclerocarya birrea* (Loula); *Mitragyna inermis* (Kabé); *Tamarindus indica* (tsamiya); *Annona senegalensis* (Gonda); *Cyperus alopecuroides* (Jiji)...etc. Cependant d'après toujours le témoignage des populations, plus de 80% des enquêtés ont affirmé que certaines espèces végétales, jadis perdues, ont

spontanément réapparu. Aujourd'hui, sur les espaces pastorales on rencontre l'abondance des herbacées comme : *Eragrostis tremula* (Komaya), *Alysicarpus ovalifolius* (Gadagui), *Andropogon gayanus* (Gamba), *Pennisetum pedicellatum* (Houra), *Cassia tora* (Tafassa), *Cenchrus biflorus* (Karanguiya), D'où l'augmentation des offres et services écosystémiques.

En effet, Pour rehausser la couverture végétale, les ouvrages réalisés étaient mis en valeur à travers des plantations des espèces ligneuses telle que : *Acacia nilotica* (Bagaruwa), *Acacia senegal* (Dakwara) et *Bauhinia rufescens* (Dirga/chichi); et l'ensemencement avec des herbacés tel que : *Eragrostis tremula* et *Andropogon gayanus*. La régénération naturelle assistée y est également très adoptée par les exploitants pour soutenir la réhabilitation de la végétation. La réussite de ces plantations et la densité des rejets naturels constituent des indicateurs importants d'appréciation du niveau de la restauration de terre. La figure 5 montre l'importance des demi-lunes dans le reboisement des zones récupérées.

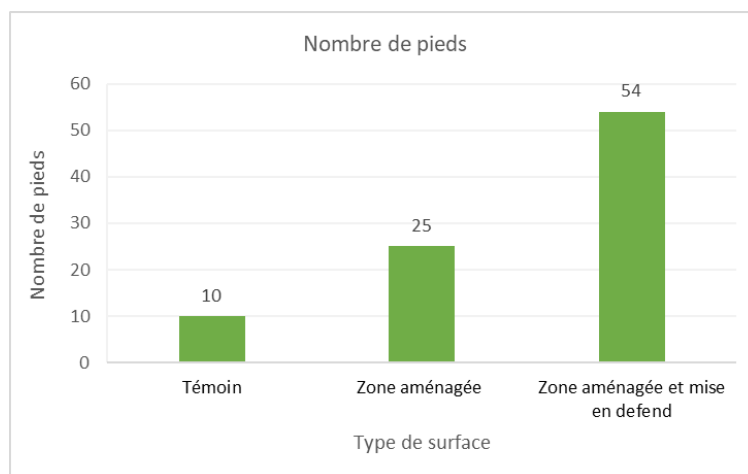


Figure 6 : Nombre de pied de ligneux sur 1/4 d'hectare.

Les mesures floristiques effectuées sur le site ont permis d'apprécier l'apport de la mise en valeur sur la couverture végétale. Cet ainsi qu'il a été noté un repeuplement végétal du site et le retour de la petite

faune. Les conditions écologiques sont donc nettement améliorées. La convention locale de gestion du site avait prévu la mise en défend d'une partie de la zone aménagée. Ainsi, pendant trois à quatre

ans, le 1/3 de la zone aménagée étaient gardés en défend pour favoriser la reprise des espaces fourrés dans la zone. D'après les observations terrain et les analyses, cette stratégie de gestion a bien tenu ses promesses car on y compte systématiquement 54 pieds de ligneux en moyenne, avec une hauteur moyenne de 2,3 mètres et une circonférence de 17,3

centimètres sur les placettes de 50m/50m. Le taux de réussite de plantation de cette partie surveillée du site est plus que satisfaisant. Par contre dans la périphérie du site, partie non surveillée, le nombre moyen de pieds est de 100 à l'hectare. Les photos ci-après donnent un aperçu de l'état du site en saison sèche et en saison pluvieuse.



Photos 1 : Site pendant la saison sèche à gauche ; site pendant la saison de pluie à droite.

En gros, les aménagements ont permis de réhabiliter le couvert végétal des espaces qui étaient complètement nus d'après le témoignage des populations locales. Cette réhabilitation de la végétation et sa diversité a fortement augmenté les capacités des écosystèmes à fournir des services au profit des populations.

3.3. Retour de l'écureuil et du lièvre à Dan Guéza : la grâce des ½ lunes

Le succès des plantations réalisées dans les aires pastorales eut des effets sur la faune. La densité des arbres a suscité le retour de plusieurs espèces sauvages dans la zone. Une vraie reconstitution de la chaîne alimentaire est en cours. En effet, les enquêtés témoignent le retour des espèces qui existaient jadis mais qui avaient disparu avec la dégradation du couvert végétal. Les observations sur le terrain ont permis de confirmer l'existence des espèces précitées

telles que les écureuils (*sciurus vulgaris*), le lapin (*oryctolagus cuniculus*), les canards sauvages (*anas platyrhynchos*), et plusieurs espèces de reptiles. La restauration des terres de la zone d'étude est donc un véritable facteur de revitalisation de l'écosystème.

3.4. Amélioration des services écosystémiques des espaces restaurés

D'après les résultats des enquêtes, 86% des bénéficiaires affirment qu'avant la réalisation des aménagements, leurs espaces sont presque nus et envahis par endroit par des espèces non-appâtées. La distance parcourue pour s'approvisionner en paille est assez longue, en moyenne 8 km. Aujourd'hui, les meilleurs espaces pastoraux sont aux alentours et attirent même des populations lointaines. L'aménagement de ces terres à vocation pastorales a donc renforcé la capacité du

site à assurer des services écosystémiques. En effet, l’approvisionnement des populations en divers produits se fait à partir des zones traitées. Les services d’approvisionnement concernent les

produits directement utilisables par les paysans comme le bois, la paille et les produits utilisés dans la médecine traditionnelle locale.



Photos 2 : Ravitaillement et stock de foin sur le site.

L’exploitation d’une partie du site est organisée par un comité de gestion. Avec cette organisation, les hectares sous surveillances, sont exploités par les bénéficiaires directs des activités pour la production de paille, foin et des semences. Ces derniers viennent, après les travaux champêtres, sous la convocation du comité, faucher le fourrage sur les 2/3 de la zone. La coupe systématique de paille sur 100 m² permet de ramasser entre 8 et 12 fagots de 10 kg. Le tapi herbacé fourni, offre en moyenne 112 fagots de 10kg de paille sèche et 31 fagots de de 10kg de foin à l’hectare. La production est gérée par des initiative visant à renforcer la résilience communautaire.

En effet, la quantité du foin est paille produite est stockée jusqu’au mois d’Avril-Mai, période à laquelle elle sera revendue aux bénéficiaires et au niveau des marchés hebdomadaires. La recette issue de cette vente est ensuite utilisée pour acheter des céréales afin de les vendre aux bénéficiaires à un prix modéré en période de soudure ou d’intense activité (Juin-Août). Cette recette permet à la fois d’alimenter les banques d’intrants communautaires, d’assister financièrement les démunis, de réaliser des travaux d’intérêt collectif et même de contribuer au fonctionnement de la mairie.

Tableau 3 : Répartition de recette d’exploitation du site selon la convention locale.

Acteurs/Parties	Bénéficiaires	Comité de gestion	Mairie	Entretien du site
Part de recette (%)	30	20	10	40

Le fourrage est très disponible sur plus de 200 hectares. Ce qui a permis aux populations des développer l’embouche. Le nombre de tête de bétail par personne a augmenté au niveau de 83,33% des ménages bénéficiaires. Les services de régulation sont également évoqués par 46% les populations. Les personnes

enquêtées expliquent bien les effets de espaces reboisés sur la température ambiante. Ils soulignent également l’augmentation de la fertilité du sol, la réduction de l’érosion et le maintien de l’eau. La figure n°6 présente les effets perçus de la récupération des terres sur les offres et services écosystémiques.

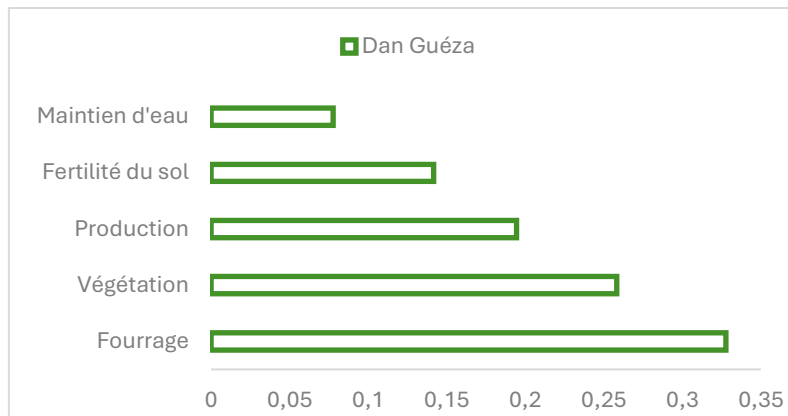


Figure 7 : Effets perçus de la restauration sur les services écosystémiques.

Ainsi, les effets perçus portent sur les 3 ressources naturelles rurales à savoir eau, sol et végétation et concernent les services écosystémiques d'approvisionnement (fourrage, végétation et production agropastorale) et de régulation (fertilité des sols et maintien de l'eau). Le fourrage et la végétation sont de loin les plus évoqués. Leurs parts cumulées couvrent entre 53 et 63 % des réponses.

4. Discussion

L'analyse des données collectées sur le terrain montre que la réalisation des demi-lunes constitue le principal facteur de la réhabilitation de l'écosystème pastoral dans le village de Dan Gueza (Commune de Gaffati). Les impacts des ouvrages sont inéluctables. En effet, sur le sol, les effets des aménagements se traduisent par une importante augmentation de la porosité et l'infiltrabilité de l'eau dans les sols. Les demi-lunes ont augmenté l'infiltration des eaux d'un facteur de 3 à 4 en moyenne par rapport à la zone non traitée. Le ruissellement et l'érosion sont nettement cassés. Les espaces aménagés avec les demi-lunes ont la capacité de retenir plus de 50mm de pluie sans générer de ruissellement alors que 20mm de pluie sont susceptibles de déclencher le ruissellement sur les zones non traitées. Ces résultats sont en accord avec les conclusions de plusieurs

travaux qui concluent que les demi-lunes font partie des ouvrages de récupération des terres les plus performantes dans la maîtrise des eaux (Coulibaly et al., 2022; Zougmore et al., 2014; Zouré, 2019).

En plus des effets sur l'hydrodynamique du sol, les demi-lunes ont également agi sur la qualité chimique des sols. L'analyse des données a montré que grâce aux aménagements les sols du site sont chimiquement aptes à soutenir la croissance des végétaux. Avant, les sols étaient compacts, encroutés et très carencés en matière organique et éléments nutritifs. Les demi-lunes ont permis d'augmenter à plus de 50% le taux de phosphore, la capacité d'échange et les bases échangeables. Il est déjà connu que dans les régions du Sahel, où les sols sont encroutés, avec de faibles teneurs en matière organique, les demi-lunes ont joué un rôle crucial dans l'amélioration de l'infiltration et de la conservation de l'humidité tout en garantissant une production agricole durable (Ouamega-Nikiema, 2019; Roose, 2018). En termes de restauration écologique, les ouvrages réalisés ont eu un impact positif sur la reconstitution de la végétation ligneuse et herbacée (par rapport aux zones alentours sans aménagement). La densité et le nombre d'espèces végétales et la composition floristique sont nettement améliorés. Le taux de survie des plantations

réalisées tourne autour de 50 à 80% en fonction des zones du site. Sur ¼ d'hectare, on dénombre en moyenne 88 pieds d'espèces ligneuses plantées et spontanées contre 49 pieds sur la même unité de surface dans les zones périphériques du site. C'est dire que le système de gestion du site, basé sur la surveillance a joué un rôle clé dans le succès des plantations réalisées. Ce retour de la végétation est de rapporté par (A. Abdou et al., 2021; Manzo et al., 2020 ; Laminou O et al, 2020) qui ont montrent une amélioration du couvert végétal et l'apparition d'une végétation spontanée de 69 espèces dont 11 ligneuses et 58 herbacées au Niger.

Les sols constituent la base des services écosystémiques essentiels et de la sécurité alimentaire (Rojas and Caon, 2016). En effet, l'amélioration de la qualité de sols et du couvert végétal a permis une diversification des offres des services écosystémiques dans la zone. Les populations qui parcouraient plusieurs kilomètres pour se ravitailler en paille, foin et bois ont témoigné à 80% que la restauration des terres a soulagé leurs souffrances et à contribuer au développement de l'élevage du fait de la disponibilité et la proximité des ressources. Cette réalité corrobore les résultats de plusieurs travaux qui ont souligné que les écosystèmes restauré avec succès fournissent des biens et des services, allant de la production de bois de chauffage, de fourrage et d'aliments (Zongo, 2016; Zougmore et al., 2014). Le site de Dan Gueza est donc un exemple de restauration réussie, les ouvrages ont permis de redonner vie à l'écosystème qui, aujourd'hui est marqué par le retour de la végétation, de la petite faune et une vraie reconstitution de la chaîne alimentaire. Les populations de la zone sont résiliente grâce aux ressources mobilisées sur le site. Des études sur les ouvrages CES/DRS ont montré que la restauration des

écosystèmes peut potentiellement produire des multiples avantages sociaux et environnementaux. Une restauration réussie permet d'accroître la résilience des populations face aux effets des changements environnementaux (Maisharou et al., 2015; Ouattara et al., 2015). Cependant, les avantages socio-économiques des sites restaurés ne profitent souvent pas à toutes les parties prenantes, particulièrement aux communautés locales dispersées et marginalisées. Pour parait à cette tard les populations de la zone ont mis en place un système de gestion basé sur l'implication de tous et le partage des ressources. Ainsi, au-delà des bénéficiaires qui exploitent le site, la mairie et les couches vulnérables de la population profitent des revenus générés à travers la promotion des AGRs et la vente à prix modéré du stock céréalier des banques agricoles ravitaillées à travers l'agent de vente de paille et foin produits sur le site.

5. Conclusion

Ce travail a permis de mettre en évidence les succès enregistrés sur le site de récupération des terres à vocation pastorale de Dan Gueza. Au niveau de ce site, la réalisation des demi-lunes a permis de redonner à la terre ses aptitudes culturelles et d'améliorer le couvert végétal. Il a été noté un repeuplement végétal et une augmentation de la densité et la composition floristique, d'où le retour de la petite faune. L'aménagement en demi-lune a produit un bon résultat. Les principaux facteurs de cette réussite sont l'approche de mise en œuvre des activités de récupération dans la zone, et le système de gestion du site. Celles-ci sont basés sur l'implication des populations dans le choix des espèces plantés, le gardiennage du site et le partage des ressources générées entre les acteurs (bénéficiaires, non-bénéficiaires

et collectivité). Les effets de ce site se traduisent par une grande disponibilité des ressources et une amélioration des offres et services écosystémiques. Ce qui a permis d'accroître la résilience des populations face aux chocs et effets des changements environnementaux.

6. Remerciements

Ce travail est réalisé avec l'appui du Programme Alimentaire Mondial dans le

cadre d'un partenariat stratégique avec l'université André Salifou de Zinder. Les auteurs remercient le PAM, bureau de Zinder pour avoir accepté de prendre en charge les analyses des sols au laboratoire de l'INRAN.

7. Bibliographie

- Abdou, A., Issifou, A., Soukaradji, B., Moustapha, A. E. M., & Ali, M. (2021). Impacts des banquettes et demi-lunes forestières sur les caractéristiques physico-chimiques du sol et la diversité végétale spontanée dans l'Ouest nigérien. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 34(3), 583-600.
- Abdou, O. M., Saidou, S., & Guimbo, I. D. (2022). Dynamique spatio-temporelle de la dégradation des terres dans les communes rurales de Simiri et Tondikiwindi du département de Ouallam, région de Tillabéri (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(5), 2143-2157.
- BELABED, A. (2013). *Evaluation de l'impact des aménagements pastoraux sur la restauration des pâturages dégradés du couloir Taourirt-Taforalt (Maroc oriental)* [PhD Thesis]. Université Mohammed Premier.
- Coulibaly, K., Bagnian, I., Zakou, A., & Nacro, H. B. (2022). Perception Paysanne des Techniques de Conservation des Eaux et des Sols et de Défense et Restauration des sols (CES/DRS) en Afrique de l'Ouest : Cas du Burkina Faso et du Niger. *European Scientific Journal, ESJ*, 18(27), 121-141.
- Descroix, L., Mamadou, I., Malam Abdou, M., Bachir, A., Bouzou Moussa, I., Lebreton, E., & Souley Yero, K. (2012). Etat des lieux et proposition de restauration des sols sur le bassin versant de Tondi Kiboro (Niger). *Lutte antiérosive : Réhabilitation des sols Tropicaux et Protection Contre les Pluies Exceptionnelles ; Colloques et Séminaires*, 10.
- INS, I. (2012). *Recensement général de la population et de l'habitat du Niger : Rapport final, institut nationale de la statistique république du Niger*. Institut National de Statistique.
- Issoufou M, Ado D, & Bourema O. (2018). Evolution de l'occupation des sols dans la partie nord du dallol Bosso, départements de Filingué et Balleyara, région de Tillabéri-Niger. *European Scientific Journal*.

<https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n30p391>

- Maisharou, A., Chirwa, P. W., Larwanou, M., Babalola, F., & Ofoegbu, C. (2015). Sustainable land management practices in the Sahel : Review of practices, techniques and technologies for land restoration and strategy for up-scaling. *International Forestry Review*, 17(3), 1-19. <https://doi.org/10.1505/146554815816006974>
- Manzo, O. L., Amani, A., Guimbo, I. D., Rachidi, A. H., & Mahamane, A. (2020). Impacts des banquettes dans la récupération des terres dégradées au Niger. *Journal of Applied Biosciences*, 151(1), 15510-15529.
- Ouamega-Nikiema, M. (2019). *Les demi-lunes, une technique agricole efficace pour la mise en culture des terres abandonnées*. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/101549>
- Ouattara, K., Barron, J., Ouedraogo, I., & Gordon, L. J. (2015). Etats des écosystèmes sahéliens : Reverdissement, perte de la diversité et qualité des sols. *Afrique science*, 11(5), 433-446.
- Reij, C., Pasiecznik, N., Mahamoudou, S., Kassa, H., Winterbottom, R., & Livingstone, J. (2021). Les succès de la restauration des terres arides au Sahel et dans la Grande Corne de l'Afrique montrent comment élargir l'échelle et l'impact. *ETFRN News60*, 1-28.
- Republique du Niger. (2016). *POLITIQUE NATIONALE EN MATIERE D'ENVIRONNEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLE AU NIGER* (p. 34) [Document de planification].
- Roose, É. (2018). *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens : Contribution à l'agroécologie*. IRD Éditions.
- Saidou, A. K., & Ichaou, A. (2016). Gestion durable des sols au Niger : Contraintes, défis, opportunités et priorités. *La gestion durable des sols: clé pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique*. *FAO: Nature & Faune*, 30(1), 31-34.
- Sanoussi A, Francois A, & Sidi OM. (2010). Evolution récente de la population, de l'occupation des sols et de la diversité floristique sur un terroir agricole du SudOuest du Niger. *Sciences & Nature*, 7(2) : 119-129. 2010.
- Soumana, M. A., Abdou, M. M., & Mayaki, Z. A. (2020). Contraintes d'adoption des innovations technologiques de récupération des sols dans la production agricole : Cas de Ouallam dans l'Ouest du Niger. *Afrique Science*, 16(3), 186-199.
- 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*.
- Zougmoré, R., Jalloh, A., & Tioro, A. (2014). Climate-smart soil water and nutrient management options in semiarid West Africa : A review of evidence and analysis of stone bunds and zai techniques. *Agriculture & Food Security*, 3(1), 16.

<https://doi.org/10.1186/2048-7010-3-16>

Zouré, C. O. (2019). *Étude des Performances Hydrologiques des Techniques Culturelles dans un Contexte de Changement Climatique en Zone Sahélienne du Burkina* [PhD Thesis]. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE

Zouré, C. O., Karambiri, H., Dial, N., Queloz, P., Koita, M., Fowé, T., Consuegra, D., & Yonaba, R. (2017). Impacts des pratiques culturelles sur le fonctionnement des hydrosystèmes dans le bassin versant de Tougou au Burkina Faso. *Actes de conférence Eau-Société-Climat 2017 (ESC-2017), 2-4 octobre 2017, Hammamet, Tunisie.*

Qualité nutritionnelle et aptitude des gousses de *Piliostigma reticulatum* à la fabrication de boisson

Soufianou Chaibou Oumarou^{1*} et Issoufou Amadou²

¹Ecole Doctorale Sciences, Ingénierie, Santé et Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger.

²Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger.

*Correspondance : Soufianou Chaibou Oumarou ; email : schaibououmarou@gmail.com ;
Phone. + 227-2041-0132 ; Fax : + 227-2041-0133

Résumé

Depuis l'antiquité, l'homme a su profiter et profite encore des plantes sauvages pour s'alimenter et traiter ces maux. De nos jours, le recours aux produits forestiers pour l'alimentation humaine prend ainsi de plus en plus de l'ampleur, au point où certains de ces produits sont aujourd'hui rentrés dans les habitudes alimentaires normales des populations. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'aptitude des gousses de *Piliostigma reticulatum* à la fabrication de jus. La méthodologie utilisée dans ce travail comprend la recherche bibliographique et le diagramme de fabrication de la poudre des gousses de *P. reticulatum*. L'analyse de la composition approximative de la poudre des gousses a été réalisée. Il ressort de ce travail que le *P. reticulatum* est une espèce très nutritive utilisée autant dans l'alimentation humaine qu'animale. *P. reticulatum* est connue et utilisée par les populations, ses feuilles et ses fruits sont les parties les plus utilisées comme aliments. Il ressort également des résultats sur des valeurs nutritives dont les protéines (6.69%), glucides (73.10%), lipides (0.03%), en plus des minéraux tel que le calcium, fer, magnésium et zinc avec 1782 ; 79,87 ; 1900 et 21,98 mg/100g respectivement. Ces résultats indiquent que la poudre des gousses de *P. reticulatum* est très riche en glucides et en sels minéraux. Ainsi, d'après la composition biochimique et l'utilisation alimentaire de *P. reticulatum*, la poudre de ses gousses peut être utilisée pour la fabrication de jus.

Mots clés : *Piliostigma Reticulatum* ; Gousses, Poudre, Boisson, Alimentation

Summary

Depuis l'antiquité, l'homme a su profiter et profite encore des plantes sauvages pour s'alimenter et traiter ces maux. De nos jours, le recours aux produits forestiers pour l'alimentation humaine prend ainsi de plus en plus de l'ampleur, au point où certains de ces produits sont aujourd'hui rentrés dans les habitudes alimentaires normales des populations. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'aptitude des gousses de *Piliostigma reticulatum* à la fabrication de jus. La méthodologie utilisée dans ce travail comprend la recherche bibliographique et le diagramme de fabrication de la poudre des gousses de *P. reticulatum*. L'analyse de la composition approximative de la poudre des gousses a été réalisée. Il ressort

de ce travail que le *P. reticulatum* est une espèce très nutritive utilisée autant dans l'alimentation humaine qu'animale. *P. reticulatum* est connue et utilisée par les populations, ses feuilles et ses fruits sont les parties les plus utilisées comme aliments. Il ressort également des résultats sur des valeurs nutritives dont les protéines (6.69%), glucides (73.10%), lipides (0.03%), en plus des minéraux tel que le calcium, fer, magnésium et zinc avec 1782 ; 79,87 ; 1900 et 21,98 mg/100g respectivement. Ces résultats indiquent que la poudre des gousses de *P. reticulatum* est très riche en glucides et en sels minéraux. Ainsi, d'après la composition biochimique et l'utilisation alimentaire de *P. reticulatum*, la poudre de ses gousses peut être utilisée pour la fabrication de jus.

Mots clés : *Piliostigma Reticulatum* ; Gousses, Poudre, Boisson, Alimentation

1. Introduction

Bien avant l'agriculture et jusqu'à nos jours l'homme a su profiter et profite encore des plantes sauvages pour tous ces besoins en alimentation, pour la médecine et bien d'autre. C'est dans ce sens que les forêts ont été sollicitées pour les multiples produits et avantages qu'elles offrent (nourriture, combustibles, remèdes, etc.) (Ickowitz et al., 2022). Sur le plan alimentaire, les ressources forestières fournissent d'importants compléments pour la population, à travers la consommation des feuilles, fruits et noix de certaines espèces, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Melo et al., 2021 ; Duffy et al., 2021).

Cependant, les plantes alimentaires cueillies et autres « aliments sauvages », jouent un rôle crucial dans de nombreux systèmes alimentaires que l'on peut résumer en deux points dont entre autres l'amélioration de la résilience du système alimentaire et la diversification de la qualité de l'alimentation (King et al., 2013). Dans un pays comme le Niger, la population dépend à 40% de la végétation dans l'alimentation de bétail, la pharmacopée et l'alimentation humaine (Ali et al., 2016).

Les Espèces Ligneuses Alimentaires (ELA) regroupent tous les ligneux qui procurent des feuilles, des fleurs, des fruits, des graines ou autres parties utilisées pour la

consommation humaine (Borelli et al., 2022). *Piliostigma reticulatum* fait partie de ces espèces connue dans toutes les localités du Niger. Appelé souvent en langue Kalgo ou Kossey c'est un arbuste qui colonise divers sols. De croissance lente, *P. reticulatum* possède de nombreux usages (alimentation humaine et animale, la pharmacopée traditionnelle...) qui expliquent son exploitation par les populations. Plus abondante dans les bas-fonds, les plaines et le long de certaines routes ou pistes, sa vitesse de croissance est liée surtout à la pluviométrie, aux pressions humaines et au pâturage des ruminants. Malgré son importance dans la vie quotidienne des populations, la plantation ou le semis de l'espèce n'entrent pas dans les mœurs.

Ces feuilles, ces fruits ainsi que ces racines sont utilisés dans l'alimentation humaine. Cette espèce fortement exploitée, se régénère de façon quasi naturelle et de façon assistée. La régénération naturelle assistée (RNA) est le mode de régénération le mieux connu et le plus pratiqué en milieu paysan (Ali et al., 2016). La RNA est la systématisation de la repousse et de la gestion des arbres et arbustes à partir de souches d'arbres abattus, de systèmes racinaires ou graines en germination, ou de fourrés boisés (Lawali et al., 2018).

Au regard du regain d'intérêt porté par les populations locales à cette espèce, qui

semble adaptée à la dégradation des conditions climatiques, il apparaît nécessaire qu'une place plus importante lui soit accordée dans les thèmes de la recherche. En effet, depuis les années 80, les ethno-nutritionnistes ainsi que d'autres chercheurs étudient le rôle et l'importance des aliments sauvages dans le régime alimentaire de nombreuses populations ainsi que le rôle qu'ils peuvent jouer dans l'amélioration des résultats nutritionnels. Selon certaines études, les impacts nutritionnels peuvent être significatifs (Azimi et al., 2020). Ce travail se donne l'objectif d'évaluer l'aptitude des gousses de *P. reticulatum* à la fabrication de jus. Entre autres de faire ressortir l'utilisation alimentaire (alimentation humaine et animale) ; en plus d'établir le procédé de fabrication du jus.

Utilisation de *P. reticulatum* dans l'alimentation

L'homme fait souvent recours aux espèces ligneuses alimentaires (ELA) pour satisfaire ses besoins alimentaires, en bois de services, en bois d'énergie, en pharmacopée traditionnelle ou comme source de revenus. *P. reticulatum* est classé comme espèce ligneuse alimentaire parce que ses feuilles, ses fruits constituent une alimentation humaine, notamment dans certains pays Africains à l'instar du Niger, Burkina Faso, Nigeria, etc., (Boualam et al., 2021 ; Moussa et al., 2020).

C'est une légumineuse à usages multiples pour les populations rurales sahéniennes. Chaque partie de la plante connaît une utilisation donnée.

Alimentation humaine

Au Niger tout comme au Burkina Faso et dans d'autres pays du sahel, les jeunes feuilles, les fruits et les racines sont cuits et consommés par la population ou les

animaux. Il ressort des littératures qu'au Sahel les gousses du *P. reticulatum* sont collectées et transformées. La procédure de transformation des gousses consiste à les sécher au soleil puis à les concasser dans des mortiers en même temps que les graines. En fin une farine est obtenue des gousses sèches avec ration de 1 Kg de farine pour 8 Kg des gousses sèches. Cette farine est conditionnée en unités de 50 kg et/ou dans des plats principalement destinés à la vente (Dao et al., 2016). *P. reticulatum* est une plante polyvalente précieuse qui donne toutes sortes de produits utiles. Cependant, il n'y a pas de statistiques concernant leur production et leur commerce. D'autre part, l'arbre est épargné lors des travaux de préparation du terrain et maintenu dans les systèmes agroforestiers. La densité de l'espèce dans les parcs naturels est variable. Au Soudan les feuilles sont utilisées pour envelopper les aliments. On ajoute les feuilles cuites à l'eau, à la bouillie de céréales pour l'acidifier et pouvoir la conserver plusieurs jours (Yelemou et al., 2007). Les jeunes fruits se consomment comme légume et les graines comme condiment ou comme aliment en période de disette (Anderson et al., 2021).

Alimentation animale

Pour l'alimentation animale, les gousses de *P. reticulatum* écrasées sont mélangées au son du céréale disponible comme le maïs, sorgho ou du mil et servent d'aliment de bétail. Sous la forme farine, ces gousses font de plus en plus l'objet de commerce sur certains marchés locaux du Sahel (Yelemou et al., 2012). Dans une étude faite au Nigeria, il a été constaté que la supplémentation alimentaire des gousses du *P. reticulatum* est très nutritive chez les chèvres et n'affecte pas leur prise alimentaire ni leur gain de poids corporel. L'étude a montré que les gousses du *P.*

reticulatum sont bien acceptées et n'ont aucun effet néfaste sur la fermentation des ruminants et sur leur gain de poids corporel (Abdurrahman et al., 2018). L'apport nutritionnel des gousses du *P. reticulatum* à l'issue d'une étude a montré chez les ruminants une augmentation d'un poids journalier d'environ 28-30g par jour et d'après le profilage sanguin pour l'évaluation de l'état de santé des bétails, il n'y a pas eu de mortalité et aucun signe de

maladies n'a été observé (Zubair et al., 2019).

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel

Le matériel biologique utilisé est constitué de gousses cueillis directement du pied d'un *P. reticulatum* par répétition (Figure 1).



Figure 1 : Pied, gousses et poudre des gousses de *P. reticulatum* de la gauche vers la droite © Amadou_I-Photo.

2.2. Méthodes

La méthodologie utilisée dans le cadre de ce travail comprend la recherche bibliographique et le diagramme de fabrication de la poudre des gousses de *P. reticulatum*. Des analyses ont été réalisées pour avoir la composition approximative de la poudre des gousses. Ces analyses sont portées sur le dosage des teneurs en cendres, en composés organiques (protéines, lipides, glucides, valeur énergétique) et en minéraux calcium (Ca), magnésium (Mg), fer (Fe) et Zinc (Zn) selon les méthodes standards d'AOAC (1990).

Détermination de la teneur en eau

La détermination de la teneur en eau a été effectuée après un séchage à l'étuve des échantillons à la température de 105 °C pendant 24 heures, jusqu'à un poids constant.

❖ Mode opératoire

La teneur en eau des échantillons a été déterminée par pesées avant et après passage à l'étuve à une température de 105±2°C pendant 24 h. Ainsi, 2g de l'échantillon constituant la prise d'essai (Pe) sont pesés dans des creusets ayant un poids à vide (P0) puis placés à l'étuve pendant 24h. Au bout des 24h les creusets sont retirés de l'étuve, refroidis dans un dessiccateur pendant 30 minutes, puis pesés à nouveau et le poids final (Pf) a été noté.

❖ Mode de calcul

La teneur en eau ou % d'humidité est déterminée par la relation suivante :

$$\% \text{ Humidité} = \left(1 - \frac{(Pf - P0)}{Pe}\right) * 100$$

- Pe = prise d'essai
- P0 = poids à vide du creuset

- Pf = poids final (creuset+ Pe) en gramme

A partir de ce pourcentage en eau ; on déduira la teneur en matière sèche (MS) dans 100g à travers la formule :

Matière sèche = 100 - %Humidité

Détermination de la teneur en cendres

▪ **Principe**

Une masse m de l'échantillon est soumise à une température de 550°C durant 4h dans un four à moufle. Après l'incinération, la matière organique se consume et la matière résiduelle (cendres blanches) est appelée matière minérale.

▪ **Mode opératoire**

L'incinération est réalisée afin de calciner toute la matière organique et d'obtenir la totalité des cations (ammoniac exclu) sous forme des carbonates et autres sels minéraux anhydre.

Des creusets sont séchés à l'étuve à 105 °C pendant 30 minutes et refroidis au dessiccateur puis pesés (P₀). Ensuite 5g (P_e) de l'échantillon sont introduits dans ces creusets et portés pour une incinération au four à 550 °C pendant 3h. A la fin de l'incinération, les creusets sont retirés et refroidis au dessiccateur pendant 30mn avant d'être pesé (P_f).

Le pourcentage en cendres a été déterminé par la relation suivante :

$$\% \text{Cendre} = \left(\frac{P_f - P_0}{P_e} \right) * 100$$

- P_e = prise d'essai ;
- P_f = poids final après l'incinération ;
- P₀ = poids à vide des creusets

Détermination de la teneur en protéines

▪ **Principe**

La méthode de Kjeldahl (AOAC, 1990) permet de doser l'azote contenu dans les

groupements amines, amides, nitrites et acides nucléiques. Ainsi, on obtiendra l'azote total. Cette méthode a été réalisée suivant les étapes essentielles ci-après : la minéralisation, distillation suivie de la titration.

▪ **Mode opératoire**

Les matras ont été d'abord numérotés puis introduit dans chacune : 0,2 g de l'échantillon + une pastille de catalyseur Kjeldahl + 10ml d'acide sulfurique concentré. Le mélange a été ensuite minéralisé sur un bloc chauffant à une température de 100 à 550°C environ 3heures. La minéralisation est terminée lorsque la solution devient verte-claire. Le produit obtenu après minéralisation est appelé minéralisât. Ce dernier a été d'abord refroidi, puis placé dans le dispositif de distillation- titration.

Une fois, le cycle d'analyse démarré, la distillation suivie de la titration a automatiquement eu lieu en présence de la solution de NAOH 10 N (neutralisant), de l'acide sulfurique 0,2 N (titrant), de l'eau distillée, de l'indicateur coloré (40 g d'acide borique dissout dans 1l d'eau distillée + 15 ml de rouge de bromocrésol). A la fin du processus la teneur en protéine totale a été déterminée à travers la relation suivante :

$$\% \text{Protéine} = 6,25 \times \% \text{N}$$

avec N : Pourcentage en Azote

Détermination de la teneur en lipides

La détermination de la teneur en matière grasse a été effectuée selon la méthode d'extraction par soxhlet en utilisant l'hexane comme solvant à reflux AOAC (1990).

▪ **Principe**

Les lipides sont des composés solubles dans les solvants organiques (éther de pétrole, hexane). Le principe est basé sur l'extraction d'une prise d'essai à l'hexane

par percolation suivie d'une élimination du solvant par distillation et enfin d'une dessiccation du résidu à l'étuve de celui-ci.

▪ **Mode Opérateur**

Le ballon est d'abord lavé et séché à l'étuve. Le poids à vide du ballon (P_0) est noté. Cinq (5) grammes (P_e) de l'échantillon ont été introduits dans les cartouches d'extraction, puis bouché avec du coton et placé dans le Soxhlet. Le ballon a été rempli de 150 ml d'hexane avant d'être relié au Soxhlet. Celui-ci est relié à un système de réfrigération et est mis en connexion avec un cryostat permettant de condenser les vapeurs du solvant destinées à entraîner les lipides. Le processus d'extraction a duré 4 heures. Le ballon a été ensuite séché à l'étuve à 105°C avant d'être refroidi au dessiccateur pendant 10 minutes puis pesé (P_f).

La teneur en lipides totaux a été obtenue selon la relation suivante :

$$\% \text{Lipides totaux} = \left(\frac{P_f - P_0}{P_e} \right) * 100$$

- P_0 = masse du ballon à vide (g) ;
- P_f = masse du ballon contenant la matière après son extraction (g) ;
- P_e = prise d'essai (g)

Détermination de la teneur en glucides totaux

La teneur en glucides a été déterminée selon la méthode différentielle décrite par Al-Hooti et *al.* (1998) :

$$\% \text{ Glucides totaux} = 100 - [(\% \text{ Eau} + \% \text{ Cendres} + \% \text{ Protéines} + \% \text{ Lipides})]$$

Détermination de la teneur en éléments minéraux

▪ **Principe**

Le principe consiste à faire les cendres dans un four à moufle à 550°C pendant 8h, après ces cendres sont reconstituées dans des fioles avec de l'eau distillée (Lecoq, 1965).

❖ **Dosage de Calcium (Ca) et de Magnésium (Mg)**

La teneur en Ca et Mg a été déterminée par la titrimétrie, la cendre préalablement obtenue par incinération est mise en solution dans 250ml d'eau distillée.

- **Calcium** : Un échantillon de 50 ml a été prélevé pour le dosage du Calcium dans lequel sont introduits deux gouttes de bleu d'eriochrome (indicateur) et 3 ml de solution de NaOH (1N), le mélange est titré avec une solution de l'EDTA 0,02N (acide éthylène diamine tétra-acétique) jusqu'au virage à la couleur bleue et le volume de l'EDTA versé est noté pour le calcul de la concentration et de la teneur en élément Calcium contenu dans l'échantillon.
- **Magnésium** : Pour le dosage du Magnésium, 50 ml de la solution (cendres et eau distillée) ont été prélevés, deux gouttes de noire d'eriochrome (indicateur) et 4 ml de solution tampon (pH=10) sont ajoutés. Le mélange est dosé avec l'EDTA (0,02N) jusqu'au virage à la couleur bleue, ainsi on note la TH (titre hydrotimétrique) pour le calcul de la teneur en Magnésium contenu dans l'échantillon.

$$Ca = \frac{[Ca^{2+}] * Vt}{Pe} \quad Mg = \frac{[Mg^{2+}] * Vt}{Pe}$$

Avec

Ca : teneur en calcium (mg/100g),
 $[Ca^{2+}]$: concentration en ion calcium de la solution prélevée (mol/l),

Mg : teneur en magnésium (mg/100g),
 $[Mg^{2+}]$: Concentration en ion magnésium de la solution prélevée (mol/l),

Vt : volume total de la solution préparée (ml),

Pe : prise d'essai pour la cendre (g).

❖ Dosage de Fer (Fe)

La teneur en fer a été déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre (DR 3900). Deux échantillons de 10ml ont été prélevés (placé dans une cuve ronde avec bouchon) de la solution de 100ml précédemment préparés et filtrée. Les deux échantillons sont le blanc (rien n'a été ajouté), et la solution à analyser dans laquelle a été introduit une pochette de réactif de fer (Ferrover) qui fait virer la solution au rouge en présence d'élément fer dans l'échantillon. L'appareil a été calibré à 265 nm comme longueur d'onde utilisée pour l'élément fer. Pour la précision des résultats, le zéro de l'appareil a été fait avec le blanc, ensuite on introduit l'échantillon à analyser.

Après l'analyse l'appareil affiche la concentration en ion fer contenu dans l'échantillon, cette dernière est notée pour le calcul de la teneur en élément fer contenu dans l'échantillon.

$$Fe = \frac{[Fe^{+}] * Vt}{Pe}$$

Avec Fe (mg/100g) : la teneur en élément fer, $[Fe^{+}]$: concentration en fer de la solution prélevée (mol/l), Vt (ml) : Volume totale de la solution préparée, Pe : prise d'essai pour la cendre.

❖ Dosage du Zinc

Le dosage de zinc est réalisé par spectrométrie d'absorption atomique. La solution d'analyse est mesurée soit directement, soit après dilution 2 à 10 fois avec HCl à 2 %. Longueur d'onde : 213,8 nm. Le dosage du zinc est perturbé par des contaminations de toutes sortes : verrerie, réactifs, poussières ... C'est pourquoi des précautions spéciales doivent être prises : en particulier ne pas omettre de faire un essai à blanc comprenant toutes les opérations, y compris celles de la minéralisation et de la mise en solution.

Operations unitaires de fabrication de la poudre de *P. reticulatum*

La transformation de gousses en poudre de *P. reticulatum* à travers les opérations unitaires de fabrication (Figure 2).

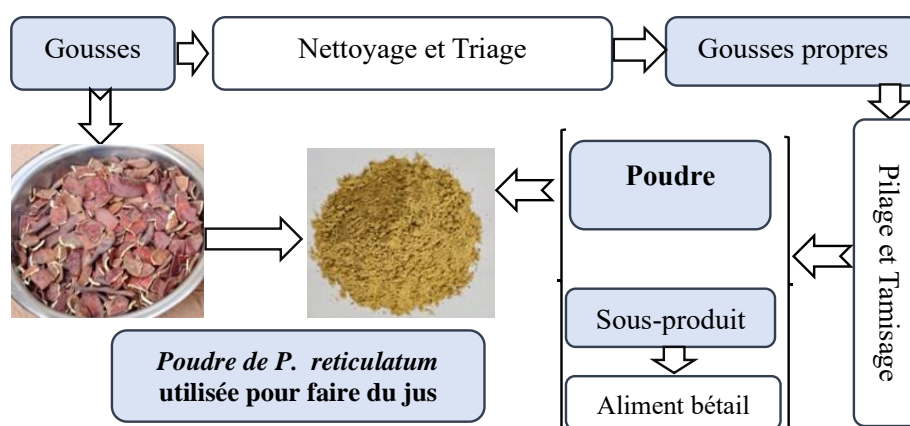


Figure 2 : Operations unitaires de fabrication de la poudre de gousses de *P. reticulatum*.

3. Résultats et Discussion

Composition biochimique de la poudre de *P. reticulatum*

L'analyse des paramètres biochimiques sur la poudre de *P. reticulatum* a permis d'obtenir les résultats innovants (Tableau 1)

Tableau 1 : Composition biochimique de la poudre de *P. reticulatum*.

Pourcentage (%) de composition biochimique				Teneur en eau (%)	
Protéine	Lipide	Glucide	Cendre		
6.69±0.62	0.03±0.00	73.10±1.70	8.72±0.71		11.57±1.79
Composés en (mg/100g)					
Calcium	Magnésium	Fer	Zinc		
1782±35.65	1900±38.00	79.87±1.80	21.98±0.48		

1782±3	1900±3	79.87±	21.98±		
5.65	8.00	1.80	0.48		

Le Tableau 1 montre que la poudre de *P. reticulatum* contient trois types de nutriments (glucides, protéines et lipides) présents dans les aliments qui contribuent à leur teneur énergétique, aux éléments de maintenance et de construction. En plus, elle fournit aussi les éléments de protection qui sont entre autres les minéraux. En effet, la réglementation impose une teneur en eau, en fonction du produit afin de faciliter la conservation et d'éviter une altération. Avec une teneur en eau de 11,57% ± 1,79 la poudre des gousses de *P. reticulatum* peut être conservée sans grand risque d'altération, bien que l'altération d'un aliment au cours de sa conservation soit beaucoup plus liée à l'activité de l'eau que la teneur en eau. Toutefois il convient de noter que la teneur en eau peut être affectée par divers facteurs et notamment par les conditions climatiques, atmosphériques, le mode de séchage et de stockage.

Notons enfin que l'évaluation de la teneur en eau des produits agricoles alimentaires est importante pour la détermination et la conduite rationnelle des opérations de séchage, de stockage ou de transformation industrielle et permet en outre la maîtrise

des risques d'altération pendant l'entreposage (Lutz & Coradi, 2023 ; Zambrano et al., 2019).

Très énergétique avec environ 80% de glucide, peu de graisse (0,03% de lipides) et environ 7% de protéines, la poudre de *P. reticulatum* contient aussi des minéraux, essentiels pour le bon fonctionnement de l'organisme vivant, tel que le calcium qui est le plus grand minéral en termes de quantité présente dans l'organisme, en plus du fer qui joue un rôle indispensable dans le transport de l'oxygène. Le Zinc aussi présent dans la poudre de *P. reticulatum* est important pour de nombreuses fonctions physiologiques du corps. Une étude a rapporté un taux de protéine de 4,8%, lipides : 0,1% et cendre : 2,4% sur les feuilles de *P. reticulatum* (Ouedraogo, 2014).

Minéraux

Les minéraux sont les composantes essentielles d'une alimentation de qualité et ont des effets profonds sur la santé. Bien qu'ils ne soient nécessaires qu'en très faible quantité, ils sont indispensables à la bonne santé du cerveau, des os et du corps en général (Palacios, 2006). Malgré que leur contribution au poids total de l'organisme soit négligeable, leurs effets se font sentir à

tous les niveaux du fonctionnement physiologique/biologique. Selon leur quantité dans l'organisme ils sont repartis en sels minéraux (calcium) et en oligo-éléments (fer, magnésium and Zinc) (Cashman, 2007). Ces données de la composition en minéraux de la poudre des gousses de *P. reticulatum* corroborent bien avec les recommandations de l'OMS et de FAO.

Le calcium est l'élément le plus important et le plus abondant dans l'organisme, intervient dans la transmission des impulsions nerveuses, à la coagulation du sang, au maintien de l'équilibre acido-basique, à la constitution des os et des dents. Il joue un rôle bénéfique potentiel dans le cancer du côlon et prostate ainsi que sur le système cardiovasculaire. Sa carence se manifeste par la tétanie qui peut provoquer des palpitations lorsqu'elle persiste, une irritation nerveuse une perte de la dureté des os, une chute des dents. Les besoins quotidiens en calcium sont chez les adultes de 800mg et de 1200 mg chez les enfants (Proia et al., 2021 ; Coleman et al., 2020). Ceci montre le besoin crucial de cet élément minéral dans l'alimentation humaine et animale aussi.

Le fer est l'élément essentiel de l'hémoglobine qui réalise des fonctions vitales. L'organisme d'un adulte contient 3 à 4g de fer dont 60% sous forme d'hémoglobine et 35% sous forme de myoglobine musculaire. Il participe au transfert de l'oxygène dans les globules rouges. Sa carence entraîne une baisse du nombre de globules rouge et de résistance aux infections. Le fer d'origine végétal est moins absorbé que celui d'origine animal. En effet, La carence en fer est un trouble systémique qui nuit à l'endurance physique, à la capacité de travail, à la croissance et au développement du nourrisson ainsi qu'à une inhibition de la fonction immunitaire. Les hommes adultes

et les femmes en ménopause ont un besoin quotidien de 10mg de fer tandis que les femmes en âge de procréer ont un besoin quotidien de 15 mg. Les besoins peuvent devenir très élevés pendant la croissance, la grossesse, la période d'activité génitale et l'allaitement. Cependant, la poudre de *P. reticulatum* offre une opportunité de source importante en cet élément nutritif pour le maintien de l'équilibre de santé des personnes surtout les vulnérables (enfants de 6 à 59, personnes âgées, femmes en état de procréations, etc.).

Le magnésium est le deuxième cation intracellulaire et l'organisme en contient 25g dont 50 à 60% se retrouvent dans les os, 1% extracellulaire et le reste dans les muscles et le système nerveux. Il agit comme catalyseur dans les réactions chimiques de l'organisme, il régule la transmission des impulsions dans le système nerveux. L'hypomagnésémie se manifeste par de symptôme comme la fatigue générale, les crampes musculaires, les troubles neurovégétatifs.

Bien que très abondant dans l'alimentation normale, les risque de carence sont très peu probables. La gamme d'apport acceptable pour les adultes est de 150 à 500mg/ jour. Les 1900 mg/100g de magnésium dans la poudre de *P. reticulatum* offre une opportunité nutritionnelle dans la consommation de ces produits forestiers non ligneux (Tableau 1).

La poudre de *P. reticulatum* offre une quantité substantielle de Zinc qui ouvre un cadre alimentaire pour remédier aux carences de cet élément dans l'organisme. Le Zinc est connu pour ces activités avec plus de 200 enzymes ayant un impact au niveau de la synthèse protéique. On trouve 30% du Zinc dans l'os et 70% dans les muscles. L'absorption est meilleure à jeun que pendant un repas. L'apport quotidien en zinc est de 9 à 15 mg/jour sauf chez le

nouveau-né et le nourrisson car le lait maternel est de moins en moins concentré en zinc si l'allaitement perdure. Une carence en Zinc entraîne une baisse de la résistance aux infections, une alternance de la croissance, une altération dermatologique (perte de cheveux, problème de cicatrisation), une anorexie, une malformation fœtale (Sangeetha et *al.*, 2022).

Operations de fabrication du jus de *P. reticulatum*

Le schéma des opérations unitaires de transformation en poudre de gousses de *P. reticulatum* en jus et sous-produit est présenté dans la Figure 3. Les essais au laboratoire ont montré que belle est bien la poudre de gousses de cette espèce forestière en abondance dans le Sahel peut se transformer en Jus. Dont entre autres une étude est en cours pour l'approfondissement de cela.

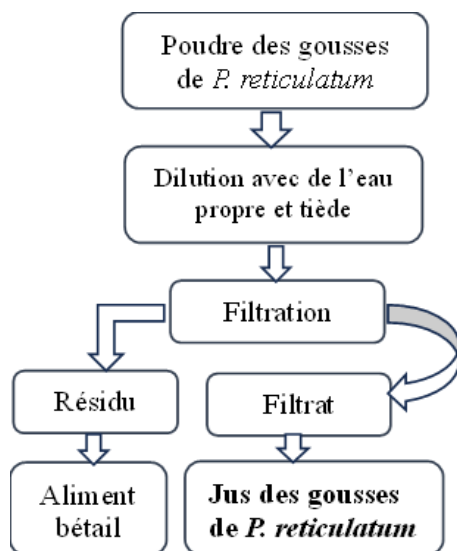


Figure 3 : Operations de fabrication du jus à partir de la poudre des gousses de *P. reticulatum*.

4. Conclusion

P. reticulatum est une espèce très répandue en Afrique subsaharienne et qui fournit divers services aux populations. Cette espèce produit des fruits, des feuilles qui sont beaucoup utilisés dans l'alimentation humaine tout comme animale, elle possède une immense importance dans la pharmacopée traditionnelle à travers ses différentes parties tels que l'écorce et les racines qui sont utilisés pour soigner plusieurs maladies. Les résultats de ce travail ont permis d'avoir des données sur la composition nutritionnelle en macronutriments (protéines, glucides et lipides) et en minéraux (Calcium, Fer, Magnésium et Zinc) des gousses de *P. reticulatum*. Aux vues des potentialités multiples de *P. reticulatum*, non seulement à travers la contribution quelle peut apporter à la sécurité alimentaire et nutritionnelle mais aussi à la réduction de la pauvreté, des études approfondies doivent être entreprises pour la valorisation durable de ces produits.

5. Références

- Abdurrahaman, S. L., Muhammad, I. R., & Maigandi, S. A. (2018). Feed intake, growth performance and nutrient digestibility in growing Red Sokoto bucks fed supplements containing graded levels of *Piliostigma reticulatum* pods in semi-arid Nigeria. *Nigerian Journal of Animal Science*, 20(4), 513-520.
- Ali, A., Abdou, L., Douma, S., Mahamane, A., & Saadou, M. (2016). Les ligneux alimentaires de soudure dans les communes rurales de Tamou et Tondikiwindi: diversité et structure des populations. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(1), 4889-4900.
- Anderson, W., Taylor, C., McDermid, S., Ilboudo-Nébié, E., Seager, R., Schlenker, W., ... & Markey, K. (2021). Violent conflict exacerbated drought-related food insecurity between 2009 and 2019 in sub-Saharan Africa. *Nature food*, 2(8), 603-615.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Vol. II, 15th ed. The Association: Arlington, VA.
- Azimi, F., Esmailzadeh, A., Alipoor, E., Moslemi, M., Yaseri, M., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2020). Effect of a newly developed ready-to-use supplementary food on growth indicators in children with mild to moderate malnutrition. *Public Health*, 185, 290-297.
- Borelli, T., Güzelsoy, N. A., Hunter, D., Tan, A., Karabak, S., Uçurum, H. Ö., ... & Taşçı, R. (2022). Assessment of the nutritional value of selected wild food plants in Türkiye and their promotion for improved nutrition. *Sustainability*, 14(17), 11015.
- Boualam, K., Ndiaye, B., Harhar, H., Tabyaoui, M., Ayessou, N., & Taghzouti, K. (2021). Study of the phytochemical composition, the antioxidant and the anti-inflammatory effects of two sub-saharan plants: *Piliostigma reticulatum* and *Piliostigma thonningii*. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2021, 1-8.
- Cashman, K. D. (2007). Diet, nutrition, and bone health. *The journal of Nutrition*, 137(11), 2507S-2512S.
- Coleman, R., Hadji, P., Body, J. J., Santini, D., Chow, E., Terpos, E., ... & Jordan, K. (2020). Bone health in cancer: ESMO clinical practice guidelines. *Annals of oncology*, 31(12), 1650-1663.
- Dao, M. C. E., Kone, M., & Somda, J. (2016). Fabrication d'aliment du bétail issue de la cueillette de gousses de *Piliostigma reticulatum*: une opportunité pour les femmes rurales burkinabé. *Cahiers Agricultures*, 25(3), 35002.
- Duffy, C., Toth, G. G., Hagan, R. P., McKeown, P. C., Rahman, S. A., Widyaningsih, Y., ... & Spillane, C. (2021). Agroforestry contributions to smallholder farmer food security in Indonesia. *Agroforestry Systems*, 95(6), 1109-1124.
- Garba, H. (2000). *Les produits forestiers non ligneux au Niger : connaissances actuelles et tendances, CE-FAO (1998-2001)*. GCP/INT/679/EC.
- Ickowitz, A., McMullin, S., Rosenstock, T., Dawson, I., Rowland, D., Powell, B., ... & Nasi, R. (2022). Transforming food systems with trees and forests. *The*

- Lancet Planetary Health*, 6(7), e632-e639.
- King, N. J., Lake, R. J., & Kerr, G. N. (2013). Wild foods. *Ecosystem services in New Zealand: conditions and trends*. Manaaki Whenua Press, Lincoln, 287-299.
- LAWALI Sitou, Abdoulaye DIOUF, Boubé MOROU, Kassimou ABDOU KONA, Laminou SAIDOU, Chaibou GUERO et Ali MAHAMANE, 2018, Régénération Naturelle Assistée (RNA) : outil d'adaptation et résilience des ménages ruraux d'Aguié au Niger ; *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(1): 75-89, February 2018 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631? DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.6>
<http://indexmedicus.afro.who.int>.
- Lecoq, R. (1965). Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles.
- Lutz, É., & Coradi, P. C. (2023). Equilibrium Moisture Content and Dioxide Carbon Monitoring in Real-Time to Predict the Quality of Corn Grain Stored in Silo Bags using Artificial Neural Networks. *Food Analytical Methods*, 1-20.
- Melo, F. P., Parry, L., Brancalion, P. H., Pinto, S. R., Freitas, J., Manhães, A. P., ... & Chazdon, R. L. (2021). Adding forests to the water–energy–food nexus. *Nature Sustainability*, 4(2), 85-92.
- Moussa, I. D., Diouf, A., Morou, B., Adagoye, B. A., Agúndez, D., & Oumani, A. (2020). Perception locale sur l'état des espèces ligneuses alimentaires spontanées et leur rôle : Cas des communes rurales de Tamou et Simiri au Niger. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 35, 328-344.
- Ouédraogo, Z. M. (2014). Effets de la couverture du sol à base de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hoscht sur l'association sorgho-niébé dans le village de Yilou, Province du Bam, Burkina Faso. *Mémoire de Master, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso*.
- Palacios, C. (2006). The role of nutrients in bone health, from A to Z. *Critical reviews in food science and nutrition*, 46(8), 621-628.
- Proia, P., Amato, A., Drid, P., Korovljević, D., Vasto, S., & Baldassano, S. (2021). The impact of diet and physical activity on bone health in children and adolescents. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 704647.
- Sangeetha, V. J., Dutta, S., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2022). Zinc nutrition and human health: Overview and implications. *eFood*, 3(5), e17.
- Yelemou, B., Bationo, B. A., Yaméogo, G., & Rasolodimby, J. M. (2007). Gestion traditionnelle et usages de *Piliostigma reticulatum* sur le Plateau central du Burkina Faso. *Bois & Forêts des Tropiques*, 291, 55-66.
- Yelemou, B., Yameogo, G., Bationo, B. A., Millogo, R. J., & Hien, V. (2012). Les formations à *Piliostigma* en zone sahélo-soudanienne du Burkina Faso : Etat des peuplements, dynamique de la régénération sexuée et pression anthropique. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(5), 2083-2096.
- Zambrano, M. V., Dutta, B., Mercer, D. G., MacLean, H. L., & Touchie, M. F. (2019). Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A

review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 484-496.

Zubair, J. I., Abubakar, M. L., Yusuf, M. K., Useni, S. S., Adeyemi, K. D., & Mshelia, A. N. (2019). Influence of dietary supplementation of

Piliostigma reticulatum pods with or without charcoal on growth performance, hematology, and carcass traits in goats fed a concentrate-based diet. *Nigerian Journal of Animal Science*, 21(2), 39-46.

Migration des femmes et développement du village de Sargadji dans la commune urbaine de Loga.

CHEKOU KORE Elhadji Mohamoud¹, ABDOU BAGNA Amadou², ADJAKPA Tchékpo Théodore³, ABDOULKARIMOUNE Mahamadou⁴, MAHAMAN Boureima Ayouba⁴
Email Correspondant : emck12@yahoo.fr

¹.Maître-Assistant, Département de Géographie, Ecole Normale Supérieure, BP 10963, Email : emck12@yahoo.fr, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niamey, Niger.

².Maître-Assistant, Département de Géographie, Ecole Normale Supérieure, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, BP 10 963, Email : amadoubagna@gmail.com

³.Maître des Conférences, CIFRED, Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR), Université d'Abomey-Calavi, Calavi (UAC), Email : adjakpatheo@yahoo.fr

⁴.Département de Géographie, Etudiants Master MPPEs de l'Ecole Normale Supérieure de Niamey.

Résumé

En Afrique subsaharienne, les migrations de travail des jeunes filles comme domestiques constituent un phénomène largement répandu. Au Niger, ce phénomène se développe rapidement et le village de Sargadji dans la commune de Loga n'est pas épargné. Ces migrations sont principalement saisonnières et se produisent pendant les périodes de faibles activités en saison sèche. L'objectif de cet article est d'identifier les motivations profondes de cette pratique. L'étude permet aussi d'appréhender la dynamique migratoire dans cette zone. La méthodologie de cette étude s'appuie sur une enquête socio-économique auprès de trente (30) femmes migrantes, 17 (17) jeunes adolescentes et trois (3) leaders d'opinion dont le maire de la commune, le chef du village et un leader religieux du village de Sarkadji. Ces acteurs ont été choisis au hasard du fait de leur disponibilité, Elle est complétée par l'exploitation documentaire et une cartographie du parcours des migrants. Les résultats de l'étude révèlent que la variabilité climatique de ces dernières années conjuguées aux effets de l'accroissement démographique ont accéléré la dégradation du capital productif dans cette localité. Pour les besoins alimentaires et pour faire face à certaines dépenses sociales (mariage des enfants), les femmes accompagnées de jeunes adolescentes migrent vers le centre urbain de Niamey. Malheureusement, elles s'exposent à la violence, au viol, à la déscolarisation des enfants, dépravation et l'éclatement de leurs foyers.

Mots clés : Femmes, migrations, motivations. Sargadji, Loga.

Abstract

In sub-Saharan Africa, the migration of young girls to work as domestic servants is a widespread phenomenon. In Niger, this phenomenon is developing quickly, and the village of Sargadji in the commune of Loga is not spared. These migrations are mainly seasonal, occurring during periods of low activity in the dry season. The aim of this article is to identify

the underlying reasons for this practice. The study also provides an insight into migration dynamics in the area. The methodology of this study is based on a socio-economic survey of thirty (30) migrant women, 17 (17) young adolescent girls and three (3) opinion leaders, including the mayor of the commune, the village chief and a religious leader from the village of Sarkadji. These stakeholders were chosen at random on the basis of their availability, which was supplemented by documentary research and a mapping of the migrants' itineraries. The results of the study show that climate variability in recent years, combined with the effects of population growth, have accelerated the deterioration of productive capital in this locality. To meet their food requirements and certain social expenses (Child marriages), women and their young teenage daughters migrate to the urban centre of Niamey. Unfortunately, they are exposed to violence, rape, the loss of schooling for their children, depravity and the break-up of their homes.

Mots clés : Women, migration, motivations. Sargadji, Loga.

1. Introduction

La migration de travail saisonnier est un phénomène ancien chez les populations sahéliennes rurales, comme réponse aux crises agricoles causées par les sécheresses récurrentes (Findley, 1994 ; Henry, Boyle, Lambin, 2003 ; Knerr, 2004 ; Myers, 1993 ; Roquet, 2008). Elle contribue à la diversification des stratégies de subsistance et devient une dimension importante de ce que Batterbury avait appelé le « bricolage adaptatif » des populations du Sahel (Batterbury, 2007 ; Ellis, 1998) et constitue un élément central de l'adaptation aux changements écologiques (Lalou, Delaunay, 2015 ; Tacoli, 2009). Au Niger, ces migrations sont effectuées entre Octobre et Mai et sont appelées couramment « exode » et jouent, au-delà du rôle économique, un rôle social et culturel non négligeable pour les populations rurales.

Mais, depuis quelques années, une nouvelle forme de migration se développe dans quelques villages de la commune de Loga. Il s'agit de l'immigration des femmes à Niamey, la capitale du Niger, où elles viennent pendant la saison sèche travailler comme « bonnes » auprès d'un ménage urbain. Cette pratique concerne, dans des proportions variables, la plupart des groupes socioculturels de certains villages ;

en particulier de la communauté villageoise de Sargadji et touche à la fois les jeunes filles et les femmes mariées. Quelles sont alors les principales causes et les enjeux de la migration féminine dans le village de Sargadji ? Notre postulat est le suivant : un faible rendement agricole couplé à une croissance démographique pousse ces femmes à quitter leurs villages pour se procurer des ressources en ville. L'objectif du présent article est d'analyser les conditions physiques, socio-économiques et culturelles qui orientent vers la migration féminine dans le village de Sargadji afin de situer ses véritables enjeux. Culturellement et dans les coutumes locales, la femme est toujours restée au foyer et c'est à l'homme de travailler quitte à aller en exode pour subvenir au besoin de sa famille. On assiste à une inversion sociale des sens des valeurs. Comment expliquer ce changement de rôle ? Quelles en sont les conséquences sur l'unité de la famille ? Les résultats montrent que la population de ce village fait face à des déficits alimentaires liés à la baisse de productions agricoles due aux incertitudes et à la variabilité des précipitations. On note aussi une incapacité notoire des chefs de ménages à prendre en charge les dépenses du foyer (soins, alimentation, scolarité des enfants, etc.). Les migrations des femmes ont des

inconvénients parmi lesquels on peut citer la déstabilisation des foyers, l'exploitation, la violence et le viol sur les actrices, la dépravation des mœurs et la déscolarisation des jeunes filles.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

La commune urbaine (CU) de Loga est située dans la partie nord de la région de Dosso. Elle est créée par la loi n°2002-13 du 11 juin 2002 portant création des communes au Niger et fixant les noms de leurs chefs-lieux. Elle couvre une superficie de 1700 km² et compte 65 villages administratifs et 97 hameaux (PDC, 2012). La CU de Loga se trouve entre 13°32' et

13°57' de latitude Nord 3°06' et 3°44' de longitude Est. Elle est limitée au sud par les communes rurales de sokorbé et mokko ; à l'est par les communes rurales de Falwel et Matankari ; à l'ouest par la commune urbaine de Tagazar et la commune rurale Koygolo ; et au nord par les communes de Kourfey centre et Tondikandia.

Village célèbre pour sa participation aux luttes anticoloniales dans le sud-ouest nigérien, Sargadji fait partie des 65 villages administratifs que compte la commune. Il se trouve à environ 7 km à l'Ouest de Loga (chef-lieu de la commune) entre latitude 13,61° Nord et Longitude 3,17° Est (figure 1). Il compte 4297 habitants dont 2123 hommes et 2174 femmes répartis dans 597 ménages (PDC, 2012). Ce qui en fait l'un des villages les plus peuplés de la commune.

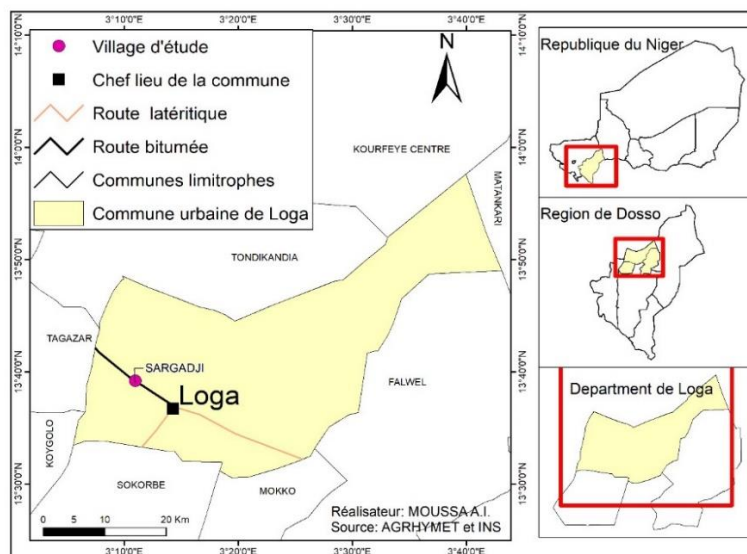


Figure 1 : Localisation de la commune urbaine de Loga et du village de Sargadji.

2.2. Matériels de collecte des données

Dans le cadre des enquêtes, les matériels suivants a été utilisé :

- un enregistreur pour mémoriser les entretiens et un appareil photo ;
- une carte administrative pour la situation de la localité.

Deux outils d'investigation ont été utilisés. Il s'agit des questionnaires qui ont permis la collecte des données auprès des enquêtés et des guides d'entretien adressés aux autorités locales.

3. Méthodes

Cette partie aborde la source des données collectées, les outils, les matériels et la technique de collecte des données de même que la méthode de traitement et d'analyse des données.

Les données utilisées dans le cadre de cette recherche sont pour l'essentiel des informations qualitatives obtenues à partir des questionnaires adressés aux femmes et adolescentes migrantes ; chefs coutumiers, Imam, administrateurs, mairie, service social et population et les statistiques extraites de la base de données de l'INS (Institut National de la Statistique).

3.1. Échantillonnage :

L'échantillonnage retenu ici est le choix raisonné et il est porté sur les ménages ayant effectué la migration ou en cours de migration. Le choix des ménages enquêtés repose sur les critères suivants :

- avoir pratiqué la migration au moins cinq années de suite en direction de Niamey
- avoir au moins des enfants de bas âges qui font aussi la migration vers Niamey ;
- avoir un titre de femmes marié ou l'avoir été au moins une fois
- avoir entre 15 et 35 ans au moins avec une expérience d'au moins 5 ans dans la migration

- avoir résidé régulièrement dans la localité pendant ces dix dernières années.

Les personnes ressources, les structures étatiques et les institutions sont choisies en fonction de leur responsabilité dans la gestion des mœurs ou de leur connaissance des relations avec le village étudié.

Deux phases de collecte de données sont effectuées. Une première phase pendant la saison sèche où les femmes sont à Niamey et une deuxième phase pendant la saison de pluie, quand elles sont présentes au village.

La taille de l'échantillon enquêté est déterminée suivant la théorie probabiliste de Schwartz (1995) :

$$\Omega = Z\alpha^2 \times pq/i^2$$

Avec Ω = taille de l'échantillon, $Z\alpha = 1,96$ écart réduit correspondant à un risque α de 5 % ;

$p = n/N$ avec p = proportion des femmes dans le village étudié, n = nombre de femmes dans le village, N = nombre total de femmes dans la Commune,

$q = 1 - p$ et i = précision désirée égale à 5 %. Ainsi, $p = n/N = 2174/13044 = 0,16$ soit 16 %, avec $n = 2174$ $i =$ taux d'erreur aléatoire = 5 % = 0,05. $X = (1,96)^2 \times 0,16 (1 - 0,16) / (0,05)^2 = 50$ ménages. Le tableau I présente l'effectif des enquêtés de la localité.

Tableau 1: la répartition des sexes de la localité enquêtée.

Sexe	Titre sociale	Nbre d'enquêtés	Localité	Autre localité
Féminin	Femmes	30	sargadji	Niamey
	Adolescentes	17	Sargadji	Niamey
Masculin	Leader d'opinion et religieux	4	Sargadji	
	Chef de village	1	Sargadji	
	Maire	1	Loga	

Source : enquêtes du terrain, avril 2021.

3.2. Technique de collecte des données

Plusieurs techniques de collecte des données ont été utilisées. La recherche documentaire a été effectuée dans les centres de documentation des structures telles que la Faculté des Lettres Sciences Humaines (FLASH), la direction générale de la population et de la promotion de la femme, l'Institut National de la Statistique (INS), le réseau de la chambre des agriculteurs (RECA), La direction des affaires coutumières, l'association islamique. Un recours à l'internet aussi a été fait.

Les observations directes ont contribué à cerner de façon tangible les effets de la migration sur l'économie du village et sur les principaux acteurs dans le milieu d'étude. Les entretiens avec les autorités communales et quelques personnes ressources constituées des notables et agents de l'Etat, et les enseignants du village ont permis de mieux saisir la question de la migration féminine dans la localité.

4. Résultats

4.1. La migration féminine : quelle motivation ?

Nos résultats issus d'enquête montrent que cette migration s'explique pour 50 % des effectifs par la vulnérabilité de ménages en termes de précarité de moyens de subsistance, conséquence d'une pauvreté chronique dans les foyers conjugaux comme le montre le graphique 1. L'exploitation des données issues du guide d'entretien administré au maire et au chef du village fait ressortir que la population de ce village fait face à des déficits alimentaires liés à la baisse de productions agricoles due aux incertitudes et à la

variabilité des précipitations et l'ensemble des sondés l'exprime à 11% (Graphique1). Selon les informations recueillies sur le terrain auprès des doyennes, la migration massive des femmes a pris naissance probablement avec la sécheresse/famine Banda bari des années 1973-1974. La migration apparaît ici comme une forme de résilience aux chocs climatiques. La synthèse des différents questionnaires adressés aux femmes ayant effectué la migration et à leurs accompagnantes révèlent une incapacité notoire des chefs de ménages à prendre en charge les dépenses du foyer (soins, alimentation, scolarité des enfants, etc.). Il s'agit de quatorze (14) femmes sur les trente (30) soit 46,66%. C'est ainsi, que cette situation de détresse et de difficultés de la vie à laquelle elles font face les poussent à migrer dans les grands centres urbains de Niamey situé à 140 Km et cela avec ou sans l'accord de leurs époux. Quatre-vingts pour Cent pour cent (80%) des enquêtées confirment que ces déplacements leur permettent d'engranger quelques sommes d'argent et une multitude d'articles divers. vingt femmes (20) questionnées soit 66,66% de notre unité statistique rapportent que ce qu'elles gagnent dans leurs déplacements est le plus souvent utilisé dans l'achat de trousseaux de leurs filles. Cette prise en charge des jeunes filles est l'un des mobiles le plus important qui les motivent. Néanmoins, l'aspect de la prise en charge de l'alimentation familiale a été évoqué par 10,13% des enquêtées. Cette migration est donc une stratégie de lutte contre la pauvreté, la misère et la honte sociale. En plus des aspects mentionnés, 8,69% des migrantes sont poussées par la recherche du gain facile, notamment en s'adonnant à des pratiques contraires aux mœurs telle la mendicité et voir même la prostitution.

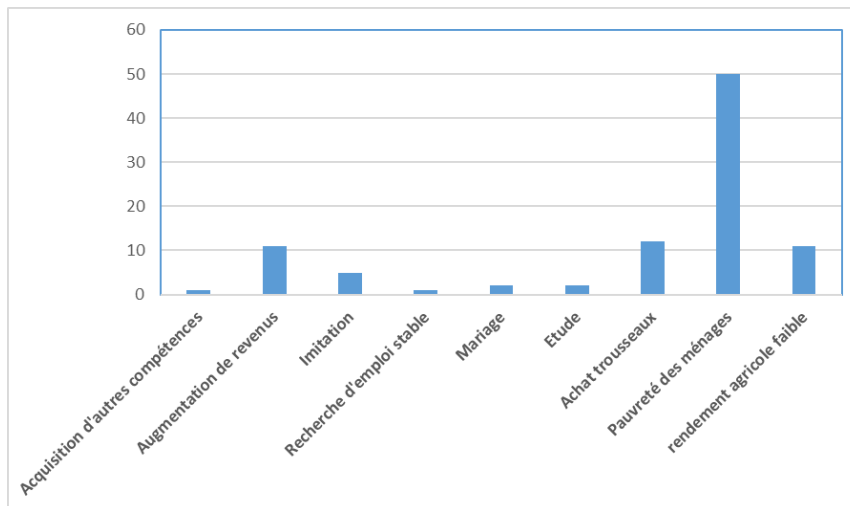


Figure 2 : Motivations de la migration évoquée par les enquêtés.

Source : enquêtes terrain 2020.

Ce graphique traduit l'expression de l'ensemble des enquêtés tous sexes confondus sur les motivations de la migration. Il permet de confirmer que la pauvreté est toujours le facteur dominant dans le choix de la migration. Le rendement agricole faible et l'achat des trousseaux pour les jeunes filles viennent en seconde position. Enfin la volonté d'indépendance économique des femmes motive aussi ce choix de migration.

4.2. Conditions de vie et de travail à Niamey : Conditions de vie et de travail à Niamey :

La majorité des femmes qui quitte le village pour Niamey viennent accompagner des adolescentes. Cette migration concerne à la fois des femmes mariées et des jeunes filles. Vingt-Cinq pourcent (25%) de ces femmes payent elle-même le transport qui fait 2500 fcfa. Parfois les maris et les parents prennent en charge ce transport et leurs donnent des frais de subsistance le temps de trouver une activité en ville. Le choix de Niamey s'explique aussi par sa proximité de Sargadji (moins de 150 km). Cette proximité permet en plus d'aider rapidement la famille restée au village

Un fois à Niamey, la majorité des femmes migrantes travaillent comme domestique encore appelée bonne dans les maisons des citadins. Les services proposés sont la cuisine, le ménage, la lessive, et toute autre tâche de la maison ordonnée par la patronne. Ce sont généralement les femmes citadines de la ville qui travaillent dans la fonction publique ou le privé voire ONG qui n'ont pas le temps d'effectuer les tâches quotidiennes de la maison qui font appelle au service des femmes migrantes. La négociation et le contrat de travail est verbal pour 95% des femmes interrogé et Il n'y a aucun document écrit, l'engagement se base sur la confiance. En cas de non-paiement du salaire à la fin du mois, les femmes migrantes n'ont aucun moyen de recours. Le salaire est mensuel et varie entre 10.000 FCFA et 30.000 FCFA selon l'expérience, la grandeur de la maison, le nombre de personne et le type de construction et sa localisation dans Niamey. La majorité des migrantes affirment que les employeurs prennent en charge la nourriture, et le bain. Et lorsque tout se passe bien, les patronnes leurs donnent des habits qu'elles portent ou envoi au village.

Quant aux adolescentes qui suivent ces femmes, elles font généralement du babysitting, ou gardes enfants pendant que leurs mères travaillent.

Habitat et cadre de vie :

La plupart des domestiques ne dorment pas chez leurs patrons par manque de places et éviter des abus des patronnes. Elles se regroupent dans des campements de fortunes qui sont généralement des parcelles clôturées non construites, ou des

parcelles vides dans laquelle, elles construisent des cases (planche 1). Elles sont alors exposées à tous les dangers. N'importe qui et à tout moment peut faire une intrusion et les agresser. En restant à plusieurs dans la parcelle, elles peuvent se défendre. Le soir elle discute sur les urgences et difficultés au village, se soutenir mutuellement, s'informer sur les événements de mariages, baptême, deuils.



Planche Photo 1 : habitat des femmes migrantes à Niamey. Les conditions d'hygiène ne sont pas toujours respectées.

4.3. Les impacts de la migration féminine

• Les impacts positifs :

Les migrations des femmes ont des enjeux positifs parmi lesquels on peut noter l'atténuation de la pression sur les ressources vivrières, l'impact sur l'autonomie, le niveau de vie et le statut des actrices dans leurs foyers et la communauté.

13 femmes sur 30 affirment que l'absence pendant la période morte de plusieurs membres de la famille atténue la pression sur les réserves vivrières du ménage. « Dans un ménage le départ d'un individu est une bouche en moins à nourrir. Lorsque trois à quatre membres s'absentent on observe une forte diminution au niveau de la consommation alimentaire du ménage » nous disait Hamsatou 35 ans mariés 6 enfants.

Toutefois, de retour de migration 25 femmes sur 30 enquêtés reviennent avec des vivres servant de complément pour les réserves vivrières du ménage. Ces dernières assurent leur habillement et même celui des enfants et certains membres du ménage qui n'ont pas pu partir ; les maris restés parfois au village inclus. Ainsi 52% des enquêtées insiste que leurs migrations les rendent économiquement indépendante des hommes. Ce sont d'ailleurs ces envois qu'elles effectuent aux familles restées au village qui laissent dire aux ménages enquêtés que 70% des migrantes absentes ont un pouvoir d'achat élevé après leur départ. A cela s'ajoute les nouvelles idées ou connaissances culinaires, l'ouverture d'esprit et bien d'autres avantages acquissent de leur expérience migratoire

Cependant, il faut retenir que l'état d'esprit profondément culturel la plus répandue est la suivante, quel que soit les revenus des femmes, elles sollicitent toujours l'aide de leur responsable économique (maris et parents).

Mais l'idée d'une migration comme moyen d'autonomisation financière semble sujette à caution pour 30% des enquêtés. Selon ces dernières les maigres ressources qu'on en tire ne peuvent pas permettre de se passer l'assistance des proches, le contexte dans lequel elles migrent n'est pas favorable pour permettre aux actrices de faire des épargnes importantes. Leur migration est une migration de survie, c'est dire que le revenu tiré consiste essentiellement à acheter des vivres pour aider la famille au village. La migration féminine n'est pas une entreprise prometteuse qui permet à manger et à faire des économies conséquentes. Le salaire du domestique est

un salaire modeste qui n'arrive pas à couvrir tous les besoins de la migrante et sa famille jusqu'à pouvoir se passer de l'aide.

- **Les impacts négatifs de la migration féminine**

Les migrations des femmes ont des inconvénients parmi lesquels on peut citer la déstabilisation des foyers pour 23 % des enquêtés, l'exploitation, la violence 10% et le viol 4% sur les actrices, la dépravation des mœurs 18% et la déscolarisation des jeunes filles à hauteur de 16% comme l'indique le graphique 2 qui traduit l'expression de l'ensemble des sondés.

Le départ d'une femme vers une destination inconnue du mari crée souvent un conflit dans le foyer. En effet, dans une société caractérisée par une organisation patriarcale, il est fréquent de voir des hommes qui s'opposent au départ de certains membres de leur famille notamment leurs conjointes. 25 maris des 30 femmes enquêtés perçoivent la ville comme un lieu de débauche et de tentation et qu'il n'est pas acceptable de laisser y partir leurs femmes. Pour se justifier, ils évoquent très souvent des exemples de cas de certaines femmes mariées qui déclarent avoir été victimes de tentative de viol de la part des hommes de maison.

L'un des sérieux problèmes que rencontrent les domestiques est l'exploitation par leurs employeurs. En effet, 10 femmes sur 30 parlent de refus de paiement de leur salaire et qui tourne le plus souvent à un conflit entre employeur et employé et donc de violence physique et morale. 10 employées sur 30 témoignent avoir quitté ou changé d'employeurs à cause des violences physiques et morales qu'elles subissaient.

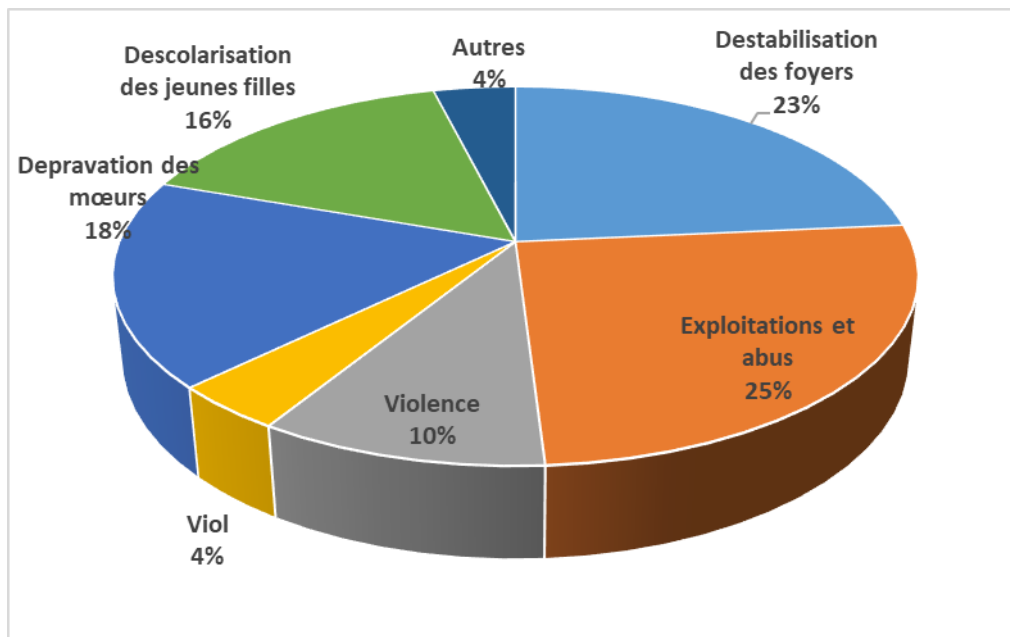


Figure 3 : Les difficultés rencontrées par les femmes migrantes de la localité.

Source : enquête de terrain 2020

Parmi les problèmes les plus décriés que rencontrent les migrantes figurent les viols et les grossesses non désirés. Les victimes des viols sont généralement les jeunes filles de la part des hommes de maison ou de leur entourage. Les migrantes qui résident sur les sites évoquent aussi des visites surprises des « *Arouzey* » ou « *voleurs de femme* ».

En outre, on parle d'une autre forme d'attitude relative à certaines jeunes filles migrantes. Il s'agit de celles qui, une fois qu'elle découvre la ville tentent d'abandonner ses valeurs villageoises pour celles de la ville. Ces jeunes filles se modernisent, prennent place à côté des citadines, s'habillent comme une « *fillette de nuit* » et sortir. Les villageois rapportent que ces nouvelles citadines migrantes reviennent très souvent avec une grossesse au village. Et pire les grossesses non désirées sont souvent compliquées des tentatives d'avortement clandestin, mettent leur vie en danger.

Cependant, il est fréquent de voir qu'aujourd'hui, du fait de leurs expériences migratoires, des femmes et des jeunes filles

qui acceptent moins facilement le contrôle des maris ou des parents. Le fait de vivre en ville est pour certaines, synonyme d'avoir « *les yeux ouverts* » et l'esprit critique. Celles-ci s'estiment être à mesure de pouvoir elles-mêmes à leurs besoins sans l'aide des autres. Elles renforcent de ce fait leur pouvoir décisionnel et s'affirment davantage d'une manière plus personnelle auprès des hommes. Une des manifestations de cette transformation des rapports entre les sexes est que les femmes sont très influentes dans la prise de décision dans leur voyage. Et même en cas de refus du mari, la majorité finit par partir.

En outre, il est important de souligner qu'en ville, certaines de ces femmes sont vulnérables aux tentations des hommes pour enfin s'impliquer dans une forme d'infidélité conjugale. Ce qui est à l'origine de plusieurs divorces, d'installation ou mariage de la migrante en ville. Il y a aussi des jeunes filles qui s'adonnent comme sus expliqué à des mauvaises aventures en ville qui va jusqu'à retourner au village avec de grossesse. Certaines quant à elles s'impliquent dans des vols de biens chez les

employeurs. L'ensemble de ces faits et actes sont contraires aux règles de conduites des sociétés villageoises et ternissent la figure de la migrante et de sa localité d'origine.

La migration des femmes rurales vers la ville a un impact très négatif sur la scolarisation et l'éducation des enfants. En effet, en partant en ville, les femmes se font d'habitude remplacer au village par leurs filles (des élèves en général) dans leurs tâches domestiques. C'est alors à ces filles d'aller puiser de l'eau, de ramasser le bois de chauffe, de préparer à manger etc. Le matin avant de partir à l'école il faut chauffer le repas et faire la vaisselle. A midi comme le soir il faut préparer à manger. Après ces corvées l'enfant est dans l'obligation de dormir la nuit parce qu'abattue par la fatigue. Elle n'a donc pas le temps pour réviser ses leçons. Ce qui n'est pas sans conséquences sur ses résultats scolaires.

Certaines de ces femmes laissent leurs enfants à la merci de leurs grandes sœurs ou des grands parents. Ces enfants sont privés pendant tout le temps passé en migration par leurs mères de toute affection ou éducation maternelle. 5 femmes ont affirmé partir à Niamey avec ses enfants. Ces derniers sont chargés de garder leurs petits frères pendant que leurs mères sont au travail. Le départ avec ces enfants a une grave conséquence sur leur scolarité. Dans ce cadre le directeur de l'école de Sargadji affirme avoir recruté un effectif de 51 élèves au CI à la rentrée scolaire 2019-2020. Mais avec le départ des femmes, il s'est retrouvé avec 37 élèves en début de mois de février.

Quant au directeur de l'école Centre, il affirme avoir relevé 12 absents en classe de CM2 dont

8 filles, et 5 absents au CM1 dont 4 filles.

5. Discussion

Notre étude a montré que le changement climatique et les sécheresses sont les éléments déclencheurs de l'exode féminin dans le village de Sirkadji. Ces résultats sont corroborés par MOUNKAILA (2005), qui stipule que dans l'Ouest du Niger notamment le Zarmaganda a connu des épisodes de mouvements de population liés à des crises alimentaires provoquées par des ravages de criquets et des sécheresses. Ainsi, les années 1973 puis 1984 voient une amplification des vagues migratoires touchant environ 40% de la population totale du canton de Tondikiwindi (département de Ouallam) et 30 à 40% de la population de certains villages de Kourfey.

Les résultats de cette étude révèlent que l'insuffisance des ressources tirées de l'agriculture figure parmi les principaux mobiles de la migration des femmes de Sirkadji. A cela s'ajoute, le manque d'opportunités en termes d'activité génératrices de revenus sur place, la pression démographique et les pressions sociales notamment l'achat du trousseau de mariage pour les jeunes filles. Ces constats rejoignent les écrits de l'OIM-Niger (2016a, p.6) qui a montré que ces départs des migrants se justifient l'existence des difficultés économiques et sociales au niveau des villages, la pauvreté chronique (H. Boukar, 2015, p. 9) due aux manques d'activités économiques. Cette étude souligne aussi que les hommes, ont peu de pouvoir sur leurs épouses.

Il ressort que cette migration temporaire vers la ville se fait avec ou sans l'accord des parents et mari et a des impacts négatifs comme le viol, les grossesses non désirées et la déscolarisation des jeunes filles. Ces résultats sont corroborés par V. Delaunay et al (2016 p.85) qui dit qu'au Sénégal, Les jeunes filles célibataires partent avec

l'accord des parents qui « ne peuvent pas s'y opposer », ne pouvant pas offrir à leur fille ce qu'elle trouve en migration ; parfois même, ce sont les parents qui l'encouragent à partir. Plus rares sont celles qui partent sans autorisation, bravant le risque que la famille ne les soutienne pas en cas de problème, par exemple lors d'une grossesse hors mariage. Les discours soulignent que les femmes mariées partent avec l'accord du mari, qui le plus souvent voit positivement ce gain complémentaire.

Abordant dans le même sens, S Loua (2018 p.107) stipulait qu'en matière d'éducation, les filles sont toujours confrontées à la discrimination dans bien des régions du monde, du fait des traditions, des mariages et grossesses précoces, de la pénurie d'établissements scolaires convenablement équipés et d'accès facile. On attend des jeunes filles qu'elles s'acquittent de leurs obligations scolaires sans négliger leurs tâches domestiques, ce qui se traduit par des résultats scolaires médiocres et des abandons précoces.

Notre étude a montré que les migrantes vivent dans des abris de fortune à cause de leurs faibles revenus mais aussi pour éviter les exploitations et abus dont elles sont victimes chez les employeurs. C'est ainsi que H. MAIGA (2019p.140) affirmait que le plus haut degré de l'exploitation de la migrante est le faible niveau de rémunération pratiquée par les employeurs. Le salaire versé constitue l'un des éléments les plus importants du contrat du travail, mais leur salaire est le plus bas malgré que leurs conditions de travail soient très précaires. Ainsi dans son rapport de 2006, le FNUAP relatait que les migrantes font des travaux mal rémunérés, difficiles, avilissants, sales et dangereux notamment le ramassage des ordures, la

cuisine, le nettoyage etc. Les migrantes comptent parmi les êtres les plus vulnérables aux violations des droits humains et sont victimes de l'esclavage moderne (FNUAP, 2006). En un mot la situation des migrantes est très déplorable et interpelle les gouvernants et les organisations des droits de l'homme à veiller au respect des instruments juridiques relatifs aux droits des travailleurs domestiques migrants.

6. Conclusion

La migration féminine dans le village de Sargadji se présente aujourd'hui comme une composante essentielle du mode de vie des femmes. Elle participe à la prise en charge alimentaire et vestimentaire des ménages et aide les jeunes filles à constituer le trousseau de leur mariage qui, auparavant, était entièrement pris en charge par les parents. La faiblesse des revenus et des opportunités d'emplois rémunérés est au fondement du désengagement des parents dans la prise en charge de certains de leurs rôles sociaux. Cela légitime de fait la migration des femmes, et notamment celle des jeunes filles, qui touche désormais plusieurs ménages de la commune.

A travers leur participation dans le maintien de la stabilité alimentaire du ménage, les femmes voient leur statut social évoluer de plus en plus. Elles sont respectées, considérées par leur entourage et mieux elles sont fortement concertées dans les affaires de leur foyer. On constate donc un changement de rapport social de sexe dans les foyers surtout quand les maris sont incapables de prendre en charge les besoins des femmes

7. Références

- Amadou Oumarou 2018 : La migration féminine, une stratégie extra-agricole adaptation aux changement climatiques et environnementaux dans l'Imanan (Niger) IRD editions Chapitre 15 p. 315-334
- Benjamain Sultan, Richard Lalou, Mouftaou Amadou Sanni, Amadou Oumarou, Mama Arama Soumaré 2016 Les sociétés rurales faces aux changement climatiques et environnementaux, IRD édition ; Chapitre 14. P.214-229
- BOUKAR Hassane., 2015 : « Elément d'information sur la migration féminine de Kantché », Alternative Espace Citoyen, 29 p.
- Batterbury Simon. (2007), "Rural Populations and Agrarian Transformations in the Global South", Policy Paper, n° 5, Pariss, Ciced.
- Findley, S.E. (1994), "Does Drought Increase Migration ? A Study of Migration from Rural Mali during the 1983-1985 Drought", International Migration Review, vol. X XVIII, n° 3, p. 539-553
- FNUAP ; Rapport annuel 2006 ISBN 0-89714-813-4
- Hamidou MAIGA 2019 ; Etude comparée des migrations féminines à Niamey, Abidjan et Cotonou paru dans la revue migration et developpement d'Aix en Province Marseille p 135-149
- Harouna Mounkaila 2002 : De la migration circulaire à abandon du territoire local dans le Zarmaganda (Niger) dans revue migration et environnement vol 18 n°2 P 161-187 <https://doi.org/10.4000/remi.1662>
- INS (Institut Nationale de la Statistiques), (2012) : « Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2012 », (Décret N° 2011-059/PCSRD/ME/F DU 27 Janvier 2011). INS-Niger, 61 p.
- IRI 2019 Migration et Gouvernance au Niger : un tournant critique, IRI (International Republican Institute), 28 pages
- Knerr, B. (2004), "Desertification and Human Migration", in D. Werner (éd.), Biological Resources and Migration, Berlin, Springer, p. 317-337.
- Myers, N. (1993), "Environmental Refuges in a Globally Warmed World", Bioscience, vol. XLIII, n° 11, p. 752-761.
- OIM-Niger., 2016a : « Rapport annuel », OIM-Niger, 22 p.
- République du Niger 2020 : La politique Nationale de Migration (2020-2035) avec son plan d'action quinquennal (ministère de l'Intérieur, de la sécurité publique, de la décentralisation et des affaires coutumières et Religieuses du Niger), 92 pages.
- Roquet, D. (2008), « Partir pour mieux durer : la migration comme, réponse à la sécheresse au Sénégal », Espace, Populations, Sociétés, n° 1, p. 37-53.
- Seydou Loua 2018 : État des lieux de l'éducation des filles et des femmes au Mali : contraintes et défis paru dans la Revue Internationales d'éducation de Sevres: accueillir tous les enfants à l'école: la question de l'inclusion p. 103-113 <https://doi.org/10.4000/ries.6571>

Valérie Delaunay, Emmanuelle Engeli, Régine Franzetti, Guillaume Golay, Aurore Moullet, Claudine Sauvain-Dugerdil 2016 : La migration temporaire des jeunes au Sénégal : Un facteur de résilience des sociétés rurales sahéliennes paru Dans Afrique contemporaine 2016/3 (N° 259), pages 75 à 94

Valérie Delaunay. Enel, C. (2009), « Les migrations saisonnières féminines : le cas des jeunes bonnes à Dakar », in J. Vallin (éd.), Du genre et de l'Afrique. Ouvrage en hommage à Thérèse Locoh, Paris, INED, p. 389-401.

Climate change in agricultural production and migration intentions in Africa

Mamadou Abdoulaye Diallo¹, Porto Bazié²

¹. *Assistant de recherche*

Consortium pour la Recherche Economique et Sociale (CRES)

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Sénégal

Email : mamadou.abdoulaye@cres-sn.org / m.abdoulaye.diallo90@gmail.com.

². *Enseignant-chercheur*

Université Thomas SANKARA, Burkina Faso

Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)

Email : portobazie@gmail.com

Abstract

The aim of this study is to assess the effect of climate change in agricultural production on the migration intention. We understand the migration intention as a process ranging from desire and planning to preparation. Using data from the 7th round of Afrobarometer surveys, we estimate a sequential logit model on a sample of 44,224 adults in 33 African countries. Descriptive results show that 36% of adults express a desire to move elsewhere to live; 14% have planned to leave within the next two years, and only 3% are preparing to migrate. Econometric estimates reveal that people for whom climatic conditions in agricultural production have become worse are respectively 20% (OR=1.20; CI=1.15 - 1.25, p<0.01) and 11% (OR=1.11; CI= 1.04 - 1.19, p<0.01) more likely to wish to migrate and to be planning to migrate within the next two years. However, the effect of climate change on migration readiness was not significant. The study also identifies other factors that significantly influence migration intention. These include age, which has a negative effect, i.e., younger people (18-25 years old) are more likely to have a migration intention than older people, gender - with women having a lower migration intention than men, higher level of education, internet use and level of remittance dependency, which significantly affect all stages of the migration intention process, political commitment, perception of governance, etc. This study highlights the need to take greater account of climate change in public policies, and in particular in migration policies. It also suggests focusing on improving people's living conditions by targeting the youngest, the most educated, those frustrated by governance and those heavily dependent on remittances.

Mots clés : *climate change, migration intention, Africa, sequential process.*

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des changements climatiques dans la production agricole sur l'intention de migrer. Nous appréhendons l'intention de migrer comme un processus allant du désir, de la planification à la préparation. En utilisant les données du 7^{ème} tour des enquêtes Afrobarometer, nous estimons un modèle logit séquentiel sur un échantillon de 44 224 adultes répartis dans 33 pays africains. Les résultats descriptifs montrent que 36% des adultes manifestent un désir d'aller s'installer ailleurs pour y vivre ; 14% ont planifié de partir dans les deux prochaines années et seulement 3% sont en préparation pour migrer. Les estimations économétriques révèlent que les personnes pour lesquelles les conditions climatiques dans la production agricole sont devenues pires présentent respectivement 20% (OR=1.20; IC=1.15 - 1.25, $p<0.01$) et 11% (OR=1.11; IC= 1.04 - 1.19, $p<0.01$) plus chance de désirer migrer et de planifier une migration dans les deux prochaines années. Cependant, l'effet du changement climatique sur la préparation à la migration n'est significatif. L'étude identifie également d'autres facteurs qui influencent significativement l'intention de migrer. Il s'agit de l'âge qui a un effet négatif c'est-à-dire que les plus jeunes sont plus susceptibles d'avoir une intention de migrer que les plus âgés, le sexe – les femmes ayant une intention de migrer plus faible que les hommes, le niveau d'éducation supérieur, l'utilisation d'internet et le niveau de dépendance des transferts qui affectent significativement toutes les étapes du processus de migrer, l'engagement politique, la perception de la gouvernance, etc. Cette étude met en lumière la nécessité de prendre en compte davantage le changement climatique dans les politiques publiques et en particulier dans les politiques migratoires. Elle suggère également de mettre l'accent sur l'amélioration des conditions de vie des populations en ciblant davantage les plus jeunes, les plus éduqués, les frustrés de la gouvernance et les dépendants fortement des envois de fonds.

Mots clés : *changement climatique, intention migratoire, Afrique, processus séquentiel.*

1. Introduction

Irreversible migration patterns across continents are being driven by climate change and its effects on a global scale (International Organization for Migration, IOM, 2019, cited by Azuma and Ahmed, 2023). Migration is an important livelihood and adaptation strategy in the context of changing climatic and environmental conditions. It offers the opportunity to diversify incomes, reduces vulnerability and increases the resilience of rural households (Black et al., 2011; Foresight, 2011; Gemenne and Blocher, 2017). It is estimated that around 143 million new climate-induced migrants from sub-Saharan Africa (SSA), Latin America and

South Asia will be registered by 2050 (Rigaud et al., 2018).

In addition, with increasing floods, droughts, high temperatures and variable rainfall, SSA is expected to bring more than 85 million (4 per cent of its total population) new climate-induced migrants (Rigaud et al., 2018). This will result in migration pressures due to low agricultural yields and water scarcity. Climate change threats are already manifesting themselves in many African countries, affecting the livelihoods of communities, particularly those that depend on climate data, such as agriculture. Poor harvests, loss of livestock and changes in the way of life of indigenous communities are just some of the manifestations of climate change in some countries (Milan-García et al., 2021).

Over the last three decades, the role of climate change in driving human migration has attracted a growing interest (Azumah et al., 2022; De Longueville et al., 2019). Studies have shown that climate change is a factor driving migration, particularly for vulnerable groups (Gray and Wise, 2016; Hermans and McLeman, 2021; McLeman et al., 2021; Hoffmann et al., 2020). For Kaczan and Orgill-Meyer (2020), climate-induced migration is not only prevalent among poor households, but also among long-distance national migrants in drought conditions. While economic factors are considered to be the main drivers of migration, the underlying factors influencing migration are both economic and non-economic. However, in addition to ethnic, political and economic reasons, recent research shows that climate change is gradually becoming a key factor driving migration (Kudjey, 2014; Milan-García et al., 2021).

Although a number of studies have analysed migration factors in the literature, few have focused on the intention to migrate (Diallo, 2022, Migali and Scipioni, 2019). However, the intention to leave the country is an important step in the migration process and can be influenced by several factors. To our knowledge, no study has investigated the link between the perceptions of climate change on agricultural production and migration intentions. Moreover, the few studies that have looked at the intention to migrate have been limited to examining the desire, planning or preparation for migration separately (Docquier et al., 2014; Van Mol et al., 2017; Migali and Scipioni, 2019; Diallo, 2022). The intention to migrate can be seen as a process that combines the three phases, from the desire to migrate, through planning and preparation.

The objective of this study is to evaluate the effect of climate change on agricultural

production on the intention to migrate. Using Round 7 of the Afrobarometer surveys, we modelled the process of intention to migrate using a sequential logistic model on a sample of 44,224 people in 33 African countries. The descriptive results show that 36% of adults express a desire to migrate; 14% have planned to leave in the next two years and only 3% are preparing to migrate. Econometric estimates show that the perception of climate degradation in agricultural production has a significant impact on Africans' intention to migrate, in terms of both desire and planning.

The rest of the document is structured as follows: section 2 presents the analysis methodology, and the data used. Section 3 is devoted to the presentation and analysis of the results, and the final section concludes and proposes economic policy implications.

2. Méthodology

2.1. Data source

The data used in this study comes from round 7 of Afrobarometer surveys conducted in 34 countries between 2016 and 2017. Afrobarometer is a pan-African, non-partisan survey research network that has been producing reliable data on Africans' experiences and perceptions of democracy, governance, quality of life and related issues since 1999. In each country, Afrobarometer works with a national partner to collect the data.

Interviews were conducted face-to-face in the respondent's own language with nationally representative samples. Sample sizes vary between 1,200 and 2,400 depending on the country. The selection of respondents is based on a stratified random sample drawn in two stages. In the first stage, primary units are selected with

probability proportional to population size (PPPS). In each primary unit, a fixed number of eight adults are selected. Samples of this size provide results with a margin of error at the 95% confidence level of +/-2.8 and 2.0 percentage points, respectively for the 12,000 and 2,400 sample sizes. The Round 7 surveys covered

34 countries. However, we have excluded Kenya from our analysis because questions on intention to migrate were not collected. In total, our study covered a sample of 44,224 individuals. Table 1 below lists the countries included in our study and the size of the corresponding sample.

Table 1 : Country and Sample

Country	Sample size	Country	Sample size	Country	Sample size
Benin	1200	Lesotho	1200	São Tomé and Príncipe	1200
Botswana	1198	Liberia	1200	Senegal	1200
Burkina Faso	1200	Madagascar	1200	Sierra Leone	1200
Cabo Verde	1200	Malawi	1200	South Africa	1840
Cameroon	1202	Mali	1200	Sudan	1200
Côte d'Ivoire	1200	Mauritius	1200	Tanzania	2400
eSwatini	1200	Morocco	1200	Togo	1200
Gabon	1199	Mozambique	2392	Tunisia	1199
Gambia	1200	Namibia	1200	Uganda	1200
Ghana	2400	Niger	1200	Zambia	1200
Guinea	1194	Nigeria	1600	Zimbabwe	1200

2.2. Study variables

Dependent variable: migration intention

To measure the intention to migrate, we first use the question: "To what extent, if at all, have you thought about emigrating to another country to live there? with the modalities "Not at all", "A little", "Somewhat" or "A lot". In fact, those who expressed a desire to migrate were asked a second question: "To what extent have you planned or prepared to emigrate to another country in order to live there? The terms of this last question are coded as follows: "You have no such plans at present"; "You are planning to emigrate in a year or two but have not started to prepare to do so"; "You are in the process of preparing to migrate and are currently

following the procedures for obtaining a visa". The combination of these two variables reveals three stages in the intention to migrate: First the desire, then the planning and finally the preparation.

Variable of interest

This variable of interest in this is the perception of climate change in agricultural production in the respondent's locality. This variable is coded "1" if the respondent considers that climatic conditions in his or her locality have become worse and "0" if they have not.

Control variables

The list and description of the control variables are provided in Table 2.

Table 2 : Description of control variables and expected sign.

Variables	Description	Expected sign
Gender	1. Female and 0. male	+/-
Age	1. 18-35 years; 2. 36-55 years; 3. Over 55	-
Level of education	0. No formal education; 1. Primary; 2. Secondary; 3. Post-secondary	+
Residential area	1. Rural; 0. Urban	-
Dependence on migrant remittances	0. Not at all; 1. A little bit; 2. Somewhat 3. A lot	+
Returning migrant in the household	1. Yes; 0. No	+
Internet exposure	1. Every day/A few times a week; 0. Otherwise	+/-
Elections participation	1. Yes; 0. No	+/-
Current orientation of the country	1. Wrong direction; 2. Right direction	+/-
Government performance in job creation	1. Very Badly/Fairly Badly; 0. Otherwise	+
Functioning of democracy	1. Quite satisfied/Very satisfied; 0. Otherwise	-
Corruption	1. Increased a lot/Increased somewhat; 0. Otherwise	+

2.3. Theoretical framework of the sequential logit model

In this paper we focus on the intention to migrate of African adults. This intention is apprehended through a sequential process in three phases: the desire to migrate, planning and preparation. The dependent variable, 'intention to migrate', is a polytomous variable with three ordered modalities, where 0 indicates that the respondent has no desire to leave at all; 1 means that the adult has the desire to leave but is not planning his or her trip; 2 corresponds to adults who wish to migrate, having planned to leave in the next two years, but who are not yet preparing to do so; and 3 identifies individuals who actually intend to migrate. The conventional approach would be to apply the ordered logistic progression model (Agresti, 2010), the purpose of which is to estimate the probability that "migration intention" is equal to 0, 1, 2 or 3 among the individuals

in the population. However, these decisions are not only ordered but also sequential, as the attainment of a modality "i" is conditional on the attainment of the preceding modalities. Moreover, there is also an aspect of self-selection for each stage in that only those who wish to migrate will plan the journey, and only some of them are in the process of preparing to make the migration a reality. Thus, the estimates of the ordered logistic model would be biased because they do not take into account the self-selection effects included in the model (Lillard and Willis, 1994; Long and Freese, 2014). Consequently, the econometric model adapted for this study is the sequential logit model widely used in the literature (Diallo and Ndiaye, 2022; Fall et al., 2015; Sato et al., 2017). Figure 1 shows that of the 44,224 individuals, 15,866 (36%) expressed a desire to migrate, of whom 6,119 (14%) had planned to migrate, and 1,442 (3%) were preparing to migrate.

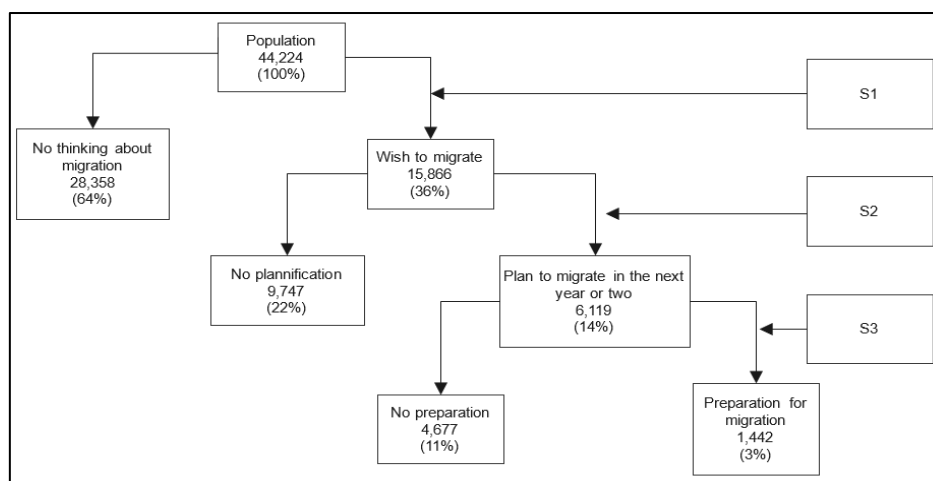


Figure 1 : Processus of migration intention.

Figure 1 shows two levels of transition, described as follows: (i) whether or not the individual wishes to migrate ($S = 1$); (ii) Having a desire, the individual decides whether or not to plan to migrate in the next two years ($S = 2$); (iii) Knowing that they have planned to migrate, individuals decide whether or not to prepare for migration ($S = 3$).

Using the notations of Diallo and Ndiaye (2022), this means that the probability of p_{ki} for an individual i to stop at a level k , is given by the following logistic function:

$$p_{ki} = F_k(x_i\beta) = \frac{\exp(\alpha_k + \sum_m \beta_{km}x_m)}{1 + \exp(\alpha_k + \sum_m \beta_{km}x_m)} \text{ if } p_{k-1,i} = 1$$

Where $p_{k-1,i}$ indicates whether individual i completed the previous transition. The probability for each transition is modelled as a function of m characteristics such as, gender, age, education level, residential area, etc. In the sequential logit model, the probability of individual i moving from one transition k to another is given by:

$$P(y_i = k) = \begin{cases} F_1(x_i\beta) & \text{for } k = 1 \\ \prod_{j=1}^{k-1} [(1 - F_j(x_i\beta))F_k(x_i\beta)] & \text{if } k \geq 2 \end{cases}$$

Where y_i represents the polytomous variable and the event $y_i = k$ means that the individual stops at the k^{th} transition. The model parameters were estimated using the SEQLOGIT command in Stata 16.

3. Finding

3.1. Migration aspirations, reasons and desired destinations

Overall, analysis of Figure 2 shows that 36% of adults express a desire to move elsewhere to live; 14% have planned to leave in the next two years and only 3% are preparing to migrate. The desire to migrate is greatest among people living in Central African countries (47%), followed by West Africa (41%) and North Africa (40%). The desire to migrate is lowest among residents of South Africa (30%) and East Africa (22%). The same trend is observed for planning and preparation.

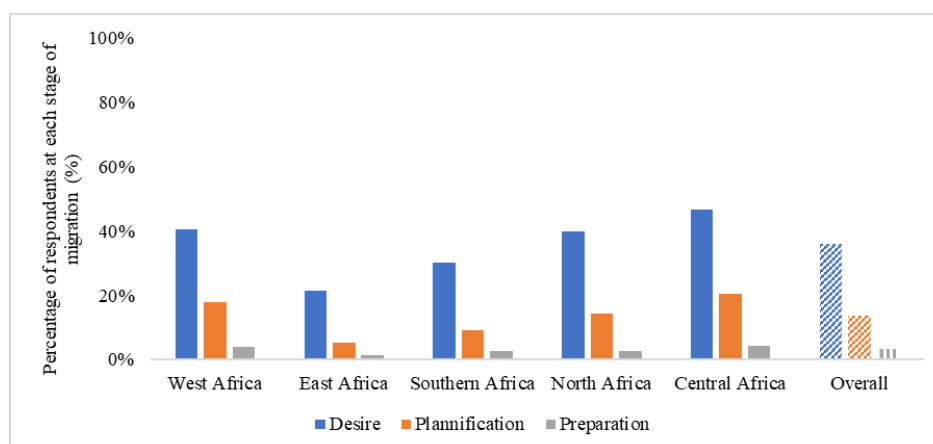


Figure 2 : Migration intention (%), by region.

Table 3 shows that the main reasons why potential migrants intend to migrate are to seek better job opportunities (44%), to escape economic hardship and/or poverty (30%) and to continue their studies (6%). Their preferred destination is Africa (36%), followed by Europe (27%) and North America (23%). However, disaggregated analysis reveals that the extent of the reasons for intending to migrate differ from one region to another (Table 5 and 6). For example, the search for better job opportunities is cited by the majority (51%) in South African countries, compared with 36% in Central Africa. Escape from poverty

is mentioned more in West Africa (35%) and North Africa (32%). The pursuit of studies is mentioned more in Central Africa (11%), while the search for better business opportunities is more important in East Africa (11%). The desired destinations vary greatly between regions (table 5). In Central Africa (41%), East Africa (48%) and Southern Africa (60%), Africa remains the main desired destination. In North Africa (48%), Europe is the preferred destination for potential migrants. Finally, in West Africa, potential migrants are more interested in going to North America (32%), Europe (31%) and Africa (25%).

Table 3 : Reasons for migration intention.

	Male	Female	Urban	Rural	Total
Find work/ better job/ better work oppo	47%	39%	43%	44%	44%
Economic hardship/Poverty	28%	31%	26%	33%	30%
Better business prospects	4%	4%	4%	4%	4%
Better politic environment	4%	3%	4%	3%	4%
Better school/medical services	2%	3%	2%	2%	2%
To pursue an education	6%	6%	8%	4%	6%
To join spouse/ family members	1%	3%	2%	3%	2%
Travel/tourism/adventure/experience	4%	6%	5%	4%	5%
Don't know/refused	2%	2%	2%	1%	2%
Others	2%	3%	2%	2%	2%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Table 4 : Destination desired by potentials migrants.

	Male	Female	Urban	Rural	Total
Africa	37%	35%	47%	36%	36%
Europe	28%	27%	22%	27%	27%
North America	22%	24%	19%	23%	23%
Central/South America	3%	3%	3%	3%	3%
Middle East/Asia	2%	2%	2%	2%	2%
Australia	3%	3%	2%	3%	3%
Other country outside Africa	3%	4%	3%	3%	3%
Don't know/refused	2%	3%	3%	3%	3%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Table 5 : Reasons for migration intention.

	West Africa	East Africa	Southern Africa	North Africa	Central Africa	Total
Find work/ better job/ better work oppo	41%	45%	51%	42%	36%	44%
Economic hardship/Poverty	35%	23%	23%	32%	23%	30%
Better business prospects	4%	11%	4%	4%	4%	4%
Better politic environment	2%	4%	4%	5%	6%	4%
Better school/medical services	2%	1%	3%	1%	3%	2%
To pursue an education	7%	2%	4%	5%	11%	6%
To join spouse/ family members	3%	0%	2%	1%	2%	2%
Travel/tourism/adventure/experience	4%	10%	4%	3%	9%	5%
Don't know/refused	1%	1%	2%	4%	3%	2%
Others	1%	2%	3%	3%	4%	2%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Table 6 : Destination desired by regional area.

	West Africa	East Africa	Southern Africa	North Africa	Central Africa	Total
Africa	25%	48%	60%	8%	41%	36%
Europe	31%	14%	15%	48%	29%	27%
North America	32%	23%	13%	16%	19%	23%
Central/South America	2%	8%	1%	14%	1%	3%
Middle East/Asia	2%	3%	2%	3%	2%	2%
Australia	3%	1%	4%	4%	1%	3%
Other country outside Africa	3%	3%	3%	3%	5%	3%
Don't know/refused	2%	1%	3%	3%	3%	3%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

3.2. Descriptive statistics for the variables used

According to the survey (Table 7), just over a third of the population (35.9%) express the desire to migrate, while 13.8% are in the planning stage and 3.3% are in the process of preparing to migrate. However, disparities are observed in terms of desire, planning and preparation to migrate, depending on perceptions of climate change, socio-demographic characteristics, perceptions of governance, political participation and civic engagement, as well as experience of migration within the household and access to social networks.

People with a poor perception of climate change have a greater desire to migrate (36.9% compared to 35% among those who do not have a negative perception of climate change), plan more (14.6% compared to 13.1%) and prepare more for migration (3.4% compared to 3.2%).

With regard to socio-demographic characteristics, the results show that men express more desire (39.6%), planning (16.3%) and preparation (4.0%) to migrate than women (32.2%, 11.4%, 2.5% respectively). The desire, planning and preparation to migrate increase with the level of education: for example, people with a higher level of education express more desire (36.9%), planning (14.6%) and preparation (3.4%) to migrate than uneducated people (23.7%, 9.9%, 2.1%). Furthermore, age is a factor that is negatively correlated with the desire, planning and preparation to migrate, i.e., the older a person gets, the less their intention to migrate decreases. Young people aged between 18 and 35 express a greater desire (43.7%), plan (17.8%) and preparation (4.1%) to migrate than adults (36-55) and older people (over 55). City dwellers expressed more desire (42.5%), planning (17.0%) and preparation (4.0%) to

migrate than rural dwellers (30.4%, 11.3%, 2.6% respectively).

People with a negative perception of the country's current governance expressed more desire to migrate (38.7% compared to 32.4% for those with a positive perception of the country's governance), planned more (15.3% compared to 12.0%) and prepared more for migration (3.6% compared to 2.9%). The increase in the level of corruption is also a factor that leads people to express more desire (38.6%), more planning (15.1%) and more preparation for migration (3.5%) than those who feel that the level of corruption has not increased (32.9%, 12.5%, 3.0% respectively). Finally, the government's poor performance in terms of job creation also contributes more to desire (37.3%), planning (14.6%) and readiness to migrate (3.5%) than a positive opinion of the government's performance in terms of employment (32.4%, 11.9% and 2.8% respectively).

Household dependence on remittances increases the desire, planning and preparation to migrate. The larger the amount of remittances, the more people express a desire to migrate (49.1% compared to 33.1% in households that have received no remittances), plan more (26.2% compared to 11.6%) and prepare more for migration (7.9% compared to 2.5%). Furthermore, in households where a migrant lives, the desire to emigrate (55.5%), planning (26.3%) and preparation for migration (7.0%) are higher than in households without returning migrants (29.4%, 9.7% and 2.0% respectively).

Internet use and access to social networks and the media appear to be a determining factor in people's intention to migrate. People who use the internet express more desire (51.3%), planning (22.5%) and preparation (5.8%) to migrate than those

who do not use the internet (30.4%, 10.8%, 2.4% respectively).

Finally, the intention to migrate varies according to political participation and civic engagement. People who did not take part in the presidential elections expressed a greater desire to migrate (41.6%), planned more (17.7%) and prepared more (4.3%)

than those who did take part in the elections (33.1%, 12.0%, 2.8% respectively). We also see that people who are dissatisfied with the level of democracy express a greater desire to migrate (39.8%), plan more (16.1%) and prepare more (3.8%) than those with a positive perception of democracy.

Table 7 : Descriptive statistics.

	N	%	Desire	Planification	Preparation
Gender					
Male	22080	49,9	39,6	16,3	4,0
Female	22144	50,1	32,2	11,4	2,5
Age					
18-35 years	24174	54,7	43,7	17,8	4,1
36-55 years	14071	31,8	30,4	10,6	2,6
55 years and over	5979	13,5	17,0	5,4	1,3
Education					
No formal education	9081	20,5	23,7	9,9	2,1
Primary	12311	27,8	28,6	9,6	2,2
Secondary	16322	36,9	42,2	15,8	3,7
Post-secondary	6510	14,7	50,6	22,3	5,9
Residential area					
Urban	19938	45,1	42,5	17,0	4,0
Rural	24286	54,9	30,4	11,3	2,6
Climate change perception					
Not worse	23279	52,6	35,0	13,1	3,2
Worse	20945	47,4	36,9	14,6	3,4
Current orientation of the country					
Right direction	19979	45,2	32,4	12,0	2,9
Wrong direction	24245	54,8	38,7	15,3	3,6

Table 8 : Descriptive statistics (Continued).

	N	%	Desire	Planification	Preparation
Corruption					
Not increased	21223	48,0	32,9	12,5	3,0
Increased a lot/Increased somewhat	23001	52,0	38,6	15,1	3,5
Government performance in job creation					
Not bad	12638	28,6	32,4	11,9	2,8
Very Badly/Fairly Badly	31586	71,4	37,3	14,6	3,5
Dependence on migrant remittances					
Not receive	34700	78,5	33,1	11,6	2,5

A little bit	4623	10,5	43,8	19,3	5,1
Somewhat	3208	7,3	46,9	23,4	6,1
A lot	1693	3,8	49,1	26,2	7,9
Returning migrant in the household					
No	33210	75,1	29,4	9,7	2,0
yes	11014	24,9	55,5	26,3	7,0
Internet exposure					
No	32598	73,7	30,4	10,8	2,4
yes	11626	26,3	51,3	22,5	5,8
Elections participation					
No	14303	32,3	41,6	17,7	4,3
yes	29921	67,7	33,1	12,0	2,8
Functioning of democracy					
Not satisfied	24723	55,9	39,8	16,1	3,8
Quite satisfied/Very satisfied	19501	44,1	30,9	10,9	2,6

3.3. Estimation results

The results of the estimation of the sequential logit model are shown in Table 8. It appears that the desire to migrate is positively influenced by the perception of a deterioration in agricultural production due to climate change. People for whom climatic conditions in agricultural production have become worse are 20% (OR=1.20; CI=1.15 - 1.25, $p<0.01$) and 11% (OR=1.11; CI= 1.04 - 1.19, $p<0.01$) more likely to want to migrate and to plan to migrate in the next two years. However, the effect of climate change on readiness to migrate was not significant.

Other factors have been identified as having a significant influence on the various stages of the desire to migrate. These relate to socio-demographic characteristics, perceptions of governance, political participation and civic engagement, as well as migration experience within the household and access to social networks. In terms of gender, women have a lower intention to migrate than men. They are 27% less likely to want to migrate. Knowing that they want to migrate, they are 25% less likely than men to plan their migration. When they do manage to plan, they are 15% less likely than men to prepare to

make their migration a reality. In terms of age, adults and older people are less likely than younger people (aged 18-35) to want and plan to migrate. However, once their desire and planning are in place, older people are more likely to prepare to translate their intentions into actual migration. Education plays an important role in the desire to migrate. Individuals with a primary education are 24% more likely to want to migrate than those with no formal education. This figure rises to 59% for people with secondary education and 78% for adults with post-secondary education. On the other hand, educated people are less likely to plan their migration than the less educated. However, when the conditions of desire and planning are met, the more educated are more likely to make their migration a reality through preparation by regular means.

In terms of their perception of the country's governance, those who feel that my country is heading in the wrong direction are 16% and 7% respectively more likely to want and then plan to migrate. In addition, those who rate the government's job creation performance rather poorly and those who feel that the level of corruption in the country is on the rise are 7% more likely to want to migrate.

The level of satisfaction with the functioning of democracy significantly affects the desire to migrate. Those who are satisfied with their country's democracy are respectively 29% and 15% less likely to want to migrate or to be planning to migrate in the near future.

The desire to migrate increases with the level of dependence on remittances. Those who depend little (25%), a little (41%) or a lot (49%) on remittances are more likely to want to migrate than those who do not depend on remittances at all. The same trend is observed in planning and preparation. On the other hand, the presence of a returning migrant in the

household generates a strong desire to migrate. Residents with return migrants in their households are 2.7 times more likely to want to migrate. They are more willing to plan and prepare for migration abroad. Exposure to the media, in particular regular access to the internet, increases the desire to migrate. Those with access to the internet are 37% more likely to want to migrate, 20% more likely to plan to migrate in the next two years and 14% more likely to be preparing to migrate abroad. Finally, we note that political participation reduces the desire to migrate. Those who voted in the last national elections are 8% less likely to want to migrate and 16% less likely to be planning to migrate in the near future.

Table 9 : Sequential model, odds ratio.

	Desir, planification, preparation vs No desire	Planification, preparation vs desire	Preparation vs planification
Climate change (Worse)	1.20*** (1.15 - 1.25)	1.11*** (1.04 - 1.19)	0.94 (0.83 - 1.06)
Gender (Female)	0.73*** (0.70 - 0.76)	0.75*** (0.70 - 0.80)	0.85** (0.75 - 0.96)
Age (Ref. 18-35 years)			
36-55 years	0.63*** (0.60 - 0.66)	0.80*** (0.74 - 0.87)	1.13* (0.98 - 1.31)
Over 55 years	0.30*** (0.28 - 0.32)	0.67*** (0.58 - 0.77)	1.12 (0.85 - 1.48)
Education (Ref. No formal education)			
Primary	1.24*** (1.16 - 1.32)	0.72*** (0.64 - 0.81)	1.17 (0.94 - 1.44)
Secondary	1.59*** (1.49 - 1.69)	0.72*** (0.65 - 0.80)	1.15 (0.94 - 1.40)
Post-secondary	1.78*** (1.64 - 1.93)	0.84*** (0.74 - 0.95)	1.31** (1.05 - 1.64)
Residential area (Rural)	0.77*** (0.74 - 0.81)	0.94 (0.88 - 1.01)	1.06 (0.93 - 1.21)
Current orientation of the country (Right direction)	1.16*** (1.11 - 1.21)	1.07** (1.00 - 1.15)	1.00 (0.87 - 1.13)
Corruption (Increased a lot/Increased somewhat)	1.07*** (1.02 - 1.12)	0.99 (0.92 - 1.06)	0.95 (0.84 - 1.08)
Government performance in job creation (Very Badly/Fairly Badly)	1.07**	1.06	1.03

	(1.01 - 1.12)	(0.98 - 1.15)	(0.89 - 1.19)
Functioning of democracy (Quite satisfied/Very satisfied)	0.79***	0.85***	1.03
	(0.76 - 0.83)	(0.79 - 0.91)	(0.90 - 1.18)
Dependence on migrant remittances (Ref. Not receive)			
A little bit	1.25***	1.28***	1.19**
	(1.17 - 1.34)	(1.16 - 1.41)	(1.01 - 1.42)
Somewhat	1.41***	1.60***	1.20*
	(1.30 - 1.53)	(1.43 - 1.79)	(1.00 - 1.44)
A lot	1.49***	1.82***	1.44***
	(1.34 - 1.66)	(1.57 - 2.10)	(1.15 - 1.79)

Table 10 : Sequential model, odds ratio (Continued).

	Desir, planification, preparation vs No desire	Planification, preparation vs desire	Preparation vs planification
Returning migrant in the household (Yes)	2.72***	1.66***	1.31***
	(2.60 - 2.86)	(1.55 - 1.77)	(1.16 - 1.48)
Internet exposure	1.37***	1.20***	1.14*
	(1.30 - 1.45)	(1.11 - 1.30)	(0.99 - 1.31)
Elections participation	0.92***	0.84***	0.95
	(0.88 - 0.97)	(0.78 - 0.90)	(0.84 - 1.07)
Constant	0.43***	0.73***	0.22***
	(0.39 - 0.47)	(0.62 - 0.85)	(0.16 - 0.29)
Observations	44,224	44,224	44,224
Wald chi2	7129	7129	7129
Prob>chi2	0.000	0.000	0.000

Confidence Interval in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Figure 3 shows that the perception of a deterioration in agricultural production due to climate change. On average, almost one African in two (47%) believes that climate change has made agricultural yields worse.

This perception is more pronounced in East Africa (63%) and West Africa (51%), and is relatively less important in South Africa (45%), Central Africa (37%) and North Africa (35%).

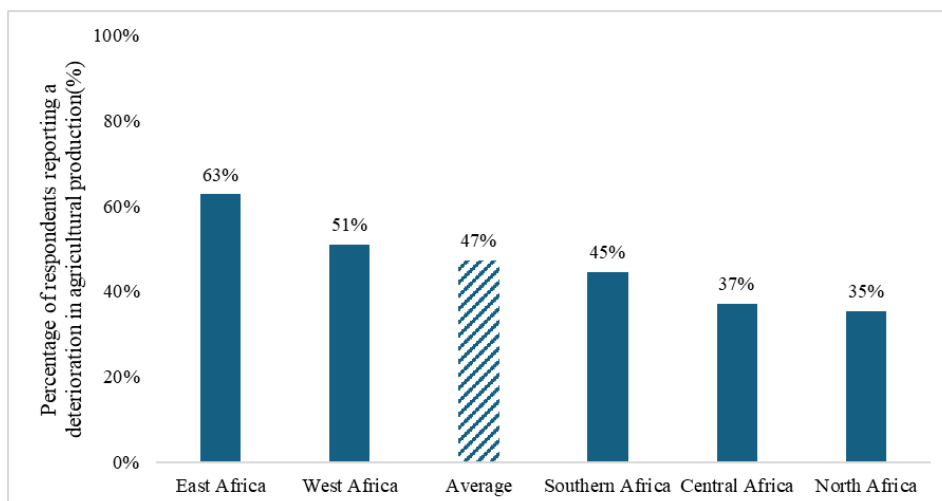


Figure 3 : Perception of a deterioration in agricultural production due to climate change (%), by region.

The econometric results show that this perception of deteriorating agricultural production encourages people to want to migrate: West Africa (19%), South Africa (25%) and North Africa (34%). Those with negative perceptions of climate change are 62% more likely to plan to migrate in North Africa and 20% more likely in Central Africa.

However, in West Africa, preparation for migration is negatively associated with the perception of a deterioration in production. The odds ratio, estimated at 0.77, means that people who consider that climate change has worsened agricultural production are 23% less likely to prepare to migrate.

Table 11 : Effect of climate change perception on migration aspirations, by regional.

	Desir, planification, preparation vs No desire	Planification, preparation vs desire	Preparation vs planification
West Africa	1.19*** (1.12 - 1.27)	1.03 (0.94 - 1.14)	0.77*** (0.65 - 0.91)
East Africa	1.10 (0.90 - 1.34)	0.93 (0.62 - 1.38)	1.16 (0.53 - 2.54)
Southern Africa	1.25*** (1.16 - 1.35)	1.09 (0.95 - 1.24)	1.13 (0.89 - 1.44)
North Africa	1.34*** (1.14 - 1.57)	1.62*** (1.28 - 2.05)	1.00 (0.62 - 1.61)
Central Africa	0.99 (0.86 - 1.15)	1.20* (0.98 - 1.48)	1.23 (0.84 - 1.78)

Note: Confidence interval in parentheses

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

4. Conclusion

This study assessed the effect of the perception of climate change in agricultural

production on Africans' desire to migrate. The descriptive results show that 36% of adults express a desire to move elsewhere to live; 14% have planned to leave in the

next two years and only 3% are preparing to migrate. Using a sequential approach to migration aspirations, the results of our estimates reveal that climate degradation significantly and positively affects Africans' desire and planning to migrate abroad. However, the effect on preparedness is not significant. In addition, we have identified several other factors that influence the aspiration to migrate. Women are less likely to aspire to migration. Young people desire and plan their migration more than their elders. However, older people are more inclined to be ready to migrate. While education increases the desire to migrate, it also shows that the better educated are less likely to plan their migration, even though they are more likely to actually go through with it. This study also highlights the role of good governance and government performance in the desire to migrate. Also, the household's migration

experiences through dependence on remittances and the presence of a returning migrant significantly affect all stages of migration aspiration. Civic participation and exposure to the media also play an important role in aspiring to migration.

This study highlights the need to take greater account of climate change in public policies, and in particular in migration policies. Promoting good political, economic and social governance, and civic engagement could reduce the level of frustration in countries, and therefore reduce the high level of willingness to migrate. She suggests focusing on improving the living conditions of the population by targeting the youngest, the most educated and those who are heavily dependent on remittances.

5. Références

- Agresti, A. (2010). Analysis of ordinal categorical data (Vol. 656). John Wiley & Sons.
- Azumah, S. B., Mahama, A., Yegbemey, R. N., & Dapilah, F. (2022). Climate perception, migration and productivity of maize farmers in Ghana. *Journal of Agricultural Studies*, 10(1), 82.
- Black, R., Adger, W. N., Arnell, N. W., Dercon, S., Geddes, A., & Thomas, D. (2011). The effect of environmental change on human migration. *Global environmental change*, 21, S3-S11.
- De Longueville, F., Zhu, Y., & Henry, S. (2019). Direct and indirect impacts of environmental factors on migration in Burkina Faso : application of structural equation modelling. *Population and Environment*, 40, 456-479.
- Diallo, M. A. (2022). Subjective poverty and migration intention abroad: The case of Senegal. *African Development Review*, 34(3), 410-424.
- Diallo, M. A., & Ndiaye, I. (2022). Adoption de variétés améliorées de mil dans le Bassin arachidier du Sénégal : Déterminants et impact sur le rendement et le bien-être. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 10(1).
- Docquier, F., Peri, G., & Ruysen, I. (2014). The cross-country determinants of potential and actual migration.

- International Migration Review, 48(1 Suppl), 37–99.
- Fall, F. S., Ky, Y., & Birba, O. (2015). Analyzing the mobile-banking adoption process among low-income populations : A sequential logit model.
- Foresight, U. K. (2011). Migration and global environmental change : final project report. The Government Office for Science, London. Available at : https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migrationand-global-environmentalchange.pdf.
- Gemenne, F., & Blocher, J. (2017). How can migration serve adaptation to climate change? Challenges to fleshing out a policy ideal. *The Geographical Journal*, 183(4), 336-347.
- Gray, C., & Wise, E. (2016). Country-specific effects of climate variability on human migration. *Climatic change*, 135, 555-568.
- Hermans, K., & McLeman, R. (2021). Climate change, drought, land degradation and migration : exploring the linkages. *Current opinion in environmental sustainability*, 50, 236-244.
- Hoffmann, R., Dimitrova, A., Muttarak, R., Crespo Cuaresma, J., & Peisker, J. (2020). A meta-analysis of country-level studies on environmental change and migration. *Nature Climate Change*, 10(10), 904-912.
- Kaczan, D. J., & Orgill-Meyer, J. (2020). The impact of climate change on migration : a synthesis of recent empirical insights. *Climatic Change*, 158(3-4), 281-300.
- Kudjey, A. A. (2014). *Climate Change, Migration and Development in Ghana*. St. John's. University, pp. 1–16. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32498.71363>. <https://www.researchgate.net/publication/312607139>.
- Lillard, L. A., & Willis, R. J. (1994). Intergenerational educational mobility: Effects of family and state in Malaysia. *Journal of Human Resources*, 1126-1166.
- Long, J. S., & Freese, J. (2014). *Regression models for categorical dependent variables using stata (3rd ed.)*. College Station, TX : Stata Press.
- McLeman, R., Wrathall, D., Gilmore, E., Thornton, P., Adams, H., & Gemenne, F. (2021). Conceptual framing to link climate risk assessments and climate-migration scholarship. *Climatic Change*, 165, 1-7.
- Migali, S., & Scipioni, M. (2019). Who's about to leave? A global survey of aspirations and intentions to migrate. *International Migration*, 57(5), 181–200.
- Milán-García, J., Caparrós-Martínez, J. L., Rueda-López, N., & de Pablo Valenciano, J. (2021). Climate change-induced migration : a bibliometric review. *Globalization and health*, 17(1), 74.
- Rigaud, K. K., De Sherbinin, A., Jones, B., Bergmann, J., Clement, V., Ober, K., ... & Midgley, A. (2018). *Groundswell: Preparing for internal climate migration*.

Sato, T., Takano, Y., & Miyashiro, R. (2017). Piecewise-linear approximation for feature subset selection in a sequential logit model. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 60(1), 1-14.

Van Mol, C., Snel, E., Hemmerechts, K., & Timmerman, C. (2018). Migration

aspirations and migration cultures : A case study of Ukrainian migration towards the European Union. *Population, space and place*, 24(5), e2131.

Contraintes foncières et instabilité de la production vivrière dans la commune de Bantè au Centre du Bénin.

Jean LAOUROU¹, Bernard FANGNON, Janvier Dèhou GUEDENON, Claude S. M. DAHANDE, Guillaume D. KPOSSOU et Moussa GIBIGAYE

Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA), Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

¹Doctorant, UAC- Bénin, Email : laourou20@yahoo.fr

Résumé

Les producteurs agricoles du Bénin sont de plus en plus confrontés à des contraintes foncières qui compromettent la durabilité agricole. Cette recherche vise à analyser les contraintes foncières et ses effets sur la production agricole dans la commune de Bantè. L'approche méthodologique adoptée est axée sur la recherche documentaire, les travaux empiriques, le traitement des données et l'analyse des résultats. Ainsi, 313 ménages agricoles et 23 personnes de ressource ont été enquêtés dans le milieu de recherche. Trois échantillons de sol ont été prélevés et analysés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement au Bénin. Les résultats montrent que les contraintes foncières sont dues à la dégradation des sols, aux modes d'accès aux terres, à l'extension des plantations et à la croissance démographique. Les analyses faites sur des échantillons de sol révèlent une différence de 75,29 % de la matière organique entre le sol cultivé et celui de la forêt. La teneur en azote passe de 0,146% en forêt à 0,062 % dans les champs de culture. Le taux en potassium diminue de 2,6 fois dans les champs par rapport à la forêt. Cette situation entraîne la baisse de fertilité des sols cultivés et l'instabilité de la production vivrière dans la commune de Bantè. Dans ce contexte, une gestion durable des terres agricoles est nécessaire pour le bien-être des populations.

Mots clés : *Commune de Bantè, Contraintes foncières, instabilité, production vivrière.*

Abstract

Agricultural producers are increasingly faced with land constraints that compromise agricultural sustainability. This research aims to analyze land constraints and their effects on agricultural production in the commune of Bantè. The methodological approach adopted is focused on documentary research, empirical work, data processing and analysis of results. Thus, 313 agricultural households and 23 resource persons were surveyed in the research environment. Three soil samples were taken and analyzed at the Laboratory of Soil, Water and Environmental Sciences in Benin. The results show that land constraints are due to soil degradation, modes of access to land, the expansion of plantations and population growth. Analyzes carried out on soil samples reveal a difference of 75.29% in organic matter between cultivated soil and that of the forest. The nitrogen content goes from 0.146% in the forest to 0.062% in crop fields. The potassium rate decreases by 2.6 times in the fields compared to the

forest. This situation leads to a decline in the fertility of cultivated soils and the instability of food production in the commune of Bantè. In this context, sustainable management of agricultural land is necessary for the well-being of populations.

Mots clés : Town of Bantè, land constraints, instability, food production.

1. Introduction

L'activité agricole reste confrontée à de multiples contraintes qui entravent sa productivité. En effet, le développement de l'agriculture passe nécessairement par la disponibilité de la terre qui revêt donc une importance capitale dans toutes les cultures paysannes (Akpinfra, 2006, p. 7). Le foncier apparaît donc comme le plus important facteur de production agricole. Mais, dans le monde où la population augmente très rapidement et les estimations prédisent neuf milliards d'humains sur terre en 2050 (Moreau, 2018, p. 1), il y a un risque du manque d'espace cultivable.

En Afrique, la pression foncière s'aggrave, non seulement sous l'effet de la croissance de la population, mais aussi sous l'effet du changement climatique, de l'amenuisement de la fertilité des sols et du besoin de sécurité alimentaire (FIDA, 2015 p. 2).

En Afrique de l'Ouest, l'ampleur des contraintes à la production agricole varie d'un pays à un autre. Au Niger, les performances du secteur agricole restent globalement insuffisantes compte tenu des rendements en régression consécutifs à la baisse progressive de la fertilité, à la mise en culture des terres marginales, à l'absence de jachère et au déficit du bilan hydrique (Abdoul Habou et al., 2016, p. 1263).

Au Burkina Faso, l'appauvrissement progressif des sols du fait de l'agriculture et la pression liée à la recherche des moyens de subsistance obligent les paysans à

étendre les superficies cultivées à des terres marginales (Kohio et al., 2017, p. 2983).

Au Bénin, au cours des deux dernières décennies, on a assisté à une forte augmentation de la densité de la population dans la plupart des régions du pays, particulièrement dans le Sud. En conséquence, le processus de marchandisation de la terre s'est accéléré. Au même moment, le nombre de paysans sans terres (ou détenant des terres peu fertiles) s'est accru suscitant des vagues de migrations rural-rural (Saliou, 2008, p. 3).

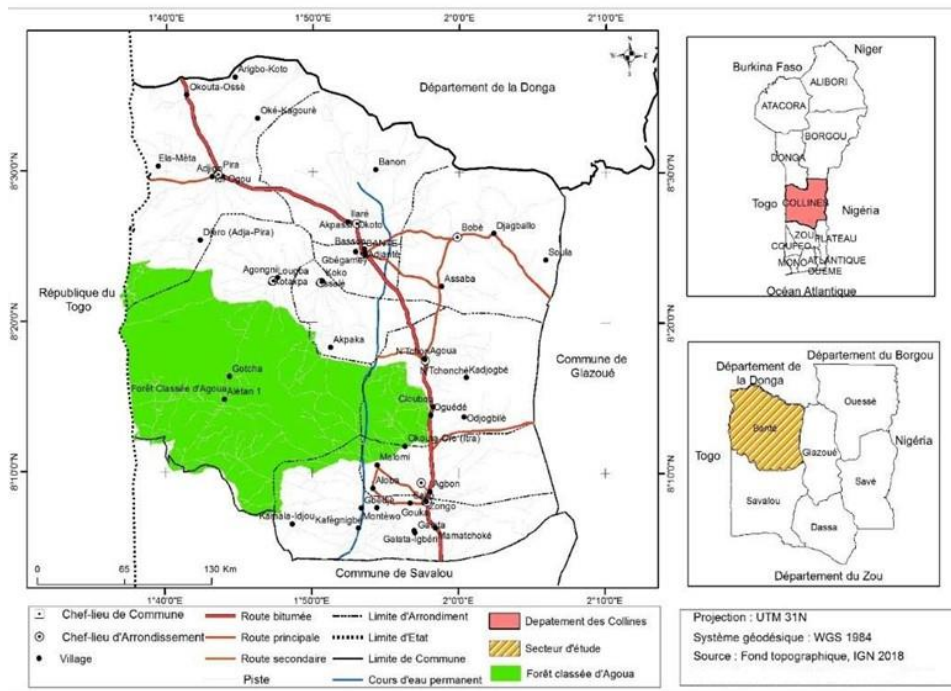
Dans le département des Collines et plus précisément dans la commune de Bantè, l'emprise de plus en plus importante des plantations d'anacardières, de palmiers à huile et de tecks réduit la disponibilité de terres pour les cultures vivrières ; ce qui influe négativement sur la production. Ainsi, la production vivrière varie d'un arrondissement à un autre en fonction de la disponibilité des terres cultivables qui deviennent de plus en plus rares dans certaines localités de la commune (Agbotchotcho, 2022, p. 17). Cette situation suscite des interrogations : quels sont les facteurs de contraintes foncières dans la commune de Bantè ? Quelle est l'influence des contraintes foncières sur la production vivrière dans la commune de Bantè ? C'est pour répondre à ces interrogations que cette recherche s'est fixée pour objectif d'analyser les contraintes foncières et leur influence sur la production vivrière dans la commune de Bantè.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Zone d'étude

La zone d'étude couvre la commune de Bantè qui est située dans le département des Collines entre 8°00' et 8°40' de latitude nord et entre 1°30' et 2°17' de longitude Est

(Carte 1). Elle couvre une superficie de 2 695 km². Elle est limitée au nord par le département de la Donga, à l'est par la commune de Glazoué, au sud par la Commune de Savalou, et à l'ouest par la République du Togo.



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude.

2.2. Matériels de collecte des données

Le matériel de terrain est composé de : une carte topographique de l'Institut Géographique National du Bénin au 1/ 200 000, pour la reconnaissance du milieu ; un (01) appareil photo numérique pour les prises de vues ; un (01) GPS (Global Positioning System) Garmin 12 est utilisé pour la prise des coordonnées géographiques.

Trois outils d'investigation sont utilisés. Il s'agit des questionnaires, des guides d'entretien et d'une grille d'observation.

2.3. Echantillonnage

La population cible est composée des exploitants agricoles et des personnes de ressources (cadres du MAEP, des Agences Territoriales de Développement, des chefs d'arrondissement et de village des localités du milieu de recherche). La taille de l'échantillon au niveau des ménages agricoles est déterminée selon la formule de Schwartz (1995, p. 95). Ainsi, si n désigne la taille de l'échantillon, on a :

$$n = Z\alpha^2 \times pq/i^2$$

$Z\alpha = 1,96$ écart réduit correspondant à un risque α de 5 %, ce qui correspond à un degré de confiance de 95 % ;

$p = n/N$ traduisant l'effectif des ménages des villages enquêtés, divisé par l'effectif total des ménages agricoles dans la commune de Bantè ;

$q = 1-p$;

i = marge d'erreur d'échantillonnage (5%)

Suivant la présente formule, la taille de l'échantillon est

$$n = (1,96)^2 \times (7460 / 10427) \times (1-0,715) / (0,05)^2$$

Donc $n = 312,83$; soit $n = 313$ ménages agricoles

A ces personnes s'ajoutent des personnes de ressources comprenant 05 chefs d'arrondissement, 04 chefs de villages et 03 autorités locales. Au total, 325 personnes ont été enquêtées.

Processus du prélèvement des échantillons de sol

Les sites ont été choisis avec l'aide des Responsables de l'Agence territoriale de développement agricole de la commune de Bantè. Sur ces sites, les prélèvements ont été réalisés par la méthode quinconce et composite dans les 0-20 cm de profondeur à l'aide de la tarière hollandaise.

Les échantillons ont été prélevés en cinq endroits sur chaque site et mis dans un sceau en plastique et ensuite mélangés. Ces échantillons ont été mis dans les sachets plastiques, étiquetés et amenés au Laboratoire où ils ont été analysés pour la détermination des différentes caractéristiques physico-chimiques du sol.

2.4. Traitement des données et analyse des résultats

Le traitement des données a consisté d'abord au dépouillement des fiches de collecte et au calcul de différents paramètres grâce au tableur Excel et aux logiciels tels que : Word, Sphinx ME11,

MapInfo. La base de données du ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP) a été utilisée pour analyser l'évolution de la production agricole et des emblavures entre 2000 et 2020. De même, les statistiques démographiques de l'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INStAD) ont été utilisées pour analyser l'évolution de la population de la commune de Bantè entre 1979 et 2020.

2.4.1. Calcul de l'Indice agro-démographique

L'indice agro démographique des terres (IAT) est un indicateur d'appréciation du niveau de pression sur les terres cultivables. Il est calculé suivant la formule : $IAT = S/P$ (Boni, 2019, p. 56)

Où S est la superficie cultivable et P l'effectif de la population agricole active. Selon le protocole, si :

- $IAT < 0,5$ ha/hbt, alors l'espace est sous forte pression (très menacé) ;
- $0,5$ ha/hbt $< IAT < 1$ ha/hbt, alors l'espace est sous moyenne pression (moyennement menacé) ;
- $IAT > 7$ ha/hbt, alors l'espace est sous faible pression (non menacé).

2.4.2. Détermination du coefficient de corrélation linéaire

Le coefficient de détermination linéaire R^2 de Pearson a été utilisé pour expliquer dans quelle mesure la variance de la production vivrière dépend de la variance de la superficie emblavée. Il est calculé suivant la formule suivante :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{(i=1)}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{(i=1)}^n [(y_i - \bar{y}_i)^2]}$$

Où : n = nombre de mesures, y_i = valeur de la mesure i , \hat{y}_i = valeur prédite correspondante, \bar{y}_i = moyenne des mesures.

R2 est comprise entre 0 et 1. Par convention si :

R2 = 1, les variables explicatives et dépendantes sont parfaitement corrélées ;

0,8 ≤ R2 < 1, les variables explicatives et dépendantes sont très fortement corrélées ;

0,5 ≤ R2 < 0,8, les variables explicatives et dépendantes sont fortement corrélées ;

0,2 ≤ R2 < 0,5, les variables explicatives et dépendantes sont faiblement corrélées ;

R2 = 0, il n'y a aucune corrélation entre les variables explicatives et dépendantes.

2.4.3. Méthode d'analyse de l'évolution des unités d'occupation du sol

Pour analyser l'évolution des unités d'occupation du sol, les images Landsat ETM+, 2000 et Landsat OLI/TIRS, 2020 ont été utilisées pour réaliser les cartes d'occupation du sol. La matrice de transition a été élaborée pour décrire les changements des unités d'occupation du sol entre 2000 et 2020. Le nombre X de lignes de la matrice indique le nombre de classes d'occupation du sol au temps t0 (2000); le nombre Y de colonnes de la matrice est le nombre de classes d'occupation du sol converties au temps t1 (2020) et la diagonale contient les superficies des formations végétales restées inchangées. Les transformations se font donc des lignes vers les colonnes. Les superficies de ces différentes classes

d'occupation du sol ont été calculées à partir du croisement des cartes d'occupation du sol de 2000 et de 2020.

2.4.4. Méthode d'évaluation des niveaux de fertilité des sols

Des échantillons de sol ont été prélevés en trois endroits et analysés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement du CRA-Agonkanmey/INRAB, pour la détermination des différentes caractéristiques physico-chimiques du sol.

Les niveaux de fertilité des sols sont déterminés à partir de la fertilité chimique et de la fertilité physique. Les analyses ont porté sur la granulométrie, le pH, la matière organique, l'Azote total, les Cations échangeables, la Capacité d'Echange Cationique (CEC ou T), le taux de saturation (V), la somme des bases échangeables (S) et le Phosphore assimilable.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

Les personnes enquêtées ont des caractéristiques socio-démographiques variées. Ces caractéristiques portent notamment sur l'âge, le sexe, le niveau d'instruction et l'état civil. (Tableau III).

Tableau 1 : Profil socio-démographique des enquêtés.

Variables	Modalités	Fréquences	Pourcentages
Tranches d'âges	30 à 40 ans	103	33%
	41 à 50 ans	147	47%
	51 à 60 ans	53	17%
	61 ans et plus	10	3%
	Total	313	100%
Niveau d'étude	Aucun	227	73%
	Primaire	67	21%
	Secondaire	14	04%
	Supérieur	5	02%
	Total	313	100
Etat civil	Marié	221	71%
	Divorcé	16	05%

	Veuve	26	08%
	Célibataire	50	16%
	Total	313	100
Sexe	Masculin	276	88%
	Féminin	37	12%
	Total	313	100

Il ressort du tableau 3 que, le profil des enquêtés est représenté par la tranche d'âge, le niveau d'étude, l'état civil et le sexe. S'agissant des tranches d'âge, la majorité des enquêtés se situent dans l'intervalle de 41 à 50 ans, ils sont 147 sur 313, soit 47 % de l'effectif. La tranche d'âge de 61 ans et plus est la plus faible avec 10 sur 313 ; soit 3 %.

Pour ce qui est du niveau d'étude, 227 personnes, soit 73 % n'ont aucun niveau d'instruction ; 21 % ont effectué des études primaires, 04 % ont fait le secondaire et seulement 02 % ont fait des études supérieures. Quant à l'état civil, les mariés viennent largement en tête avec 73 %. Les divorcés sont en bas de l'échelle, avec 16 personnes sur 313, soit 5 % de l'effectif. Concernant le sexe, 88 % des enquêtés sont des hommes contre 12 % de femmes.

3.2. Facteurs des contraintes foncières dans la commune de Bantè

Les données d'enquêtes montrent que plusieurs facteurs sont à l'origine des contraintes foncières dans la commune de Bantè. Il s'agit de la dégradation des sols, de l'extension des plantations, de la croissance démographique, et du mode d'accès à la terre.

3.2.1. Niveau de dégradation des sols

Les résultats d'analyse d'échantillons du sol permettent d'évaluer la dégradation chimique des sols de la Commune de Bantè (Tableau I).

Tableau 2

Nom du profil	Forêt à Fako	Champ de maïs à Atokolibé	Taux de différence(%)	Champ de maïs à Pira	Taux de différence(%)
N° Enregistrement	32148	32147	-	32149	-
Profondeur cm	0 – 20	0 – 20	-	0 – 20	-
C %	2,038	0,504	75,27	0,782	61,63
N %	0,146	0,062	57,54	0,067	54,10
C/N	14	8	42,86	12	14,28
M.O. %	3,513	0,868	75,29	1,349	61,60
pH _{eau} (1/2,5)	7,4	6,4	13,51	6,7	9,46
Ca meq/100g	1,331	1,509	+13,37	2,767	+107,89
Mg meq/100g	1,422	0,423	70,25	0,597	58,01
K meq/100g	0,430	0,164	61,86	0,162	62,33
Na meq/100g	0,630	0,649	+3,02	0,522	17,14
S cations meq/100g	17,813	2,745	84,59	4,048	77,28
CEC meq/100g	16,100	5,600	65,22	5,300	67,08
%V=S/T*100	> 100	49	51	76	24
P _{ass} Bray I ppm	83	9	89,16	9	89,16

Légende : C = carbone ; N = azote ; M.O. = matière organique ; Ph = ; Ca = calcium ; Mg = magnésium ; K = potassium ; Na = sodium ; S = somme des bases ; CEC = capacité d'échange cationique ; V = saturation en bases ; P = phosphore

Source : Résultats d'analyse et de calculs, février 2022.

Le tableau I montre respectivement que la teneur en matière organique est de 3,5 % sous forêt mais décroît considérablement à 0,8 sous culture. Toutefois, la diminution du taux varie de 0,8 à 1,3 selon le mode de gestion de la terre. Cela entraîne la réduction du rendement agricole.

Le carbone du sol est de 2,038 % sous forêt. Sous culture, il diminue de 0,782 % à 0,504 % selon l'utilisation du sol. L'azote total dans le sol sous forêt est de 0,146 %. Selon les utilisations des terres, le taux d'azote diminue de 0,067 à 0,062 %. Lorsque l'alimentation azotée est perturbée, les différents organes des plantes sont plus petits, et les rendements diminuent. La carence azotée conduit à une plus faible densité des peuplements (tallage), à une fructification précoce et à une teneur réduite en protéines. Les données du calcium (Ca) diffèrent considérablement suivant les utilisations du sol.

Sous la forêt, la valeur du calcium est 1,33 meq/100 g. Par contre dans les zones de culture, elle est de 1,50 meq/100 g à 2,767 meq/100 g. La croissance des différentes parties d'un végétal carencé en calcium est ralentie. En plein champ, la carence calcique est rare ; il est plus fréquent de constater des dommages dus à l'acidité des sols pauvres en calcaire.

De même, le magnésium (Mg) est important sous forêt (1,42 meq/100 g). Après plusieurs années de culture et cinq (5) ans de jachères il est 0,59 meq/100g alors qu'il est plus faible (0,42 meq/100 g)

sous culture après 10 ans d'exploitation sans jachère. La teneur en potassium (K) varie également suivant les utilisations du sol. Elle varie de 0,162 meq/100 g de sol à 0,164 meq/100 g de sol sous culture et est de 0,430 meq/100 g sous forêt. Les plantes carencées en potassium ont une production de matière sèche restreinte (hydrates de carbone, protéines); pour les fruits et les légumes, le goût est moins agréable. La résistance à la sécheresse se trouve réduite. La transpiration et la respiration sont plus importantes. Le sodium (Na) est 0,630 meq/100 g sous forêt. Il augmente de 0,522 meq/100 g à 0,649

meq/100 g sous culture. Cela explique que la mise en culture des sols du secteur d'étude fait augmenter leur teneur en soude. Cette situation entraîne les mutations des paysans pour conquérir de nouvelles terres aptes à la production vivrière.

3.2.2. Extension des plantations, un facteur de réduction de la disponibilité de terres pour les vivriers

Le développement des plantations constitue un facteur important de pression sur le foncier agricole dans la commune de Bantè. En effet, il s'est développé les plantations d'anacardiens, de tecks et de palmier à huile. La superficie de ces plantations a évolué de façon croissante entre 2000 et 2020 (Figure 2).

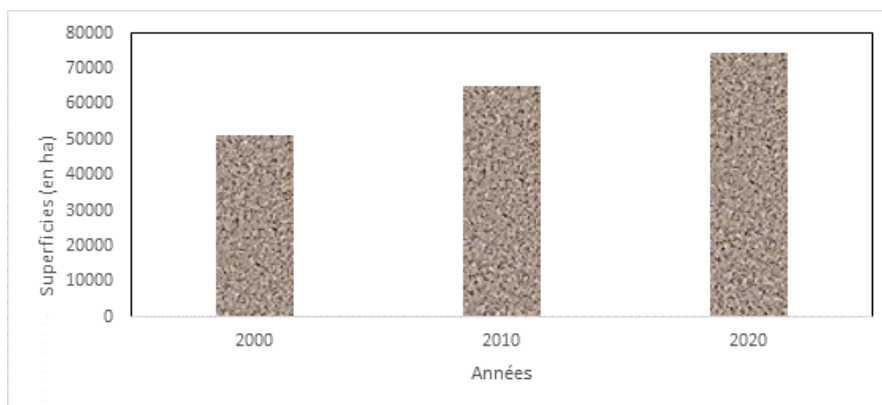


Figure 2 : Evolution des superficies des plantations entre 2000 et 2020.

Source : Réalisée à partir des données du MAEP, mai, 2022.

Cette figure 2 montre une évolution croissante des superficies des plantations entre 2000 et 2020. Ces superficies sont passées de 51 039,51 ha en 2000 à 64 937,82 ha en 2010 et à 74 595,52 ha en 2020 ; soit une augmentation de 46,15 % en 20 ans. Ces plantations constituent des sources de revenus importantes pour les paysans, ce qui fait qu'ils ont du mal à détruire les plus vieilles pour disposer de plus de terres aptes aux cultures vivrières. Ils préfèrent migrer vers d'autres localités pour chercher de terres fertiles, accentuant ainsi la pression sur le foncier agricole.

3.2.3. Démographie en croissance continue et réduction des terres agricoles

Selon les résultats des quatre recensements généraux de la population et de l'habitation, la population de la commune de Bantè est passée de 28 000 en 1979 à 54 000 en 1992, à 82 000 habitants en 2002 et à 107 181 en 2013, soit une augmentation de 92,81 % en 34 ans (Figure 3).

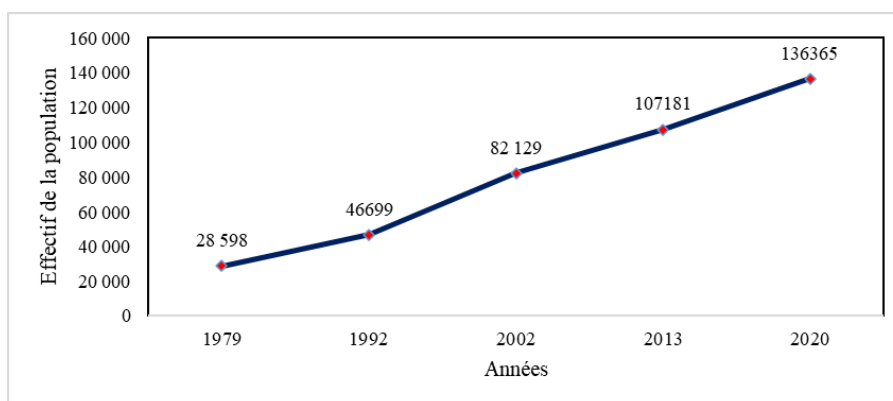


Figure 3 : Evolution de la population de la commune de Bantè de 1979 à 2020.

Source : Réalisée à partir des données de l'INStAD, juin 2016

La figure 3 montre que l'effectif de la population de la commune de Bantè a constamment évolué de 1979 à 2020, passant de 28 598 à environ 136 365 habitants. Cette augmentation de la

population peut s'expliquer aussi bien par le croit naturel continu que par le fort taux d'immigration enregistré par cette commune à partir des années 1990.

Cette croissance démographique accentue la pression sur le foncier agricole. Sur la base de l'effectif de la population agricole et de la superficie des terres cultivables en une année donnée, l'Indice Agro démographique des terres est calculé. L'effectif de la population agricole de la commune de Bantè est passé de 64 330

habitants en 2002 à 71 919 habitants en 2013. Projeté en 2020 et 2025, cet effectif passe respectivement à environ 91 501 et 108 674 habitants. Les superficies cultivables de la commune de Bantè sont estimées sur la base des matrices d'occupation du sol. La figure 4 présente les résultats obtenus.

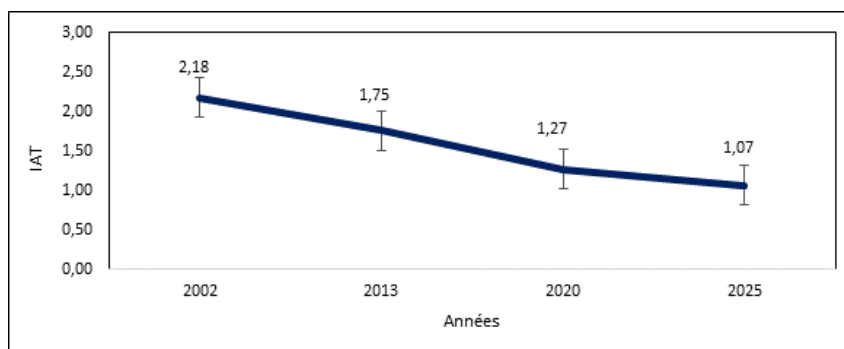


Figure 4 : Tendence de l'IAT de 2002 à 2025 dans la Commune de Bantè.

Source : Résultats d'enquêtes, mai 2023

Il ressort de la figure 4 que l'Indice Agro Démographique des terres est dans une tendance régressive dans la Commune de Bantè. Passant de 2,18 ha en 2002 à 1,75 ha en 2020, il sera à d'environ 1,27 ha en 2025. Cela montre que plus l'effectif de la population croît, moins il y a d'espaces cultivables, par conséquent, l'accès à la terre apte à la culture vivrière devient de plus en plus difficile.

3.2.4. Modes d'accès aux terres

L'accès au foncier agricole devient de plus en plus en difficile en raison notamment de la dynamique démographique et de l'extension des plantations d'anacardières. La figure 5 présente les différents modes d'accès à la terre dans la commune de Bantè.

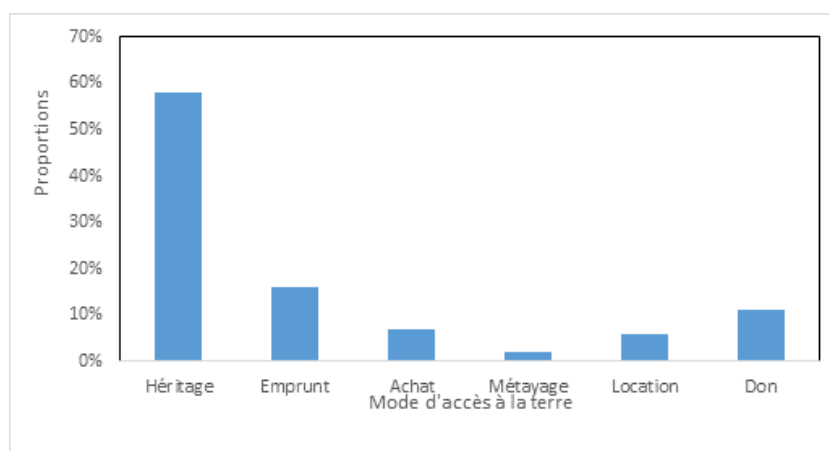


Figure 5 : Modes d'accès aux terres agricoles dans la Commune de Bantè.

Source : Résultats d'enquêtes, mai, 2023

L'observation de la figure 5 montre que l'héritage (58 %) constitue le mode d'accès à la terre agricole le plus répandu dans la Commune de Bantè. De même, 16 % des producteurs ont fait recours à l'emprunt et 11 % au don. L'achat (7 %), la location (6 %) et le métayage (2 %) sont les modes d'accès à la terre les moins pratiqués dans la commune de Bantè. Ces modes d'accès à la terre notamment, l'emprunt, la location et le métayage compromettent la durabilité de la production agricole, car le producteur

n'étant pas propriétaire de la terre, il peut donc en être dépossédé à tout moment. Ce qui occasionne des conflits fonciers.

3.3. Etat de l'occupation du sol dans la commune de Bantè entre 2000 et 2020

La figure 6 présente les principales unités d'occupation du sol identifiées dans la commune de Bantè en 2000 et 2020.

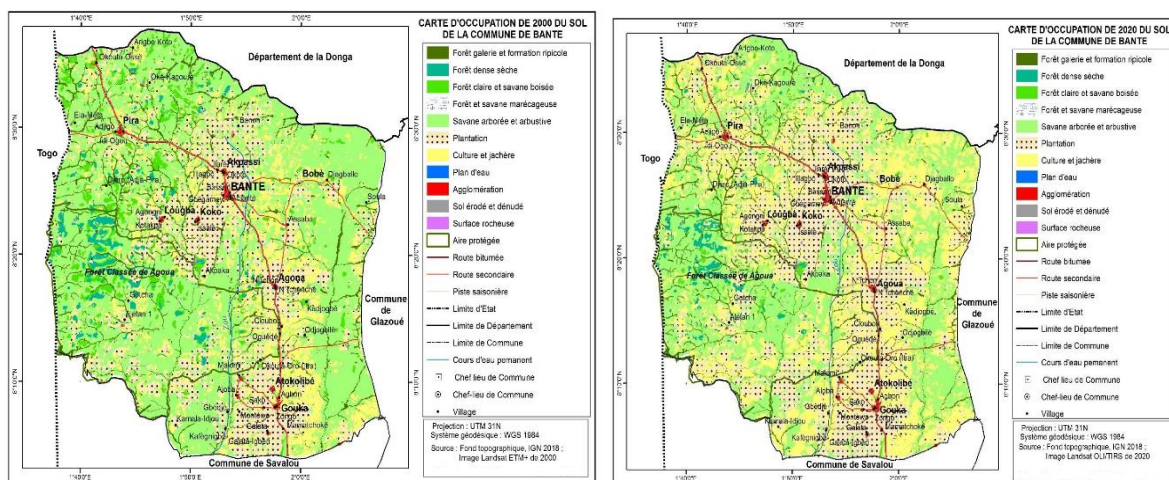


Figure 6 : Occupation du sol dans la commune de Bantè en 2000 et en 2020.

En 2000, la végétation du milieu d'étude était dominée par les savanes arborées et arbustives (65,45 %) et les forêts claires et savanes boisées (24,24 %) et se retrouvent un peu partout dans la Commune. Les autres formations végétales naturelles sont également présentes notamment les forêts denses sèches (1,65 %), les forêts galeries (1,58 %). Les savanes saxicoles qui ne représentent que 0,02 % tendent à disparaître. Les mosaïques de champs et jachères (6,68 %) et les agglomérations (0,22 %) sont aussi rencontrées.

En 2020, la physionomie de la végétation dans la commune de Bantè était dominée par les savanes arborées et arbustives qui représentaient 52,39 % de la superficie. Les

autres formations végétales naturelles notamment les forêts claires et savanes boisées, les forêts denses sèches et les forêts galeries étaient également présentes et occupent respectivement 11,14 %, 1,44 % et 1,49 % des superficies. Les formations anthropiques telles que les mosaïques de champs et jachères et les plantations occupent respectivement 21,55 % et 11,6 % alors que les agglomérations occupent 0,36 % de la superficie de la commune.

La matrice de transition calculée entre 2000 et 2020 permet de mieux apprécier la dynamique des unités d'occupation du sol dans la commune de Bantè (Tableau II).

Tableau 3 : Matrice de transition des unités d'occupation des terres entre 2000 et 2020.

Occupation du sol 2000	Occupation du sol 2020											TOTAL 2000	Perte
	FGFR	FDS	FCSB	FS M	SASa	PLT	CJ	PE	HA	SR	SED		
FGFR	10648,09	0,00	0,00	0,00	0,00	157,94	2542,30	0,00	0,00	0,00	0,00	13348,32	2700,23
FDS	0,00	3153,67	356,63	0,00	723,46	208,89	1059,71	0,00	0,00	0,00	0,00	5502,36	2348,69
FCSB	0,00	188,51	2797,03	0,00	5945,61	473,81	2669,66	0,00	5,09	0,00	0,00	12079,72	9282,69
FSM	0,00	0,00	0,00	14,09	0,00	3,32	7,67	0,00	0,00	0,00	0,00	25,08	10,99
SASa	0,00	17,86	845,00	0,00	76755,97	3097,52	55212,13	0,00	20,38	0,00	0,00	135948,86	59192,89
PLT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50705,81	310,78	0,00	122,27	0,00	0,00	51138,87	433,06
CJ	0,00	2,25	65,31	0,00	3097,63	18050,28	26969,32	5,09	213,98	0,00	0,00	48403,86	21434,54
PE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,09	0,00	0,00	0,00	5,09	0,00
HA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1727,13	0,00	0,00	1727,13	0,00
SR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117,18	0,00	117,18	0,00
SED	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	24,30	26,00	1,70
TOTAL 2020	10648,09	3362,29	4063,98	14,09	86522,67	72697,56	88773,28	10,19	2088,86	117,18	24,30	268322,49	
Gain	0,00	208,62	1266,94	0,00	9766,69	21991,75	61803,96	5,09	361,73	0,00	0,00		

FGFR: Forêt galerie et formation ripicole, FD: Forêt dense, FCSB: Forêt claire et savane boisée, SASa: Savane arborée et arbustive, FSM Forêt et savane marécageuse, PLT: Plantation, CJ: Culture et jachère, PE: Plan d'eau, HA: Habitat, SR: Surface rocheuse, SED: sol érodé et dénudé.

Source : Données des images Landsat ETM+, 2000 et Landsat OLITIRS, 2020.

De l'observation du tableau II, il ressort que de 2000 à 2020, les unités comme les forêts claires et savanes boisées, les forêts galeries, les savanes arborée et arbustive et les forêts denses ont respectivement perdu 66,36 %, 20,23 %, 36,36 % et 38,89 % de leurs superficies au profit des plantations, des habitations, des cultures et jachères qui ont respectivement progressé de 42, 16 %, 20,94 % et 83,40 %. Ces données montrent que les unités nées de l'action anthropiques (champs, jachères, plantations, agglomérations) prennent progressivement d'espace sur celles qui sont naturelles (forêts et savanes).

Le recul des formations végétales favorise l'érosion par l'eau et/ou le vent. Un sol

couvert de végétations empêche l'effet de battance de pluie, réduit l'impact de l'érosion, accroît l'infiltration et diminue de ruissellement. C'est pour cela que le défrichage de la végétation et la mise en culture des terres accroissent inévitablement le risque d'érosion des sols et leur dégradation.

❖ Intensités et vitesses des changements à l'intérieur de chaque unité d'occupation du sol entre 2010 et 2020

Les vitesses de changement ne sont pas les mêmes d'une unité d'occupation du sol à une autre. Il en est de même des intensités de changement (Figure 7).

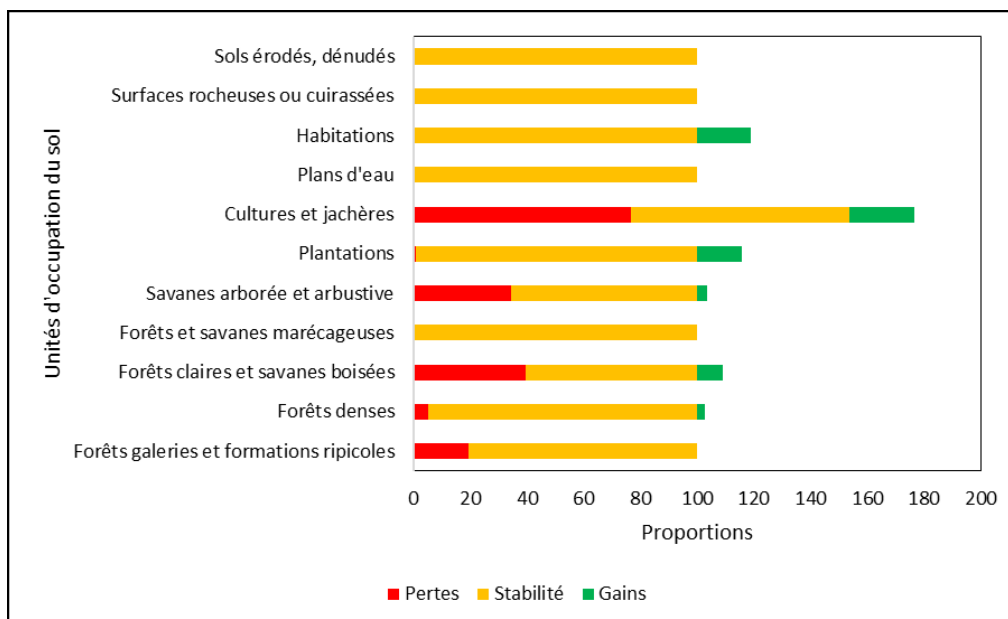


Figure 7 : Intensité des changements opérés par unités d'occupation des terres entre 2010 et 2020.

Source : Données Landsat ETM+, 2000 et Landsat OLITIRS, 2020.

L'observation de la figure 7 montre que quatre unités d'occupation du sol sont restées stables (sols érodés et dénudés, surfaces rocheuses et cuirassées, plan d'eau, forêts et savanes marécageuses). Quatre unités ont connu des pertes et des gains. Il s'agit des cultures et jachères, avec 76,79 % de pertes et 23,11 % de gains ; les savanes arborées et arbustives, avec 34,4 % de pertes et 3,35 % de gains ; les forêts claires et savanes boisées, avec 39,38 % de pertes et 9,3 % de gains ; les forêts denses, avec 5,2 % de pertes et 2,82 % de gains. Les plantations ont connu 99,35 % de stabilité et 15,58 % de gains ; les habitations ont aussi connu de stabilité (100 %) et 19,2 % de gains.

3.4. Conséquences des contraintes foncières

Les contraintes foncières entraînent une instabilité des emblavures et de la production vivrière dans la commune de Bantè.

3.4.1. Des emblavures instables et fonction de la disponibilité en terre

Les difficultés d'accès aux terres aptes aux cultures vivrières font que les emblavures varient d'une année à une autre. La figure 8 présente l'évolution des emblavures des principales productions agricoles de la commune de Bantè.

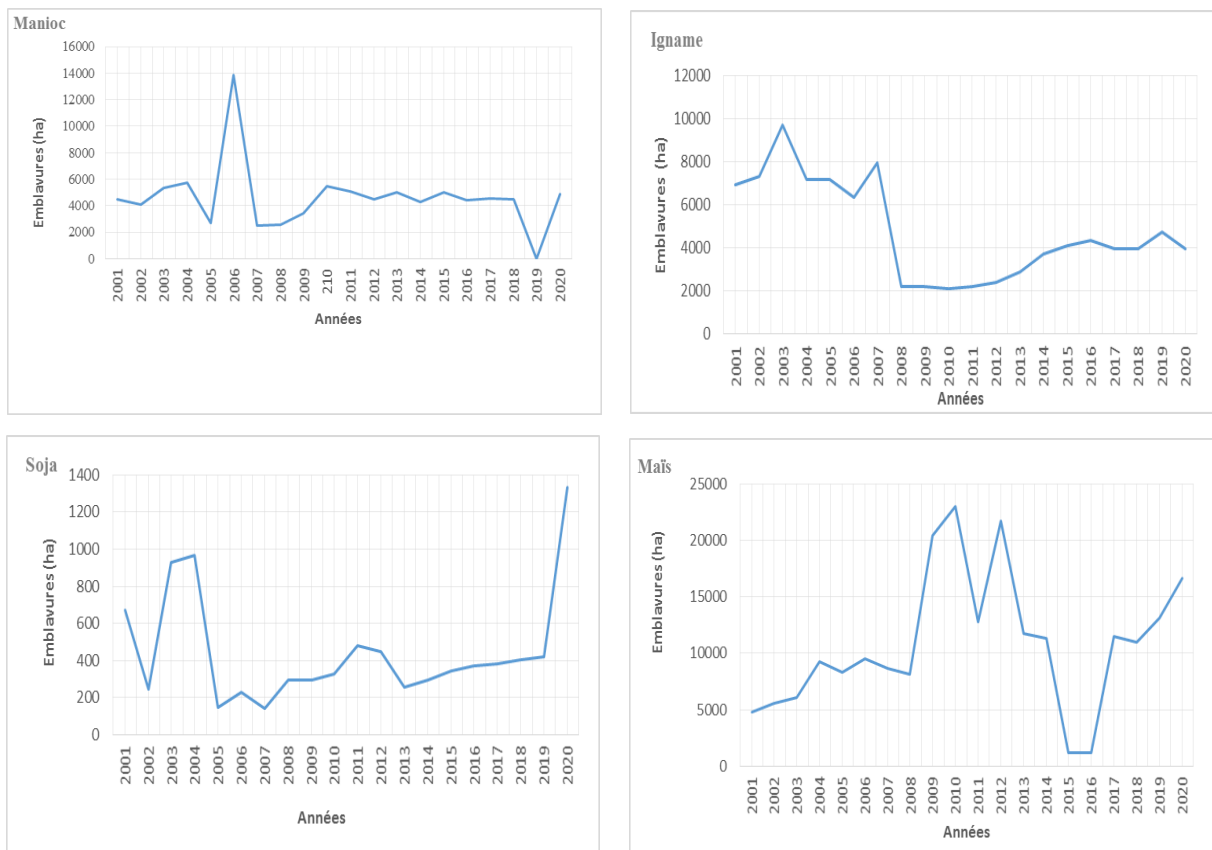


Figure 8 : Intensité des changements opérés par unités d'occupation des terres entre 2010 et 2020.
Source : Données MAEP, mai 2022

Il ressort de la figure 8 que les superficies emblavées pour le manioc, l'igname, le maïs et le soja ont dans l'ensemble varié entre 2001 et 2020

Entre 2002 et 2007, les superficies exploitées pour l'igname ont évolué en dents de scies sans descendre en dessous de 6 000 ha, restant ainsi au-dessus des superficies allouées au manioc et au soja et en dessous des superficies allouées au maïs. Dans cette période, l'igname est restée la deuxième production vivrière dans la commune de Bantè, derrière le maïs. De 2007 à 2008, la superficie allouée à la production de l'igname a drastiquement chuté, passant de 7 980 ha à 2 217 ha. A partir de 2008, les superficies

du maïs et du manioc ont évolué en dents de scies jusqu'en 2021. Quant aux superficies exploitées pour la production du soja, elles ont augmenté lentement mais continuellement entre 2013 et 2019, passant de 255 ha à 423 ha, avant de connaître un pic à partir de 2020 pour atteindre 2 827 ha en 2021. Il apparaît donc que les paysans réduisent les emblavures à cause des contraintes foncières.

3.4.2. Stagnation de la production vivrière

La production vivrière a évolué en dents de scie entre 2001 et 2020. La figure 9 présente l'évolution des principales productions vivrières entre 2001 et 2020.

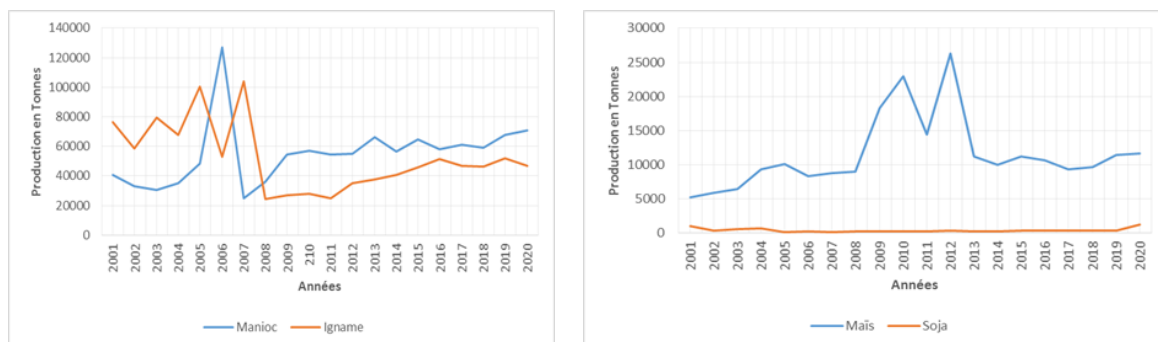


Figure 9 : Evolution de la production vivrière entre 2001 et 2020.

Source : Données MAEP, mai 2022

L'observation de la figure 9 montre que la production vivrière a varié entre 2001 et 2020. En effet, la production du manioc est passée de 40 572 tonnes en 2001 à 126 979 tonnes en 2006 ; ce qui correspond à son niveau le plus élevé durant la période. En 2007, la production a connu une chute drastique et passe à 24 933 tonnes qui correspond à la plus faible production entre 2001 et 2020. La reprise de la croissance observée à partir de 2008 n'a jamais atteint 71 000 tonnes. C'est donc une tendance globale à la baisse.

La production de l'igname est passée de 76 285 tonnes en 2001 à 103 740 tonnes en 2007 avant de chuter à 24 504 ; ce qui correspond à la plus faible production enregistrée durant la période considérée. La reprise de la croissance de production observée à partir de 2008 a atteint 51 803 tonnes en 2019 avant de chuter à 46 731 tonnes en 2020. Il s'observe donc une tendance globale à la baisse entre 2001 et 2020.

La production du soja a connu une lente variation, passant de 1005 tonnes en 2001 à 1187 tonnes en 2020. Il s'observe une légère croissance en 2020.

La production du maïs a aussi connu une évolution en dents de scie avec deux pics en 2010 et en 2012. Elle a connu une première chute drastique en 2011, passant de 23 008 tonnes à 14 394 tonnes. La seconde chute importante est enregistrée en 2013, où la production passe de 26 285 tonnes en 2012 à 9 987 tonnes en 2014. Dans l'ensemble, il s'observe une tendance globale à la baisse.

3.4.3. Une production vivrière dépendante des superficies emblavées

L'analyse comparée des figures 7 et 8 montre que l'augmentation de la production vivrière est liée à celle des emblavures. Les analyses de régression effectuées permettent de mieux comprendre cette situation (Figure 10).

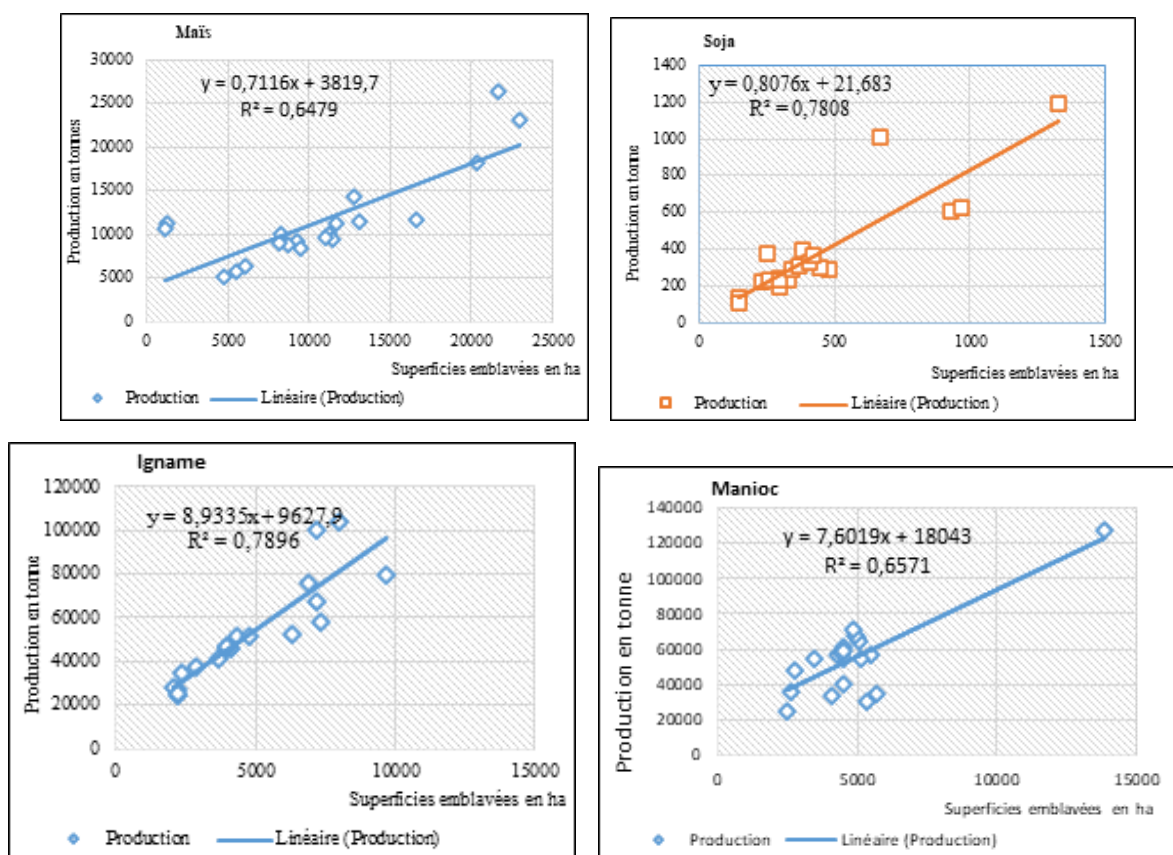


Figure 10 : Régression linéaire entre la superficie emblavée et la production vivrière.

Source : Enquêtes de terrain, mai 2023

Les régressions linéaires (figure 10) montrent qu'il existe une forte corrélation positive entre l'augmentation de la production et l'augmentation de la superficie emblavée ($R^2 = 0,64$ pour le maïs, $0,78$ pour le soja, $0,78$ pour l'igname et $0,65$ pour le manioc). La croissance démographique et l'extension des plantations entraînent une pression sur les terres agricoles. Ainsi, les terres aptes à la culture vivrière sont de plus en plus rares, obligeant les paysans à retourner sur les nouvelles jachères ou à réduire la superficie emblavée ; ce qui influe sur la production vivrière.

4. Discussion

Les résultats de cette recherche révèlent que les contraintes foncières dans la commune de Bantè sont dues à la dégradation des sols, à la croissance

démographique, à l'extension des plantations et au mode d'accès à la terre. En effet, les analyses d'échantillons de sol montrent que la teneur en matière organique est de $3,5\%$ sous forêt mais décroît considérablement à $0,8$ sous culture. La diminution du taux varie de $0,8$ à $1,3$ selon la gestion de la terre. Cela entraîne la réduction du rendement agricole et le déplacement des paysans à la recherche de nouvelles terres. Il en est de même de l'extension des plantations qui oblige les paysans à migrer vers d'autres localités pour chercher de terres fertiles, accentuant ainsi la pression sur le foncier agricole. Ces résultats sont similaires à ceux du FIDA (2015, p. 2) qui montrent que la pression foncière s'aggrave, non seulement sous l'effet de la croissance de la population mondiale, mais aussi sous l'effet du changement climatique, de

l'amenuisement de la fertilité des sols et du besoin de sécurité alimentaire.

Les résultats montrent aussi que la croissance démographique accentue la pression sur le foncier agricole. L'Indice Agro Démographique des terres est dans une tendance régressive dans la Commune de Bantè. Passant de 2,18 ha en 2002 à 1,75 ha en 2020, il sera d'environ 1,27 ha en 2025. Dans un tel contexte, l'accès à la terre apte à la culture vivrière devient de plus en plus difficile. Ces résultats corroborent ceux de Yèhouénou (2020) et Laourou (2020). Pour Yèhouénou (2020, p. 125), dans la dépression d'Issaba, les terres subissent une forte pression avec l'indice agro démographique qui est passé de 1,78 en 2000 à 0,96 en 2020. Dans la commune de Sèmè-Podji au Sud-est du Bénin, la pression foncière est due à la dynamique démographique et à la construction d'infrastructures socio-économiques. Les espaces exploitables pour le maraîchage ont été considérablement réduits. Cette réduction est plus significative dans l'Arrondissement d'Agblangandan où les maraîchers n'ont que 2 ha de bas-fonds à exploiter sur un total estimé à 20,3746 ha en 2007. De 400 ha disponibles pour le maraîchage à Djéffa en 2003, il ne restait que 47 ha en 2012 (Laourou, 2020, p. 6).

Ces contraintes foncières entraînent une instabilité des emblavures et de la production vivrière dans la commune de Bantè. Les superficies emblavées pour le manioc, l'igname, le maïs et le soja ont évolué en dents de scie entre 2001 et 2020. Or, l'augmentation de la production vivrière est liée à celle des emblavures. Ainsi, la réduction des emblavures entraîne la baisse de la production vivrière. Ces résultats sont similaires à ceux de R. Agbo-Tchotcho (2022) et B. Fangnon et al (2020, p. 5). Les contraintes foncières ont des influences négatives sur l'environnement et la production de l'igname dans la commune

de Bantè. Elles entraînent entre autres la dégradation accélérée des terres, la stagnation de la productivité de l'igname et la diminution de la contribution de l'igname à la sécurité alimentaire (Agbo-Tchotcho, 2022, p. 6). Pour Fangnon et al (2020, p. 5), la croissance démographique s'accompagne de la croissance urbaine induisant une forte pression sur le foncier agricole dans les communes d'Allada de Toffo. Les terres agricoles deviennent de plus en plus rares ; elles ont diminué de 0,74 % représentant 458,44 ha chaque année. Il s'en suit une réduction de la production agricole surtout celle des cultures vivrières.

5. Conclusion

Les paysans de la commune de Bantè font face à des contraintes foncières qui impactent négativement la production vivrière. Ces contraintes foncières sont dues à de la dégradation des sols, à la croissance démographique, à l'extension des plantations et au mode d'accès à la terre.

La teneur en matière organique est de 3,5 % sous forêt mais décroît considérablement à 0,8 sous culture. Ce qui entraîne la réduction du rendement agricole et la baisse de la production vivrière. Il en est de même de l'extension des plantations qui oblige les paysans à migrer vers d'autres localités pour chercher de terres fertiles, accentuant ainsi la pression sur le foncier agricole. La population de la commune de Bantè est passée de 28 000 en 1979 à 54 000 en 1992, à 82 000 habitants en 2002 et à 107 181 en 2013, soit une augmentation de 92,81 % en 34 ans. Cette dynamique démographique accentue la pression sur le foncier agricole. Ainsi, l'Indice Agro Démographique des terres est dans une tendance régressive dans la Commune de Bantè, passant de 2,18 ha en 2002 à 1,75 ha en 2020, il sera à d'environ 1,27 ha en 2025. Ce qui confirme la pression sur le foncier agricole. Ces contraintes foncières entraînent une

instabilité des emblavures et de la production vivrière. Les superficies emblavées pour le manioc, l'igname, le maïs et le soja ont évolué en dents de scie entre 2001 et 2020. Or, l'augmentation de la production vivrière est liée à celle des emblavures. La contrainte foncière constitue donc un frein pour le développement de l'agriculture dont la production, surtout vivrière, évolue en dents de scies contrairement à l'effectif de la population qui ne cesse d'augmenter. Dans

ce contexte, l'application effective du code foncier et domanial va contribuer à la sécurité foncière et l'amélioration de la production vivrière. Pour la location des terres agricoles, il faudra introduire des systèmes de contrats formels et écrits avec un cahier de charge bien établi pour réduire le risque de conflit foncier. De plus, certaines plantations d'anacardières qui ont plus de trente ans peuvent être détruites afin de disposer d'espace pour la production vivrière.

6. Références

- Abdoul Habou Zakari, Boubacar Mahamadou Kourna et Adam Toudou, 2016, Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique : défis et perspectives. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(3): 1262-1272
- Abdoulaye Awali, 2020, Pratiques agricoles de restauration de la fertilité des sols dans les 2 KP (Kérou, Kouandé et Pehunco) au Nord-Ouest du Bénin. Thèse de Doctorat unique, EDP/FASHS/UAC, 261 p.
- Agbo-Tchotcho Rosaire, 2022, Contraintes foncières et production durable de l'igname dans la commune de Bantè. Mémoire de Master de recherche en Géographie. EDP /UAC, 85 p.
- Akpinfa Dossou Edouard, 2006, Problématique de la gestion foncière dans les centres urbains secondaires du Bénin, mémoire de Maîtrise, DGAT/UAC, 74 p.
- Fangnon Bernard, Yehouenou Constant Comlan, Laourou Jean et Dahandé Claude S. M., 2020, Pression foncière et production vivrière dans les communes d'Allada et Toffo (Sud du Bénin). *Dynamiques Spatiales et Développement : Revue semestrielle du Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales, UAC*, numéro 16 décembre 2020 :41-64
- FIDA, 2015, « Sécurité foncière et Réduction de la pauvreté » <http://www.ifad.org/English/land/.pdf>, consulté le 17 septembre 2023
- INSAE (actuel INStAD), 2013, Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH). Cotonou, 35 p.
- INSAE (actuel INStAD), 2016, Cahier des villages et quartiers de ville du département des Collines (RGPH-4, 2013), Cotonou, 30 p.
- Kohio Edmond N., Touré Alassane G., Sedogo Michel P. et Ambouta Karimou J-M., 2017, Contraintes à l'adoption des bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres dans les zones soudaniennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(6): 2982-2989
- Laourou Jean, 2020, Pression foncière et vulnérabilité des exploitations maraîchères dans la commune de

- Sèmè-Podji (Sud-est du Bénin), Mémoire de Master de recherche en Géographie. EDP /UAC, 107 p.
- Loi N° 2017-15 du 26 mai 2017 modifiant et complétant la loi n° 2013-01 du 14 août 2013 portant code foncier et domanial en République du Benin, 30 p.
- Moreau Coline, 2018, Démarche de co-conception d'associations de cultures dans un dispositif multi-acteurs en région Occitanie. AgroParisTech, 13 p.
- Sabi Yo Boni Azizou, 2019, Dynamiques des exploitations agricoles céréalières face aux enjeux des pratiques foncières rurales dans les terroirs des 2KP (Kouandé-Kérou-Péhunco) au Nord-Ouest du Bénin. Thèse de doctorat en Géographie et gestion de l'environnement, EDP / UAC, 287 p.
- Saliou Moussaratou, 2008, Déterminants du prix de la terre agricole au Bénin, Rapport, IMPETUS, Sous-projet, 22 p.
- Schwartz Daniel, 1995, Le jeu de la science et du hasard. La statistique et le vivant, Paris, Flammarion, 80 p.
- YEHOUENOU C. Constant, 2020, Système de production et durabilité agricole dans la dépression d'Issaba au Sud du Bénin. Thèse de doctorat en Géographie et gestion de l'environnement, EDP /UAC, 266 p.

Beyond Climate Change Adaptation and Mitigation, Climate-Smart Agriculture Practices a Key Tool in Combating Hunger and Poverty: Insights from Burkina Faso, Mali, and Niger Republic in West African Sahel

Hamidou Taffa Abdoul-Azize¹, Abdou Matsalabi Ado², Moussa Soulé³

¹ *Consultant Associé au Cabinet National d'Expertise en Sciences Sociales (CNESS-Bozari), quartier Plateau au 169 Avenue Radio, Niamey, Niger, Email : hamidouta@gmail.com*

² *Département de Sociologie et Economie Rurales, Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi (Niger)*

BP : 465 Maradi (Niger) Mail : abdoulado@gmail.com

³ *Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi (Niger) BP : 465 Maradi, Email : s,moussa@futminna.edu.ng*

**Corresponding authors: ahamidou@gmail.com*

Abstract

Scientific evidences have highlighted the significant adverse impacts of climate change on agriculture sector. These impacts affect food production leading to food and nutrition insecurity, rural poverty and migration. Many development Institutions support developing countries in implementing various climate-smart agriculture (CSA) to cope with the adverse impacts of climate change. This study examined the returns of the most promoted and implemented CSA practices. Secondary data were used from various database for systematic review. The findings showed that most of CSA practices were implemented in order to improve crop yield and farming system's adaptive capacity, while reducing greenhouse gas (GHG) emissions. The findings showed that most promoted CSA practices present several benefits such as ecosystem services optimization, income generation, agricultural cost effective and reduction of the use of chemical fertilizers, job creation, and strengthening social cohesion. Therefore, significantly contribute to the improvement of food security, poverty and rural migration reducing as well as decrease of social conflicts in rural areas. Consequently, the development Institution and policymakers should consider such practices in their agenda as key tool for livelihood resilience, poverty alleviation and rural youth migration.

Keywords: Climate Smart Agriculture, Food security, Migration, Poverty alleviation.

Résumé

Des évidences scientifiques ont montré l'impacts du changement climatique sur l'agriculture. Ces impacts sur le secteur agricole sont les principales causes de la baisse de la production

alimentaire entraînant une insécurité alimentaire et nutritionnelle, la pauvreté et la migration des bras valides. De nombreuses institutions de développement soutiennent les pays en développement dans la mise en œuvre de diverses pratiques d'agriculture climato-intelligente (ACI) pour faire face aux impacts négatifs du climat. Cette étude examine les retombés de ces pratiques les plus promues et mises en œuvre. L'étude s'est basée sur la revue systématique des données secondaires. Les résultats montraient que la plupart des pratiques ACI visait à améliorer le rendement des cultures, la capacité adaptative des systèmes agricoles et à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces pratiques présentent également plusieurs avantages tels que l'optimisation des services écosystémiques, la génération du revenu, la réduction du coût de travail agricole et l'utilisation d'engrais chimiques, la création de l'emploi vert, le renforcement de la cohésion sociale. Ce qui permet d'améliorer significativement la sécurité alimentaire des agricultures, la réduction de la pauvreté et l'exode rural ainsi que les conflits sociaux. Par conséquent, les institutions de développement et les décideurs politiques ayant ces objectifs, devraient considérer ces pratiques comme des outils clés dans les politiques et programmes en matière de la résilience des moyens de subsistance, la réduction de la pauvreté ainsi que lutte contre l'immigration au Sahel.

Mots-clés : Agriculture Climato-Intelligente, Atténuation de la pauvreté, Migration, Sécurité alimentaire.

1. Introduction

During the last decades, the debates on climate change gained an increasing importance over the world. Climate change refers to any weather variations over different periods that cause an increase of global average temperature and rainfall variation that are able to impact negatively agricultural productivity (FAO, 2013). Sussman et al. (2008) and Nellemann et al. (2009) highlighted that climate change would lead to extreme weather such as floods, drought, and hurricanes and recurrent crop infestation that would significantly affect the agriculture sector. It becomes a big threat for global food security due to the adverse impacts on agriculture sector, especially in the countries which food and income rely mainly on rainfed agriculture (Pearce et al. 1996; UNFCCC, 2007).

In most of African countries, people's livelihood relies mainly on agriculture production; both crop and animal production (Ado et al., 2018, Hulme et al., 2001; Nhemachena, 2009). It is the most

important sector that provides employment and food for most of the population and contributes to the countries' GDP (Dercon et al., 2005; Diao et al., 2010). For example, in Niger the agriculture sector contributes to about 45.2% of the country GDP and employs approximately 85% of the rural population (INS, 2016, Ado et al., 2019). However, research studies shown that agriculture sector is the most affected by the current scenario of climate change (Boko et al. 2007, Pearce et al. 1996). The agricultural sector is expected to be the most affected by climate change negative impact because of its high sensitivity to the climate risks and farmers' low adaptive as well as high dependence to rainfed agriculture. This is why IPCC consider climate change as a fundamental threat for global food security and a poverty risk multiplier. Rosenzweig et al. (2007) indicated that some Sub-African Saharan countries especially Burkina Faso, Mali and Niger experience climate change and conflicts that led to various recurrent challenges such as food crisis and famine, migration, poverty, social insecurity. Knox

et al. (2012) noted that climate change would decrease the yields of the main cereals such as wheat, maize, and sorghum by 15-17% during the 2000s in Africa. Hallegatte et al. (2017) projected that without an urgent action; the impacts of climate change could push an additional 100 million people into poverty by 2030 in Sub-Sahara and Asia.

With regard to these projection results, World Bank (2006) underlines the urgent need to adapt the agricultural system to climate change by reducing the level of emissions of GHGs that is the back born of the changing climate. Adger et al. (2005) and UNFCCC (2007) indicated that farm societies can respond to climate change through various adaptation and mitigation techniques and practices. These later include but not exhaustive Farmer Managed Natural Regeneration (FMNR), Soil Water Conservation (SWC) and Soil Defense and Restauration (SDR) technics, crop diversification, use of seed of improved varieties (Smit et al., 2002; Lobell et al., 2008; Schlenker et al, 2010; Thornton et al., 2011). Recently, the concept of climate-smart agriculture (CSA) practices has become a common topic in debates due to the effectiveness of such practices in the framework of climate change adaptation and mitigation. FAO (2010) highlighted that climate-smart agriculture practices include the need of increasing food yields, feeding a growing population, mobilizing investments for farmers, and reducing GHG emissions while Lipper et al. (2010; 2018), defined CSA as any production system that increases agricultural productivity, reduces GHG emissions, and therefore enhances farmers' resilience to climate change. In this study, CSA practices refer to any farming practices that improve food

production, farming system adaptive capacity while reducing GHG emission. Commonly CSA practices are considered as key means in increasing agriculture productivity through various socioeconomic benefit, reducing GHG emission as well as in enhancing the resilience of farming systems (Smit et al., 2002; Reidsma et al., 2010). In this context this study examined the effectiveness of the most adopted CSA practices and technics adapted in in Burkina Faso, Mali and Niger to cope with the adverse impacts of climate change. Especially the study tries to answer to the following questions:

a. What are the most common adopted CSA practices in the study areas?

b. What are the expected benefits through the adaptation of CSA in these countries?

2. Methodology

2.1. Study area

This study focused on three Sub-Saharan African countries namely Burkina Faso, Mali and Niger (Figure 1). These three countries are landlocked countries, which economies rely strongly on rainfed agriculture. For instance, the agriculture activities of Burkina Faso agriculture represent around 33% of the Gross Domestic Product (GDP) (Herrera et al., 2012). Likewise, the agriculture sector contribution represents approximately 32% of the GDP of Mali (Gommes et al., 1994) whereas the same sector contributes to about 45,2% of the GDP of Niger republic and employs about 80% of the rural population of the country (INS, 2020; Habou et al., 2016).

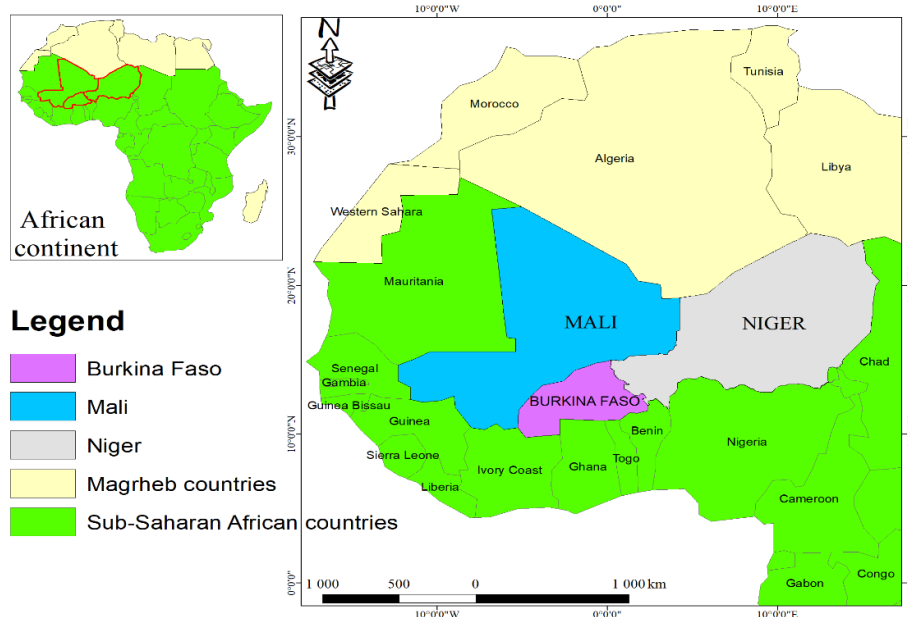


Figure 1 : Study areas (Source: authors).

2.2. Data sources and searches

This study was carried out through a systematic literature review. It is a research technique that focuses on particular research objectives and approaches, as well as explicit reformulation and criteria for collecting studies from relevant sources (Ford and Pearce, 2010). Accordingly, relevant research on CSA practices promoted in the West African Sahelian countries, particularly in Burkina Faso, Mali, and Niger were considered.

The authors constructed well-defined inclusion and exclusion criteria for database searches, literature screening, and the identification of eligible research papers for systematic review. Also, the authors examined the titles and abstracts of eligible research and saved their full reports for additional evaluation to further broaden the research. The mains visited web sources included the Food and Agriculture Organization's (FAO) Website, the United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), and the Intergovernmental Panel on Climate

Change (IPCC), Google Scholar, CCAFS, ICRAF, ICRISAT, CORAF.

The key words for screening literature for the Boolean searching were “climate-smart agriculture”, “climate-smart practices”, “climate-smart techniques”, “climate-smart agriculture practices”, “Burkina Faso”, “Niger”, “Mali”, “agriculture + Climate change”, “Climate change adaptation strategies + Burkina Faso”, “climate change adaptation + Mali”, “climate change adaptation + Niger Republic”, “climate change mitigation + Burkina Faso”, “climate change mitigation + Mali”, “climate change mitigation + Niger”.

2.3. Study selection

The retained relevant studies selected focus explicitly on the most promoted CSA techniques and practices promoted by development and or research institutions and adopted in the study countries, particularly to overcome the adverse effects of climate change on the living conditions of the populations and their main return. The research time includes the period 1994-2023 whereas the study areas

are mainly Burkina Faso, Mali and Niger. All other studies on CSA out of this time and these three countries were excluded. A total of 250 relevant studies were firstly

selected and 80 out of them was retained for further process based on inclusion and exclusion criteria (Table 1).

Table 11 : Systematic review inclusion and exclusion criteria.

Inclusion criteria	Exclusion criteria	
Climate-smart techniques	All agricultural techniques labelled under the concept of CSA and CCAFS promoted and adapted in the areas of study.	Any agricultural techniques not labelled under the concept of CSA and CCAFS promoted in other regions more than those of study areas
Climate-smart agriculture practices	Any CSA practices that enhance the adaptive capacity of farming system and reduce the adverse impacts of climate change in the studies countries Any CSA practices that strengthen the resilience of farming systems.	<ul style="list-style-type: none"> Any CSA practices that don't target at enhancing the adaptive capacity of farming system and reduce the adverse impacts of climate change in the studies countries; Strengthen the resilience of farming systems.
Mali, Burkina Faso and Niger	Any CSA promoted by development institutions in Burkina Faso, Mali and Niger	Any CSA promoted by development institution out Burkina Faso, Mali and Niger

2.4. Data extraction

This study used secondary data selected by a means of a well-defined inclusion and exclusion criteria (Table 1). The data

selection process was conducted independently by the authors. The different steps of the systematic review are shared as follows (Figure 2):

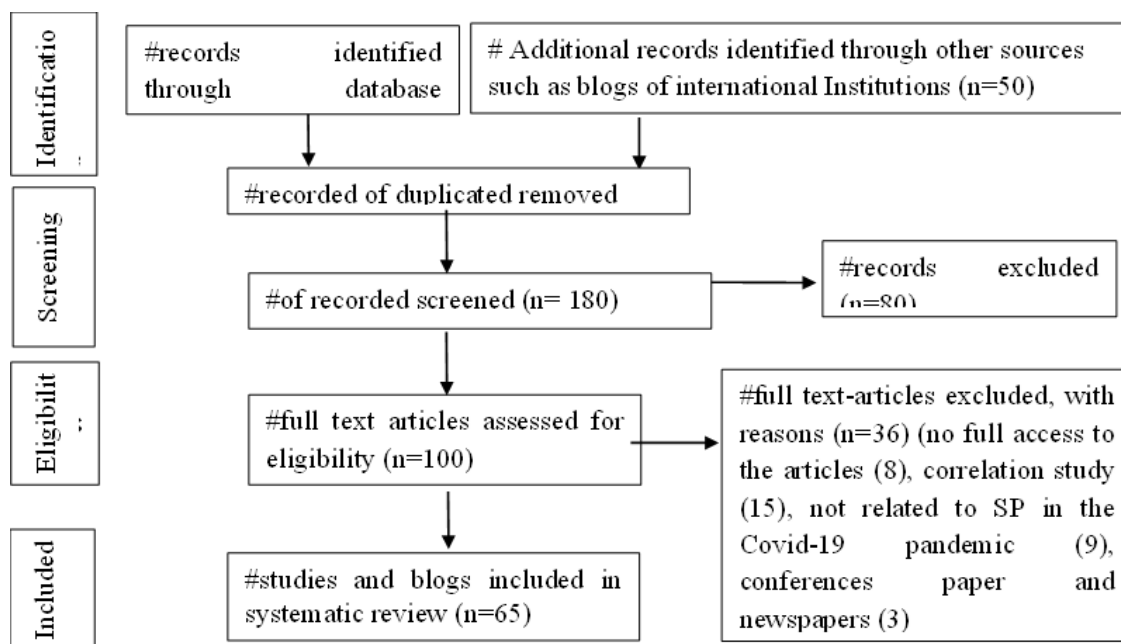


Figure 2 : Flow chart of systematic review process.

3. Results

3.1. Synthesis of literature review

The identify CSA were classified in three main categories namely, farm managed natural resources (FMNR), soil water and fertility management (CES/DRS) and crop management (Table 3).

Countries	CSA	Description	Associated benefits	Climate and environmental benefits	References
Farm managed natural resources (FMNR)					
Burkina Faso, Mali and Niger	Assisted natural regeneration (RNA)	It consists of identifying, protecting, and stimulating the growth of the tree amongst the natural vegetation of farming lands.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Increase of agricultural yield ✓ Income generating activating through the sale of pharmacopeia products and firewood; ✓ Source of fodder for animal such as the case of <i>Faidherbia albida</i> in the croplands ✓ Source of green fertilizers for example the sue of some Nitrogen fixing tree species such as legume tree species ✓ Cropland restoration benefits such as runoff control as trees increase the inflation rate and are strong windbreaks against wind erosion in the croplands. ✓ Biodiversity conservation as for example the farmers used to keep some local tree species in their croplands such as Shea bitter which is a local purpose tree species in the three countries ✓ Fodder production ✓ Production of timber 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Carbon sequestration, ✓ Sustainable management of natural resources and soil against erosion, ✓ Forest and biodiversity restoration and conservation, ✓ Desertification eradication 	<p>Gold et al. (2015)</p> <p>Binam et al. (2015)</p> <p>Chandra et al. (2018)</p> <p>Esaie et al. (2020)</p>
	Alley culture (fixation N)	Intercrop with nitrogen fixing trees or woody shrubs.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Improve soil fertility and reduce the use of chemical fertilizers (income saving for farmers); ✓ Reduce risks adverse ✓ Provide tradable product such as food, fodder, gum. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ This farming systems enhances the soil fertility through carbon storage. ✓ Effective control of erosion and land degradation, 	

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Job opportunity for rural youth (alleviate rural youth migration) as income generating. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ The use of leguminous tree species enhances the resilience of the farmlands as ecosystems which is key for biodiversity conservation. 	
Alley culture (non-fixation N)	Intercrop with trees or woody shrubs that do not fix nitrogen. This cropping system refer to the use of non-legume multipurpose tree species such as fodder tree such as <i>Guiera senegalensis</i> , human food (<i>Boscia senegalensis</i> , <i>Maerua crassifolia</i> , <i>Capparis tomentosa</i> , <i>Adansonia digitata</i> , etc.).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reduce the risk of decline of agricultural production as the sale of fruits, woody products and forage generate income ✓ Constitute a source of food and pharmacopeia for rural population 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ This farming systems enhances the soil fertility through carbon storage. ✓ Effective control of erosion and land degradation, ✓ The use of leguminous tree species enhances the resilience of the farmlands as ecosystems which is key for biodiversity conservation ✓ Biodiversity restauration in the agricultural landscape which provides many ecosystems services. 	Alexandru (2021) Ali (2021)
Agroforestry practices	Intercropping under scattered or regularly planted trees. Parks are generally named in the text of the document.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Provide pharmacopeia products; ✓ Generate income for rural producers (sale of timber and non-timber products such as honey production) ✓ Improve household domestic animal husbandry activities (availability of animal forage for animal production (meat, dairy) ✓ Contribute to better food nutrition of the households (availability of animal protein) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Augment the reduction of the atmospheric carbon dioxide via the photosystems. ✓ Improve tree biodiversity restoration and conservation. ✓ bank of Carbone. ✓ Fix the cropland soils against wind and water erosion ✓ Improve soil water and fertility as well as conservation ✓ Improve rainfall water harvesting by improving infiltration 	Sanou et al. (2019) Mahamane et al. (2012) Moussa et al. (2020) Sanogo et al. (2020) Chandra et al. (2018) Ouédraogo et al. (2021)

Scattered trees	Unspecified sparse or scattered trees incorporated into cropland, pastures or rangelands.	Numerous benefits such as honey production, pharmacopeia products, Source of income generate activities (sale of some products such pharmacopeia, fruit of <i>Vitellaria paradoxa</i> etc)	Amelioration of the soil carbon and tree biomass carbon. The woods also harvested are used as carbon storage due to the fabrication of the wood-based products. This kept the carbon dioxide release in to the atmosphere. This cropping system provides many adaptation benefits such as tree based human food, forage, soil protection	
Silvo-grazing	Combination of fodder trees or shrubs with livestock (pasture grass)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contribute to household food security and nutrition, ✓ Reduce poverty by offer job opportunity to rural population ✓ Reduce rural population migration. 	Carbon sequestration enhancement	
Agro-silvo-pastoral system	Association of trees-animal and crop	Animal production (meats, dairy) which are a veritable source of animal protein and income for the famers.	Carbon sequestration enhancement	Zamudio (2016) Ouédraogo et al. (2021)
Agroforestry fallow	Plant fallow land with woody or short rotation perennial species of unknown type	Food security and zero agricultural loss	Carbon sequestration enhancement	
Trees planting in cropland	Plantation of specific trees (fodder, food, wood, medicine, income or environmental)	Contribute to household food nutrition from fruits (mango, baobab tree, gum tree species); Source of income for the household (income generating activities)	Increase in the carbon sequestration potential and wood products are carbon banks. Biodiversity conservation	Zamudio (2016)
Living hedge/ Dead hedge	This consists of using living or dead hedges for land restoration such as preventing some infrastructures such as oasis, pastoral well, roads,	Constitute a source of food production Protects some pastoral wells, restore degraded Job opportunity for rural population and	This method protects some tree planation such as in the oasis in the Gouré department in Niger where the tree vegetation of the oasis is	

etc. from being buried by the sand movement means of social cohesion through a community-based adaptation protected which aims to promote carbon sequestration potential of such as ecosystems.

Soil water and fertility management (CES/DRS)

Soil fertility management	Labor minimum	Any tillage practice that reduces soil disturbance.	Increases the soil fertility	Enhances the soil carbon and other nutrients	
	Mulching (plants non specifies)	Mulching with plant residues of any plant type, the residues remain on the surface of the soil and are not incorporated or burned (for example). Residues can come from the field or be brought to the field from outside the field boundary. Residues should not come from agroforestry (see the practice of pruning trees under the topic of agroforestry).	Protects the soil against water and wind erosion Land restoration benefits such as combating water and wind erosion	Enhancement of the soil carbon sequestration and biomass.	Nyamekye et al. (2021)
	Mulch (N fixing)	Mulching with herbaceous plant residues of a nitrogen-fixing plant (legume), the residues remain on the soil surface and are not incorporated or burned (for example). Residues can come from the field or be brought to the field from outside the field boundary. Residues should not come from agroforestry (see the practice of pruning trees under the topic of agroforestry).			Nyamekye et al. (2021)

Burkina Faso, Mali and Niger	Zaï ou Tassa	Endogenous practices originated from Burkina Faso, which consists of digging small pits about 10-20 cm deep, 20-30 cm width and distance of 60- 80 cm each.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contribute to optimal use of agricultural inputs, ✓ Reduce agricultural labor ✓ Increases agricultural production ✓ Contribute to better nutrition status of the household ✓ Source of income for rural population (participation in paid land restoration activities the cash or food for work) ✓ Strengthen social cohesion between rural population ✓ Source of income for rural population (commercial activities such as food, water and other human food products) 	Restoration of degraded lands, enhance water infiltration in areas with marginal and erratic rainfall, soil fertility improvement, and alleviation of erosion and desertification. Zaï are also used for tree planation which enhances the carbon sinks in the West Africa Sahel	Fatondji et al. (2006) Barro et al. (2005), Clavel et al. (2008) Schuler et al. (2016) Esaie et al. (2020) Kuyah et al. (2021) Traoré et al. (2020)
	Stone bunds	Stones stacked in rows in a field, usually along contour lines, for the purpose of catching rainwater or conserving soil water. A permanent or semi-permanent ridge of soil or stone that slows the movement of water off the site, contour bunds, stone bunds, semicircular bunds.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Improve soil water retention capacity (water infiltration, runoff control, fix the rocky) ✓ Improve crops yield and production ✓ Improve pastoral productivity (availability of pastoral biomass) ✓ Generate income for rural communities (cash or food for work community-based activities) ✓ Reinforce social cohesion through community participation in adaptation activities (social conflict reduction) ✓ Generate income for rural population (income generating 	The stone bunds restored lands are generally used for tree plantation mostly for fodder tree species or human food, this increases the carbon sequestration potential of the zone. This stops land degradation therefore zero tree fall down which goes with tree protection therefore carbon sequestration	Traoré et al. (2020)

				activities via cash or food for work).		
				✓ Improve crops yield and production (reinforce food availability)		
		Cordon herbacée	Strips of grass in a field or farm created for erosion control, usually placed along contour lines.	Source of human and animal foods (example <i>Leptadenia hastata</i> or <i>Cassia tora</i> used in restoring degraded land are included in human consumption whereas other pastoral herbaceous are used for forage production		Zougmoré et al. (2018)
Mali, Niger and Burkina Faso		Contour bunds	It consists of creating contour ridges by perennial grasses and farmers follow these ridges when preparing plots for agricultural production.	Increase of crop yield, improvement of fertilizers uses and water management.	Restoring the damages produced by damping-off due to poor seed quality or rainfall shortage. Control of soil erosion, improvement of rain-fed water uses and soil fertility (nutrients' retention) Conservation of biodiversity	Traoré et al. (2020)
Mali, Niger and Burkina Faso		Use of climate services	This consists of using the climate information such as seasonal forecasting which can tell the farmers the start of the rainy period, the amount of the rainfall, the length of the season	This avoids the agricultural failure, allows farmers to use drought resistant varieties, short duration variety, pest control. This reduces the risk of agricultural loss which may lead to food insecurity.	This allows to plant past growing tree species for carbon sequestration enhancement	IPCC (2007) Zougmoré et al. (2018) Sarr (2012)
Burkina Faso, Mali and Niger		Half-moon	It is a bowl with semicircle form, 4 meters in diameter and about 0.15 to 0.25 m deep	Extension of arable lands area, increase of agriculture productivity, reduction of hunger and food crisis, source of income for the population by participating in cash for work and cash for food activities, protection of young people from migration and participation in terrorist activities due	Restoration of crusted land, safeguard of water and soils, improvement of soil fertility, attenuation of adverse effects of rainfall variability.	Clavel et al. (2008) Schuler et al. (2016) Lahmar et al. (2012)

to it could play a role of income regenerating activity.

Niger	Faucardage des mares Terrestrial invasive plant removal	This consists of removing the invasive plants in the water bodies. For instance, the water bodies like Lake Guidimouni in Niger Prosopis juliflora and Typha australis are removed in the order to allow the use of the water for farming activities such as gardening and fishing in the lake. Terrestrial invasive plant removal consists of removing some alien terrestrial plants such as <i>Sida cordifolia</i> , <i>Pergularia tomentosa</i> in the forested, agricultural and pastoral lands in Niger	Improve the biology aquatic living resources such as fish reproduction which is key for fish farming as it plays a major role in fighting malnutrition and food insecurity. Once the invasive plants are removed from the water body is removed, this allows the installation of many commercial activities about the water body such as fishing, block confection, gardening, etc. which boost the resilience for the communities. For the instance, the <i>Sida cordifolia</i> removal consists of community activities which enhance the society ecological education, source of food or cash or work, the mulch of <i>Sida cordifolia</i> are used for many products such as the walls and animal food	The removal of some alien plants allows other three species to grow fast which enhances the biomass thus the carbon sequestration. This reduces the risk of affecting natural tree regeneration in pastoral, forested and agricultural lands which may enhances tree species diversity therefore carbon sequestration potential	Laukkonen et al. (2009)
Crops and Pests Management					
Crop Management	Rotation (fixation N)	A crop rotation sequence of two or more legumes. A general definition of rotation is that more than one crop is grown in the same location, but during different growing seasons (diversification over time). Different varieties of the same crop do not count as a rotation. A crop is not counted in a rotation sequence when it is clearly a minor intercrop	This reduces the risk of agriculture loss Improve food and nutrition security.	Soil fertility improvement	Altaaf et al. (2020) Esaie et al. (2020)

Intercropping rotation systems	<p>with a main crop that is time invariant (usually there is a standard plantation of the main crop of year to year and the intercropping is tight between the rows of the main crop, e.g. cowpea planted at low density between the rows of maize). Crops should be grown for harvest and not as a cover crop or green manure.</p> <p>Spatial or identity of the culture), but the minor intercropping is not always present. If the same crop is intercropped throughout the sequence (e.g. maize-beans / maize / maize-beans), this requires a partial intercrop code (b50.1, b50.2 or b50.3) or if intercropping changes throughout the sequence (eg Maize-Beans / Maize-Millet / Maize-Beans) this requires a complex intercrop rotation code (b57). If the intercropping is primarily a crop for a long streak, but rarely something else is planted, we still consider this relevant for the partial intercropping code.</p> <p>A general definition of rotation is growing more than one crop on the same fram during different rainy season growing seasons (temporal diversification of crop over time).</p>	This practice reduces agricultural failure and constitutes a great source of income for farmer to purchase agricultural inputs (such as seeds, labor, pest control, etc).	Altaaf et al. (2020) Bryan et al. 2009 Esaie et al. (2020) Gbetibouo (2008) Lipper et al. (2014)
--------------------------------	--	---	--

Crop diversification	Cropping diverse type crops (cereal + leguminous) in the same farm	Downpour risk (risk averse) coping and intensification strategy. This reduces the agricultural failure due to climate change effects and boost the socio-economic resilience of the farmers as generally the farmer used food and cash crops. It allows famers to diversify their diet. Allow food availability and diversity	This enhances the soil fertility and provides cover for the soil protection which reduces the risk of land degradation thus soil carbon protection.	Bryan et al. 2009 Chandra et al. (2018) Esaie et al. (2020) Gbetibouo (2008)
----------------------	--	---	---	---

3.2. Discussion

A package of various CSA practices and techniques have been adopted to respond to the adverse effects of climate change in Burkina Faso, Mali and Niger. For better comprehensive of these CSA practices, the study attempt to summarize the practices into three categories including farm managed natural resources (FMNR), soil water and fertility management (CES/DRS), and crops and pests' management techniques. For instance, the most popular CSA practices adopted fall under Crop and Pests Management category which include crops rotation, intercropping systems, crop diversification. These practices are perhaps the most widely adopted because they are easy to implement, cost effective and the expected outcome include significant reduction of risk adverse as well as the improvement of crops' productivity. According to Pannell et al. (2006), innovations are more likely adopted when they have a high relative socio-economic advantage, and when they are easy to test.

Previously, Barro et al. (2005), and Clavel et al. (2008) and Schuler et al. (2016), reported that Zaï and half-moons are amongst the most CES/DRS practices adopted by the small-scale farmers in Sahel to cope with erratic rainfall and high temperatures. These technics are also adopted because of its socio-agronomic benefit. Lahmar et al. (2012) found that the adoption of half-moons in Burkina Faso has increased the sorghum grain yields by 600 kg per hectare whilst Fatondji et al. (2006) reported that in Niger Zaï technique has increased by 3-4 the millet grain yield comparing to flat planting.

Among FMNR practices, Binam et al. (2015) highlight that the RNA technique is commonly adopted by the most Sahelians farmers to improve crops yield while benefiting from trees products (food, foddors, lumbers, pharmacopeias...). There

is scientific evidence that RNA adoption improve trees density in the farm and such trees are protected because of the multiple benefits such as ecosystem services (creation of micro-climate for micro-biodiversity), improve crops productivity, provides traditional pharmacopeia and wood energy and services for the population, socio-economic benefit through tree products selling. Sanou et al. (2019) indicated that agroforestry practices are good means to combat desertification, reduce food insecurity, alleviate rural poverty and to cope with numerous adverse impacts of climate change. Likewise, Mahamane et al. (2012) noted that farmer-managed tree natural regeneration could provide energy sources (cooking fire) and service wood (traditional construction) to the households especially in rural areas. This represents an important source of income for rural populations. For instance, Moussa et al. (2020) reported that the inflorescences of *Balanites aegyptiaca* are harvested for human consumption in Koygolo village, Dosso in Niger.

Half-moon, Zai and assisted natural regeneration (RNA) are sources of income for the population so that they play an important role in protecting young people from migration and engaging in illegal activities. The benefits of these technics' adoption included also restoring degraded lands, improving soil water and fertility management and contributing to combat desertification while contribute significantly for CO₂ sequestration. Therefore, it represents a powerful tool for climate change mitigation through carbon sequestration, erosion control, biodiversity restoration and conservation, livestock productivity via fodder trees (aerial pasture).

The study showed that added to their common roles in adaptation to climate

change some climate-smart agriculture practices (manure contract between farmers and breeders, half-moon) contributes to alleviate the conflict between farmers and breeders and reduce youth migration and illegal activities.

4. Conclusion

This study examines the efficiency of most promoted and implemented climate-smart agriculture (CSA) practices in Burkina Faso, Mali, and Niger. The findings of the study reveal that the most popular CSA techniques could be ranged into three main categories and aim at improving soil fertility, decrease risk adverse, increasing agricultural productivity, restoring farm natural resources and source of income

generation for the population through the sale of trees products. This could prevent youth migration and reduce the risk of insecurity due to increasing poverty in the rural areas of the countries. It appears that almost all the study countries have similar CSA practices. Consequently, policymakers and development organizations should design or assess the implementation of climate-smart agriculture techniques in light of the country's ongoing socioeconomic and environmental issues. Also, the public institutions and NGOs should adopt a comprehensive approach under national policy framework to finance the implementation of climate-smart agriculture practices that comply with the tangible challenges faced by the involved actors.

5. Références

- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global environmental change*, 15(2), 77-86.
- Adger, W. N., Dessai, S., Goulden, M., Hulme, M., Lorenzoni, I., Nelson, D. R., & Wreford, A. (2009). Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic change*, 93(3-4), 335-354.
- Ado, A. M., Leshan, J., Savadogo, P., Bo, L., & Shah, A. A. (2018). Farmers' awareness and perception of climate change impacts: case study of Aguié district in Niger. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0173-4>
- Ado, A. M., Savadogo, P., & Abdoul-Azize, H. T. (2019). Livelihood strategies and household resilience to food insecurity: insight from a farming community in Aguié district of Niger. *Agriculture and Human Values*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10460-019-09951-0>
- Alexandru, L. (2021). The effect of climate change on the effect of state security: An analysis of Burkina Faso and Djibouti.
- Ali, E. (2021). Farm Households' Adoption of Climate-smart Practices in Subsistence Agriculture: Evidence from Northern Togo. *Environmental Management*, 1-14.
- Altaaf, M. A., & Abdi, A. M. (2020). Agricultural productivity in relation to climate and cropland management in West Africa. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 10(1).
- Barrios, S., Ouattara, B., & Strobl, E. (2008). The impact of climatic

- change on agricultural production: Is it different for Africa? *Food policy*, 33(4), 287-298.
- Barro, A., Zougmore, R., Taonda, S.J.B., 2005. Mécánisation de la technique du zai manuel en zone semi-aride. *Cah. Agric.* 6, 549-559.
- Binam, J. N., Place, F., Kalinganire, A., Hamade, S., Boureima, M., Tougiani, A., & Diop, M. (2015). Effects of farmer-managed natural regeneration on livelihoods in semi-arid West Africa. *Environmental Economics and Policy Studies*, 17(4), 543-575.
- Bryan, E., Deressa, T.T., Gbetibouo, G.A. and Ringler, C., 2009. Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints. *Environmental science & policy*, 12(4), pp.413-426.
- Chandra, A., McNamara, K. E., & Dargusch, P. (2018). Climate-smart agriculture : perspectives and framings. *Climate Policy*, 18(4), 526-541.
- Clavel, D., Barro, A., Belay, T., Lahmar, R., Maraux, F., 2008. Changements techniques et dynamique d'innovation agricole en Afrique sahelienne: le cas du Zai mecanise au Burkina Faso et de l'introduction d'une cactee en Ethiopie. *VertigO-la Rev. Electron. Sci. L'Environnement* 8, 1-10.
- Dercon, S., & Christiaensen, L. (2005). Consumption Risk and Technology Adoption in rural Ethiopia. Unpublished. Oxford University and the World Bank.
- Diao, X., Hazell, P. and Thurlow, J., 2010. The role of agriculture in African development. *World Development*, 38(10), pp.1375-1383.
- Elum, Z.A., Modise, D.M. and Marr, A., 2017. Farmer's perception of climate change and responsive strategies in three selected provinces of South Africa. *Climate Risk Management*, 16, pp.246-257.
- ESAIE, K. G. (2020). What best practices of Climate Smart Agriculture (CSA) for vegetable crops production in West Africa?.
- Fatondji, D., Martius, C., Biélders, C. L., Vlek, P. L., Bationo, A., & Gerard, B. (2006). Effect of planting technique and amendment type on pearl millet yield, nutrient uptake, and water use on degraded land in Niger. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76(2-3), 203-217.
- Gbetibouo, G. A. (2008). How can African agriculture adapt to climate change: Understanding farmers perceptions and adaptations to climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa (No. 15 (8)). *International Food Policy Research Institute (IFPRI)*.
- Gold, M. A., and H. E. Garrett. 2015. "Agroforestry Nomenclature, Concepts, and Practices." *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice*: 45–56. doi:10.2134/2009.Northamericanagroforestry.2ed.C3.
- Gommes, R., & Petrassi, F. (1994). Rainfall variability and drought in sub-Saharan Africa since 1960. *Agrometeorol. Series working paper 9*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Habou, Z. A., Boubacar, M. K., & Adam, T. (2016). Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique: défis et

- perspectives. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(3), 1262-1272.
- Hallegatte, S., A. Vogt-Schilb, M. Bangalore, and J. Rozenberg. 2017. Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters. Climate Change and Development Series. Washington, DC: World Bank.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/512241480487839624/Unbreakable-building-the-resilience-of-the-poor-in-the-face-of-natural-disasters>.
- Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T., New, M. and Lister, D., 2001. African climate change: 1900-2100. *Climate Research*, 17(2), pp.145-168.
- 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, 976pp."
- Knox J, Hess T, Daccache A, Wheeler T. 2012. Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. *Environmental Research Letters* 7, 34032.
- Kuyah, S., Sileshi, G. W., Nkurunziza, L., Chirinda, N., Ndayisaba, P. C., Dimobe, K., & Öborn, I. (2021). Innovative agronomic practices for sustainable intensification in sub-Saharan Africa. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(2), 1-21.
- Lahmar, R., Bationo, B.A., Lamso, N.D., Guero, Y., Tiftonell, P., 2012. Tailoring conservation agriculture technologies to West Africa semi-arid zones: building on traditional local practices for soil restoration. *Field Crops Res.* 132, 158-167.
- Laukkonen, J., Blanco, P. K., Lenhart, J., Keiner, M., Cavric, B., & Kinuthia-Njenga, C. (2009). Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level. *Habitat International*, 33(3), 287-292.
- Lipper, L., 2010. Climate-Smart agriculture: policies, practice and financing for food security, adaptation and migration.
- Lipper, L., McCarthy, N., Zilberman, D., Asfaw, S., & Branca, G. (2018). Climate-Smart Agriculture. *Natural Resource Management and Policy*, 52, 2018.
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., & Hottle, R. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature climate change*, 4(12), 1068-1072.
- Lobell, D. B., Burke, M. B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M. D., Falcon, W. P., & Naylor, R. L. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319, 607-610.
- Mahamane, L., Iro, D. G., Matig, O. E., & Idrissa, I. A. (2012). Farmer managed tree natural regeneration and diversity in a sahelian environment: case study of Maradi region, Niger. *Continental Journal of Agricultural Science*, 6, 38-49.
- Mechiche-Alami, A., & Abdi, A. M. (2020). Agricultural productivity in relation to climate and cropland

- management in West Africa. *Scientific reports*, 10(1), 1-10.
- Mencet Yelboga, M, Taffa, A, Sayin, C. (2019). Evaluating climate variability from rainfall and temperature: insight from Niamey and Maradi in Niger. *International journal of environmental trends (ijent)*, 3 (1), 60-73. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijent/issue/46279/537105>
- Moussa, S., & Tougiani, A. (2020). Farmers' strategies for adapting to climate change in Niger. <http://www.etfrn.org/file.php/490/1-7-moussa.pdf>.
- Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A., & Diouf, A. (2009). Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental management*, 43(5), 804-816.
- Nellemann, C. (Ed.). (2009). The environmental food crisis: the environment's role in averting future food crises: a UNEP rapid response assessment. UNEP/Earth print.
- Nhemachena, C. (2009). Agriculture and future climate dynamics in Africa: Impacts and adaptation options (Doctoral dissertation, University of Pretoria).
- Nielsen, J. Ø., & Reenberg, A. (2010). Cultural barriers to climate change adaptation: A case study from Northern Burkina Faso. *Global Environmental Change*, 20(1), 142-152.
- Nyamekye, C., Schönbrodt-Stitt, S., Amekudzi, L. K., Zoungrana, B. J. B., & Thiel, M. (2021). Usage of MODIS NDVI to evaluate the effect of soil and water conservation measures on vegetation in Burkina Faso. *Land Degradation & Development*, 32(1), 7-19.
- Ouédraogo, M., Jaquet, S., Traoré, B., Sall, M., Tougiani, A., Dembele, S., & Zougmore, R. B. (2021). Prioritizing value chains for climate-smart agriculture (CSA) promotion in Mali, Niger and Senegal: Findings from a series of stakeholders' workshops conducted in Mali, Niger and Senegal under CCAFS-EU-IFAD-funded project "Building Livelihoods and Resilience to Climate Change in East and West Africa: Agricultural Research for Development (AR4D) for large-scale implementation of Climate-Smart Agriculture".
- Pearce, D. W., Cline, W. R., Achanta, A. N., Fankhauser, S., Pachauri, R. K., Tol, R. S., & Vellinga, P. (1996). The social costs of climate change: greenhouse damage and the benefits of control. *Climate change 1995: Economic and social dimensions of climate change*, 179-224.
- Rahmstorf, S. (2004). The climate sceptics Weather Catastrophes and Climate Change—Is There Still Hope For Us.
- Reidsma, P., Ewert, F., Lansink, A. O., & Leemans, R. (2010). Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses. *European Journal of Agronomy*, 32(1), 91-102.
- Rosenzweig, C., & Tubiello, F. N. (2007). Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12(5), 855-873.
- Sanogo, K., Dayamba, D. S., Villamor, G. B., & Bayala, J. (2020). Impacts of

- Climate Change on Ecosystem Services of Agroforestry Systems in the West African Sahel: A Review. *Agroforestry for Degraded Landscapes*, 213-224.
- Sanou, L., Savadogo, P., Ezebilo, E. E., & Thiombiano, A. (2019). Drivers of farmers' decisions to adopt agroforestry: Evidence from the Sudanian savanna zone, Burkina Faso. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 34(2), 116-133.
- Sapkota, T. B., Jat, M. L., Aryal, J. P., Jat, R. K., & Khatri-Chhetri, A. (2015). Climate change adaptation, greenhouse gas mitigation and economic profitability of conservation agriculture: Some examples from cereal systems of Indo-Gangetic Plains. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(8), 1524-1533.
- Sarr, B. (2012). Present and future climate change in the semi-arid region of West Africa: a crucial input for practical adaptation in agriculture. *Atmospheric Science Letters*, 13(2), 108-112.
- Schlenker, W., & Lobell, D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters*, 5(1), 014010.
- Schuler, J., Voss, A.K., Ndah, H.T., Traore, K., de Graaff, J., 2016. A socioeconomic analysis of the zaï farming practice in northern Burkina Faso. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 40 (9), 988-1007.
- Smit, B., & Skinner, M. W. (2002). Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 7(1), 85-114.
- Soumaoro, T. (2021). Perceptions and Adaptations to Climate Change in Southern Mali.
- Stern, N., & Stern, N. H. (2007). The economics of climate change: the Stern review. Cambridge University Press.
- Sussman, F. G., & Freed, J. R. (2008). Adapting to climate change: A business approach (p. 41). Arlington, VA: Pew Center on Global Climate Change. World Bank, 2010
- Thornton, P. K., Jones, P. G., Ericksen, P. J., & Challinor, A. J. (2011). Agriculture and food systems in sub-Saharan Africa in a 4 C+ world. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1934), 117-136.
- Traoré, H., Barro, A., Yonli, D., Stewart, Z., & Prasad, V. (2020). Water Conservation Methods and Cropping Systems for Increased Productivity and Economic Resilience in Burkina Faso. *Water*, 12(4), 976.
- Traoré, L., Bello, O. D., Togola, A., Balogoun, I., Chabi, F., Yabi, I., ... & Saïdou, A. (2021). Farmers' perceptions of climate change and adaptation strategies on sorghum productivity in the Sudanian and Sahelian zones of Mali. *African Crop Science Journal*, 29(1), 157-175.
- UNFCCC, C. C. (2007). Impacts. Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries, Climate Change Secretariat, Bonn.
- Zamudio, A. N. (2016). Review of current and planned adaptation action in Mali. CARIAA Working Paper no. 11.

International Development Research Centre, Ottawa, Canada and UK Aid, London, United Kingdom. Available online at: www.idrc.ca/cariaa

Zougmoré, R. B., Partey, S. T., Ouédraogo, M., Torquebiau, E., & Campbell, B.

M. (2018). Facing climate variability in sub-Saharan Africa: analysis of climate-smart agriculture opportunities to manage climate-related risks. *Cahiers Agricultures (TSI)*, 27(3), 1-9.

Prevention et gestion des conflits fonciers dans la commune rurale de MOA / Département de D/Takaya au Niger

BOUKAR ABDOU Abdoul Razak¹ ; ALI Salé² et SOULEY Kabirou³

¹ *Géographe, Doctorant, département de Géographie, Université Abdou Moumouni de Niamey/Niger,*

Email : boukarabdourazak@gmail.com

² *Géographe, Maitre de conférences, département de Géographie, Université de Zinder/Niger,*

Email : alisale1562@gmail.com

³ *Géographe, Professeur titulaire, département de Géographie, Université de Zinder/Niger,*

Email : kabsoul@gmail.com

Résumé

Au Niger, particulièrement dans la zone agropastorale, l'accès aux ressources foncières constitue une problématique majeure du système foncier. Ce texte traite de prévention et de la gestion des conflits fonciers dans la Commune Rurale de Moa. Les objectifs c'est d'identifier d'une part les différents types et causes des conflits fonciers dans la Commune Rurale de Moa et d'autre part, analyser les mécanismes de prévention et de gestion de ces conflits. L'étude a été menée à travers une approche méthodologique axée essentiellement sur l'analyse documentaire et une enquête quantitative et qualitative auprès des acteurs clés que sont les agriculteurs, les éleveurs, les autorités administratives et coutumières et services techniques déconcentrés de l'Etat (Commission Foncière départementale, Commission foncière communale et Commissions foncières de base). Il a permis de faire un état de lieu des conflits et leurs causes. Ainsi, 72% des cas opposent agriculteurs-éleveurs ; 22% agriculteurs-agriculteurs ; et 6% éleveurs-éleveurs. Les principales causes sont les dégâts champêtres à 61% ; le non-respect de la limite des champs avec 19%, le grignotage des couloirs de passage avec 10%, l'accès à l'eau 6% et enfin, les litiges champêtres, 4%. Ces conflits trouvent leur dénouement à l'amiable à 40% des cas et auprès des autorités coutumières, notamment le chef du village et le chef de canton à 59%.

Mots clés : Demi-lune ; impacts ; restauration environnementale ; Région de Zinder, Niger.

Abstract

In Niger, particularly in the agropastoral zone, access to land resources constitutes a major problem in the land system. This text deals with the analysis and management of land conflicts in the Rural Municipality of Moa. The objective is to identify on the one hand the different types and causes of land conflicts in the Municipality and on the other hand to analyze the mechanisms for preventing and managing these conflicts. Through a methodological approach

focused mainly on documentary analysis and a quantitative and qualitative survey with key stakeholders such as farmers, breeders, administrative and customary authorities and decentralized technical services of the State (department land commission, municipality land commission and bases land commission). The study made it possible to take stock of conflicts and their causes; thus 72% of cases oppose farmer-breeders; 22% farmer-farmer cases; and 6% breeders-breeders). The main causes are rural damage at 61%; non-compliance with field limits represents 19%, the erosion of passageways representing 10%, access to water 6% and finally, rural disputes represent 4%. These conflicts are resolved amicably in 40% of cases and with customary authorities, notably the village chief and the canton chief in 59%.

Keywords: land; land disputes; conflict management; Rural Municipality of Moa.

1. Introduction

Le foncier constitue le support de toute activité agricole et pastorale en milieu rural. Il peut être défini comme l'ensemble des ressources naturelles rurales renouvelables (terre, eaux, végétation et animaux) et les rapports juridiques (propriété, usage, accès) qui lient ces ressources avec les hommes. (SECRETARIAT PERMANENT DU CODE RURAL, 2013, P.3).

Sur cette question, plusieurs textes législatifs et réglementaires ont été élaborés pour permettre aux acteurs ruraux d'évoluer dans un cadre socio-économique et juridique viable, cohérent et mieux coordonné, permettant d'assurer une gestion efficiente et non conflictuelle du patrimoine foncier (MAHAMANE SANI A. 2011), cité par (ADAM ELHADJ S., 2016, p. 11). Le plus important de ces textes est l'Ordonnance n°93 -015 du 02 mars 1993 portant Principes d'Orientations du Code Rural au Niger (POCR), un outil de sécurisation de l'accès aux ressources pastorales en assurant la sécurité des opérateurs ruraux.

L'évolution démographique et la succession des années de sécheresse ont engendré une dynamique d'extension des surfaces de culture au détriment des aires de pâturage. Cette idée est renforcée par KASSOUM ABDOU A. H. et al (2019, P. 203) en affirmant que relativement au texte, la loi

61-5 de 1961, qui donnait une vocation pastorale aux terres réservées est mise à mal et que le Code Rural très clair, en ce qui concerne le statut des aires de pâturage au Niger ne suffit pas, pour arrêter le processus d'occupation.

Les ressources naturelles se raréfient chaque jour davantage, pendant que les besoins deviennent plus pressants (ADAMO MAHAMANE M., 2006, p.). Selon MOUSTAPHA HIYA M. et al (2021), les agriculteurs et agropasteurs défrichent de plus en plus dans la zone pastorale afin d'installer des nouveaux champs. Ces champs se sont étendus jusqu'à occuper les superficies destinées aux activités pastorales (pâturage et abreuvement). Cela a créé une saturation et une extension des terroirs agricoles au détriment des espaces pastoraux.

Dans une perspective de gestion concertée des ressources naturelles, l'analyse de la problématique du développement des systèmes agropastoraux et des dynamiques sociales qui s'opèrent surtout au niveau local, impose aux chercheurs de considérer les paysans comme des acteurs et des décideurs incontournables dans la compréhension des phénomènes (BODE S., 2008, p. 13).

La Région de Zinder, zone à vocation agropastorale par excellence ne fait pas exception à cette situation d'accès aux

ressources foncières. En effet, l'exploitation des potentialités fourragères, hydriques et autres espaces de parcours, devient de plus en plus une question de survie. La Commune Rurale de Moa constitue un espace stratégique d'accès à la zone pastorale du fait de la disponibilité des aires de pâturage et des couloirs de passage. Alors c'est dans cette optique similaire à cet espace géographique que le présent article traite la question des conflits fonciers. Il analyse les différents types et causes des conflits fonciers que l'on observe dans cette entité, ainsi que les mécanismes et les stratégies adoptées pour prévenir et gérer ces conflits.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

La Commune Rurale de Moa est créée par la loi N°2002-014 du 11 juin 2002 portant création des communes et fixant le nom de leurs chefs-lieux. Elle compte 36 Villages Administratifs et 11 tribus, localement administrés par des chefs de villages et de tribus. Suite au Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2012, la Commune Rurale de Moa a enregistré un effectif global de 26 632 hbts répartis entre 13 478 hommes soit 50,61 % et 13 154 femmes, soit 49,39 % de la population totale. Cette population était de 17749 au RGPH/2001, avec 8 861 hommes soit 49,92% de la population totale, contre 8 888 femmes, soit 50,08%. Avec un taux d'accroissement intercensitaire qui est passé de 3,3% en 2001 à 4,7 % en 2012 et une fécondité de 6,8 enfant/femme contre 7,6 sur le plan national, la Commune Rurale de Moa enregistre chaque année une augmentation de son potentiel humain. En effet, selon la projection de l'Institut National de la Statistique, la population est estimée à 36 731 hbts en 2019 et 44 138 hbts en

2023 (INS, 2014 cité par le Plan Local Eau Assainissement / Moa 2016). Ce qui n'est pas sans conséquence sur l'occupation des espaces habitables, des terres productives et des autres ressources.

La densité moyenne est passée de 24,85 habitants/km² en 2001 à 31,70 habitants/km² en 2012, soit une progression dans l'occupation de l'espace de 27,56% en 10 ans.

Cette Commune, située dans la partie Est de la Région de Zinder, couvre une superficie de 840 km². Elle est l'une des six (6) communes qui composent le Département de Damagaram Takaya. Le Chef-lieu de la Commune du même nom (Moa), se trouve à 100 km à l'Est de la Ville de Zinder (Chef-lieu de la Région) et à 30 km à l'Est de Damagaram Takaya (Chef-lieu du Département). Elle fait frontière au Nord avec la Commune Rurale d'Alakoss, au Sud la Commune Urbaine de Gouré (toutes deux appartenant au Département de Gouré), et à l'Est par la Commune Rurale de Damagaram Takaya.

La structure démographique fait ressortir une population très jeune, 69,48 % âgés de 0 à 24 ans et 8,89 % de 25 à 44 ans, (PDC Moa 2014), d'où un potentiel humain important pour la promotion du développement économique et social. Malheureusement, cette jeunesse est confrontée à d'énormes difficultés (faible qualification, sous-emploi, analphabétisme, déperdition scolaire, etc.) qui entravent son épanouissement social, culturel et économique.

L'agriculture et l'élevage sont incontestablement les activités économiques les plus développées de la Commune de Moa. La place prépondérante qu'occupe l'agriculture dans le tissu économique local peut être appréhendée au moins à un double point de vue.

D'abord, elle est pratiquée par la quasi-totalité de la population, du moins par une importante frange de ses bras valides. Elle absorbe ainsi l'essentiel de l'abondante main-d'œuvre que renferme la Commune. Ensuite, c'est l'agriculture qui fournit à la population non seulement les moyens d'existence au plan alimentaire, mais aussi des ressources financières par la vente des produits des cultures de rente et surplus des récoltes vivrières. Quant à l'élevage, il est pratiqué aussi bien par les sédentaires que par les nomades. Cette activité joue un rôle très important pour la population

rurale car il lui permet de combler le déficit agricole en cas de mauvaise campagne d'hivernage. Les effectifs sont très importants et sont constitués de bovins, d'ovins, de caprins, de camelins, d'équins, d'ânes et de volailles. Il est de type traditionnel, c'est-à-dire à la fois extensif et contemplatif, s'accommodant avec l'existence dans la Commune de grands espaces pastoraux et de pâturages bien fournis en cas de bonnes précipitations.

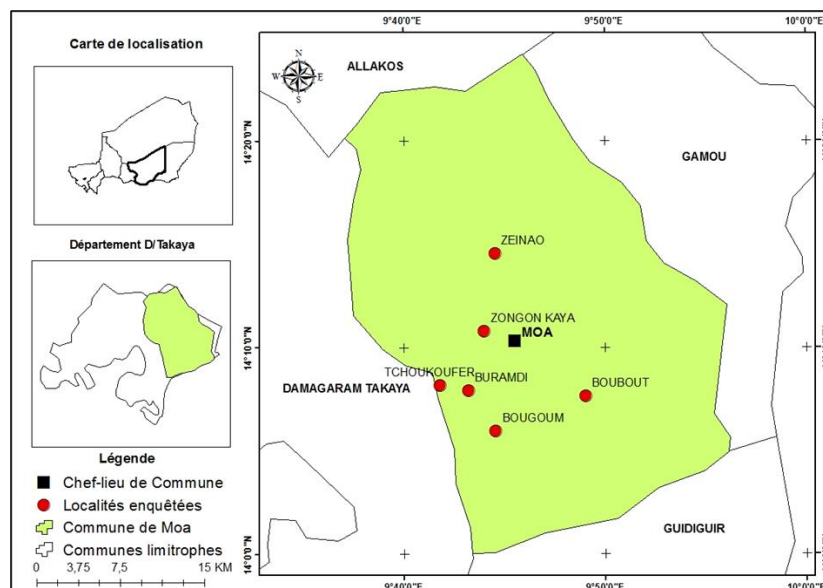


Figure 1 : localisation de la Commune Rurale de Moa

2.2. Méthodologie

2.2.1. Recherche documentaire

La recherche documentaire est une phase primordiale dans le cadre de la recherche scientifique. Elle permet de bien recadrer le sujet et d'améliorer le travail. Pour mener cette étude, des documents ayant trait à la thématique provenant de plusieurs sources ont été consultés. Il s'agit des documents généraux et spécifiques, des articles scientifiques, des études et autres rapports des Services Techniques et projets de développement intervenant sur la

thématique. Il faut aussi signaler la mise à contribution des textes législatifs et judiciaires à travers le Code Rural Nigérien. Tout ceci a contribué de façon inestimable, à comprendre la thématique.

2.2.2. Collecte des données sur le terrain

La collecte des données s'est d'abord déroulée sur la base des enquêtes par questionnaire auprès des principaux acteurs usagers du foncier dans la Commune Rurale de Moa. Il s'agit notamment de cent trente (130) agriculteurs et soixante-dix (70) éleveurs

pris individuellement. Ces enquêtes ont permis de savoir la typologie et les sources des conflits fonciers, ainsi que leurs stratégies de gestion. Ensuite, des entretiens avec les Services Techniques Déconcentrés de l'Etat, notamment ceux du domaine du développement rural, les Commissions Foncières Départementales et Communales, ainsi que les Commissions Foncières de Base des localités visitées ont été menés. Ces entretiens ont aussi concerné les autorités traditionnelles, notamment le Chef de Canton et les six

Chefs de Villages de la zone d'étude. Ce qui a permis d'approfondir la compréhension de mécanismes de prévention et de gestion des conflits dans la zone d'étude.

La population cible de l'étude est composée d'agriculteurs et d'éleveurs répartis dans 6 villages à savoir Zangon Kaya, Zenaou, Boubout, Bougoum, Buramdi et Tchoukoufer (Tableau 1).

Tableau 1 : répartition des enquêtés par sites d'enquête.

Villages Administratifs	Agriculteurs	Eleveurs
Zangon Kaya	20	10
Zeinaou	25	15
Boubout	20	10
Bougoum	25	15
Buramdi	20	10
Tchoukoufer	20	10
TOTAL	130	70

Source : enquête de terrain 2019

2.2.3. Analyse et traitement des données

Pour le traitement des données recueillies lors de l'enquête sur le terrain, le logiciel SPHINX a été utilisé afin d'établir un masque de saisie. Ensuite ces données ont été transférées sur EXCEL pour les analyses afin de créer des graphiques illustratifs. Pour les travaux de cartographie le logiciel Arc View GIS a été utilisé.

ou plusieurs personnes physiques ou morales de droit privé sur la reconnaissance et la jouissance d'un droit ou d'un privilège sur une ou plusieurs ressources naturelles renouvelables » (Secrétariat Permanent du Code Rural, 2013).

On constate plusieurs types de conflits fonciers dans la Commune Rurale de Moa. Les conflits agriculteurs-éleveurs constituent le type le plus fréquent dans la zone, avec 72% des cas enregistrés. Les conflits agriculteurs-agriculteurs en 2^{ème} position avec 22% de cas, des conflits au non-respect des limites des champs ou des réclamations foncières surtout. Et enfin, les conflits éleveurs-éleveurs, en conflit lié essentiellement à l'accès aux points d'eaux en saison sèche. Ce type de conflits représente 6% des cas enregistrés.

3. Résultats

3.1. Typologie des conflits fonciers

Le conflit foncier est « *toute contestation ou opposition manifeste ou latente entre deux*

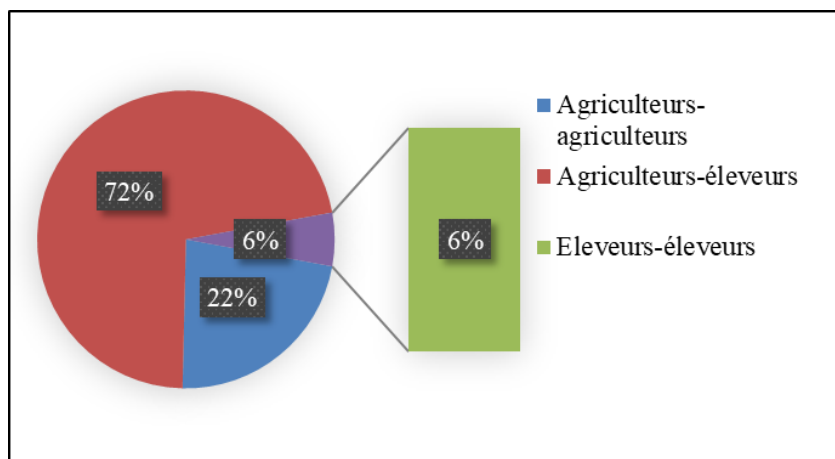


Figure 2 : Fréquence des types de conflits fonciers.

3.2. Les causes des conflits

Les rapports éleveurs-agriculteurs se sont considérablement dégradés. Les sources de conflits relèvent pour l'essentiel de l'accès aux pâturages, aux parcours de transhumance et à l'eau (puits et mares), (JEAN PIERRE O.S., 2019). Cette idée rejoint celle évoquée par ALI S. (2012) selon laquelle, les causes des conflits fonciers sont à l'origine d'ordres structurels et circonstanciels. Ils peuvent partir d'un rien et finir par dégénérer. Le mode de faire valoir se caractérise par une forte compétition entre les principaux acteurs que sont les agriculteurs, les agropasteurs et les pasteurs. Ainsi donc, la pression sur le foncier fait que tous les espaces de circulation des animaux, de pâturage et autres points d'eau, se trouvent complètement occupés (ADO SALIFOU A., 2012).

Les trois types de conflits mentionnés ci-haut trouvent leurs sources à travers le graphique n°3 ci-dessous. Ceci montre que les dégâts champêtres constituent la cause principale de ces conflits avec une fréquence de 61%. Le non-respect de la limite des champs représente 19% des conflits fonciers enregistrés, tandis que le grignotage des couloirs de passage avec 10% est la troisième cause des conflits autour du foncier. Mais l'accès à l'eau compte aussi parmi les causes des conflits entre les usagers des points d'eau, surtout l'utilisation des puits villageois. Il représente ainsi 6% des conflits portant sur la ressource eau. Il est enfin constaté, les litiges champêtres avec un taux de 4% des cas.

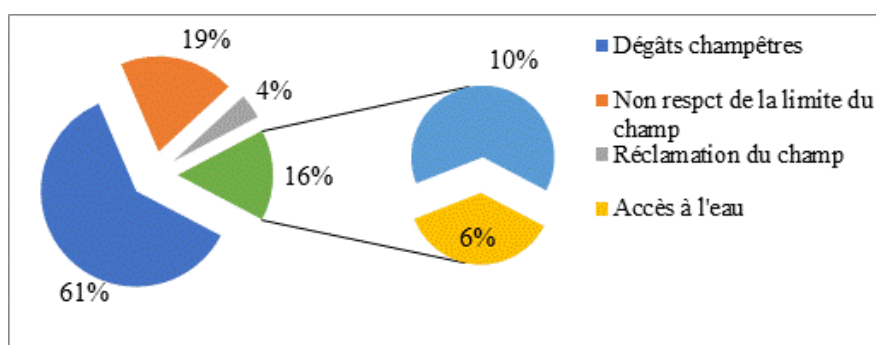


Figure 3 : Les causes des conflits fonciers.

- **Les conflits agriculteurs-agriculteurs**

Les conflits entre agriculteurs se manifestent à travers des causes différentes. Le non-respect de la limite des champs entre deux ou plusieurs exploitants constitue 19% des causes des conflits. Cela conduit souvent à des conflits familiaux. En effet, la disparition des limites du champ intervient généralement à la suite d'une mise en jachère d'une longue durée, ou une absence de longue date du propriétaire légitime du champ. En plus, certains agriculteurs en voulant augmenter la superficie de leurs champs, procèdent au grignotage petit à petit d'une partie des champs de leurs voisins. La partie frontalière dont la production est bonne peut aussi attirer la convoitise du voisin et qui au fil du temps, n'hésitera pas à vouloir s'en approprier. Les conflits interviennent quand l'un d'entre eux réclame le retour aux limites initiales.

Les réclamations des champs représentent 4% des causes de conflits fonciers entre agriculteurs. Les champs prêtés sur une longue durée et sans titre écrit, conduisent à des conflits si le donneur ou le prêteur décède. Les familles concernées rentrent dans une situation d'antagonisme qui peut devenir conflictuelle. En cas de contestation ou de remise en cause du partage dans le cadre de l'héritage, le conflit peut éclater. Il s'agit parfois de partages remontant à plusieurs générations qui sont dénoncés par des ayants droit qui ont été écartés. Ainsi, des membres influents de la famille s'accaparent des champs après la disparition du chef d'exploitation, au détriment des autres membres de la famille, généralement les plus jeunes.

- **Les conflits agriculteurs-éleveurs**

Les conflits intercommunautaires interviennent le plus souvent au début et à la fin de la saison des pluies. Les conflits

dans la zone de Moa sont fréquents, et souvent violents. A titre d'exemple, en 2016 deux (2) morts ont été enregistrés dont une femme transhumante et un paysan à la suite d'un conflit qui a opposé agriculteurs et éleveurs au cours de la descente de ces derniers du Nord vers le Sud. Les éleveurs ont été attaqués pendant qu'ils étaient au repos dans une aire de transit. Depuis lors, ceux-ci sont interdits d'accès aux puits desdites localités aussi bien pour l'abreuvement que pour la consommation humaine.

Le début de la saison pluvieuse est la phase des semis pour les agriculteurs. En ce moment, les troupeaux villageois sont laissés à eux-mêmes à la recherche du pâturage. Ils arrivent à pénétrer dans les champs et causent ainsi des dégâts. Cette situation est généralement réglée par les Chefs de Villages. Le conflit finit par des avertissements et au pire des amendes symboliques.

A la fin de la saison pluvieuse, les éleveurs descendent des zones pastorales vers celles agricoles à la recherche des résidus de cultures, du foin, des feuilles et fruits d'arbres, ou pour transiter en direction de la République Fédérale du Nigéria. Cette descente, très souvent conditionnée par la situation hivernale au nord, intervient parfois de façon précoce si les pluies s'arrêtent brutalement. L'assèchement des mares la précipite alors. Mais une fois au sud, cela coïncide avec le début de la récolte dans la Commune Rurale de Moa, les récoltes n'étant pas encore rangées ou sécurisées. C'est en ce moment propice que les conflits naissent, du fait des incursions des animaux dans les champs en longeant les couloirs de passage et les aires de pâturage.

- **Les conflits éleveurs-éleveurs**

Les conflits entre éleveurs ne sont pas fréquents. Ils sont généralement liés à

l'utilisation des points d'eau surtout les puits villageois. L'analyse des graphiques n°4 et 5 ci-dessous montre que 91% des éleveurs abreuvant leurs animaux dans les mares, pendant la saison pluvieuse. Il n'y a que 9% qui utilisent le puits pastoral. En effet, après la saison pluvieuse, les mares n'arrivent plus à retenir leurs eaux plus de cinq mois. Leur tarissement précoce pousse les éleveurs à utiliser les puits villageois pour l'abreuvement de leurs animaux. Ainsi, 76% de ces éleveurs utilisent les puits villageois pendant la saison sèche et 16% abreuvant leurs animaux au niveau du seul puits pastoral que compte la Commune Rurale de Moa. Avec le nombre important de troupeaux autour des puits villageois, et le non-respect des tours d'abreuvement par les bergers, des conflits interviennent inévitablement. Ils peuvent évoluer d'une simple mauvaise humeur, à des insultes, voire quelques empoignades, mais rarement des affrontements. Ce type de conflit est vite pris en charge par les sages (les éleveurs les plus âgés).

Les figures (4 et 5) ci-dessous ressortent les différents modes d'accès des éleveurs aux points d'eau selon les saisons au cours de l'année. Pendant la saison pluvieuse les éleveurs à plus de 90% fréquentent les mares pour abreuver leurs troupeaux, alors

qu'en saison sèche 76% de ces éleveurs utilisent les puits villageois pour s'abreuver. Leur rassemblement au niveau de ces puits constitue parfois une source de conflits entre eux.

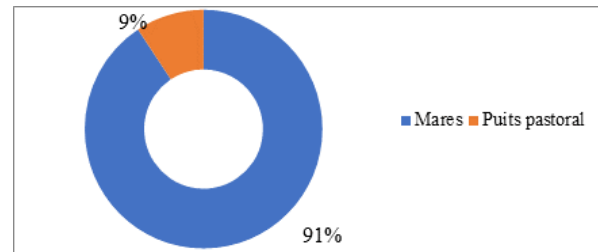


Figure 4 : Accès à l'eau en hivernage.
Source : enquête de terrain, 2019

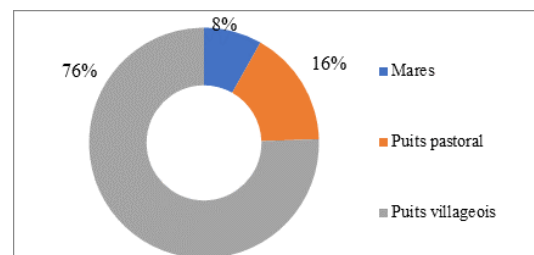


Figure 5 : Accès à l'eau en saison sèche.
Source : enquête de terrain, 2019

La photo 1 ci-dessous est une illustration de l'accès aux ressources en eau dans la Commune Rurale de Moa en saison sèche. On constate que pendant cette saison les puits villageois sont souvent exploités par les éleveurs après le tarissement des eaux de surface après l'hivernage.

Photo 1 : Une mare en état d'assèchement.



La photo 1 ci-dessous est une illustration de l'accès aux ressources en eau dans la Commune Rurale de Moa en saison sèche. On constate que pendant cette saison les

puits villageois sont souvent exploités par les éleveurs après le tarissement des eaux de surface après l'hivernage.

Photo 2 : Un puits en saison sèche.



3.2. Mécanismes de prévention des conflits

Face à l'ampleur des conflits opposant les acteurs en milieu rural et particulièrement dans la Commune Rurale de Moa, des mesures préventives ont été mises en place. Les autorités coutumières et administratives entreprennent périodiquement des séances de sensibilisation à l'égard des acteurs ruraux. Chaque saison, en période de récoltes, les Forces de Défense et de Sécurité (FDS) communément appelées "Patrouilles Mixtes", sont sollicitées pour sillonner les différents villages afin de prévenir d'éventuels conflits entre les agriculteurs et les éleveurs lors de la descente des troupeaux. Les Partenaires Techniques et Financiers (PTF) qui interviennent dans le cadre de la gestion des ressources naturelles contribuent aussi, chacun en fonction de son programme, dans la prévention des conflits entre les acteurs ruraux.

3.3. La gestion des conflits

Selon l'analyse du graphique n°6 ci-dessous, 40% des conflits fonciers dans la Commune Rurale de Moa sont résolus à l'amiable. Les acteurs négocient entre eux afin de trouver un terrain d'entente. 59% de ces conflits trouvent leur dénouement auprès des autorités traditionnelles, notamment le chef du village et le chef de canton. Les protagonistes se rendent d'abord chez le Chef du Village. En cas d'échec de la conciliation à ce premier niveau, le Chef de Canton est saisi. Ainsi, après avoir écouté les parties en conflit, il tente aussi la conciliation avec ses principaux conseillers, notamment les notables et l'imam. Chez le Chef de Canton, il arrive parfois de brandir le Saint Coran entre les protagonistes pour résoudre le problème. Quand le conflit est réglé, le Chef de Canton établit un Procès-verbal de conciliation. Dans le cas échéant, il établit aussi un Procès-verbal de non-conciliation et renvoie l'affaire devant la juridiction départementale. Seulement 1% des conflits fonciers sont résolus à la justice dans la CR

de Moa. Cela montre le rôle important que joue l'autorité traditionnelle en matière de gestion des conflits fonciers.

En effet, la Chefferie Traditionnelle dispose du pouvoir de conciliation en milieu rural selon l'article 18 de la LOI N° 2015-01 du 13 janvier 2015 portant statut de la Chefferie Traditionnelle en République du Niger. En effet, les Chefs de Village ou de Tribu possèdent la compétence dans le cadre de la conciliation des ressortissants de son village ou de sa tribu, en cas de conflit. Ils sont le plus souvent assistés par l'autorité religieuse. Les protagonistes exposent chacun sa version des faits tels que vécus, pour que le Chef, après avoir écouté toutes les parties, puisse apprécier et concilier.

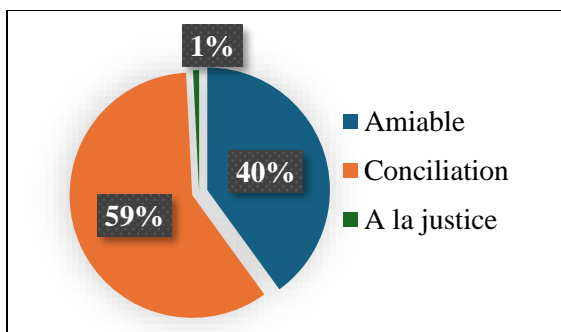


Figure 6 : Les modes de résolution des conflits

4. Discussion des résultats

L'accès à la terre constitue un facteur essentiel pour le développement des activités agropastorales dans le milieu rural du Niger en général et de la Région de Zinder en particulier. L'utilisation des ressources foncières est un enjeu majeur dans la plupart des localités. La croissance démographique, les aspects d'usage et les questions liées au dérèglement climatique constituent des facteurs qui concourent à rendre difficile l'accès aux ressources foncières dans le sud de la Région de Zinder (WAZIRI MATO M., 1999) cité par (MAMAN WAZIRI Z., 2020, P. 117). Les conflits autour du foncier sont d'actualité dans la CR de Moa et ceci s'explique par les différents

types et causes qui les sous-tendent. Ainsi, les conflits naissent généralement entre agriculteurs-éleveurs (72%), entre agriculteurs eux même (22%), et entre éleveurs eux même (6%). Les principales sources de ces conflits sont les dégâts champêtres (61%), le grignotage des couloirs de passage (10%), le non-respect des limites des champs de culture (19%), les litiges champêtres (4%) et l'accès aux points d'eau (6%).

Face à tous ces différends que l'on constate dans la Commune Rurale de Moa, plusieurs stratégies sont développées afin de prévenir les conflits fonciers. Il s'agit notamment de la sensibilisation des acteurs ruraux avant et après la campagne hivernale et la pratique des "Patrouilles Mixtes" entreprises par les Forces de défense et de sécurité dans la zone en question. Ces actions menées essentiellement par les leaders stratégiques en matière de gestion des ressources foncières du département, poussent les acteurs à prendre conscience de l'importance de la cohésion sociale et de la paix entre les acteurs. Cependant, la résolution des conflits se fait à 40% des cas à l'amiable et 59% des cas trouvent leur dénouement chez les autorités traditionnelles que sont les Chefs de Village et le Chef de Canton. Rares sont les cas qui passent à la justice (1%).

Les résultats de cette étude se rapportent à celle de DAMBO L. (2016) en affirmant que la croissance démographique et celle du cheptel couplé au multi usage des ressources naturelles, entraînent une transformation progressive de la physionomie du paysage agraire dans la Commune de Kalfou, et que les zones où se concentre l'essentiel de la population subissent une double pression des agriculteurs et des éleveurs, accélérant une saturation de ces espaces et leur fragilisation. Ce qui entraîne des situations

conflictuelles entre les usagers. Ce travail rejoint également celui de (JEAN PIERRE OLIVIER de S. et ABDOULAYE M., 2019) selon lequel les sources de conflits relèvent pour l'essentiel de l'accès à l'eau (puits et mares), aux pâturages et aux parcours de transhumance.

5. Conclusion

Le milieu rural où cohabitent agriculteurs et éleveurs est soumis à des multiples conflits liés à l'accès et à l'exploitation des ressources (espace, pâturage et eau). La Commune Rurale de Moa n'échappe pas à cette réalité du fait de sa vocation agropastorale. C'est un lieu de transit où se concentrent beaucoup de troupeaux des transhumants en passage non seulement vers la zone pastorale au nord, mais également lors de leur descente vers le sud à la fin de la saison de pluies. Les conflits auxquels font face les acteurs ruraux sont

de différents types (agriculteurs-éleveurs, agriculteurs-agriculteurs, éleveurs-éleveurs) et surgissent par différentes sources. Ainsi, des stratégies de sensibilisation sont entreprises afin de les prévenir, ou de les gérer quand ils surviennent. Pour résoudre ces conflits, les acteurs font recours en grande partie aux autorités traditionnelles, détentrices du pouvoir de conciliation en milieu rural, comme le stipule l'article 18 de la LOI N° 2015-01 du 13 janvier 2015 portant statut de la Chefferie Traditionnelle en République du Niger. Ainsi, devant l'ampleur de la situation des conflits dans la CR de Moa, il est nécessaire de renforcer l'installation et l'équipement des Commissions Foncières de Base, la vulgarisation du Code Rural et la mise en œuvre des actions prévues dans le cadre du Schéma d'Aménagement Foncier de la Région de Zinder.

6. Bibliographie

ADO SALIFOU ARIFA M., (2012) : « *Décentralisation et Développement : la reconstruction du développement local : Cas de la commune rurale de Guidimouni (Niger)* », thèse de doctorat géographie, université de Poitiers, 309 p.

ALI S. (2012) : « *Les pratiques pastorales dans la Région de Maradi (Dakoro - Guidan Roudji) : entre conservatisme et stratégies d'adaptation* », thèse de doctorat géographie, université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, 342 p.

ADAM ELH SAIDI A. (2016) ; « *Dynamique du foncier urbain et périurbain dans la commune urbaine de Dogondoutchi* », Master II,

Géographie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, 73 p.

ADAMOU MAHAMANE M. (2006) : « *Dynamique des limites entre les espaces agricoles et pastoraux dans la région de Zinder : cas de la commune rurale de Bouné* », DEA géographie, université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, 67 p.

JEAN-PIERRE OLIVIER DE SARDAN ET ABDOULAYE MOHAMADOU (2019) : « *Eau et pâturages au Niger : conflits, marchandisation et modes de gouvernance*, Nomadic Peoples 23 No.2, P 304-321.

BODE S. (2008) : « *Historique de l'itinéraire de la mobilité du groupe*

- d'éleveurs transhumants wodaabe suudu suka'el de la commune de tanout région de Zinder* » mémoire de DEA, département de Géographie, université Abdou Moumouni/ Niamey /Niger », 67 p.
- DAMBO L. (2016), « *La gestion des ressources naturelles de la commune rurale de Kalfou (Tahoua) dans un contexte de décentralisation et de changement climatique* », Revue Scientifique du Tchad – série B - janvier 2016, 18-34 P.
- KASSOUM ABDOU Abdoul H. et al (2019), « Dynamique d'occupation des espaces pastoraux dans l'ouest du Niger, de l'anthropisation au changement climatique : cas de l'aire de pâturage Yani », Cahier du foncier au Tchad(cft), vol.2(2), décembre. 2019, issn 2077-0884 (print), 197-207 p.
- MAMAN WAZIRI MATO Z. et al (2020) : *Dynamique foncière et accès à la terre dans le département de kantche au Niger*, GéoVision, Revue du Laboratoire Africain de Démographie et des Dynamiques Spatiales, Département de Géographie, Université Alassane Ouattara, ISSN 2707-0395, 108-118p.
- MOUSTAPHA HIYA M. et al (2021), « *conflits fonciers liés à la mobilité pastorale dans le Nord Dakoro : les facteurs déclenchant et mesures d'atténuation* », Rev. Ivoir. Sci. Technol., 38 (2021) 217 - 232 217 ISSN 1813-3290, <http://www.revist.ci>.
- PDC de la commune rurale de Moa, 2014-2018, (2014), 60 p.
- SOULEY K., (2016) : *Transactions foncières dans la commune rurale frontalière de Dan Barto au Niger*. In International Journal of Innovation and Applied Studies. ISSN 2028-9324 Vol. 18 No. 4, pp. 1309-1317.
- REPUBLIQUE DU NIGER, MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ASSAINISSEMENT, « *Plan local eau assainissement de la Commune Rurale de Moa* », juillet 2016, 17 p.
- SECRETARIAT PERMANANT DU CODE RURAL « *Recueil des textes* », 2013, 386p.
- SECRETARIAT PERMANENT DU CODE RURAL « *Conflits fonciers ruraux au Niger : les mécanismes de prévention et de gestion* », 2013, 28p.

Mobilité pastorale saisonnière des agropasteurs et fréquentation des troupeaux étrangers dans une commune agropastorale Sud sahélienne

Yanoussa YAKOUBOU ALZOUMA^{1,3}, Pierre HIERNAUX², Larwanou MAHAMANE¹, Harouna ABDOU BAWA¹, Balira YAHAYA GARBA^{1,3}, Bodé SAMBO⁴ et Boubacar SOUMANA¹*

¹Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey ; ²Pastoralisme Conseil (Pastoc), 30 chemin de jouanal, Caylus 82160, France,

³Centre Climatique Régional pour l'Afrique de l'Ouest et le Sahel, Agrhymet CCR-AOS et

⁴Faculté des Lettres et Sciences Humaines de l'Université Abdou Moumouni de Niamey

Résumé

Ces dernières décennies, la vocation agricole de Dantchandou couplée à l'expansion démographique et la réduction du foncier pastoral contraint les agropasteurs ayant le droit d'accès secondaire aux terres à exercer des mouvements saisonniers vers les zones d'abondance fourragère. L'objectif de cette étude est de contribuer à la caractérisation quantitative et qualitative de la mobilité pastorale saisonnière des troupeaux des agropasteurs et la fréquentation par les pasteurs étrangers à la commune sur le cycle annuel. La méthodologie est basée sur les enquêtes et sur le dénombrement du bétail. Les données relatives au nombre de femelles laitières gardées en campement pastoraux, celui d'autres animaux du troupeau partis, les objectifs recherchés, les motifs et mais aussi les difficultés ont été recueillies sur un échantillon 200 agropasteurs et 45 pasteurs. Les effectifs du cheptel des agropasteurs de la commune dénombrés sont constitués de 8 419 bovins, 4869 caprins et 5649 ovins, contre 1482 bovins, 1852 caprins et 5942 ovins pour les pasteurs en transit dans la commune. Parmi ces espèces, les races (Bororo, mouton peulh et chèvres du Sahel) ayant des aptitudes à la transhumance ont dominé les troupeaux. Ces acteurs organisent la transhumance à travers deux circuits : vers le Nord en saison de pluies (100%) et vers le sud en fin de saison chaude (12.5%). L'installation de la campagne agricole couplée aux pâtures insuffisantes et à la variabilité climatique les obligent à pratiquer la transhumance pour la recherche des fourrages, la reproduction de leurs troupeaux. Ils sont assujettis à des taxes illégaux, au cambriolage sous peine de perdre la totalité de leur troupeau et souvent leur vie du fait de l'insécurité que sévit la zone sahélienne. Cette étude basée sur la mobilité pastorale saisonnière permettra de moduler la charge animale et l'évaluation prise des émissions du méthane entérique à l'échelle de cette commune agropastorale.

Mots clés : Mobilité pastorale, agropasteurs, pasteurs, Ouest du Niger, Dantchandou.

Abstract

These last decades, the agricultural vocation of Dantchandou district, coupled with demographic expansion and the reduction of pastoral land, forces agropastoralists with

secondary access rights to the land to move seasonally to areas of forage abundance. The objective of this study was to contribute to the quantitative and qualitative characterization of seasonal pastoral mobility of agropastoralists' herds and visits by pastoralists from outside the district during the annual cycle. The methodology, based on surveys and livestock counts, involved gathering information from a sample of 200 agropastoralists and 45 pastoralists, not only on the number of dairy females kept in camp, but also on the number of other animals in the herd that had left, the objectives pursued, the reasons for doing so and the difficulties encountered. Agropastoralists in the district counted 8,419 cattle, 4,869 goats and 5,649 sheep, compared with 1,482 cattle, 1,852 goats and 5,942 sheep for pastoralists transiting Dantchandou district. Among these species, breeds (Bororo, Peulh sheep and Sahel goats) with transhumance aptitudes dominated the herds. These actors organize transhumance through two circuits: to the north in the rainy season (100%) and to the south at the end of the hot season (12.5%). The start of the agricultural season, coupled with insufficient pastures and climatic variability, forces them to practice transhumance in search of fodder and to reproduce their herds. They are subject to illegal taxes and burglary, under threat of losing their entire herd, and often their lives, due to the insecurity that prevails in the Sahelian area. This study, based on seasonal pastoral mobility, will make it possible to modulate the animal load and assess enteric methane emissions at the scale of this agropastoral district.

Keywords: Pastoral mobility, agropastoralists, pastoralists, Western Niger, Dantchandou.

1. Introduction

Le pastoralisme est présent dans toutes les régions du monde principalement dans les zones arides et semi-arides, et fait vivre plus de 100 millions de personnes (Assouma *et al.*, 2019). Il se réfère à la production extensive de bétail utilisant des pâturages et des parcours naturels en propriété commune sous réserve de certains accords de groupes (Liniger *et al.*, 2011). La mobilité en élevage désigne des déplacements des troupeaux, de manière saisonnière ou occasionnelle, sur de petites ou de grandes distances (PRAPS, 2017). Elle constitue une caractéristique fondamentale des systèmes pastoraux. Ces systèmes mobiles se rapportent au nomadisme ou à la transhumance (Maidawa *et al.*, 2016). Dans la sous-région ouest Africaine, les gouvernements ont essayé de délimiter des corridors de transhumance et de légiférer pour une mobilité transfrontalière (Liniger *et al.*, 2011).

Au Niger la mobilité pastorale est reconnue comme un droit fondamental des éleveurs transhumants, garanti par l'Etat et les collectivités territoriales, notamment grâce à l'adoption en mai 2010 de l'Ordonnance relative au pastoralisme (EPER et FNEN-DADDO, 2022). Les activités pastorales ont été conventionnellement considérées comme non rentables et écologiquement destructrices. La réflexion actuelle reconnaît de plus en plus ces stratégies comme économiquement viables et écologiquement durables (Liniger *et al.*, 2011 ; Bonnet *et al.*, 2011). La mobilité pastorale constitue en effet, un atout des systèmes pastoraux, pouvant éviter la pression sur les ressources pastorales en un lieu et permettre de tirer profit de ressources fourragères et hydrique qui varient en quantité et en qualité d'un lieu à l'autre au cours de l'année, mais aussi elle permet une productivité améliorée des animaux, facilite la commercialisation du bétail et renforce les liens entre les communautés pastorales et rurales (Marty,

2002 ; Sauvant et Martin, 2010 ; Liniger *et al.*, 2011 ; FAO et CIRAD, 2012 ; PRAPS, 2017). Néanmoins, la mobilité pastorale fait face à de nombreux défis qui peuvent être d'ordre environnementales, économiques, sécuritaires, de gouvernance ou encore transfrontaliers (Thebaud, 2006 ; Marty *et al.*, 2006 ; Bodé., 2008 ; Boubacar, 2015 ; PRAPS, 2017).

La disponibilité des pâturages est ainsi, en diminution (effets conjugués de la variabilité et les changements du climat et de la croissance démographique conduisant à l'accaparement des terres de pâtures) et les circuits de déplacement sont bloqués par les changements d'utilisation des terres, l'urbanisation et les frontières (Liniger *et al.*, 2011). Ces nombreux challenges entravent l'organisation de la mobilité et accentuent par la même occasion la paupérisation des sociétés pastorales et agropastorales qui y gagnent leurs moyens de subsistance. Une bonne maîtrise de la mobilité du bétail (accès à des sites de pâturage et à des points d'eau pendant les périodes de l'année) est ainsi indispensable pour une gestion pastorale optimale des zones arides.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet « Carbon Sequestration and greenhouse

gas emissions in (agro) Sylvopastoral Ecosystems in the sahelian CILSS States CaSSECS », qui vise à améliorer l'évaluation du bilan carbone des écosystèmes agrosylvopastoraux sahéliens afin de mieux quantifier leurs impacts sur le changement climatique pour l'élaboration des politiques d'élevages adaptées au Sahel. Elle a pour objectif de quantifier les migrations saisonnières des agropasteurs résidents sur le territoire de la commune de Dantchandou et la fréquentation des parcours communaux par des troupeaux étrangers à la commune au cours du cycle annuel pour leur contribution aux émissions de Gaz à Effets de Serre (GES).

2. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

La commune rurale de Dantchandou, zone concernée par cette étude, fait partie des onze (11) communes que compte le département de Kollo, région de Tillabéri. Elle est située à 75 km à l'Est de Niamey dans la zone agro-pastorale du Niger, entre les latitudes 13° 30' et 13° 45' Nord et les longitudes 2° 35' et 2° 50' Est (Figure 1).

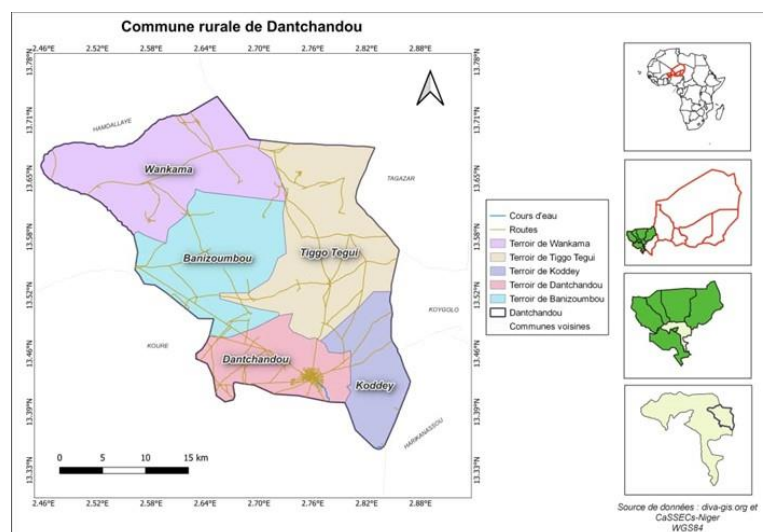


Figure 1 : Localisation de la commune rurale de Dantchandou.

Elle couvre une superficie d'environ 900 Km² avec un climat de type tropical semi-aride (Hiernaux et Ayantunde, 2004 ; Dutordoir, 2006). La zone est caractérisée par des températures moyennes journalières présentant un minimum de 24°C en Décembre et Janvier et un maximum de plus de 40°C en avril et une moyenne annuelle de 30°C (Bodo, 2019). Deux principales saisons caractérisent la zone : une saison des pluies relativement courte de 3 à 4 mois avec une pluviosité moyenne annuelle sur le site de Banizoumbou, de 482,6 mm (ecart type de 103.7) de 1990 à 2022 et une longue saison sèche de 8 à 9 mois (Garba, 2007). La répartition des différentes formations végétales naturelles sur la zone d'étude tient à leur situation topographique et à leur affinité hydro-pédologique (Massuel, 2005 ; Garba, 2007). Ce qui permet de distinguer trois types de formations végétales : La brousse tigrée (formations

végétales des plateaux cuirassés), la savane arbustive (au niveau des jupes sableuses et les glacis) et une végétation de bas-fonds. L'agriculture constituant la principale activité pratiquée par l'ensemble de la population est majoritairement tournée vers l'autosubsistance et les pratiques agricoles demeurent traditionnelles (Hiernaux et Ayantunde, 2004). L'élevage est très développé dans la zone, et les troupeaux sont soumis aux déplacements saisonniers.

2.2. Collecte des données

L'enquête a concerné les agropasteurs en provenance des campements des cinq (5) terroirs villageois de la commune (Banizoumbou, Tigo Tégui, Kodey, Dantchandou et Wankama), ainsi que les troupeaux des éleveurs séjournant dans la commune (en partance ou de retour de transhumance) (Figure 2).

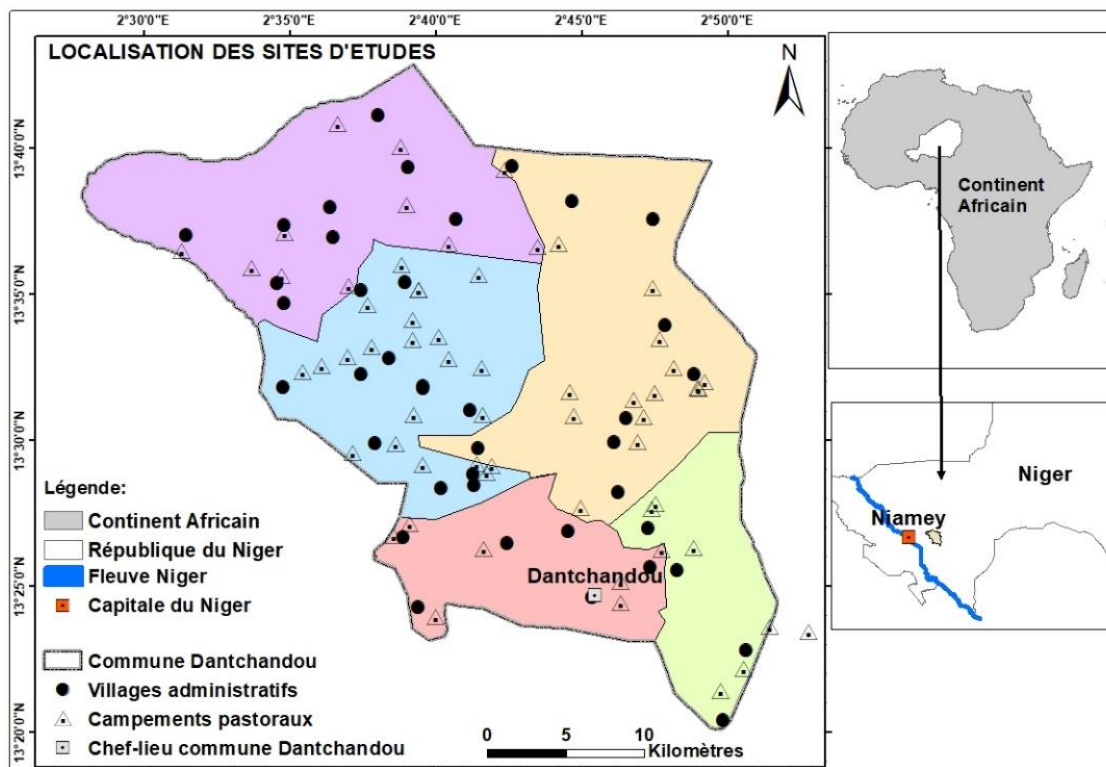


Figure 2 : localisation des terroirs et campements pastoraux enquêtés.

Un échantillonnage exhaustif à deux degrés avec comme unité primaire les agropasteurs de la commune et comme unité secondaire les pasteurs étrangers, a été réalisé. La détermination de la taille de l'échantillon d'agropasteurs locaux s'est focalisée sur la liste agropasteurs effectuant une transhumance saisonnière dressée lors des enquêtes et dénombrement du bétail de la commune dans le cadre de la thèse de doctorat. Sur cette base les 200 agropasteurs ayant auparavant déclarés avoir effectués régulièrement la mobilité ont été retenus

pour l'enquête sur la mobilité saisonnière des troupeaux à l'interne et 45 pasteurs étrangers séjournant dans la commune ont été enquêtés de manière aléatoire (Tableau I). La collecte des données sur le terrain s'est fondée sur des entretiens à l'aide de questionnaires structurés. Les informations collectées étaient relatives à la composition du bétail, aux nombres d'animaux gardés à la concession, ainsi que ceux en partance, les périodes de partance et de retour, les zones d'accueil, les causes, les profits et les difficultés liés à la mobilité du bétail.

Tableau 1 : Proportions des agropasteurs (identifiés lors du dénombrement du bétail) et pasteurs étrangers pratiquant une mobilité pastorale saisonnière.

Terroirs	Effectif	Proportion (%)
Wankama	40	16,33
Dantchandou	30	12,24
Kodey	16	6,53
Tigo	58	23,67
Banizoumbou	56	22,86
Transhumants étrangers	45	18,37
Total	245	100,00

Source : enquête de terrain 2019

2.3. Traitement et analyse des données

Les informations recueillies d'ordre socioéconomiques liées à la pratique de la transhumance par les agropasteurs et pasteurs après archivage sur le logiciel Excel 2016, ont été exportées sur le SPSS.25 pour les calculs des moyennes et fréquences. Les logiciels QGIS et ARGIS ont permis de réaliser la cartographie de la zone, les campements pastoraux enquêtés et le circuit de la mobilité saisonnière des troupeaux.

3. Résultats

3.1. Composition des troupeaux d'agropasteurs et pasteurs étrangers

Les troupeaux d'agropasteurs mobiles de la commune et ceux en transit sont essentiellement constitués des espèces bovines, ovines et caprines. La composition par sexe et classe d'âge montre un petit écart entre les troupeaux des agropasteurs de la commune et ceux des pasteurs en transit dans la commune (Figure3). Cependant cette composition de troupeaux qu'il s'agisse des agropasteurs et pasteurs, se rapporte typiquement au système pastoral et confirme la structure des troupeaux reproducteurs avec une fraction de femelles jeune et adultes importante (plus de 75%).

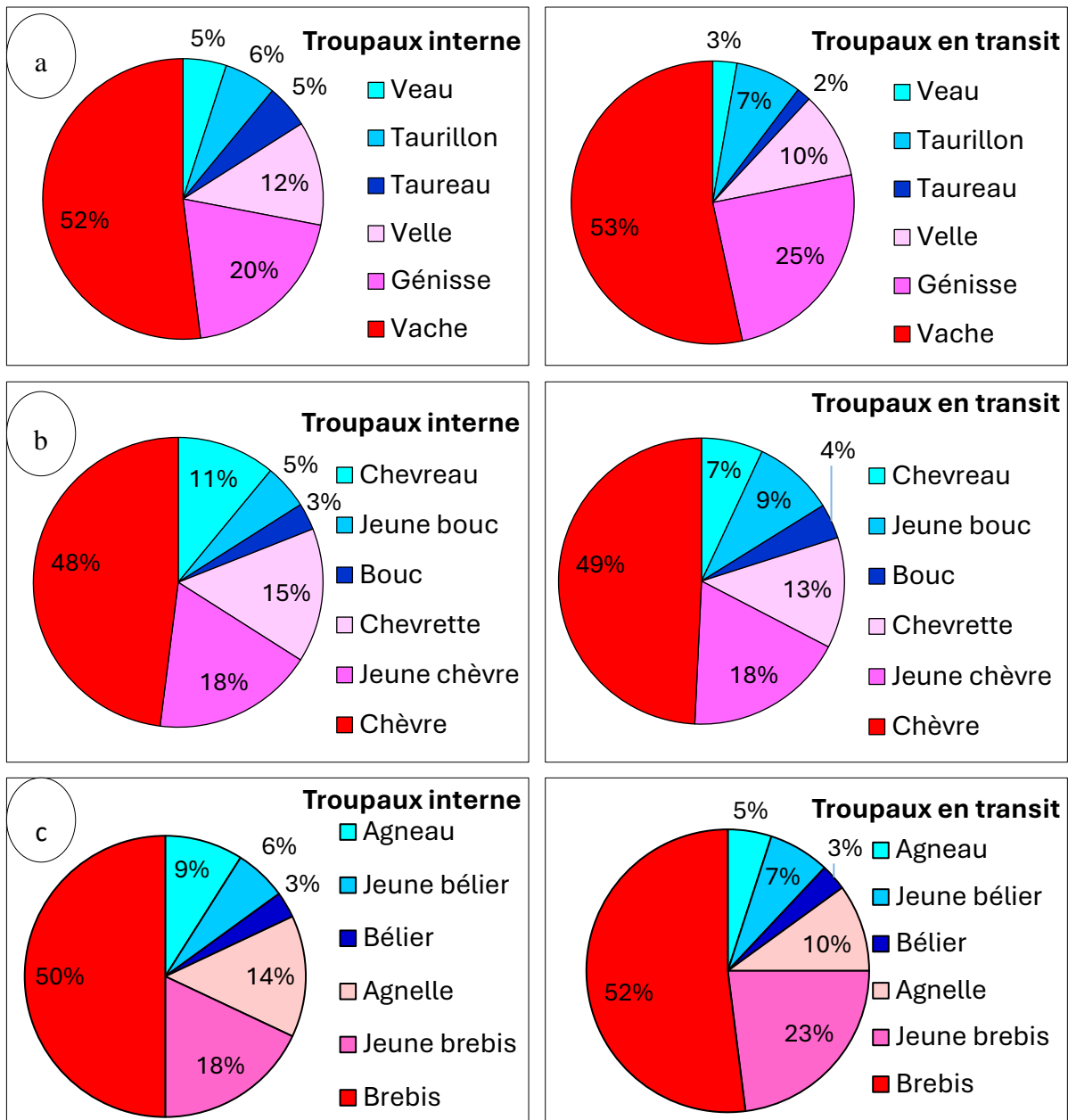


Figure 3 Composition relative (%) des classes d'âge par sexe des troupeaux de bovins (a), caprins (b) et ovins (c) des agropasteurs internes et pasteurs étrangers à la commune de Dantchandou.

3.2. Caractéristique des races du troupeau

Le zébu Bororo constitue la race bovine présente de la commune (61,8%). Il est secondé du zébu Azawak avec 32% des

enquêtés. Chez les ovins c'est le mouton Ouda (70%) qui domine le troupeau et la chèvre du Sahel (95%) prédomine au niveau des caprins (Tableau II).

Tableau 2 : Différentes races composant les troupeaux des agropasteurs de la commune

Espèces	Races	Proportion (%)
Bovins	Zébu Bororo	61,8
	Zébu Azawak	32
	Djalli	4,2
	Goudali	2
Caprins	Chèvre du sahel	95
	Chèvre rousse	5
Ovins	Mouton peulh bicolore	70
	Mouton peulh blanc	30

3.3. Caractéristiques de la mobilité pastorale

3.3.1. Caractéristiques de la mobilité pastorale

Deux principaux systèmes mobiles ressortent de cette étude. En premier, le système mixte dans lequel une partie du bétail est convoyée en transhumance pour une certaine durée correspondant souvent à la saison des pluies, tandis que l'autre partie est gardée au village (79,5% des enquêtés). Le second système est purement mobile et est pratiqué par 20,5% des ménages enquêtés. Ce dernier est caractérisé par un déplacement des pasteurs avec toute leur famille pendant la saison des pluies (grand départ) qui dure environ trois mois et pendant la saison sèche chaude (petit départ) ne dépassant pas deux mois, et ne reviennent que quand les conditions des pâturages sont redevenues favorables.

3.3.1.1. Périodes et circuits de mobilité

- **Période de mobilité des troupeaux internes**

La mobilité du bétail de la commune fait ressortir deux principales périodes de mobilité de durée différentes. Une période de transhumance longue d'environ trois mois allant de juillet à septembre (Figure 4), en direction du nord (Zarmaganda, Mali). En cette période, les animaux

quittent dès les premières pluies et ne reviennent qu'à la libération des champs, ou pendant la récolte pour séjourner une à deux semaines dans le Boboye et redescendent au fur et à mesure que les champs se libèrent. Le second départ est effectué en saison sèche chaude d'avril à mai vers le sud (Benin), il s'agit de la période de courte transhumance. Contrairement au départ vers le nord, pendant cette période il est observé plus d'ovins que de bovins et caprins migrants. Au cours de la période sèche froide, de novembre à mars, l'ensemble du troupeau est présent sur le terroir d'attache.

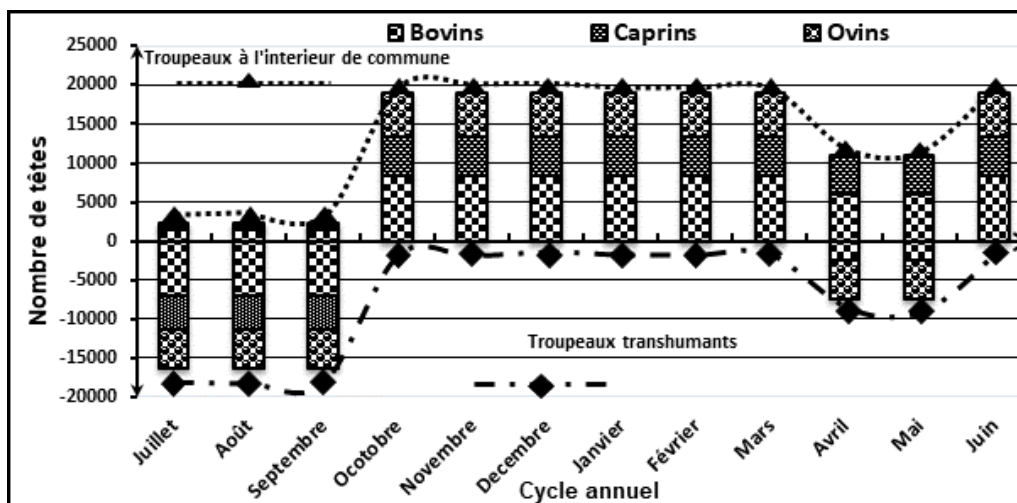


Figure 4 : cycle annuel de mobilité pastorale des transhumants internes.

- **Période de mobilité des troupeaux externes**

Les transhumants étrangers passent dans la commune de Dantchandou sur deux périodes de l'année. Un premier passage en saison des pluies (juillet-Août) en partance vers le nord et un second passage en saison sèche froide (octobre-novembre) de retour du nord (Tableau III). Le temps de séjour de

ces animaux dans la commune n'excède généralement pas deux à trois semaines, mais les effectifs de bétail qui séjournent en une même période peuvent être assez importants. Aussi, les effectifs d'animaux en transit enregistrés en partance évoluent lors de leur déplacement et sont plus importants au retour, ceux quel que soit l'espèce considérée.

Tableau 3 : Effectifs du cheptel bovins, caprins et ovins des transhumants externes en transit dans la commune de Dantchandou

Espèces	Nom sevrés mâles	Jeunes mâles	Adultes mâles	Nom sevrés femelles	Jeunes femelles	Adultes femelles
Montée en transhumance sahélienne, 3-5 jours en Juillet						
Bovins	15	25	5	33	80	191
Caprins	37	42	15	64	85	240
Ovins	101	153	66	179	380	1090
Redescente de la transhumance sahélienne, 15-20 jours en Octobre-Novembre						
Bovins	26	87	19	114	287	600
Caprins	92	128	58	168	251	672
Ovins	229	288	102	407	973	1974

- **Circuits de mobilité**

Les raisons pouvant pousser les pasteurs à emprunter l'un ou l'autre des trois circuits (Figure 5) de mobilité identifiée sont diverses. Tous les agropasteurs enquêtés réalisent un déplacement vers le nord (Zarmaganda-Mali) et seulement 12,5% vont vers le sud. Ce choix est motivé pour l'ensemble des enquêtés par la

disponibilité d'aire de pâturage, mais aussi de l'habitude. Aussi, l'insécurité oblige également 75% des transhumants a changé d'itinéraire. Il existe en dehors de ces trois circuits dont l'objectif est motivé par la disponibilité de fourrage et la performance des troupeaux, un quatrième mouvement vers Niamey pour la commercialisation des sous-produits d'élevage.

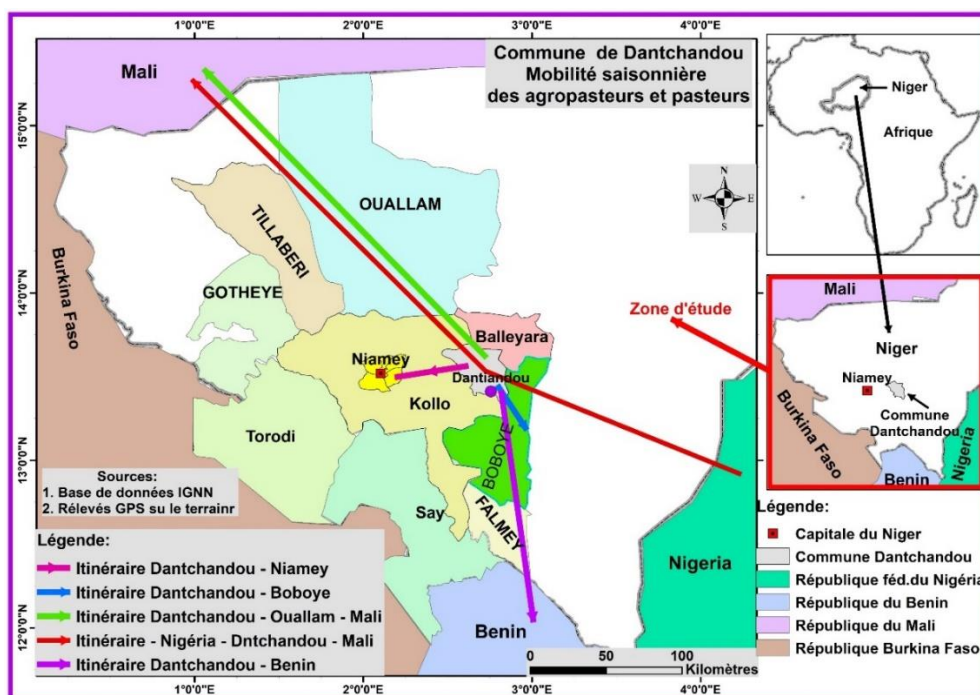


Figure 5 : Circuit de mobilité saisonnière des agropasteurs de la commune et pasteurs étrangers en transit dans la commune.

3.4. Mode d'organisation, Causes et contraintes de la pratique de la mobilité du bétail

3.4.1. Mode d'organisation de la mobilité du bétail

Le départ à la transhumance est généralement précédé de recueil d'informations via des personnes physique ou par téléphone (59% des enquêtés), et de prospection (7%), afin de s'assurer de la disponibilité et de la sécurité des voies d'accès. Cependant, il arrive que certains transhumants partent sans aucune informations pris au préalable (34% des transhumants). Le déplacement est souvent effectué en groupe (95% des enquêtés), mais une minorité (5%) optent pour un déplacement individuel. Les troupeaux sont généralement conduits en transhumance par un membre de la famille (59%) ou par le chef de ménage (25%) (Tableau IV). Mais, les agropasteurs peuvent par insuffisance de main d'œuvre engager un contractuel pour conduire le

troupeau comme c'est le cas chez 16% des enquêtés. Le contractuel est payé en espèces (9%) ou avec des animaux selon 2% des enquêtés. Les agropasteurs qui ont des petits troupeaux peuvent aussi s'associer pour confier leurs animaux à une seule personne (5%) gratuitement ou moyennant un cadeau le plus souvent donné sous forme de « *habbae* ».

Tableau 4 : Organisation de la conduite des troupeaux à la transhumance.

Organisation	Activités	Proportion (%)
Préparation de départ	Recueil d'informations	59
	Prospection	7
	Aucun	34
Organisation de départ	En groupe	95
	individual	5
Conduite de troupeau	Membre de la famille	59
	Chef de ménage	25
	contrat	16
	Confiage	9
Nature de contrat	Cash payment	5
	payment en animaux	2

3.4.2. Objectifs de la mobilité du bétail & Contraintes à la pratique de la mobilité

Les causes derrière la mobilité du bétail dans la zone sont diverses et variées (Figure 6). L'ensemble des enquêtés affirment effectuer la transhumance pour accéder à des aires de pâturages disponibles, et profiter de pâturages de meilleure qualité. Il s'agit d'une stratégie pour augmenter leurs revenus et d'autres sont motivés par l'évitement de conflits du fait de l'installation de cultures par les

agroéleveurs et agriculteurs. La contrainte majeure à la mobilité énumérée est l'insécurité liée au banditisme. L'installation des cultures par les agricultures villageoises ainsi que les phénomènes liés à la dégradation des parcours, des aires de pâture insuffisante et les variabilités climatiques sont autant de motifs qui ne laissent pas le choix aux agropasteurs que d'exercer les mobilités pastorales saisonnières sur l'année.

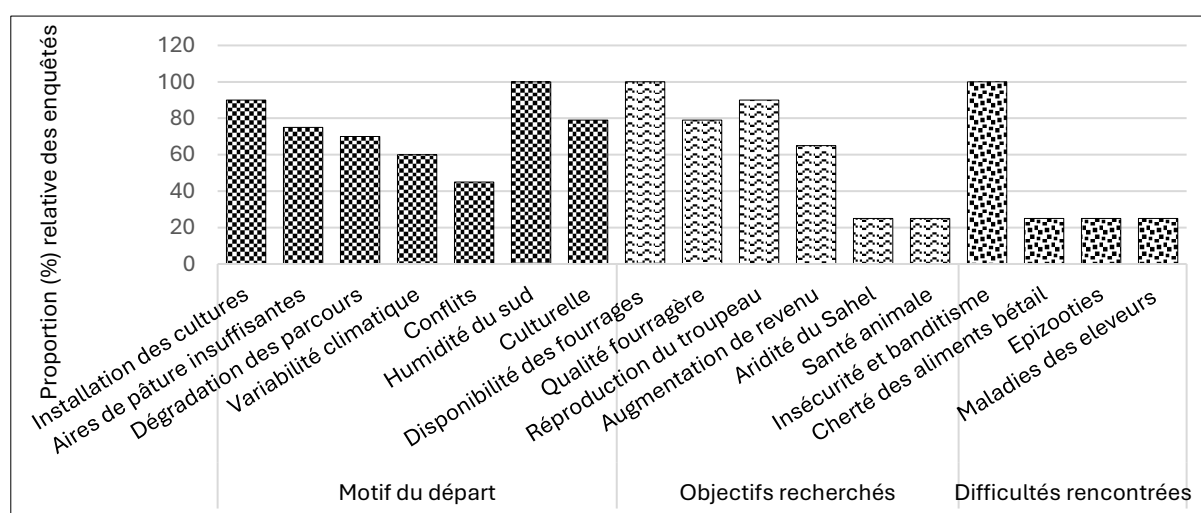


Figure 6 : Déterminants et Contraintes liés à la pratique de la transhumance.

4. Discussion

La composition des troupeaux a montré qu'il s'agisse des troupeaux locaux ou en transits, ou encore de l'espèce bovine, ovine ou caprine. Les femelles sont les plus représentées et ceux peu importe le niveau de croissance des animaux et confirme le caractère pastoral de ces systèmes d'élevage relaté par certains auteurs (Turner *et al.*, 2014 ; Hiernaux et Assouma., 2020). Toutefois, les mâles sont pour la plupart vendus par les agropasteurs, parfois dès le sevrage pour accroître leurs revenus et subvenir aux besoins de leur ménage (alimentation, santé, événements sociaux, amande ...). Les femelles quant à elles sont conservées pour la reproduction du troupeau et la production laitière. Ce qui rejoint les résultats de Bode (2010) dans la commune de Dantchandou au Niger. Cet auteur, relate que les éleveurs procèdent à la vente sélective de leurs animaux pour l'achat des produits de première nécessité.

En ce concerne les caractéristiques des races du troupeau, l'étude relève que la préférence d'une race au détriment d'une autre est parfois relative à sa résistance aux divers chocs, à la transhumance, mais aussi à sa productivité. S'agissant de la race bororo qui domine les troupeaux des agropasteurs, Rhissa (2010) affirme que c'est un animal possédant de bonne aptitude à la transhumance, car peut parcourir de très longues distances par jour, mais aussi bien adapté au climat sahélien. L'abondance du mouton peulh Ouda peut également s'expliquée par son adaptabilité au climat, mais surtout par sa résistance face aux aléas divers. La chèvre du sahel est selon les enquêtés une race héritée de la zone, car elle y est élevée depuis très longtemps. Cette race se démarque également des autres par ses qualités multiples (taille, couleur de sa peau...). Elle est de par sa taille moyenne capable de s'alimenter convenablement sur

des arbustes et souvent sur certains arbres de taille courte à moyenne, ce qui fait d'elle, une race résistante à l'insuffisance de pâturage.

La mobilité du bétail de la commune, a fait ressortir deux principales périodes de mobilité de durée différentes et corrobore les mêmes circuits relevés par les études de Bodé (2010) dans la commune. Cela confirme ainsi l'assertion de Boutrais (2008), qui affirme que la transhumance se fait classiquement vers le nord, moins cultivé et moins peuplé et donc susceptible d'avoir de bonnes ressources fourragères en début d'hivernage, à la saison où les cultures restreignent les pâturages. En effet, depuis les grandes sécheresses des années 1965-1995, les courants de transhumance ont eu tendance à s'inverser, menant les troupeaux en saison sèche vers les pâturages soudaniens et guinéens, par-delà les frontières du Niger, au Bénin, dans les hauts bassins versants de l'Alibori et de l'Ouémé. Les enquêtes ont révélé qu'un nombre important d'animaux séjournent pendant une à trois semaines dans les terroirs villageois de la commune de Dantchandou ce parfois dans la même période que le bétail autochtone. Ce qui peut conduire à une surexploitation de la ressource fourragère déjà insuffisante et engendre quelque fois un départ précoce des animaux du terroir en transhumance. Ce départ le plus souvent groupé et conduit par un membre de famille est généralement précédé de recueil d'informations via des personnes physique ou par téléphone et de prospection, afin de s'assurer de la disponibilité et de la sécurité des voies d'accès. Ceci rejoint les conclusions émises par Bodé (2015) qui stipulent qu'au cours des déplacements, des éclaireurs préparent toujours le terrain avant le mouvement des animaux.

Enfin s'agissant des objectifs recherchés, la conduite en transhumance du troupeau

permet au bétail de profiter de ressources végétales réparties irrégulièrement dans divers parcours et augmenter ainsi la productivité du troupeau et confirme les observations faites par Kagoné (2001), Kiema *et al.* (2014) et LeCôme *et al.*, (2017) en ce qui concerne la disponibilité de fourrages. Ces mouvements, surtout pendant l'hivernage, permettent à ces éleveurs éventuellement d'éviter les conflits qui peuvent surgir entre eux et les agriculteurs. La contrainte majeure à la mobilité énumérée est l'insécurité liée au banditisme. Ces résultats rejoignent ceux de Kiema *et al.* (2014) qui affirment que le climat d'insécurité généralisé dans la zone sahélo-saharienne avec des mouvements de rébellion, de terrorisme et des trafics de tout genre, déstabilise considérablement la mobilité pastorale.

5. Conclusion

Cette étude confirme l'indéniable indispensabilité de la mobilité dans les systèmes pastoraux. Ses causes sont multiples et poussent les agropasteurs à s'adapter sans cesse pour maintenir leur mode de vie. La mobilité pastorale est en

effet exposée à de nombreuses difficultés tantôt liées à l'insécurité, à la démographie, ou encore à la variabilité et aux changements climatiques. Dans la commune de Dantchandou, elle se fait sur trois principales directions suivant les périodes de l'année, vers le nord, dans le Boboye et vers le sud. Le bétail mobile locale et externe est essentiellement constitué d'espèces bovines, ovines et caprines à dominance de femelles, tout âge confondu. Les races privilégiées par les agropasteurs sont principalement celles adaptées au climat sahélien caractéristique de la zone et assez robuste pour parcourir de longues distances. Ceci constitue une alternative des agropasteurs pour se maintenir eux et leurs troupeaux dans un milieu en perpétuelle mutation pas toujours positives à cause de la forte exposition et la vulnérabilité des ressources naturelles de la zone. La quantification quantitative et qualitative de ces mobilités saisonnières du bétail internes et externes à la commune permettra de réaliser un bilan réel de ce territoire communal en termes de l'estimation de la charge animale et des émissions du méthane entérique.

6. Bibliographie

Assouma M. H., Lecomte P., Corniaux C., Hiernaux P., Ickowicz A., Vayssières J. (2019). "Territoires d'élevage pastoral au Sahel : un bilan carbone avec un potentiel inattendu d'atténuation du changement climatique". Montpellier, Cirad, Perspective 52. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00082>

Berthe H., (2019). Stratégies d'adaptation des éleveurs face au changement climatique dans la province du

Noumbiel au Sud-Ouest du Burkina Faso. 88p ;

Bodé S., (2010). Etudes de cas sur la vulnérabilité et l'adaptabilité des éleveurs face aux événements dans la commune de Dantiandou au Niger, Institut de Recherches et d'Applications des Méthodes de Développement, Rapport de projet de recherche Elevage Climat et Société (ECLIS), 135p ;

- Bodé S., (2015). Communication et gouvernance des ressources pastorales transfrontalières (Niger-Burkina Faso-Bénin), Actes du colloque international sur l'espace sahélien dans les arts et les sciences humaines, Rev. Sc. FLSH, Univ., Niamey (Niger), N° spéciale des études sahéliennes : 32 – 45p ;
- Bodé S., (2015). Historique de l'itinéraire de la mobilité du groupe d'éleveurs transhumants WodaaBe Suudu Suka'el de la commune de Tanout (Damergou) région de Zinder, mémoire de DEA. Université de Niamey. 85p ;
- Bodo B. S. (2019). Hétérogénéité spatiale et fonctionnelle de surface du sol et son influence sur la production du niébé dans les exploitations familiales au Niger. Thèse en co-tutelle en Science du sol, école doctorale : agriculture, alimentation, biologie, environnement, sante (abies), Université de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE, 18 septembre 2019, 342 p.
- Boubacar S., (2015). La Résilience des communautés Peules du Sahel face aux Changements Climatiques : cas des éleveurs de Tamou dans la Périphérie du Parc National du W du Niger. Université Bordeaux Montaigne ;
- Dutoroir C. D. (2006). Impact de pratiques de gestion de la fertilité sur les rendements en mil dans le Fakara (Niger). Mémoire de master, Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Université catholique de Louvain, 214 p.
- Eper et Fnen-Daddo (2022). Guide pratique a l'intention des éleveurs et des agriculteurs dans le cadre de la mobilité pastorale. 81 p.
- FAO et CIRAD, (2012). Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel 1970-2012, 32 p ;
- Garba A. M. (2007). Etude des possibilités d'amélioration des systèmes de production à base de légumineuses alimentaires (niébé-arachide) dans la zone agro-écologique du Fakara, sud-ouest du Niger. Mémoire de master en production végétale. Communauté française de Belgique, faculté universitaire des sciences agronomiques. 72 p.
- Garba A. M. (2007). Etude des possibilités d'amélioration des systèmes de production à base de légumineuses alimentaires (niébé-arachide) dans la zone agro-écologique du Fakara, sud-ouest du Niger. Mémoire de master en production végétale. Communauté française de Belgique, faculté universitaire des sciences agronomiques. 72 p.
- Hiernaux P. et Ayantunde A. A. (2004). Le Fakara un écosystème semi-aride sous stress. Rapport d'activités de recherche (ILRI). 94 p.
- Hiernaux p., and Assouma M.H., 2020. Adapting pastoral breeding to global changes in West and Central tropical Africa: Review of ecological views. 149-159p;
- Kagone H., 2001: Profil fourrager Burkina Faso, FAO, 23p;
- Kiema A., Bambara G. et Zampaligré N., (2014). Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales, VertigO, 24p ;
- Lecomte Ph., Hiernaux P., Ickowicz A., Toutain B. (2017). Amélioration de

- production des pâturages, PRAPS, Note aux opérateurs 03, 7p ;
- Liniger, H.P., Mekdaschi Studer R., Hauert C. et Gurtner M. (2011). Pastoralisme et gestion des parcours. Pratique de la gestion durable des terres - Lignes directrices et meilleures pratiques pour l'Afrique subsaharienne. TerrAfrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 162-175.
- Maidawa H. M., Andres L., Yamba B., Lebailly P. (2016). "Mobilité pastorale au Sahel et en Afrique de l'Ouest : essai de synthèse". 16 p.
- Marty, A. (2002). Reconnaissance de la spécificité pastorale au Sahel. Retrieved from ;
- Marty, A. et al., (2006). La mobilité pastorale et sa viabilité, entre atouts et défis (No. 3).
- Massuel S. (2005). Evolution récente de la ressource en eau consécutive aux changements climatiques et environnementaux du sud-ouest Niger. Modélisation des eaux de surface et souterraines du bassin du kori de Dantiandou sur la période 1992-2003. Doctorat en Sciences de l'Eau dans l'Environnement Continental Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, 08 juillet 2005, Montpellier (France), 239 p.
- PRAPS (2017). L'élevage pastoral au Sahel et en Afrique de l'Ouest 5 idées reçues à l'épreuve des faits. 20 p.
- Rhissa Z., (2010). Revue du secteur de l'élevage au Niger 115p ;
- Sauvant D. et Martin O., (2010). Robustesse, rusticité, flexibilité, plasticité... les nouveaux critères de qualité des animaux et des systèmes d'élevage : définitions systémique et biologique des différents concepts. INRA Productions Animales, 23(1), 5–10p ;
- Thebaud, B., (2006). Atelier de formation sur le pastoralisme au Sahel. Mission D'appui IRAM Au PSSP, Zinder.
- Turner M.D., McPeak J.G., Ayantunde A.A., 2014. "The Role of Livestock Mobility in the Livelihood Strategies of Rural Peoples in Semi-Arid West Africa", Human Ecology, n° 1, p. 1-17p.

Utilisation de *Moringa oleifera* Lam. dans la fixation des dunes au Niger

LAMINOUS M.O.^{1*} et ABDOUL-MOUMOUNI H.I.¹

¹Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi. BP : 465 Maradi Niger.

*Auteur correspondant : Email : lamine_ous@yahoo.fr

Résumé

Au Niger, l'échec de la fixation biologique des dunes de sable est le plus souvent lié à l'absence de suivi adéquat du fait de la faible valeur socio-économique du matériel végétal utilisé. Afin de solutionner ce problème, un essai a été mené dans la commune de Mainé Soroa avec pour objectif d'évaluer la performance de l'espèce *Moringa oleifera* Lam. sur des dunes de sable stabilisées. Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher constitué de 2 facteurs. Unités géomorphologiques des dunes stabilisées (replat, dépression interdunaire et flanc et crête) sur lesquelles des graines de *M. oleifera* sont directement semées. Un apport en fertilisant avec 5 niveaux notamment témoin sans fertilisant (TO), matière organique (T1), urée (T2), NPK (T3), MO + urée + NPK (T4) a été ajouté aux plantules dans l'évaluation de biomasse foliaire. Les paramètres suivis étaient le taux d'émergence des plantules, la croissance en hauteur et en diamètre et la production foliaire. Les résultats montrent que le taux d'émergence des plantules de *M. oleifera* sur les replats dunaires (71,67%) est supérieur à ceux des dépressions (59,17%) et des flancs et crêtes (54,44%). L'unité géomorphologique des replats dunaires a induit une croissance significative des plants en hauteur. La croissance en diamètre des plants reste homogène au niveau de toutes les unités géomorphologiques des dunes. L'apport de fertilisant aussi n'a pas d'effet sur la production foliaire 60 JAS. Ainsi, l'utilisation de *M. oleifera*, par semis direct, sur dans la fixation des dunes peut contribuer dans la lutte contre l'ensablement et l'insécurité alimentaire des populations.

Mots clés : Fixation des dunes, *M. oleifera*, semis direct, croissance, Sahel.

Abstract

Valorization of recovered sites: Use of *Moringa oleifera* Lam. in sand dune fixation in Niger

In Niger, the failure of biological sand dunes fixation is most often linked to the lack of adequate monitoring due to the low socio-economic value of the plant material used. A trial was conducted in the district of Mainé Soroa with the aim of evaluating the *Moringa oleifera* Lam species performance on stabilized sand dunes. The experimental design is a completely randomized Fisher block consisting in 2 factors: geomorphological units of stabilized sand dune (flat, interdune depression and flank and crest) on which *M. oleifera* seeds are directly sown. A fertilizer supply with 5 levels including Control without fertilizer (TO), organic matter (T1),

urea (T2), NPK (T3) and MO + urea + NPK (T4) was added to seedlings in the foliar biomass evaluation. The parameters monitored were seedling emergence rate, height and diameter growth and leaf production. Results show that the *M. oleifera* seedling emergence rate on dune flat (71.67%) is higher than those of the depression (59.17%) and the dune flank and crest (54.44%). Dune flats units induced significant plants growth in height. The plants growth in diameter remains homogeneous at the level of all dune geomorphological units of the dunes. Fertilizer addition has no effect on leaf production 60 DAS. Thus, the use of *M. oleifera* in sand dunes fixation, by direct seeding, can contribute to fight sand encroachment and food insecurity.

Keywords: Sand dune fixation, *M. oleifera*, direct seeding, growth, Sahel.

1. Introduction

Le Niger est un pays sahélien où les manifestations des effets du changement climatique est une réalité. En effet, à l'instar des autres pays du Sahel, ce pays connaît une anomalie climatique très prononcée depuis plusieurs décennies accompagnée d'une explosion démographique. Sa population, le plus souvent totalement dépendante de son environnement direct, est passée de 5,1 millions en 1977 (RGP, 1977) à 18 millions d'habitants en 2015 (INS, 2015) pour une superficie cultivable de 15 millions d'hectares, soit 12% de la superficie totale du pays. Il a une économie essentiellement basée sur les activités agro-pastorales qui occupent 90% de la population dont la majorité, rurale à 85% (INS, 2016), vit dans la bande sud du pays. Cependant, ce pays est situé dans une zone aride écologiquement très vulnérable en cas de sécheresse plus ou moins longue. Les impacts immédiats de cette explosion démographique restent, entre autres, l'expansion des champs agricoles sur les terres marginales, la surexploitation des sols et des ressources hydriques, le surpâturage, le piétinement, les migrations des populations vers le Sud ou vers les noyaux urbains et la sédentarisation massive des populations nomades (Thomas et Middleton, 1994 ; Ozer, 2000).

Les équilibres des écosystèmes sont continuellement et gravement perturbés et les ressources naturelles disponibles s'amenuisent au fil du temps. Au cours de la période 1990–2000, le taux de déforestation au Niger a atteint environ 3,7%, soit plus de deux fois que le taux de déforestation moyen de l'Afrique subsaharienne (FAO, 2020 ; Banque Mondiale, 2023). La FAO estimait en 2005 que l'avancée du désert est passée de 66 à 77% de la superficie du pays (FIDA, 2013).

Cette crise écologique se manifeste avec beaucoup plus d'acuité dans le Sud-est du pays qui vit dans un contexte de raréfaction et de demande croissante des produits végétaux (Kaou et al., 2017) alors qu'elle est caractérisée par le surpâturage, le défrichage des terres forestières et marginales à des fins agricoles, l'exploitation incontrôlée des forêts pour satisfaire les besoins énergétiques, et les feux de brousse (CNEDD, 2018). On assiste alors à une remobilisation de dunes de sable, qui étaient jadis fixées, et à l'ensablement des terres (Tidjani, 2008). Ces phénomènes réduisent considérablement les potentialités spatiales et productives de terres agricoles et pastorales de la zone, notamment les cuvettes oasiennes à haute productivité. En effet, dans le département de Mainé Soroa, situé dans cette zone, l'ensablement des cuvettes oasiennes constitue un véritable

problème écologique et économique. Les cuvettes représentent les ressources naturelles qui supportent la production agro-sylvo-pastorale de la zone (Dan Habou, 2018). Celles-ci jalonnent le système dunaire du Manga et offrent des rendements et les possibilités de diversification nettement meilleures par rapport aux zones hors cuvette, représentées par les dunes fixées et les bas-fonds (Jahiel, 1998). Elles sont sources de productions alimentaires et de revenus pour les populations locales (Ambouta, 2018). Leur mise en valeur permet de faire face aux conditions environnementales difficiles dans cette partie du pays (Souley, 2017).

Face à ce risque de catastrophe humaine et écologique, des opérations de fixation de dunes sont entreprises mais les résultats obtenus jusqu'ici demeurent en dessous des attentes et limités face à l'ampleur du phénomène. L'une des raisons de cette insuffisance des résultats réside dans l'échec de la fixation biologique notamment dans le choix des espèces ligneuses utilisées dans la plantation. Le plus souvent, ces dernières présentent peu ou pas d'intérêt socio-économique pour les populations qui rechignent à les protéger une fois plantées. C'est ainsi que les plantations de fixation des dunes sont laissées à la merci des animaux compromettant ainsi leur réussite et au-delà celle de l'opération malgré les moyens financiers investis.

Pour pallier cette insuffisance, l'utilisation des espèces végétales à usage multiple et présentant un intérêt socio-économique prioritaire à même de susciter un regain d'intérêt des populations bénéficiaires s'avère nécessaire dans le but d'augmenter les chances de réussite de la fixation biologique des dunes, à faible coût, à travers leur valorisation. C'est dans ce cadre qu'une expérimentation de fixation biologique des dunes avec l'espèce

alimentaire *Moringa oleifera* Lam, par semis directs, a été initiée le site de la cuvette oasiennes de Kil dans la commune de Mainé Soroa.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Site d'étude

Le site expérimental est situé dans le village de Kil dans la commune urbaine de Mainé Soroa (Figure 1). Localisé entre 13°19'14,31" et 13°68'24,21" de latitude Nord et 11°55'38,45" et 12°15'36,45" de longitude Est, le site se présente sous forme d'un massif des dunes de sable. En effet, il est constitué des dunes de sable qui ont été préalablement stabilisées à l'aide de la méthode mécanique avec des clayonnages à base des rachis de l'espèce *Hyphaene thebaica* (L.) Mart. Ces clayonnages, disposés perpendiculairement à la direction du vent dominant, sont composés des palissades disposées sous forme d'une claie périmétrale fractionnée en plusieurs claies internes donnant une disposition en casiers. Les dimensions des casiers sont 30 m de long et 20 m de large.

Ces dunes de sable présentent chacune une hétérogénéité topographique avec des unités géomorphologiques constituées des crêtes et flancs de dune, une zone de déflation ou dépression inter dunaire et un replat dunaire stabilisés mécaniquement.

Le relief de la zone d'étude est composé d'un plateau sableux composé de quelques rares dunes rouges ondulantes surtout dans la partie Nord évoluant dans la partie Sud-Ouest, des bas-fonds et des cuvettes fertiles (CNSEE, 2013). Le climat est de type saharo-sahélien avec une longue saison sèche, suivie d'une saison des pluies aux précipitations courtes et violentes essentiellement durant les mois de juillet et août (Bodart et al., 2010).

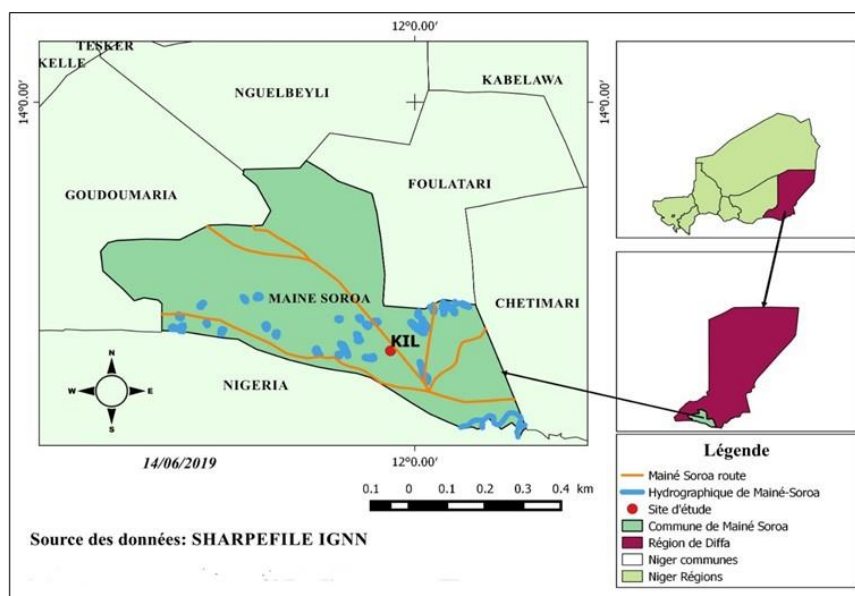


Figure 1 : Localisation du site d'étude.

La végétation est de type steppique ouverte, présentant des petites unités contractées de ligneux (Saadou, 1990). La pluviométrie est comprise entre 100 mm au Nord et 450 mm au Sud et les températures variant de 12°C pendant la période de décembre et Janvier à 41°C durant la période de Avril et Mai. Des deux types de vent rencontrés dans cette zone, l'harmattan, soufflant du Nord-est à Est entre novembre et mai et la Mousson du Sud-ouest à l'Ouest entre juin et octobre.

2.2. Matériels

Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué des graines de *M. oleifera* qui proviennent du site de l'aménagement hydro-agricole de Djiratawa dans la commune du même nom, dans la région de Maradi. Le choix de cette espèce, dans la mise en valeur des dunes fixées, est justifié par son importance socio-économique avérée aussi bien dans les villes que dans les zones rurales à travers la multitude d'usages qu'elle offre. En effet, c'est une espèce à haute valeur nutritive qui s'y prête à divers usages et constitue une source de revenus pour les populations rurales.

Fertilisants

Les matériels fertilisants sont composés d'engrais minéraux (Urée et NPK 15-15-15) et de la fumure organique. Par sa granulation et sa teneur en azote, ce fertilisant uréique est utilisé pour la croissance végétative (tiges et feuilles).

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est installé sur une superficie de 5 hectares sur des dunes stabilisées avec des clayonnages à base de *L. pyrotechnica* sur un site de fixation des dunes dans le village de Kil. Ce dispositif expérimental compte deux facteurs étudiés : l'unité géomorphologique avec 3 niveaux de variation (replat dunaire, dépression interdunaire et crête, et flanc dunaire) et la fertilisation avec 5 niveaux (T0, sans fertilisant ; T1, fumure organique (FO) ; T2, urée ; T3, 15-15-15 et T4, FO+urée+15-15-15). Chaque unité géomorphologique contient les cinq traitements de fertilisation. Chaque traitement contient 12 lignes de 12 poquets chacune, soit 144 plants/parcelle. L'ensemble du dispositif comprend 12 lignes x 12 poquets x 5 traitements x 3 unité géomorphologiques x 3 répétitions, soit 6480 plants.

Conduite de l'essai

Dans un premier temps, des graines de *M. oleifera*, collectées à Djiratawa, ont été trempées dans l'eau de robinet pendant 24 h avant d'être semées directement dans des poquets creusés sur les parcelles d'essai. Elles ont été semées sur des lignes espacées de 2 m à une profondeur d'environ 2 cm, à raison de deux graines par poquet. L'écartement entre les poquets était aussi de 2 m.

Dans un second temps, il a été procédé à un apport des fertilisants aux plantules le 20ème Jour Après Semis (JAS) pour évaluer leurs effets sur les paramètres de croissance tels que la production de la biomasse foliaire, le diamètre et la taille des plantes.

La fertilisation en urée et NPK a consisté à un apport du contenu d'une boîte d'allumette d'engrais par poquet et celle de la fumure organique par le contenu de deux poignets. Pour le mélange la même quantité a été prise par poquet. L'apport du fertilisant a consisté à l'enfourer autour du pied des plantules à l'aide d'une daba à une distance de 5 cm du poquet.

Des opérations de désherbage, de sarclage et de binage ont été effectuées tous les 15 jours.

Collecte des données

La collecte des données a porté sur les paramètres de croissance des plants suivants :

- le taux d'émergence des plantules. L'opération a été réalisée à partir de 10ème JAS jusqu'au 19ème JAS. Il est calculé comme suit : (Nombre de plantules émergées / nombre total de graines semées) $\times 100$;
- la hauteur de la plante. Elle exprime la longueur totale émergée du plant mesuré du ras sol jusqu'au sommet. Cette mesure a été réalisée sur les 20 plants choisis au hasard au niveau de

chaque unité géomorphologique le 60ème JAS ;

- le diamètre de la plante. Il a été mesuré aussi sur les mêmes 20 plants choisis aléatoirement au niveau de chaque unité géomorphologique le 60ème JAS ;
- la production de la biomasse foliaire fraîche. La biomasse foliaire a été récoltée sur les 20 plants choisis aléatoirement dans chacune des unités géomorphologiques le 60ème JAS. Toutes les feuilles que portent ces plants ont été coupées à l'aide d'un sécateur. L'opération a été répétée au niveau de toutes les différentes unités géomorphologiques du dispositif expérimental. Les feuilles coupées ont été immédiatement pesées à l'aide d'une balance électronique pour déterminer la biomasse foliaire fraîche des plants.

Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été d'abord compilées et saisies dans le tableur Excel de Microsoft Office 2017. Par la suite, ces informations ont été soumises à des analyses.

Les variables mesurées sur le terrain ont été soumises à une analyse de variance afin de détecter d'éventuelles différences significatives des paramètres suivis en fonction des différentes unités morphologiques. Lorsqu'une différence significative est observée, le test de Fisher au seuil de probabilité de 5% a été utilisé pour les comparaisons des moyennes dans le cas où un effet significatif.

Les statistiques calculées ont été la fréquence, la moyenne et l'écart type. Pour tous ces tests, le logiciel SPSS version 20 a été utilisé.

2. Résultats

Taux d'émergence des plantules

L'émergence des plantules de *M. oleifera* a commencé à partir du 10^{ème} jour après les

semis. Il ressort des résultats de la figure 3 que le taux d'émergence des plantules a évolué constamment avant de se stabiliser au 19 JAS.

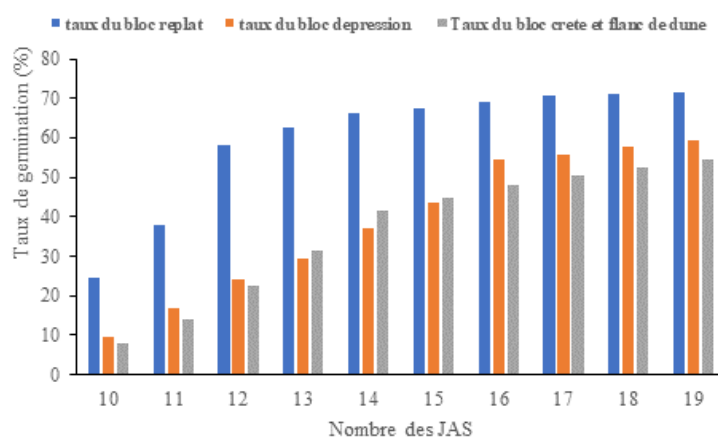
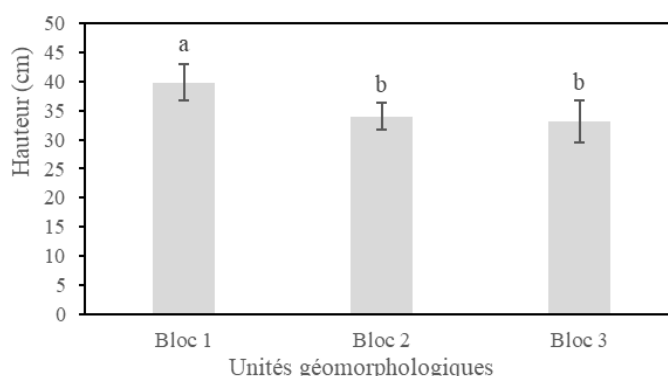


Figure 2 : Taux d'émergence des plantules.

A terme, l'unité géomorphologique des replats dunaires a enregistré le taux d'émergence des plantules le plus élevé avec 71,67% et le plus bas au niveau des crêtes et flancs de dune avec 54,44% (Figure 2). Il est à noter que l'évolution des différents taux ont constamment évolué dans le même ordre de le 10^{ème} JAS (Jour Après Semis).

Effet des unités géomorphologiques sur la croissance en hauteur

L'effet des différentes unités géomorphologiques des dunes sur la croissance en hauteur des plants a été déterminé. Les observations ont été faites le 60^{ème} JAS.



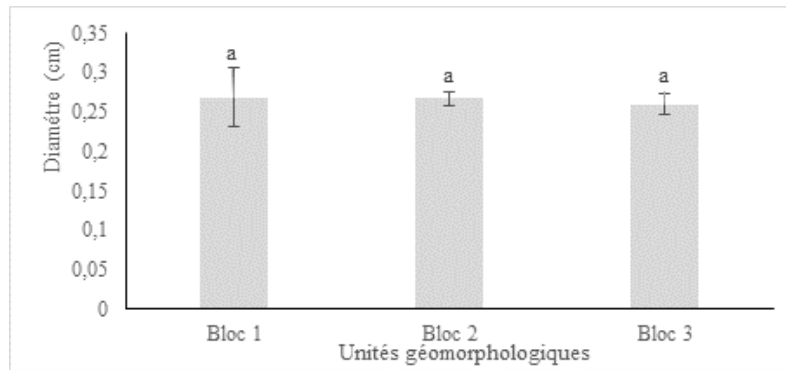
Légende : Bloc 1 : Replat dunaire, Bloc 2 : dépression inter-dunaire, Bloc 3 : Crête et flanc dunaires.

Figure 3: Croissance en hauteur des plants de *M. oleifera*.

L'analyse de la variance a montré que la croissance en hauteur des plants des unités géomorphologiques des replats est significativement plus élevée ($p = 0,02$) (Figure 3). Cette croissance en hauteur des plants reste statistiquement homogène sur les deux autres unités morphologiques des dunes.

Effet des unités morphologiques sur la croissance en diamètre

L'effet des unités géomorphologiques des dunes sur la croissance en diamètre des plants a été déterminé. Les observations ont été faites le 60^{ème} JAS.



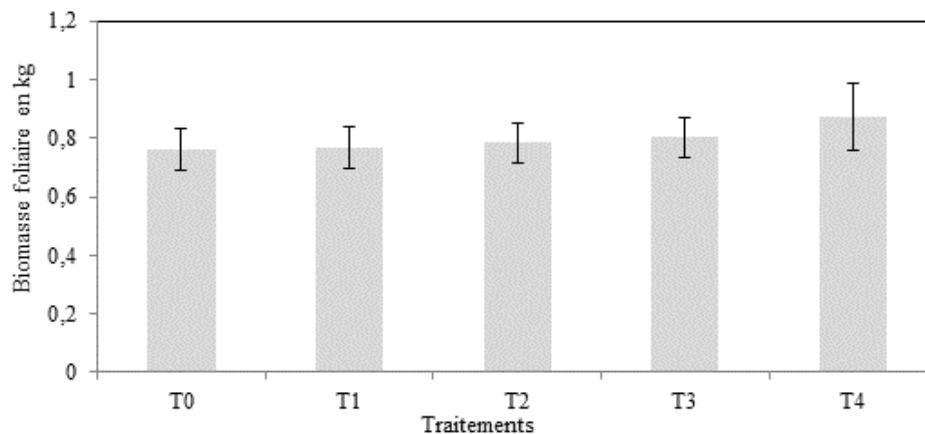
Légende : Bloc 1 : Replat dunaire, Bloc 2 : dépression inter-dunaire, Bloc 3 : Crête et flanc dunaires.

Figure 4: Croissance en diamètre des plants de *M. oleifera*.

L'analyse de variance montre que les unités géomorphologiques des dunes n'ont aucun effet significatif sur la croissance en diamètre de plants au seuil de probabilité de 5% (Figure 4). Les moyennes de la variable mesurée sont statistiquement homogènes sur l'ensemble des unités géomorphologiques.

Effet de la fertilisation sur la production de la biomasse foliaire fraîche

Il a été procédé à l'évaluation de l'effet des différents traitements de fertilisation sur la production de la biomasse foliaire fraîche à l'échelle des dunes.



Légende : T0 : témoin sans fertilisant, T1 : fumure organique, T2 : urée, T3 : NPK, T4 : MO + urée + NPK.

Figure 4 : Croissance en diamètre des plants de *M. oleifera*.

L'analyse de variance de la biomasse foliaire fraîche de *M. oleifera* produite montre qu'il n'y a pas de différence significative au niveau de tous les traitements en fonction des dunes traitées. Les moyennes de production de la biomasse au niveau des différents traitements restent statistiquement homogènes sur toutes les dunes traitées. Ainsi, les différents traitements utilisés dans cette étude

restent égaux dans la stimulation de la biomasse (Figure 4).

2. Discussion

Les résultats de cette étude montrent que le taux d'émergence des plantules de *M. oleifera* au niveau des unités des replats dunaires est supérieur à ceux des unités de

la dune. Ce résultat peut s'expliquer par les conditions pédologiques meilleures de ce milieu. En effet, la stabilisation des dunes par les palissades a induit une amélioration des propriétés structurales du sol. Cette thèse est corroborée par les travaux de Laminou (2009) qui ont montré que l'installation des palissades entraînent un enrichissement progressif du sol en éléments nutritifs et contribue à une amorce dans le rétablissement de la structure du sol. La tendance évolutive du taux d'émergence des plantules des trois unités géomorphologiques illustre le caractère primordial de la structure du sol. Ce taux décroît des replats, avec un sol relativement plus structuré, aux crêtes et flancs dunaires, sièges d'un sol plus délié. Aussi, l'importance des différents taux enregistrés (plus de 50%) montre que les palissades ont permis, à travers la matière organique piégée, l'amélioration de l'agrégation du sol. Ce qui peut avoir une incidence positive sur la germination des graines, les racines, la croissance et le développement (Van Noordwijk et al., 1993) bien que l'espèce de *Moringa* puisse pousser sur tous les types de sol (De-Saint Sauveur et Broin (2010) ; Agroconsult (2016) ; Laurence (2017).

Cependant, ces taux sont nettement inférieurs à ceux de Pamo et al. (2005) qui ont obtenu des taux de 90% avec des graines qui ont subi un trempage de 12 heures. Cette différence peut s'expliquer par l'attaque des termites mais aussi par le déterrement ou l'ensablement des graines des poquets par les vents. En effet, dans les poquets déterrés où la germination n'a pas eu lieu, il a été observé la disparition des certaines graines semées et d'autres à une profondeur importante mais pourries.

La croissance en hauteur des plants de *M. oleifera* a été significativement plus importante sur les unités des replats dunaires. Cette unité géomorphologique

de la dune abrite un sol beaucoup plus stabilisé que celles des dépressions interdunaires et des crêtes et flancs de dune, donc plus aptes au développement végétal. Cependant, de manière générale, le développement végétatif, à l'instar de la croissance en diamètre reste nettement faible sur ce milieu dunaire perturbé et instable caractérisé par le stress hydrique et la pauvreté des sols. En effet, les plants de l'espèce *M. oleifera* connaissent une croissance plus importante avec un apport de fertilisants (Yansoumba, 2002).

Les résultats de l'étude ont montré que la production de la biomasse foliaire n'a pas été influencé par les différents traitements après 60 jours d'essai. Ce résultat pourrait être expliqué par la durée relativement courte de l'expérimentation pour le développement d'un arbre mais aussi par les conditions climatiques arides de la zone. Siddo et al. (2021) et Amaglo et al. (2006) ont eu de rendement similaire 60 jours après fertilisation sur la même espèce avec des conditions environnementales (sol et climat) et des méthodes de culture (irrigation, fertilisants, entretien) plus favorables. Pano et al. (2005) ont commencé à enregistrer une production significative de la biomasse du *M. oleifera* à l'ouest du Cameroun à partir du quatrième mois de la fertilisation avec la fiente de poule. Ce qui est corroboré par les travaux de Jemali et Soudi (1998) avec l'effet significatif de la fertilisation minérale sur la production de matière sèche de la même espèce au Maroc.

3. Conclusion et Recommandations

Cette étude a montré les potentialités de la culture de l'espèce *M. oleifera* dans la valorisation des espaces dunaires stabilisées. Les résultats appréciables de la germination et la croissance de l'espèce sur

les différentes unités géomorphologiques de la dune fixée montrent que cette culture est possible sur ce milieu écologiquement aride et hostile. Le développement végétatif de l'espèce, particulièrement sur les replats dunaires, a été mis en évidence avec des résultats assez encourageants aussi dans la production de la biomasse foliaire fraîche malgré les vents érosifs.

Aussi, bien qu'il soit apparu que la fertilisation reste sans effet sur la production foliaire 60 après plantation, cette production doit être encouragée car elle entre dans l'alimentation humaine et animale et l'usage de la fumure, très

accessible dans cette zone pastorale pourrait y participer à des rendements plus importants.

Les résultats de l'étude pourraient encourager les populations locales de ces zones qui subissent les effets de l'ensablement à introduire et utiliser l'espèce *M. oleifera* pour un double usage. Cette orientation pourrait surtout intéresser l'aspect de lutte biologique contre l'ensablement des dunes de sable mais, également celui de la sécurité alimentaire des hommes et des animaux qui demeure une problématique majeure dans ces zones chroniquement déficitaires.

4. Bibliographie

- Agroconsult H., 2016. Analyse des Potentialités de l'Exploitation du Moringa en Haïti. Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), Banque de la République d'Haïti (BRH), Rezo Moringa Dolivayiti, Haïti, 187 p.
- Amaglo N. K., Timpo G.M., Ellis W.O et Bennett R.N., 2006. Effet de l'écartement et la fréquence des récoltes sur la croissance et le rendement en feuilles de *Moringa oleifera* Lam. UTAD, 5001-801.P6
- Amaglo N.K., Timpo G.M., Ellis WO et Bennett R.N., 2006. Effet de l'écartement et la fréquence des récoltes sur la croissance et le rendement en feuilles de *Moringa oleifera* Lam. et autres végétaux à fort potentiel nutritionnel: stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique. Actes de Conférence d'Accra, 16-18 novembre 2006, Ghana, p.11.
- Ambouta K. J-M., Karimou B.M., Tidjani A.D. et Tychon B., 2018. Les cuvettes du Manga, un écosystème unique en milieu semi-aride objet d'une recherche interdisciplinaire et pluri-institutionnelle. *Geo-Eco-Trop.*, 42 (2) : 245 - 257
- Banque Mondiale, 2023. Niger, Analyse Environnementale Pays. Washington DC, USA, Rapport final, 100p.
- Bodart C., Ozer A. et Derauw D., 2010. Suivi de l'activité des dunes au Niger au moyen de la cohérence interférométrique ERS ½. BSLG, 54 : 123- 136.
- CNSEE, 2013. Evaluation Environnementale et des changements climatiques. Rapport, Cabinet du Premier Ministre, Niger.
- Dan Habou S. Tidjani A.D., Malam Boukar A.K. et Yamba B., 2018. Analyse du système de production et commercialisation des ressources naturelles dans les cuvettes

- oasiennes de Gouré. *Geo-Eco-Trop*, 42 (2) :361- 372
- De Saint Sauveur A. et Broin M., 2010. Produire et transformer les feuilles de *Moringa*. CIRA, Moringa news / Moringa Association of Ghana, 69p.
- FAO., 2020. Evaluation des Ressources Forestières mondiales, Rapport Niger. Rome.
- FIDA., 2013. Changement climatique et adaptation de la petite agriculture familiale au Niger. Rome, Italie
- INS, 2015. Niger en chiffre. Institut National de la Statistique, Ministère du Plan, République du Niger.
- INS, 2016. Niger en chiffre. Institut National de la Statistique, Ministère du Plan, République du Niger
- Jahiel M., 1998. Rôle du palmier dattier dans la sécurisation foncière et alimentaire au sud-est du Niger. *Sécheresse*, 2 (9) : 167 - 174
- Jemali A., Soudi B. et Berdai H., 1998. Valorisation agricole des boues résiduares : valeur fertilisante et leur impact sur les sols. *In Proceeding of 13th International Congress on Agricultural Engineering: Land and Water Use*, Rabat, Maroc, 16 p.
- Kaou K. A. K., Laminou M. O., Dan Guimbo I., Karim S., Habou R. and Paul R., 2017. Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa. *J. Appl. Biosci.*, 120 : 12053-12066
- Laminou M.O., 2009. Fixation des dunes dans le sud-est du Niger : Evaluation de l'efficacité de la barrière mécanique, espèces ligneuses adaptées et potentialités d'inoculation mycorrhizienne. Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique, 158p.
- Laurence R. 2017. Valorisation des légumes-feuilles et introduction de *Moringa oleifera* chez les maraîchers de Toliara. Mémoire de diplôme d'études approfondies (DEA) en Biodiversité et Environnement, Option Biologie végétale, Université de Toliara, Madagascar, 63 p.
- Ozer, P., 2000. Les lithométéores en région sahélienne. *GEO-ECO-TROP*, 24: 1-317.
- Pamo Tendonkeng E., Boukila B., Momo Solefack M.C., Kanaj.R. et Tendonkeng F., 2005. Influence de la fumure organique, du NPK et du mélange des deux fertilisant sur la croissance de *Moringa oleifera* Lam. dans l'ouest Cameroun. Laboratoire de Nutrition animale, Département des productions Animales, FASA, Université de Dschang, 13p,
- Saadou M., 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de doctorat en Es-Sciences Naturelles. Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, 393pp
- Siddo I.S., Adamou M.M., Tankari Dan Badjo A. et Bana Z.A., 2021. Evaluation de la production du *Moringa oleifera* Lam. sur substrat constitué de boue de vidange en fonction de la fertilisation et de la dose d'irrigation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(6) : 2417-2425
- Souley S.K. et Ado S.A.M., 2017. L'exploitation du natron dans la cuvette de Guidimouni (Commune rurale de Guidimouni au Niger)" *Annales de l'Université de Moundou, Serie A, Vol.3(1) : 33 - 50*

Thomas D.S.G. and Middleton N.J., 1994. Desertification: Exploding the Myth. Wiley, Chichester: 194p.

Tidjani A.D., 2008. Erosion éolienne dans le Damagaram Est (Sud-est du Niger) : Paramétrisation quantification et moyens de lutte. Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Belgique.

Yansoumba B., 2002. Possibilités d'utilisation des eaux usées dans la production forestière : cas de *Leptadenia hastata* et de *Moringa oleifera*. Mémoire de fin d'études, ITA, Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 37 p.

Contribution des produits forestiers non ligneux dans le renforcement de la résilience au Niger : Cas de *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* et *Ziziphus mauritiana*

Issoufou AMADOU^{1*}, Sitou LAWALI¹ et Ado Abdou MATSALABI¹

¹Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

*Correspondance : Issoufou Amadou ; email : amadou.issoufou@uddm.edu.ne

Phone. + 227-2041-0132 ; Fax: + 227-2041-0133

Résumé

Au Niger, l'agriculture, source principale de revenu et de l'alimentation pour la plupart de la population, fait face à de nombreux défis dont la forte variabilité pluviométrique. Ceci se traduit par un faible rendement agricole ayant pour corollaire la pauvreté et la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire et nutritionnelle. Cette insécurité alimentaire et nutritionnelle qui devient chronique amène les populations à faire recours aux produits forestiers non ligneux dont le *Boscia senegalensis* (*Anza*), le *Balanites aegyptiaca* (*Aduwa*) et *Ziziphus mauritiana* (*Magaria*) pour la satisfaction de leurs besoins alimentaires et nutritionnelles. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la contribution des produits forestiers non ligneux dans le renforcement de la résilience des populations en milieu rural. Pour ce faire, cette étude tente d'inventorier les initiatives locales en termes de valorisation des produits et sous-produits de *B. senegalensis*, *B. egyptica* et *Z. mauritiana* dans le processus du renforcement de la résilience. Il ressort de cette analyse l'existence d'une diversité des produits et sous-produits utilisés dans l'alimentation et des activités génératrices de revenus. Parmi ces produits figurent la farine, le gâteau, le biscuit, le pop-*Anza*, le couscous, la bouillie d'*Anza*, le précuit à base de *B. senegalensis*, l'huile et amandes de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana*. Ces produits non ligneux font aussi l'objet d'utilisation médicinale, artistique et religieuse qui contribuent significativement l'économie rurale. Ainsi, une amélioration du peuplement de ces espèces permettra d'améliorer significativement la résilience communautaire tout en garantissant des emplois verts et l'augmentation des services écosystémiques environnementaux durables.

Mots clés : *Boscia senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, Insécurité alimentaire, Résilience.

Abstract

Contribution of non-timber forest products in strengthening resilience in Niger: Case of *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* and *Ziziphus mauritiana*

Agriculture is the main source of income in Niger and food for most of the population ; it faces many challenges including high rainfall variability. This results in low agricultural yields, which leads to poverty and vulnerability to food and nutritional insecurity. This food and nutritional insecurity, which is becoming chronic, leads populations to resort to non-timber forest products including *Boscia senegalensis* (Anza), *Balanites aegyptiaca* (Aduwa), and *Ziziphus mauritiana* (Magaria) meet their food and nutritional needs. The main objective of this study is to assess the contribution of non-timber forest products in strengthening the resilience of populations in rural areas. To do this, this study attempts to inventory local initiatives in valorizing the products and by-products of *B. senegalensis*, *B. egyptica*, and *Z. mauritiana* in the process of strengthening resilience. This analysis shows diverse products and by-products used in food and income-generating activities. These products include flour, cake, biscuit, pop-Anza, couscous, Anza porridge, precooked *B. senegalensis*, oil, and almonds of *B. aegyptiaca* and *Z. mauritiana*. These non-timber products are also used medicinally, artistically, and religiously, which contribute significantly to the rural economy. Thus, improving the population of these species will significantly improve community resilience while ensuring green jobs and increasing sustainable environmental ecosystem services.

Keywords: *Boscia senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, Food insecurity, Resilience.

1. Introduction

Au Niger, pays sahélien, l'agriculture est le secteur principal pourvoyeur de l'emploi, du revenu et de l'alimentation pour l'écrasante majorité de la population. Cependant, cette activité fait face à d'énormes défis parmi lesquels la forte variabilité pluviométrique et la pression démographique et l'insécurité (Gavi, 2015 ; Glättli, 2005). La récurrence des sécheresses durant ces dernières décennies, relatives à la mauvaise répartition de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace, a engendré un ralentissement de la croissance de la production vivrière reposant essentiellement sur la culture pluviale (Balama et al., 2017 ; Shackleton et al., 2019). La production agricole croît à un rythme moindre par rapport à la croissance démographique reflétant ainsi un déficit

alimentaire. Ainsi pour combler ce déficit, les paysans en milieu rural font recours à des compléments alimentaires très souvent d'origine forestière à travers la consommation et ou la vente des produits forestiers non ligneux à l'état transformé ou non.

Sur le plan des ressources forestières, le Niger est classé parmi les pays à très faible couverture forestière (Shrestha et al., 2020). Il faut noter aussi que ces ressources forestières existantes sont mal gérées. Par conséquent les écosystèmes naturels font l'objet d'une exploitation abusive par une population et un cheptel de plus en plus croissant (Adesina et al., 2022 ; Moussa & Abdourahmane, 2022). Au Sahel, la végétation spontanée constitue la principale source de revenus et de complément alimentaire pour les populations, surtout en zone rurale (Wale

et al., 2022). L'écosystème nigérien est constitué de plusieurs espèces dont entre autres les espèces forestières à partir desquelles les produits sont obtenus. Ainsi, les produits forestiers non ligneux (PFNL) sont définis comme étant des produits d'origine biologique autres que le bois, dérivés des forêts, d'autres terres boisées et d'arbres hors forêts et destinées à l'alimentation humaine et animale, à la transformation agroalimentaire et à la commercialisation (Muttillainen & Vilko, 2022).

Les PFNL représentent une partie très importante de l'économie de subsistance bien qu'ils soient difficiles à quantifier (Malleon et al., 2014). La nécessité de valoriser les PFNL a été soulignée dans le Plan d'Action Forestier de 2020 (FAO, 2020) qui illustre la restructuration ensuite les mesures de soutien et d'encouragement

des producteurs pour la promotion de la régénération naturelle assistée. La plupart des espèces forestières non ligneuses sont très nutritives car elles sont riches en protéine et autres nutriments (Amadou et al., 2024, 2023 ; Murthy et al., 2020 ; Lucien, 2012). Ainsi, leur consommation permettra à cette population d'augmenter l'apport protéique dans son régime alimentaire. Cependant, malgré toutes ces potentialités résistantes aux aléas climatiques, elles retiennent encore très peu l'attention des chercheurs alors même qu'elles devraient être mieux connues pour être davantage valorisées dans un pays sahélien comme le Niger. Ainsi, les espèces auxquelles ce présent travail s'intéresse sont *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* et *Ziziphus mauritiana* (Figure 1).



Figure 1. De gauche vers la droite les espèces : *Ziziphus mauritiana* ; *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* © Amadou I, 2024, 2021, 2019.

Usages, importance alimentaire et nutritionnelle

Les espèces *Boscia senegalensis*, *Ziziphus mauritiana* et *Balanites aegyptiaca* sont des espèces particulièrement résistantes aux conditions climatiques sahéliennes sévères. Ces espèces procurent des multiples services à l'homme et parmi les principaux services l'on note la contribution à l'alimentation, l'économie,

la médecine et les services environnementaux. En effet, l'homme utilise différentes parties de ces arbres pour ses besoins alimentaires, médicinales et ou environnementaux.

Le *Boscia Senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. présente une très large distribution géographique en zone sahélienne (Dendoncker et al., 2020), et en particulier au Niger (Dendoncker, et al., 2023), grâce à

sa résistance à la sécheresse et aux hautes températures; en période de famine, dans beaucoup de zones du Sahel, les populations rurales font recours à ses fruits comme complément alimentaire. C'est ainsi qu'elles le qualifiaient d'aliment de famine dont la majorité des Nigériens avait honte d'en consommer (Djibo et al., 2020 ; Habou et al., 2020). Les aliments produits à partir de ce dernier servent à augmenter l'offre d'aliments de base sur le marché nigérien, à diversifier le régime alimentaire des populations. *B. senegalensis* est l'une des rares espèces ligneuses qui fructifient en saison sèche qui coïncide avec la saison de pénurie alimentaire pour la population rurale (Mahamane et Saadou, 2009). Ainsi, pendant cette période la population rurale fait recours aux graines et feuilles de cette espèce pour leur consommation et ou la vente. L'intérêt que revêt cette espèce pour l'industrie agroalimentaire et les populations locales pourrait faire d'elle une ressource « concurrentielle ». La valorisation de ces produits à petite et moyenne entreprise ont permis donc de contribuer à couvrir le gap alimentaire pendant une période de temps et de lutter contre la désertification (Sheppard et al., 2020 ; Lawali et al., 2018). Le fruit est généralement consommé frais par succion, une fois débarrassé de son épicarpe. Son goût est sucré, avec une pointe d'amertume. Cette consommation est proche de celle d'une datte ou d'une friandise. Quant aux feuilles, elles se mangent comme celles du *Moringa oleifera*, du *Laptendania hastata* (Yadiya) ou du *Maerua classifolia* (Jiga) sous forme de salade avec la patte d'arachide et des épices. L'utilisation à but médicinale de cette espèce est faite à travers ces fruits et les feuilles. Les fruits sont appréciés pour leur vertu laxative et régulatrice de l'hypertension artérielle. La pulpe, sous forme de décoction, est également utilisée comme vermifuge et pour les traitements

des troubles de l'estomac. Elle aurait également des vertus anti-inflammatoires et molluscides (poison contre les escargots d'eau douce) qui servent d'hôte intermédiaire à la bilharzie, contre les larves de ce parasite ainsi que contre les mouches cyclops, vecteurs du ver de Guinée (Murthy et al., 2020).

Balanite aegyptiaca appelé le dattier du désert (Delile 1813), est un arbre appartenant à la famille de Zygophyllaceae et au genre de *Balanites*. Il est présent et cultivé notamment en Afrique tropicale et un peu partout au Niger à l'état sauvage. Il connaît différents usages alimentaires et médicaux.

L'huile de *B. aegyptiaca* est peu utilisée dans la préparation culinaire bien qu'elle possède des propriétés intéressantes puisque son point de fumée est plus élevé que celui de l'arachide et elle est plus riche en acides gras polyinsaturés meilleurs pour la santé (Amadou et al., 2024 et 2023). Son utilisation culinaire traditionnelle au Sénégal se rapproche davantage de celle du beurre de lait. Ce produit est versé sur les aliments au moment du repas pour leur donner un goût particulier très apprécié par des populations de la zone (Ouédraogo et al., 2023). Cette utilisation particulière de l'huile s'explique en partie par sa difficulté d'extraction qui limite la production et en fait un produit assez cher. Cependant, au Mali la valorisation des produits issus de *B. aegyptiaca* est encore plus poussée où les fruits sont transformés pour faire du jus, du thé Lipton, des bonbons, de l'huile alimentaire, du biochar avec les coques et de l'engrais vers avec les résidus tandis que les feuilles rentrent dans la préparation de sauce locale. L'utilisation médicinale repose essentiellement sur l'utilisation des noix pour le traitement des troubles digestifs et l'huile pour soigner des problèmes cutanés

Au Sahel, deux variétés de *Z. mauritiana* sont commercialisées (la variété locale et la variété améliorée « pomme du sahel »), la variété locale est consommée directement et est utilisée dans la préparation de « Akuri

», (Figure 2) galette fabriquée à partir de la pulpe sèche du fruit tandis que les fruits de la variété améliorée sont directement consommés (Lucien, 2012).



Figure 2. Fruit et gâteau de *Z. mauritiana* (Akuri) © Amperous K., 2018.

L'écorce de *Z. mauritiana* est utilisée dans diverses préparations médicinales tel que le traitement des hémorragies après les accouchements et les ulcères. Les feuilles sont utilisées pour traiter les hémorroïdes, les diarrhées, les vomissements, les maux de ventre, les plaies. Les fruits quant à eux sont utilisés pour soulager le rachitisme, la kwashiorkor, le scorbut, avec un mélange du lait caillé avec la poudre de pulpe des fruits de *Z. mauritiana* malaxé au riz, combat l'anorexie. Et enfin, ces racines soulagent les vermifuges, diarrhée, douleurs abdominales, indigestion, fièvre et empoisonnement (Youl et al., 2019 ; Koné et al., 2009). Les fruits du *Z. mauritiana* représente l'intérêt principal même de l'espèce ; pouvant se consommer frais ou sec, il constitue un aliment très agréable fournissant en période de disette un apport alimentaire non négligeable. A l'état sèches, la pulpe de ces fruits peut être réduite en pâte ou en farine servant à diverses utilisations (Gallettes, gâteaux, pains ou condiments). Tandis que, fraîches, elles servent à la fabrication de confiture délicieuse riche en vitamine C et de jus très apprécié (Khan et al., 2022 ; Kabore, 2002).

Le *Z. mauritiana* est également cultivé pour ses feuilles. En effet, les jeunes feuilles sont consommées comme légume, en soupe ou dans le couscous (Depommier, 1988). Enormément appréciées par les bovins et surtout les chèvres et les chameaux, les feuilles sont riches en valeur bromatologique. Elles présentent ainsi un grand intérêt fourrager (Kabore, 2002). Le bois de *Z. mauritiana* est résistant aux termites et facile à travailler, souvent utilisé pour la fabrication de divers outils. Il sert également à la construction de bateaux et fréquemment à celle des maisons et greniers. En plus, les branchages épineux, sont utilisés en guise de clôture (Kabore, 2002).

Description et résilience de plantes face aux changements climatiques

Boscia senegalensis ou *Anza* en langue locale (Hausa), fait partie de la famille de *Capparaceae*. La plante est originaire d'Afrique de l'Ouest. Cette plante est une dicotylédone. Originaire de la région du Sahel en Afrique, cet arbuste possède des feuilles persistantes, petites et coriaces, atteignant 12 cm × 4 cm. Elle pousse

n'importe où et peut atteindre 2 à 4 m de hauteur dans des conditions favorables. *B. senegalensis* produit des fruits, regroupés en petits bouquets (Figure 3), sous la forme de baies jaunes sphériques, jusqu'à 1,5 cm de diamètre. Ces fruits contiennent 1-4 graines, qui sont d'une teinte jaune à la maturité. Les graines de *B. senegalensis* sont reconnues comme une solution potentielle à la faim et un tampon contre la famine dans la région du Sahel en raison de la variété de produits utiles qu'elle donne. Il est destiné à la consommation et de fois

à la pharmacopée. Cet arbuste fournit de fruits jaunes au jus sucré et des graines très amères. Ces graines sont riches en protéine (20%) et glucides (60-70%). Une fois traitées, les graines de *B. senegalensis* peuvent être comestibles et servir d'aliments de base (Garvi, 2015). *Anza* peut pousser à l'état naturel dans les zones les plus arides ou moins fertiles. Il peut donner de bons rendements même après plusieurs années de sécheresse (Garvi, 2015).



Figure 3. Bouquet de fruits, grains pour la transformation de *Boscia senegalensis* © SSF 2016.

Le dattier du désert (*Balanites aegyptiaca* (L.) Delile), en Hausa *Aduwa* encore appelé savonnier au Tchad, et appartient à la famille de *Zygophyllaceae*. Il est un arbre présent et cultivé notamment en Afrique tropicale. Cet arbre est également trouvé en Egypte, au Soudan, en Arabie et en Inde (Hasan et al., 2019 ; Hall, 1992). *B. aegyptiaca* est un arbre qui peut atteindre une dizaine de mètres de hauteur, très rameux et épineux (épines jusqu'à 7cm de long). L'écorce est striée, les feuilles sont alternes, bifolioles et d'environ 5cm de long et 4cm de large. Les fleurs sont verdâtres et les fruits sont des drupes ovoïdes de 3 à 4 cm de long, très anguleux, verdâtres pendant la maturation, jaune clair à maturité. Cet arbre est doté d'un double régime racinaire : des racines en surface qui captent l'eau dès qu'elle tombe et des racines en profondeur, qui vont jusqu'à 7 m

pour puiser l'eau. L'arbre est donc particulièrement résistant à la sécheresse (Tesfaye, 2015). Avec une chair jaunâtre, les fruits se sucent à l'état mûr, mais pas à l'état immature car elle occasionne de coliques fortes et désagréables. Sous la chair, se trouve un noyau. Ce dernier contient l'amande qui est la partie oléagineuse (Figure 3) ; riche en huile 52% par extraction chimique (Amadou et al., 2023 ; Dial, 1997). Comme la plupart des plantes des milieux semi-arides, le dattier du désert présente différentes adaptations morphologiques à la sécheresse et au surpâturage. Ces adaptations sont ici particulièrement variées : pubescence, sclérisation, feuilles coriaces, rameaux chlorophylliens assimilateurs réduits à l'état d'épines. Ceci explique sa grande résistance aux sécheresses, telles que celles de 1972-1973 et 1984-1985 (Depierre et Hubert,

1991). Cet individu peut survivre jusqu'à deux ans en l'absence de précipitations (Tesfaye, 2015). Par ailleurs, comme toutes les balanites, le dattier du désert ne présente pas de métabolisme photosynthétique adapté aux milieux secs

de type C4 ou CAM, mais un métabolisme en C3 ordinaire (Ward et al., 1999). *B. aegyptiaca* est par excellence un arbre qui peut être utilisé pour lutter contre la désertification, le besoin quotidien de l'Homme.



Figure 4. Fruits, amandes et huile de *Balanites aegyptiaca* © Amadou_I, 2021.

Le Jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam) est une espèce de la famille des Rhamnaceae appartenant à l'ordre des Rhamnales. C'est une espèce fruitière forestière locale. Il est rencontré dans les zones soudaniennes et sahéliennes au Burkina Faso, Cameroun, Gambie, Guinée, Mali, Niger et au Sénégal. L'espèce est largement répartie en Asie du Sud tropicale : l'Inde, le Pakistan, le Bangladesh, le Sri Lanka (Kalinganire et Koné, 2011 ; Koné et al., 2009). Originaire de l'Asie tropicale, il tolère les conditions climatiques chaudes et sèches, cette plante apporte aux populations locales un complément alimentaire de qualité (Depommier, 1988). Au Sahel, toutes les parties de l'arbuste le bois, ses fruits et ses racines sont utiles. Toutefois, le fruit reste le principal intérêt du jujubier car il est largement consommé sous diverses formes par l'homme. Le fruit est une drupe dont la pulpe est très riche en vitamines A et C, en phosphore, en protéines et riche en sels minéraux (Koné et al., 2009). Généralement consommée fraîche, elle est aussi transformée en boissons, compotes,

gelées, gâteaux et pains en Inde (Lucien, 2012).

Evidences de contribution dans la résilience des populations locales

Les secteurs et produits agroalimentaires se posent dans un contexte global de libre-échange mondial qui peut favoriser certains exportateurs-importateurs internationaux, mais déstructurer les producteurs nationaux locaux. Donc il est nécessaire que le développement du potentiel des produits forestiers non ligneux soit un acquis pour la sécurité alimentaire, tout de même il s'agirait d'un enjeu de souveraineté alimentaire dans le contexte du Sahel (Sunderland et al., 2013). Il y'a des évidences scientifiques que les importations de certains PFNL contribuent significativement au PIB pour certains pays comme c'est le cas du Cocotier, Karité ou Acajou en Côte d'Ivoire, Ghana ou Mali. Au Niger, les espèces végétales spontanées jouent un important rôle dans la vie socio-économique des communautés rurales. Elles procurent de nombreux produits et

services qui sont utilisés par les populations (Larwanou et al., 2006).

Les fruits de *Z. mauritiana* sont d'une importance capitale à la population rurale du Sahel et Nigérienne en particulière dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et nutritionnelle, car ils sont riches en vitamine C et A, en phosphore, en carotène et en calcium (Amadou et al., 2023 ; Lucien, 2012). De ce fait, ils constituent un complément non négligeable dans l'alimentation ces populations rurales qui est souvent plus basée essentiellement sur les céréales pauvres en vitamines et en sels minéraux (Kabore, 2002). La récolte des fruits est basée essentiellement sur le ramassage et la cueillette dans les parcs agroforestiers et dans les formations naturelles. Une partie de cette récolte est vendue sur les marchés locaux et constitue ainsi une source de revenu substantielle pour la population rurale. En effet, pendant la saison sèche, la commercialisation des fruits de l'espèce mobilise les femmes et les enfants qui constitue une activité génératrice de revenus après la campagne agricole (Tankoano et al., 2012 ; Dao, 1993). Le prix moyen de vente défend d'une région à l'autre et en fonction de la saison ; il oscille entre 75 et 150 F CFA par Kg (Dao, 1993). Des rendements de 80 à 130 kg/ha par an sont récoltés par arbuste au Sahel (Von Maydell, 1986). Cependant un revenu de 350 000 FCFA à 500 000 FCFA peut être généré durant la campagne suite à la vente du *Z. mauritiana* (Koné et al., 2009). Le revenu issu de cette vente contribue à la subsistance de nombreuses familles. De nos jours, ces prix ont beaucoup plus évolué sur les marchés.

Les différents produits et sous-produits issus de la transformation des fruits de *B. senegalensis* sont entre autres le *Pophanza* fait à l'image du Popcorn, le *hanza*-précuit séché fait à l'image du plat traditionnel nigérien la soupe de niébé appelée

localement "*watcha*" et la farine qui peut être issue soit du désamertuage à l'eau chaude soit des fruits désammertumés à l'eau tiède appelé farine normale qui est utilisée pour faire le gâteau, biscuit, couscous, la boule et même un autre plat traditionnel la pâte ou le têt connu sur le nom de « *tuo* ». Certaines études montrent que la transformation et la vente des produits issus de *B. senegalensis* peuvent procurer un revenu moyen de 700 F FCFA/5kg de graines en fonction des zones et de la saison. Ce revenu est principalement utilisé par les acteurs pour l'achat d'autres aliments de base comme le mil (Hassane, 2017).

Pour le *B. aegyptiaca* Il s'agit d'huile de *B. aegyptiaca*, le *naw* ou amandes de *B. aegyptiaca* et le savon. Les résultats d'une étude locale au Niger faite par l'entreprise sociale SSF[®] montrent que pour une *tia* (mesure locale du marché, environ 1,8 kg) achetée à 348 FCFA de *B. senegalensis* on peut obtenir des gâteaux de 13 450 FCFA ce qui fait un bénéfice de 13 102 FCFA cela veut dire qu'avec une *tia* un ménage nigérien peut se procurer un sac des vivres de plus le *B. senegalensis* n'a ni besoin d'eau encore moins d'intrant chimique. Pour ce qui est des amandes de *B. aegyptiaca* toujours à la SSF[®], en utilisant la méthode artisanale on peut extraire à partir une *tia* d'amandes équivalent d'un 1,8 Kg on obtient 486 ml d'huile donc avec 3,7 Kg on a un litre d'huile cela veut dire qu'avec 22,2 Kg on peut obtenir 6L d'huile pour un bénéfice d'environ 30 000 FCFA, suffisant aussi pour qu'un ménage au Niger puisse se procurer une céréale comme le riz ou le mil qui sont des aliments de base dans la plupart des ménage nigériens. Le litre est vendu par la SSF[®] à ± 4000 FCFA de ces deux résultats on peut déduire que les produits issus de la transformation de ces deux espèces sont rentables (Garvi & Garvi-Bode, 2021 ; Hassane, 2017).

2. Conclusion

Ziziphus mauritiana, *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* sont des produits forestiers non ligneux rencontrés dans le Sahel et particulièrement au Niger. Ces plantes résistent bien à la sécheresse et jouent un rôle impérieux dans l'alimentation et dans la médecine traditionnelle des populations du monde rural. L'usage et la transformation de leurs parties en alimentation constitue un atout pour la population rurale dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi que dans la lutte contre la pauvreté. Ceci permet de renforcer la résilience de la communauté dont la satisfaction des besoins est intimement liée à l'exploitation des PFNL. Ce cas est révélateur des petites entreprises locales

qui se battent à faire monter en gamme une filière en produit forestier non ligneux pour la grande satisfaction des consommateurs. Il est nécessaire qu'il ait des investissements privés de grande taille dans le respect de l'environnement pour faire rayonner la contribution de ces derniers. Cependant, vu l'intérêt grandissant autour de ces espèces, ne serait-il pas nécessaire d'anticiper le problème lié à la surexploitation ainsi que la durabilité de leur exploitation ?

3. Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants envers l'entreprise de valorisation des produits forestiers non ligneux au Niger Sahara Sahel Foods ©.

4. Bibliographie

- Adesina, J. A., Jiangang, Z., & Xiaolan, T. (2022). A Synoptic Review of Forestry and Forest Products Trade and Production in Africa-The Case of Wood and Non-Wood Forest Products in West Africa.
- Amadou, I., Ilagouma, A. T., Sankhon, A., & Rong, X. (2023). Aptitude des amandes de *Balanites aegyptiaca* (L) Delile à la transformation alimentaire et propriétés physicochimiques. *Journal of Applied Biosciences*, 186, 19696-19704.
- Amadou, I., Ilagouma, A. T., Cheng, X. R., & Danjimma, M. Y. (2024). Less privileged edible oil source *Balanites aegyptiaca* (L) Del. morphotypes and physicochemical properties. *Measurement: Food*, 100147.
- Balama, C., Augustino, S., Eriksen, S., & Makonda, F. B. (2017). The role of priority non-timber forest products in enhancing local adaptive capacity to climate change stresses in Kilombero district, Tanzania. *Climate and Development*, 9(3), 231-243.
- Dao, M. C. E. (1993). Contribution à l'amélioration génétique d'un fruitier sauvage à usages multiples : *Ziziphus mauritiana* Lam. Mémoire, Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 63p.
- Dendoncker, M., Brandt, M., Rasmussen, K., Taugourdeau, S., Fensholt, R., Tucker, C. J., & Vincke, C. (2020). 50 years of woody vegetation changes in the Ferlo (Senegal) assessed by high-resolution imagery and field surveys. *Regional environmental change*, 20, 1-13.
- Dendoncker, M., Vincke, C., Ndianor, R., Diouf, A. A., Mieke, S., Ngom, D., &

- Taugourdeau, S. (2023). Regeneration impoverishment of Sahelian woody communities put them at risk in three land management types.
- Depierre, D., & Gillet, H. (1991). L'arbre désertique source de vie. *Bois & Forêts des Tropiques*, 227, 43-50.
- Depommier, D. (1988). *Ziziphus mauritiana* Lam. Culture et utilisation en pays Kapsiki (Nord Cameroun). *Bois & Forêts des Tropiques*, 218, 57-62.
- Djibo, M. I., Rabiou, H., Morou, B., Diouf, A., Diallo, I. I., Adamou, A. B., Maman, Lando, H., Amadou, O. A., Mahamane, A. (2020). *Boscia Senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir., une Espèce ligneuse à fortes potentialités ethnobotaniques et bien adaptée à la sécheresse au Sahel: Synthèse Bibliographique », *European Scientific Journal*, 16(9), 206-228.
- FAO (2020). FAOLEX Database: réglementant la pratique de la Régénération Naturelle Assistée au Niger. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC215240>. Disponible en ligne. Lu en septembre, 2023.
- Garvi, J. (2015). Challenge climat agriculture et forêt. Projets d'adaptation et de gestion de la ressource en eau. La nouvelle source d'alimentation résiliente et nutritive/Niger. 6p. disponible sur : <http://www.afd.fr/home/pays/afrique/geo-afr/portail-niger?actuCtnId=126584>
- Garvi, J., & Garvi-Bode, R. D. (2021). Utiliser les incitations du marché pour stimuler le reverdissement : le cas de Sahara Sahel Foods au Niger. *Restauration des terres arides de*, 115.
- Glättli, S. (2005). Méthodes et outils pour faciliter l'échange de savoir entre spécialistes de conservation des eaux et sols et agriculteurs sur la gestion durable des sols au Niger, Afrique de l'Ouest. Une analyse ethnopédologique pour démontrer les différentes perceptions du sol. Une analyse ethnopédologique pour démontrer les différentes perceptions du sol, 40-45.
- Habou, R., Massaoudou, M., Abasse, T., Ali, M., Larwanou, M., & Van Damme, P. (2020). Structure et Régénération des Peuplements naturels de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Ziziphus mauritiana* Lam. suivant un Gradient écologique dans la Région de Maradi au Niger. *Afrika Focus*, 33(1), 83-104.
- Hall, J. B. (1992). Ecology of a key African multipurpose tree species, *Balanites aegyptiaca* (Balanitaceae): the state-of-knowledge. *Forest Ecology and Management*, 50(1-2), 1-30.
- Hasan, M. M., Sharmeen, I. A., Hakeem, K. R., Alharby, H. F., & Hajar, A. S. (2019). The physiology and molecular biology of stress-induced senescence. In *Senescence Signalling and Control in Plants* (pp. 1-14). Academic Press.
- Hassane, A. H. (2017). Diversité des produits issus de la transformation des produits forestiers non ligneux et étude de marché : Cas de *Balanites egyptiaca* et *Boscia senegalensis*. Mémoire, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger. 55 p.
- Kabore, K. A. (2002). Performances comparées de trois cultivars améliorés de *Ziziphus mauritiana* Lam. (jujubier) sous différents régimes d'irrigation et de fertilisation au Burkina Faso. *Univ. Polytech. Bobo Dioulasso, Mém., Burkina Faso*.

- Kalinganire, A. et Koné, B. (2011). *Ziziphus mauritiana*, jujubier. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. *Biodiversity International* (Rome, Italie). Kew, UK.35p.
- Khan, T. A., Nouman, M., Dua, D., Khan, S. A., & Alharthi, S. S. (2022). Adsorptive scavenging of cationic dyes from aquatic phase by H₃PO₄ activated Indian jujube (*Ziziphus mauritiana*) seeds based activated carbon: Isotherm, kinetics, and thermodynamic study. *Journal of Saudi Chemical Society*, 26(2), 101417.
- Koné, B., Kalinganire, A., & Doumbia, M. (2009). *La culture du jujubier: un manuel pour l'horticulteur sahélien*. World Agroforestry Centre.
- Larwanou M, Saâdou M, Hamadou S. (2006). Les arbres dans les systèmes agraires en zone sahélienne du Niger : mode de gestion, atouts et contraintes. *Tropicultura*, 24(1), 14-18.
- Lawali, S., Diouf, A., Morou, B., Kona, K. A., Saidou, L., Guero, C., & Mahamane, A. (2018). Régénération Naturelle Assistée (RNA): outil d'adaptation et résilience des ménages ruraux d'Aguié au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1), 75-89.
- Lucien, J. M. (2012). Etude de la transformation du fruit du jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam.) en galettes : Impact de la cuisson sur la qualité nutritionnelle (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- Mahamane, A. & Saadou, M. (2009). Structures anatomiques de quelques organes de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. et adaptation à la sécheresse. *Sécheresse*, 20(2), 237-239.
- Malleson, R., Asaha, S., Egot, M., Kshatriya, M., Marshall, E., Obeng-Okrah, K., & Sunderland, T. (2014). Non-timber forest products income from forest landscapes of Cameroon, Ghana and Nigeria—an incidental or integral contribution to sustaining rural livelihoods? *International Forestry Review*, 16(3), 261-277.
- Moussa, B. M. C., & Abdourahamane, B. (2022). Risques climatiques et sécurité alimentaire et nutritionnelle au Niger: cartographie des impacts et des besoins de résilience. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 22(1).
- Murthy, H. N., Yadav, G. G., Dewir, Y. H., & Ibrahim, A. (2020). Phytochemicals and biological activity of desert date (*Balanites aegyptiaca* (L.) Delile). *Plants*, 10(1), 32.
- Muttillainen, H., & Vilko, J. (2022). Heterogenising forestry value production—Drivers and barriers of entering the non-wood forest products sector. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 100141.
- Ouédraogo, S., Ouédraogo, O., Thiombiano, A., & Boussim, J. I. (2023). The role of *Balanites aegyptiaca* (L) Delile in the livelihood and local economy in Sahelian and Sudano-Sahelian zones of Burkina Faso: basis for its conservation. *Environment, Development and Sustainability*, 25(2), 1420-1440.
- Rabiou A.S. (2017). Procédés de transformation des fruits des espèces forestières : cas de *Boscia senegalensis* (Anza) et *Balanites aegyptiaca* (Aduwa). Mémoire,

- Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger. 60 p.
- Shackleton, C. M., & Pullanikkatil, D. (2019). Considering the links between non-timber forest products and poverty alleviation. *Poverty Reduction Through Non-Timber Forest Products: Personal Stories*, 15-28.
- Shackleton, S., Delang, C. O., & Angelsen, A. (2011). From subsistence to safety nets and cash income: exploring the diverse values of non-timber forest products for livelihoods and poverty alleviation. *Non-timber forest products in the global context*, 55-81.
- Sheppard, J. P., Chamberlain, J., Agúndez, D., Bhattacharya, P., Chirwa, P. W., Gontcharov, A., ... & Mutke, S. (2020). Sustainable forest management beyond the timber-oriented status quo: transitioning to co-production of timber and non-wood forest products—a global perspective. *Current Forestry Reports*, 6(1), 26-40.
- Shrestha, S., Shrestha, J., & Shah, K. K. (2020). Non-timber forest products and their role in the livelihoods of people of Nepal: A critical review. *Grassroots Journal of Natural Resources*, 3(2), 42-56.
- Sunderland, T., Powell, B., Ickowitz, A., Foli, S., Pinedo-Vasquez, M., Nasi, R., & Padoch, C. (2013). Food security and nutrition. *Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia*.
- Tankoano, M. P. (2008). Étude de l'entomofaune et des productions fruitières chez trois variétés indiennes de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae) introduites au Burkina Faso Mémoire, Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 90 p.
- Tesfaye, A. (2015). Balanites (*Balanite aegyptiaca*) Del., multipurpose tree: a prospective review. *International Journal of Modern Chemistry and Applied Science*, 2(3), 189-194.
- Von Maydell, H. J. 1986. Trees and shrubs for the Sahel, their characteristics and uses. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Federal Republic of Germany.
- Wale, E., Nkoana, M. A., & Mkuna, E. (2022). Determinants of rural household livelihood dependence on non-timber forest products: A case study from Inanda Community, KwaZulu-Natal, South Africa. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 788815.
- Ward, J. K., Tissue, D. T., Thomas, R. B., And, & Strain, B. R. (1999). Comparative responses of model C3 and C4 plants to drought in low and elevated CO₂. *Global Change Biology*, 5(8), 857-867.
- Youl, E. N., Ouédraogo, C. A., Gambo, M., Ouédraogo, M., Kiendrebéogo, M., Traoré, A., & Guissou, I. P. (2019). Antioxidant activity of crude ethanolic extract and fractions of *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae) leaves from Burkina Faso. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 30(3), 20170176.

Analyse de la chaîne des valeurs des fruits d'*Acacia nilotica* dans la commune rurale de Dogonkiria au Niger

MADDI NA-ALLAH Mamidou¹, ILLOU Mahamadou², COMPAORE Jérôme³, MAHAMAN Karimoune⁴, TOUGIANI Abass⁵, Yamba Boubacar⁴

¹ Ecole Doctorale Lettres Arts Sciences de l'Homme et de la Société, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

² Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université André Salifou, Zinder, Niger

³ Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA), Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso

⁴ Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

⁵ Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey, Niger

Auteur correspondant, E-mail : mamidoumaddi@gmail.com Tél : (+227) 98129363-91338022

Résumé

Cette étude portant sur la chaîne des valeurs des fruits d'*Acacia nilotica* est conduite dans la commune rurale de Dogonkiria au Niger, pour analyser le fonctionnement et la contribution de la filière à l'économie des ménages. L'objectif est de contribuer à une meilleure connaissance de la chaîne des valeurs des fruits d'*Acacia nilotica* pour servir de guide aux développeurs. La méthodologie est basée sur la recherche documentaire et les entrevues individuelles et de groupe dans cinq villages. Au total, 64 femmes collectrices des fruits d'*Acacia nilotica* ont été interrogées dans le cadre des *focus group* composées au maximum de sept personnes. Aussi, les entretiens individuels ont été faits avec les revendeurs (2), le responsable du service technique de l'environnement (1) et celui du programme DOB-écologie (1). Ce qui a permis un croisement des données collectées au niveau des différents maillons. Les principaux résultats montrent que les fruits d'*Acacia nilotica*, longtemps négligés, jouent aujourd'hui le rôle des recettes d'appoint. La commercialisation de ce produit est dominée par les intermédiaires. Cette activité génère un revenu semestriel moyen de 20 578 FCFA par femme. Ces revenus contribuent à satisfaire les besoins familiaux (alimentation, ustensiles domestiques, sante, habillement) mais également à épargner dans d'autres activités génératrices de revenus (achat des animaux et des semences). A partir des résultats ci-dessus, l'étude recommande le renforcement d'esprit associatif des collecteurs par des partenaires au développement, l'amélioration des capacités organisationnelles de vente des collecteurs par eux-mêmes et les recherches sur les capacités productives des pieds d'*Acacia nilotica*.

Mots clés : fruits d'*Acacia nilotica*, économie des ménages, Dogonkiria, Niger.

Abstract

This study focused on the value chain of *Acacia nilotica* fruits is carried out in the rural commune of Dogonkiriya in Niger, to analyze the functioning and contribution of the sector to the household economy. The objective is to contribute to a top knowledge of the value chain of *Acacia nilotica* fruits which can be used as guideline for developers. The methodology is based on documentary research and individual and group interviews in five villages. In total, 64 women fruits' collectors were interviewed as part of focus groups made of a maximum of seven people. Also, individual interviews were carried out with the resellers (2), the manager of the technical environmental service (1) and that of the DOB-ecology program (1). This enabled the cross-checking of the data collected at the different links. The main results show that *Acacia nilotica* fruits, neglected for a longtime, are nowadays playing the role of supplementary recipes. The marketing of this product is dominated by intermediaries. This activity generates an average hal-yearly income for women of 20,578 FCFA. This income contributes to satisfy family needs (food, household ustensis, health, clothing) but also to save in other generating-activities (purchase of animals and seeds). From the above results, the study recommends the reinforcement of associative spirit of the collectors by developement partners, improving organizational sales capacities of collectors themselves and research on productive capacities of the feet of *Acacia nilotica*.

Keywords: *Acacia nilotica* fruits, household economy, Dogonkiriya, Niger.

1. Introduction

Les sécheresses climatiques et l'extension des terres de culture consécutive au poids démographique ont provoqué la dégradation généralisée du couvert végétal au Niger (Tidjani A. D. et al., 2016, p.29 ; Larwanou M. et al., 2006, p.14). Ce phénomène a entraîné la baisse des rendements agro-sylvo-pastoraux conduisant des ménages ruraux à l'insécurité alimentaire (Tony R., 2010, p.5).

Pour faire face à ce fléau, les producteurs agricoles ont développé la Régénération Naturelle Assistée (RNA) des ligneux avec le soutien de l'Etat et des partenaires au développement. Celle-ci a joué un rôle significatif dans le retour progressif en densité et en diversité du potentiel ligneux (Lawali S. et al., 2018, p.79 ; Botoni E. et al., 2010, p.157). Certaines espèces sont des ressources à valeur spéciale pour de nombreuses communautés des milieux semi-arides. Cette valeur réside dans leurs usages multiples et multiformes. Parmi ces

espèces, il y a *Acacia nilotica* qui constitue une bonne alternative économique. Des études ethnobotaniques réalisées au Burkina Faso, au Niger, au Mali et à Djibouti ont mis en évidence le rôle économique de cette espèce dans la vie des populations locales (Keita S. et al., 2021, p.270 ; Larwanou M. et Saadou M., 2004, p.3 ; Guinko S., 1992, p.39 ; Audru J. et al., 1991, p.12). Ces travaux ont démontré ses rôles alimentaire, artisanal, énergétique, médicinal et dans la production des matériaux de construction. Ce qui en fait une ressource économique et sociale très prometteuse.

Dans la commune rurale de Dogonkiriya, les fruits d'*Acacia nilotica* font l'objet de commercialisation ces dernières années. Néanmoins, le fonctionnement et la contribution de la filière d'*Acacia nilotica* à l'économie des ménages ne sont pas connus. Cette étude s'intéressant à la chaîne de valeur des fruits de cette espèce constitue un moyen de responsabilisation

des communautés rurales pour une gestion rationnelle de cette ressource. C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent travail dont l'objectif est d'analyser le fonctionnement et la contribution à l'économie des ménages de la filière de commercialisation des fruits d'*Acacia nilotica* dans ladite commune.

La commune rurale de Dogonkiria est située dans la partie nord du département de Dogondoutchi (région de Dosso), au centre-sud du Niger (figure 1). Elle s'étend entre 4°18'0''- 4°9'40'' E et 14° 36'50''- 13°56'30'' N sur une superficie de 2 886 km², soit 36,52% de la superficie départementale (figure 1).

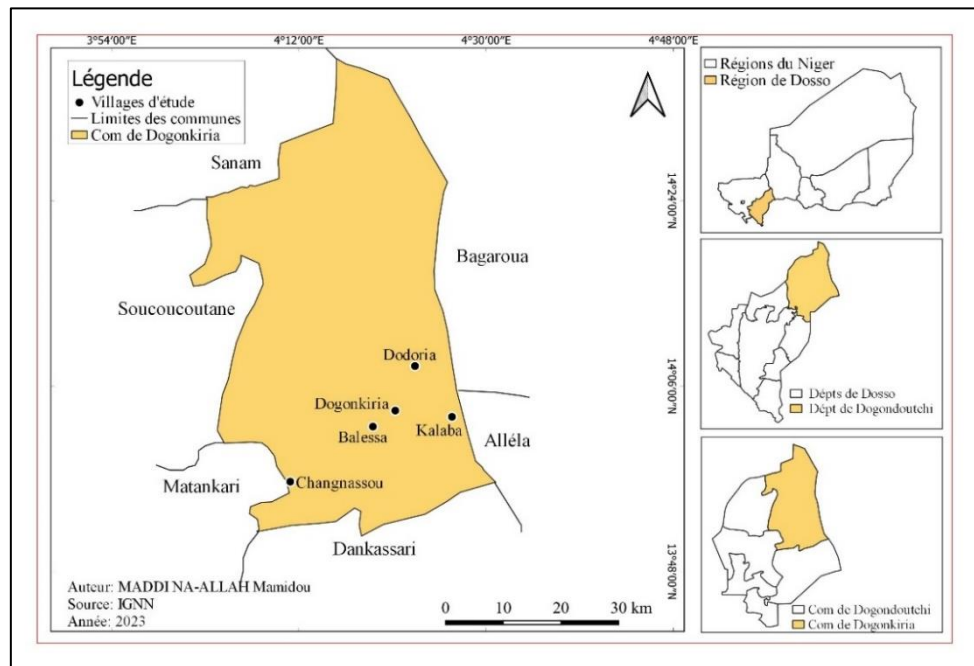


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

Le relief de la commune rurale de Dogonkiria est peu accidenté. Il est constitué des plateaux et des vallées occupant les espaces inter-plateaux (Moussa I. A. et *al.*, 2020, p.295). Elle bénéficie d'un climat nord-sahélien caractérisé par une alternance entre une saison de pluies (fin juin-début octobre) et une saison sèche (fin octobre-début juin). La pluviométrie annuelle varie de 640,8 à 268,2 mm avec une moyenne de 450, 29 mm sur une période de 26 ans (1997-2022). La végétation est dominée par des mimosacées telles que *Faidherbia albida*, *Acacia nilotica*, *Balanites aegyptiaca* et des combrétacées, à savoir *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Bocia senegalensis*.

Le document présente après cette introduction, la démarche méthodologique, les résultats et la discussion.

2. Méthodologie de collecte et d'analyse des données

La méthodologie repose sur des observations directes de terrain et des entretiens individuelles et de groupe (*focus group*) réalisées en mars et mai 2023. Ces entretiens ont été menés dans 5 villages de la commune : Balessa, Changnassou, Dadoria, Dogonkiria et Kalaba. Le choix de ces sites se justifie par l'exploitation et la commercialisation des fruits d'*Acacia*

nilotica. Au total, 64 femmes commercialisant les fruits d'*Acacia nilotica* ont été interrogées en groupe. Ces femmes ont été aléatoirement choisies sur la base

de la durée dans l'activité (au moins 3 ans) et de leur disponibilité. Chaque groupe est composé de 7 personnes au maximum (tableau 1).

Tableau 1 : Répartition des femmes interviewées dans les différents villages

Villages	Nombre de groupes	Nombre de femmes interviewées	Proportion (%)
Balessa	2	12	18,75
Changnassou	2	14	21,88
Dodoria	2	13	20,31
Dogonkiria	2	12	18,75
Kalaba	2	13	20,31
Total	10	64	100

Les interviews sont faites en langue locale (*haoussa*) au moyen des questions ouvertes portant sur les techniques de cueillette, les personnes impliquées dans la cueillette, les quantités cueillies, les unités et le prix de vente, le lieu de vente, les revenus annuels moyens issus de l'activité, l'utilisation de ces revenus et les difficultés rencontrées. Aussi, les entrevues individuelles ont été effectuées avec les revendeurs (2), dont les questions ont portées sur les unités et les prix d'achat et

transformation ainsi que les difficultés rencontrées, le responsable du service technique de l'environnement (1) et celui du programme DOB-écologie (1) sur l'appui qu'ils apportent aux collecteurs. Ceci a permis un croisement des données collectées au niveau des différents acteurs.

Les données ont été analysées statistiquement avec le logiciel Statistical Packages for Social Sciences (SPSS) version 20 pour chercher la moyenne des revenus.

Tableau 2 : répartition des enquêtés par sites d'enquête.

Villages Administratifs	Agriculteurs	Eleveurs
Zangon Kaya	20	10
Zeinaou	25	15
Boubout	20	10
Bougoum	25	15
Buramdi	20	10
Tchoukoufer	20	10
TOTAL	130	70

Source : enquête de terrain 2019

3. Résultats

Les résultats présentés concernent les maillons de chaîne des valeurs des fruits d'*Acacia nilotica* et ses impacts socio-économiques au niveau local.

3.1. Acteurs impliqués dans la chaîne de valeur

La chaîne de valeur des fruits d'*Acacia nilotica* est constituée de trois acteurs que sont les collecteurs, les structures d'appuis et les revendeurs.

- **Collecteurs**

Les fruits d'*Acacia nilotica*, longtemps négligés, sont aujourd'hui bien exploités dans le milieu d'étude. Cette exploitation est l'œuvre des femmes et des jeunes filles et garçons dont les techniques de collecte sont l'utilisation de la gaule appelée localement *maromaro* et le ramassage des fruits sur les pieds d'arbres. Cette collecte se fait dans la vallée du Dallol Maouri et les parcelles agricoles sur durée de quatre mois (décembre-mars). Son accès n'est soumis à aucune autorisation des propriétaires terriens. Ce qui profite beaucoup aux ménages vulnérables et aux

couches les plus défavorisées (femmes et jeunes).

La technique de séchage utilisée et maîtrisée par tous les collecteurs est l'étalage des fruits au sol sous le soleil dans les enceintes des concessions (photo 1). Cet étalage dure au moins deux à trois semaines afin d'éviter les risques de périssabilité du produit.

Après le séchage, les fruits sont stockés dans les angles de murs à ciel ouvert (photo 2). Ce stockage réduit les risques d'attaques d'insectes. Il s'étend sur trois à six mois pour maximiser le profit.



Photo 1 : Technique de séchage



Photo 2 : Technique de stockage

Les collecteurs vendent leur produit aux villages par l'intermédiaire des transformateurs provenant de la commune rurale de Dankassari, au Niger. Cette vente se fait en sac de 85 kg, soit 34 *Tiya* (unité de mesure locale, en *haoussa*). Une *Tiya* pèse approximativement 2,5 kg. Le prix du sac est variable, mais 1 500 FCFA (2,48 USD) est le prix courant. A leur niveau, cette activité dure six mois au maximum (décembre-mai)

Il a été révélé dans les discussions de groupe que les difficultés que rencontrent les collecteurs sont le faible prix de vente et leur faible capacité organisationnelle lié au besoin immédiat d'argent.

- **Structures d'appui**

Ce sont les partenaires techniques au développement (projet/programmes, ONG, etc.) œuvrant pour la valorisation des PFNL et les services déconcentrés de l'état. Les structures identifiées dans l'espace d'étude sont le programme DOB-écologie et le service technique de l'environnement. En effet, les appuis de ce programme revêtent plusieurs formes et consistent à la sensibilisation des femmes sur l'importance des Produits Forestiers Non Ligneux, les techniques de collecte, de commercialisation et la valorisation de ces produits. Quant au service technique de l'environnement, il les accompagne dans la

gestion et la valorisation des ressources naturelles, en particulier ligneuses.

- **Transformateurs**

Ils se rendent dans les villages et achètent les fruits qu'ils transforment sur place à l'aide d'une main d'œuvre (photos 3 et 4).



Photo 3 : Transformation des fruits par des femmes



Photo 4 : Farine et grains mis en sac

L'obtention d'un sac de grains et de farine dépend de la qualité des fruits. Les résultats des entretiens faits avec ces acteurs relèvent que huit sacs de fruits de 85 kg, soit 34 *Tiya*, transformés valent un sac de 100 kg de grains et deux de farine de

fruits. Un sac de 100 kg de grains ou de farine se fait à 500 FCFA. Les frais de transport et les taxes s'élèvent respectivement à 1 375 FCFA et 10 FCFA pour chaque sac. Le tableau 2 donne le coût d'achat et les prix de vente moyens.

Tableau 3 : Situation des prix des transformateurs en FCFA selon les périodes

Produits	Coût d'achat	Prix de vente		Bénéfices
		Avril-Juillet	Août-Novembre	
Sac de grains	5 076	6 500	11 000	1 424 à 5 924
Sac de farine	5 076	5 250	7 500	174 à 2 424

L'analyse du tableau 2 relève que les revendeurs tirent un bénéfice de 21,9 % (1 424 FCFA, soit 2,35 USD) à 53,85 % (5 924 FCFA, soit 9,79 USD) par sac de grains et 3,31 % (174 FCFA, soit 0,28 USD) à 33,33 % (2 424 FCFA, soit 4 USD) par sac de farine. Ces bénéfices sont imputables à leur capacité de stockage temporel et au développement d'un réseau de clientèle assez important avec un gros consommateur (tannerie de Niamey), des grossistes et demi-grossistes des marchés de Katako, Habou Ganda et Djémagué de Niamey, au Niger. Ce stockage s'étend sur une période moyenne de huit mois. Le problème que rencontrent ces acteurs est l'attaque des grains par les insectes.

3.2. Impacts socio-économiques de la filière

Pour les populations locales, la filière d'*Acacia nilotica* joue deux rôles principaux que sont le rôle économique et le rôle social.

3.3. Impacts économiques

La commercialisation des fruits d'*Acacia nilotica* a eu un impact sur les revenus des femmes. Cette activité génère un revenu semestriel moyen de 20 578 FCFA par femme (34,03 USD). Ce revenu participe activement à l'amélioration de leur niveau de vie. Il est affecté dans l'alimentation

(céréales et condiments), l'habillement (vêtements et chaussures), les ustensiles domestiques et la santé familiale. En outre, il est épargné dans d'autres activités génératrices de revenus tels que l'achat des animaux et des semences. Il a été rapporté par une femme lors de l'entretien collectif qu'elle a acheté un mouton à 35 000 F CFA (57,88 USD) grâce à la vente de fruits d'*Acacia nilotica* qu'elle a engraisé et vendu à 130 000 F CFA (215,01 USD). Cette somme lui a permis d'avoir une vache qui fournit aujourd'hui du lait au ménage. Ceci montre que la vente des fruits d'*Acacia nilotica* contribue à la satisfaction des besoins élémentaires, à la réduction de la pauvreté mais aussi à la sécurisation alimentaire des ménages.

3.3.1. Impacts sociaux

L'essor de la filière d'*Acacia nilotica*, dans la commune rurale de Dogonkiriya, a créé des emplois saisonniers liés à la cueillette et à la transformation des fruits. D'après les interviews effectuées avec les collecteurs, elle constitue une source alternative de revenus pour de nombreux enfants et femmes de cet espace. En plus, la vente des fruits d'*Acacia nilotica* a contribué au renforcement de la cohésion sociale ainsi que la prise de conscience de la gestion durable des ressources ligneuses par les communautés locales qui améliorerait sans nul doute leurs bases productives agro-sylvo-pastorales.

4. Discussion

L'accès à la terre constitue un facteur essentiel pour le développement des activités agropastorales dans le milieu rural du Niger en général et de la Région de Zinder en particulier. L'utilisation des ressources foncières est un enjeu majeur dans la plupart des localités. La croissance démographique, les aspects d'usage et les

questions liées au dérèglement climatique constituent des facteurs qui concourent à rendre difficile l'accès aux ressources foncières dans le sud de la Région de Zinder (WAZIRI MATO M., 1999) cité par (MAMAN WAZIRI Z., 2020, P. 117). Les conflits autour du foncier sont d'actualité dans la CR de Moa et ceci s'explique par les différents types et causes qui les sous-tendent. Ainsi, les conflits naissent généralement entre agriculteurs-éleveurs (72%), entre agriculteurs eux même (22%), et entre éleveurs eux même (6%). Les principales sources de ces conflits sont les dégâts champêtres (61%), le grignotage des couloirs de passage (10%), le non-respect des limites des champs de culture (19%), les litiges champêtres (4%) et l'accès aux points d'eau (6%).

Face à tous ces différends que l'on constate dans la Commune Rurale de Moa, plusieurs stratégies sont développées afin de prévenir les conflits fonciers. Il s'agit notamment de la sensibilisation des acteurs ruraux avant et après la campagne hivernale et la pratique des "Patrouilles Mixtes" entreprises par les Forces de défense et de sécurité dans la zone en question. Ces actions menées essentiellement par les leaders stratégiques en matière de gestion des ressources foncières du département, poussent les acteurs à prendre conscience de l'importance de la cohésion sociale et de la paix entre les acteurs. Cependant, la résolution des conflits se fait à 40% des cas à l'amiable et 59% des cas trouvent leur dénouement chez les autorités traditionnelles que sont les Chefs de Village et le Chef de Canton. Rares sont les cas qui passent à la justice (1%).

Les résultats de cette étude se rapportent à celle de DAMBO L. (2016) en affirmant que la croissance démographique et celle du cheptel couplé au multi usage des ressources naturelles, entraînent une

transformation progressive de la physionomie du paysage agraire dans la Commune de Kalfou, et que les zones où se concentre l'essentiel de la population subissent une double pression des agriculteurs et des éleveurs, accélérant une saturation de ces espaces et leur fragilisation. Ce qui entraîne des situations conflictuelles entre les usagers. Ce travail rejoint également celui de (JEAN PIERRE OLIVIER de S. et ABDOULAYE M., 2019) selon lequel les sources de conflits relèvent pour l'essentiel de l'accès à l'eau (puits et mares), aux pâturages et aux parcours de transhumance. Les techniques de collecte des fruits d'*Acacia nilotica* à Dogonkiria sont semblables à celles observés à Djibouti (Audru J. et al., 1991, p.12). Ceci pourrait s'expliquer par la simplicité de ses fruits à tomber et la prise de conscience des communautés locales de la gestion durable des ressources ligneuses.

Les résultats obtenus dans la présente étude montrent que la commercialisation des fruits d'*Acacia nilotica* est dominée par les intermédiaires. Aucun collecteur n'entreprend des actions de commercialisation directe en raison de l'existence des revendeurs spécialisés dans la vente de ce produit qui viennent s'approvisionner dans les villages. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés dans la commercialisation des feuilles de *baobab* dans la région de Zinder (Niger) (Larwanou M. et al., 2006, p.18). Autour de cette filière d'*Acacia nilotica* se développe tout un ensemble de circuits économiques générateurs d'emplois saisonniers et de revenus variables selon les secteurs d'activités et les acteurs socioprofessionnels. Ce qui correspond au constat fait dans la commune rurale de Tamou (Niger) sur les filières des fruits de *Parkia Biglobosa* et de *Balanites aegyptiaca*

(Oumarou H. et al., 2019, p.216). Les fruits d'*Acacia nilotica* jouent le rôle de revenus d'appoint et sont particulièrement importants pour les femmes et les enfants qui ont peu d'alternatives génératrices de revenus. Ces recettes contribuent à satisfaire les besoins familiaux (alimentation, santé, habillement, ustensiles domestiques) mais également à épargner dans d'autres activités génératrices de revenus (achat des animaux et des semences). Ces résultats sont conformes à ceux trouvés au Burkina Faso, en République Centrafricaine, au Congo et au Niger dans plusieurs localités (Guy Gildas S. Z. et al., 2022, p.11 ; Thiombiano D. N. E. et al., 2012, p.89 ; Loubelo E., 2012, p.198 ; Mahamane A. 1997, p.149).

5. Conclusion

La présente étude montre que la commercialisation des fruits d'*Acacia nilotica* offre des opportunités dans la mitigation de la pauvreté en générant des revenus d'appoint aux femmes durant les périodes de collecte et de transformation. Ces revenus participent plus ou moins à la satisfaction des besoins des ménages.

La filière des fruits d'*Acacia nilotica* est peu organisée et dominée par les intermédiaires. Dès lors, il est important que les partenaires techniques au développement multiplient leurs campagnes de sensibilisation d'esprit associatif. Il est aussi nécessaire de mener de recherches sur les capacités productives des pieds d'*Acacia nilotica*. Enfin, pour augmenter le prix du produit, les collecteurs doivent renforcer leurs capacités organisationnelles de vente.

6. Bibliographie

1. Audru J., Labonne M., et Bilha A. 1991. *Acacia nilotica* : une espèce fourragère traditionnelle chez les Afar de Djibouti. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 24 p.
2. Guinko S. 1992. Rôle des Acacias dans le développement rural au Burkina Faso et au Niger, Afrique de l'Ouest. Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, pp.37-51
3. Guy G. S. Z., Fidèle M. et Innocent K. K. 2022. Evaluation de la production des produits forestiers non ligneux d'origine végétale commercialisés dans le sud-ouest de la République Centrafricaine. *Global Scientific Journals*, pp.1807-1826
4. Keita S., Bouare Y., Diakité M., Sissoko L., Doumbia et Wele M. 2021. Etude phytochimique et activité antibactérienne de extraits e fruits d'*Acacia nilotica* Var. (Guill et Per.) sur des couches cliniques des infections urinaires à Bamako au Mali. *Afrique Science* 18 (1), pp.260-272.
5. Larwanou M. et Saadou M. 2004. Influence du régime de coupe sur la régénération de l'espèce *Acacia nilotica* (L.) Wild. dans une formation de bas-fonds (Forêt de Korop) au Niger. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* n°46, 8p.
6. Larwanou M., Abdoulaye M., et Reij C. 2006. Etude de la Régénération Naturelle Assistée dans la région de Zinder (Niger) ; une première exploitation d'un phénomène spectaculaire. Washington, International Resources Group/USAID, 46p.
7. Lawali S., Diouf A., Morou B., Abdou K. K., Saidou L., Guéro C. Mahamane A. 2018. Régénération Naturelle Assistée (RNA) : outil d'adaptation et résilience des ménages ruraux d'Aguié au Niger. *International Journal of Biological Chemical Sciences* 12 (1), pp.76-89
8. Loubelo E. 2012. Impact des produits forestiers non ligneux (PFNL) sur l'économie des ménages et la sécurité alimentaire : cas de la République du Congo. Thèse de doctorat en Economie. Université de Rennes2, 232p.
9. Mahamane A. 1997. Structure, fonctionnement et dynamique des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques Appliquées. Université de Ouagadougou, 214 p.
10. Moussa I. A., Hassane B., Wagani I., Abdourhamane T. A., Abdoulaye A., et Garba Z. 2020. Dynamique Hydro-géomorphologique des mares et de l'occupation des sols de 1973 à 2018 dans la commune rurale de Dogonkiria, Dosso. *International Journal of Applied Research*, pp.294-300.
11. Oumarou H., Idrissa T., et Moussa B. 2019. Contribution des produits forestiers non ligneux à la sécurité alimentaire des ménages dans la commune rurale de Tamou, au sud-ouest du Niger. *International Journal of Advanced Research*, pp.210-227
12. Tidjani A. D., Abdou A. A., Faran M., Amadou O., Amoukou I., Ozer P., Bouzou I., Ambouta K. J.-M. 2016. Perceptions de variabilité climatique et stratégies d'adaptation dans le

- ystème oasien de Gouré (Sud-Est du Niger). *Agronomie Africaine*, vol. 28 (2), pp.26-37.
13. Thiombiano D. N. E., Lamien N., Dibong Didier S., Boussim I. J., et Belem B. 2012. Le rôle des espèces ligneuses dans la gestion de la soudure alimentaire au Burkina Faso. *Sécheresse* 23 : 86-93. doi : 10.1684/sec.2012.0341, pp.86-93
14. Tony R. 2010. Une brève histoire de la Régénération Naturelle Assistée : l'expérience du Niger. Note technique d'ECHO, 27p.

Analysis of the sperm quality of XX and XY males of the Kou strain of Nile tilapia with a view to improving fish production in Burkina Faso

Abdoul Aziz TAPSOBA^{1,2}, Guiguigbaza-Kossigan Charles DAYO², Alfred OUEDRAOGO³, Saïdou SANTI¹, Rokyatou SISSAO^{1,4}, Aboubacar SOURABIE¹, Estèle Pélagie SANOU¹, Aboubacar TOGUYENI¹

¹ *Laboratoire d'Etudes et de Recherche des Ressources Naturelles et des Sciences Naturelles de l'Environnement, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.*

² *Center International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Subhumide, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.*

³ *Histology, Embryology, Cytogenetics and Reproductive Biology Laboratory, Bogodogo University Hospital, Ouagadougou, Burkina Faso.*

⁴ *Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Burkina Faso*

Abstract

Current fish production in Sahelian countries, and particularly in Burkina Faso, is in constant decline, and this is partly linked to the quality of broodstock, which is subject to drastic climatic conditions. It is well known that in difficult conditions, tilapia tend to favor reproduction over growth. The aim of this study is therefore to select high-performance male broodstock with a view to increasing fish production. The sperm characteristics of 10 XX and 10 XY males were evaluated using a computer-assisted sperm analysis system. Parameters were evaluated in three different fields during the first minute of sperm activation. Results showed that sperm concentrations ranged from $4.25 \pm 3.08 \cdot 10^9$ to $5.78 \pm 2.99 \cdot 10^9$ spermatozoa/mL and were not significantly different between the two batches. The percentages of total motility ($82.14 \pm 13.18\%$ to $90.72 \pm 5.19\%$), curvilinear velocity ($42/04 \pm 11.12 \mu\text{m/s}$ to $18.75 \pm 6.42 \mu\text{m/s}$), straight line velocity ($27.09 \pm 8.46 \mu\text{m/s}$ to $10.99 \pm 6.19 \mu\text{m/s}$) and average path velocity ($29.39 \pm 8.23 \mu\text{m/s}$ to $12.45 \pm 5.92 \mu\text{m/s}$) decreased at 45 s post activation but also showed no significant difference between XY and XX males. Only pH values ($7,35 \pm 0,47$ and $7,80 \pm 0,48$) and spermatozoa total number ($0,30 \pm 0,16 \cdot 10^9$ and $0,39 \pm 0,14 \cdot 10^9$ spermatozoa) was significantly lower to XX males comparatively to XY males. Overall, the results for the various parameters evaluated were very satisfactory, leading to the conclusion that males of the Kou strain of Nile tilapia have high sperm quality. These males could therefore be introduced into breeding systems to improve fish production.

Keywords: *O. niloticus*, motility, spermatozoa, Burkina Faso, CASA system.

Résumé

La production piscicole actuelle dans les pays du sahel et particulièrement au Burkina Faso est en baisse constante et cela est lié en partie à la qualité des géniteurs qui subissent des conditions climatiques drastiques. Or, il est bien connu qu'en condition difficile le tilapia a tendance à privilégier la reproduction au dépend de la croissance. L'objectif de cette étude est donc de sélectionner des géniteurs mâles performants en vue d'accroître la production piscicole. Les caractéristiques spermatiques de 10 mâles XX et 10 mâles XY ont été évaluées à travers un système d'analyse spermatique assisté par ordinateur. Les paramètres ont été évalués dans trois champs différents pendant la première minute d'activation des spermatozoïdes. Les résultats obtenus ont montré que les concentrations en spermatozoïdes ont variées de $4,25 \pm 3,08 \cdot 10^9$ à $5,78 \pm 2,99 \cdot 10^9$ spermatozoïdes/mL et n'ont pas été significativement différents entre les deux lots. Les pourcentages de motilité totale ($82,14 \pm 13,18\%$ à $90,72 \pm 5,19\%$), la vitesse curvilinéaire ($42,04 \pm 11,12 \mu\text{m/s}$ à $18,75 \pm 6,42 \mu\text{m/s}$) et la vitesse moyenne de la trajectoire ($29,39 \pm 8,23 \mu\text{m/s}$ à $12,45 \pm 5,92 \mu\text{m/s}$) ont fortement diminué après 45s d'activation et n'ont pas également montré de différence significative entre les mâles XX et XY. Le pH de la laitance et le nombre total de spermatozoïdes ont par contre été significativement plus faible chez les mâles XX comparativement aux mâles XY. L'ensemble des résultats sur les différents paramètres évalués sont très satisfaisants et permettent de conclure que les mâles de la souche Kou du tilapia du Nil présentent une bonne qualité spermatique. Ces mâles pourraient ainsi être introduite dans les systèmes d'élevage pour améliorer la production piscicole.

Keywords: *O. niloticus*, motilité, spermatozoïde, Burkina Faso, système CASA.

1. Introduction

Controlling the reproductive parameters of broodstock, and particularly the sperm quality of males, represents a major challenge for the profitability of fish farming systems (Kowalski and Cejko, 2019, Samarin *et al.*, 2017). Indeed, controlling the sperm quality of males enables efficient management of broodstock in hatcheries and supports intensification of quality seed production (Robinson *et al.*, 2010). In addition, estimating sperm quality is an important step in the introduced of new strains in fish farming systems and in setting up seed cryopreservation programs for genotypes of interest (Kowalski and Cejko, 2019). Sperm concentration, seminal plasma pH, sperm motility, osmolality and fertilization capacity are the most important parameters used to analyze sperm quality in fish (Alavi *et al.*, 2019;

Kowalski and Cejko, 2019; Cabrita *et al.*, 2014).

Sperm motility is considered the most effective tool for estimating sperm quality in fish, as it integrates different cellular characteristics as well as those of seminal plasma (Victor *et al.*, 2019; Rurangwa *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2001). A strong correlation has been reported between sperm motility and fertilization rate in several fish species such as *Pangasianodon hypophthalmus* (Pamungas *et al.*, 2023); *Cyprinus carpio* (Zhang *et al.*, 2023); *Clarias gariepinus* (Gbemisola and Adebayo, 2014); *Colossoma macropomum* (Gallego *et al.*, 2017). Nowadays, sperm motility can be analyzed more objectively using a Computer-Assisted Sperm Analysis (CASA) system. This system can capture a large number of sperm simultaneously and measure motility parameters in terms of percentage, velocity and trajectories

(Pamungas *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2023; Gallego and Astuanio., 2019, Gallego *et al.*, 2018; Yeste *et al.*, 2018, Fauvel *et al.*, 2010). These different data thus make it easier to assess sperm quality (Gallego and Astuanio. 2019, Gallego *et al.*, 2018; Yeste *et al.*, 2018; Fauvel *et al.*, 2010). Also, several factors including rearing conditions, broodstock age and diet have an influence on sperm quality (Pamungas *et al.*, 2023; Kowalski and Cejko, 2019; Gallego and Astuarino, 2019). Some studies have also shown that rearing strain or sexual genotype, as well as genetic selection, can influence sperm quality in certain teleosts (Marc *et al.*, 2020; Sallirosas, 2017, Almeida *et al.*, 2016; Fauve *et al.*, 2010).

Nile tilapia is one of the main aquaculture species farmed worldwide, and is the second most important fish species in Burkina Faso (Santi *et al.*, 2022; Sissao *et al.*, 2019b). Native to Africa, this species is naturally present in the waterways of Burkina Faso and is the subject of selection and genetic improvement programs to boost the productivity of fish farming systems by providing producers with high-performance broodstock and seeds (Santi *et al.*, 2022; Sissao *et al.*, 2019b). With this in mind, part of the work focused on sex determination and the production of monosex male populations via temperatures in the Kou strain. In the course of investigations, XX and XY males were identified both in populations caught directly in the natural environment and in those subjected to heat treatments in the laboratory (Sissao *et al.*, 2019a). To date, however, there have been no studies on the reproductive performance of these populations, both wild and domesticated in Burkina Faso, or on the different categories of genetic males, even though some studies have shown that the parental genotype at the allelic or genomic level could be a source of variation in sperm quality (Gennote *et al.*, 2012). Previous work on

sperm quality in XX males has only been carried out on males obtained by hormonal sex reversal. To the best of our knowledge, there are no studies of this kind on males obtained by thermal inversion. Hence the purpose of this study, which aims to determine the sperm quality of XY genetic males and XX males obtained by thermal sex inversion in the Kou strain of Nile tilapia as a prelude to seed cryopreservation programs for broodstock of interest in Burkina Faso.

2. Materials and Methods

Fish and rearing conditions

The fish used for this study came from a broodstock of the Kou strain of *Oreochromis niloticus* maintained in rearing facilities at the Aquaculture et Biodiversity Aquatic Research Unit, Nazi BONI University (Burkina Faso). All XX males come from normal cross progeny (between XY male and XX female) submitted in sexual inverted temperature (36 °C) between 10jpf to 40jpf. XY male come from the same progeny but not submitted to inverted sexual temperature. The fish were 10 months old at the start of the experiment and kept in open-circuit 4 m² concrete tanks. Mean values for temperature, pH and conductivity were 29.90 ± 2.48°C, 6.15 ± 1.20 and 106.95 ± 23.91µS/cm respectively. Fish were fed 3 times a day *ad libitum* with local feed containing 40% crude protein.

Sexual genotyping

For sexual genotyping, fish genomic DNA was first extracted from a thin portion of the caudal fin following the protocol described by Khanam *et al.* (2016). Then the presence of the X and Y gametologues was confirmed through the use of three amh markers previously validated by Sissao *et al.* (2019) on the Kou strain. Details of these three markers are given in Table 1. For each marker, an amplification of the

corresponding area of the genome was performed by PCR (Polymerase Chain Reaction) using specific primers (Table 1). Genotypes were deduced after agarose gel electrophoresis (Figure 1), according to the

presence of markers as follows: XX males, presence of $amhX$ ($amhX^+$) and absence of $amh\Delta Y$ ($amh\Delta Y^-$); XY males, presence of $amhX$ ($amhX^+$) and presence of $amh\Delta Y$ ($amh\Delta Y^+$).

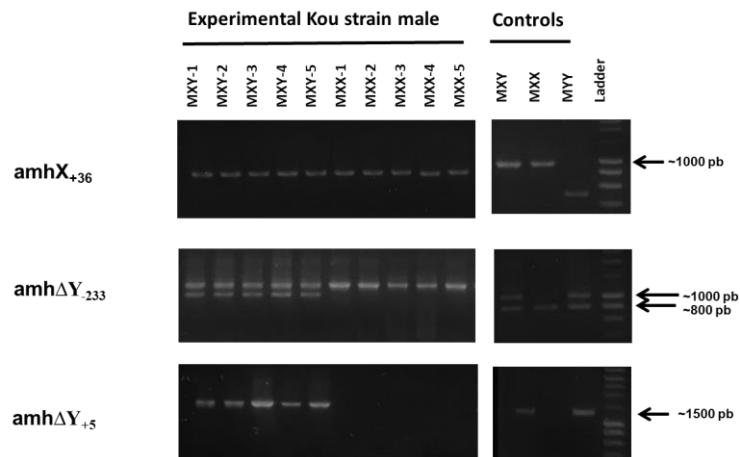


Figure 1 : Genetic sex assignment using three amh markers of males Kou Strain Nile tilapia. XY and XX controls males come from domestic Kou strains Nile tilapia males previously genotyping by Sissao et al., 2019a. YY males come from Togo aquaculture research center

Table 1 : Sex markers showing their polymorphism, primers sequences, amplification product and Chromosomes specificity used for genotyping Kou strain Nile tilapia males used for this studies (modified from Sissao et al., 2019a).

Markers ID	Polymorphism detected	Primers sequences 5'- 3'	Amplified fragments	Specificity for Chr X or Y (amh gene)	Product name and references
amhX+36	36 pb insertion in amhX promoter	F1- GTTTGCAATAGTTAGGGTGCTGCTG R1- GGAAATGCAGCCATTCCTGAG	1000 pb	X (amhX)	Ins1 Li et al., 2015
amhΔY+5	5 pb insertion in amhΔY Exon 6	F2- AAACCTCCTTCCTTTGTGAATGTC R2- CTAGCGGCATCCACACTCCCTCAC	1500 pb	Y (amhΔY)	Ins2 Li et al., 2015
amhΔY-233	233 pb deletion in amhΔY Exon 6	F3- CGGTCCCAGTGACCTATGAG R3- AAGTACACGTGGTGTATTGTAATTGA	1000 pb 767 pb	X et Y (amhX, amhY) Y (amhΔY)	Eshel et al., 2014

Milt collection and pH measurement

Before milt collection fish were anesthetized with benzocaine solution (2.5 mL/L). Then the urinary bladder was cleared out by gentle stripping and the genital area was dried with absorbent paper to avoid feces and urine contamination. Milt of each individual male was collected into paster pipette and held at 4°C into ice until the motility analyzed and freezing. Milt volume was determinate with measuring micropipette (Eppendorf) and expressed to μl . The pH of milt was measured by deposed a drop of milt in pH indicators strips (pH: 0-14, Merck Germany).

Sperm motility and concentration assessment

Sperm motility was determined with Computer-Assisted sperm Analysis (CASA) composed of an Axio scope A1 optical microscope (Zeiss, Germany). Sperm was activated by diluted 1 μl of sperm with 45 μl of distilled water before deposited 10 μl of homogenize between slides and covered slip for analysis of 20X magnification. The Androvision sperm motility concentration module was used to automated calculated sperm concentration and different motility parameters. For each sample times between sperm activate and first observation was 15 seconds. Motility was recorded every 15 seconds in three consecutive fields including at least 500 spermatozoa for each sample. Motility variable assessed included total motility (TM, %), progressive motility (PM, %), local motility (LM, %), curvilinear velocity (VCL, $\mu\text{m/s}$), straight line velocity (VSL, $\mu\text{m/s}$),

average path velocity (VAP, $\mu\text{m/s}$), linearity of the curvilinear path ($\text{LIN}=\text{VSL}/\text{VCL}$, %), straightness of the average path ($\text{STR}=\text{VSL}/\text{VAP}$, %) as described by Pamungas *et al.* (2023). Motile spermatozoa are characterized by $\text{VAP} > 5 \mu\text{m/s}$, local motility by $5 \mu\text{m/s} < \text{VAP} < 25 \mu\text{m/s}$ and progressive motility by $\text{VAP} > 25 \mu\text{m/s}$. For duration of sperm motility, local motility has not been considered, motility duration was assessed from initiation of activation with distilled water until full stop of progressive motility.

Statistical analysis

The R version 4.3.3 software was used for statistical analysis. Motility percentage was subjected to arcsine transformation prior to statistical analysis and Shapiro-test was used to verify all data normality. One-way analysis of variance (ANOVA) was carried out with all analysis data and Ducan range test was used to compare means at 0.05 significant levels.

3. Results

- **Mean weight, sperm pH and concentration, sperm count and motility time**

There was no significant difference between the two types of genetic males for body weights, sperm concentrations and total motility (Table 2). However, milt pH and total sperm count were significantly higher in XY males (7.80 ± 0.48 and 0.39 ± 0.14 10⁹ cells) than in XX males (7.35 ± 0.47 and 0.30 ± 0.16 10⁹ cells).

Table 2 : Mean body weight, sperm pH, sperm concentration, total sperm number and duration of motility of males XY and XX Kou strain Nile tilapia.

	Body weight (g)	pH	Sperm concentration (X 10 ⁹ cells/ml)	Total sperm number (x 10 ⁹ cells)	Duration of motility (mn)
XY males	157,80 ± 39,89 ^a	7,80 ± 0,48 ^a	5,78 ± 2,99 ^a	0,39 ± 0,14 ^a	4,18 ± 0,59 ^a
XX males	190,20 ± 56,20 ^a	7,35 ± 0,47 ^b	4,25 ± 3,08 ^a	0,30 ± 0,16 ^b	3,61 ± 1,39 ^a

The mean values in the same column followed by different superscript letters indicate significant difference according to Ducan range test ($p < 0.05$)

- **Motility percentages**

Results on sperm motility percentages for the Kou strain of Nile tilapia revealed that total motility percentages were above 80% and did not vary significantly between XY and XX males during the first 30s of sperm activation (Figure 2). However, at 45s post activation, a significant decrease in total sperm motility was observed in XX males ($82.14 \pm 13.18\%$) compared to XY males

($90.72 \pm 5.19\%$). The percentages of progressive and local sperm motility varied in opposite directions. Progressive motility decreased significantly, while local motility increased significantly during the 45 s of observation. However, no significant differences were observed between the two male genotypes over the three observation times.

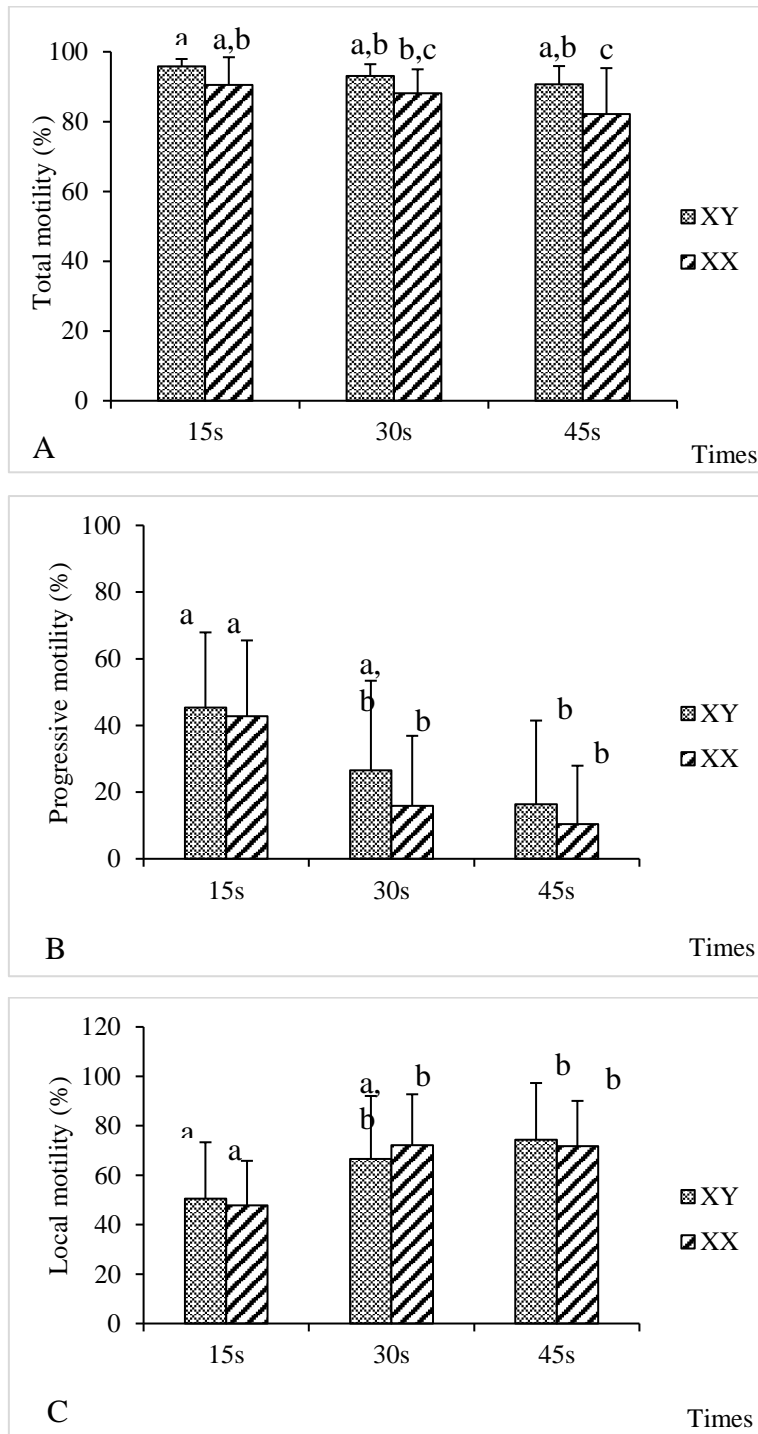


Figure 2 : Comparison of spermatozoa total motility (A), progressive motility (B) and local motility (C) from XY and XX Kou strain Nile tilapia males. Different superscript letters indicate significant difference according to Duncan range test ($p < 0.05$)

- *Motility velocity*

Curvilinear velocity (CVL), straight line velocity (SLV) and mean trajectory velocity all decreased significantly between 15 and 45 s of motility (Figure 3). Curvilinear velocity decreased from $42.04 \pm 11.12 \mu\text{m/s}$ to $18.75 \pm 6.42 \mu\text{m/s}$. Straight-line and

average path velocity varied from $27.09 \pm 8.46 \mu\text{m/s}$ to $10.99 \pm 6.19 \mu\text{m/s}$ and $29.39 \pm 8.23 \mu\text{m/s}$ to $12.45 \pm 5.92 \mu\text{m/s}$ respectively. For all three parameters, there was no significant difference between XY and XX males at any of the three observation times.

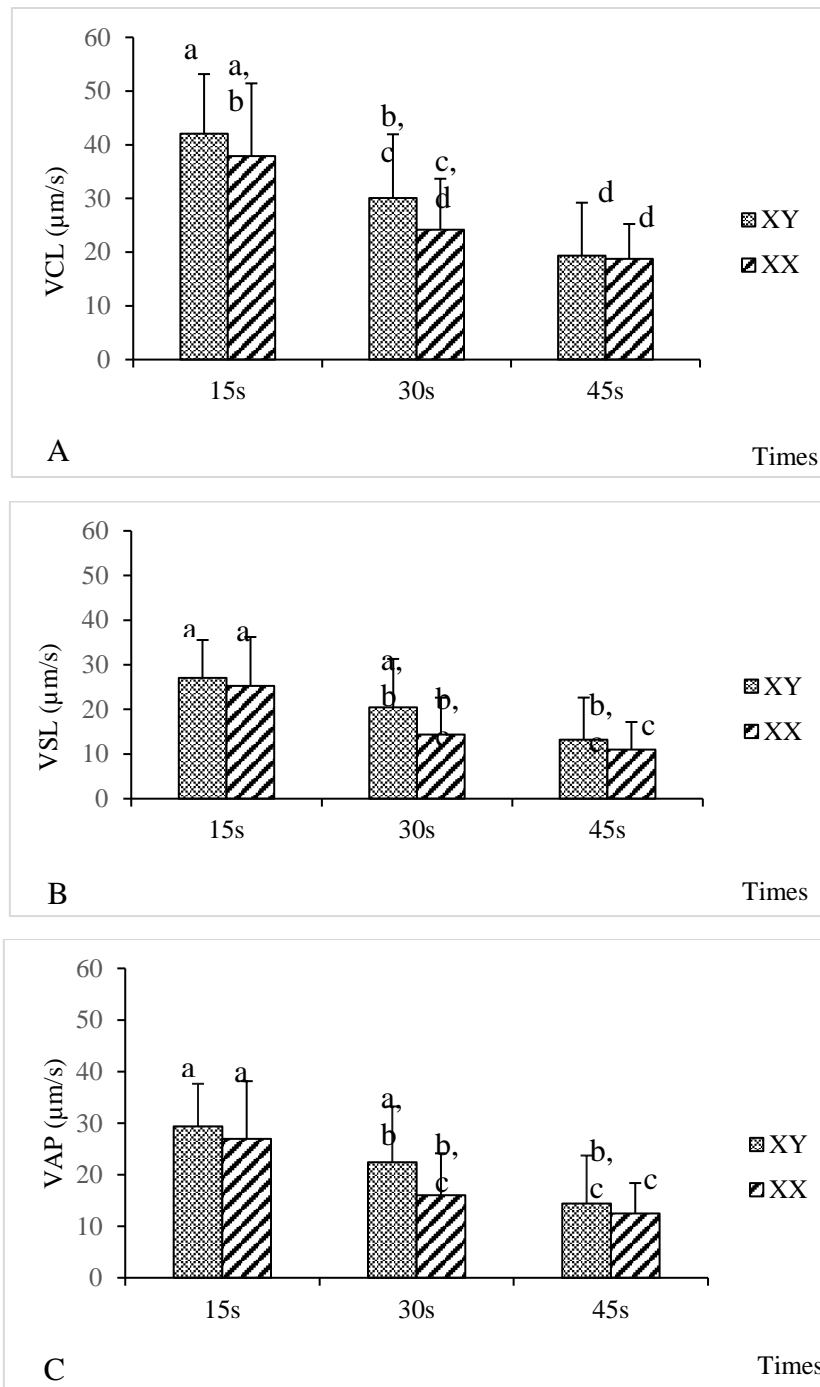


Figure 3 : Comparison of spermatozoa curvilinear velocity (A), straight line velocity (B) and average path velocity (C) from XY and XX Kou strain Nile tilapia males. Different superscript letters indicate significant difference according to Duncan range test ($p < 0.05$).

- Linearity and straightness of average trajectory**

The results for sperm trajectory presented in figure 4 showed that the percentage of linearity was over 50% and did not vary

significantly during the 45 seconds of motility. The straightness of the average trajectory remained above 75% and did not vary significantly between the two genotypes.

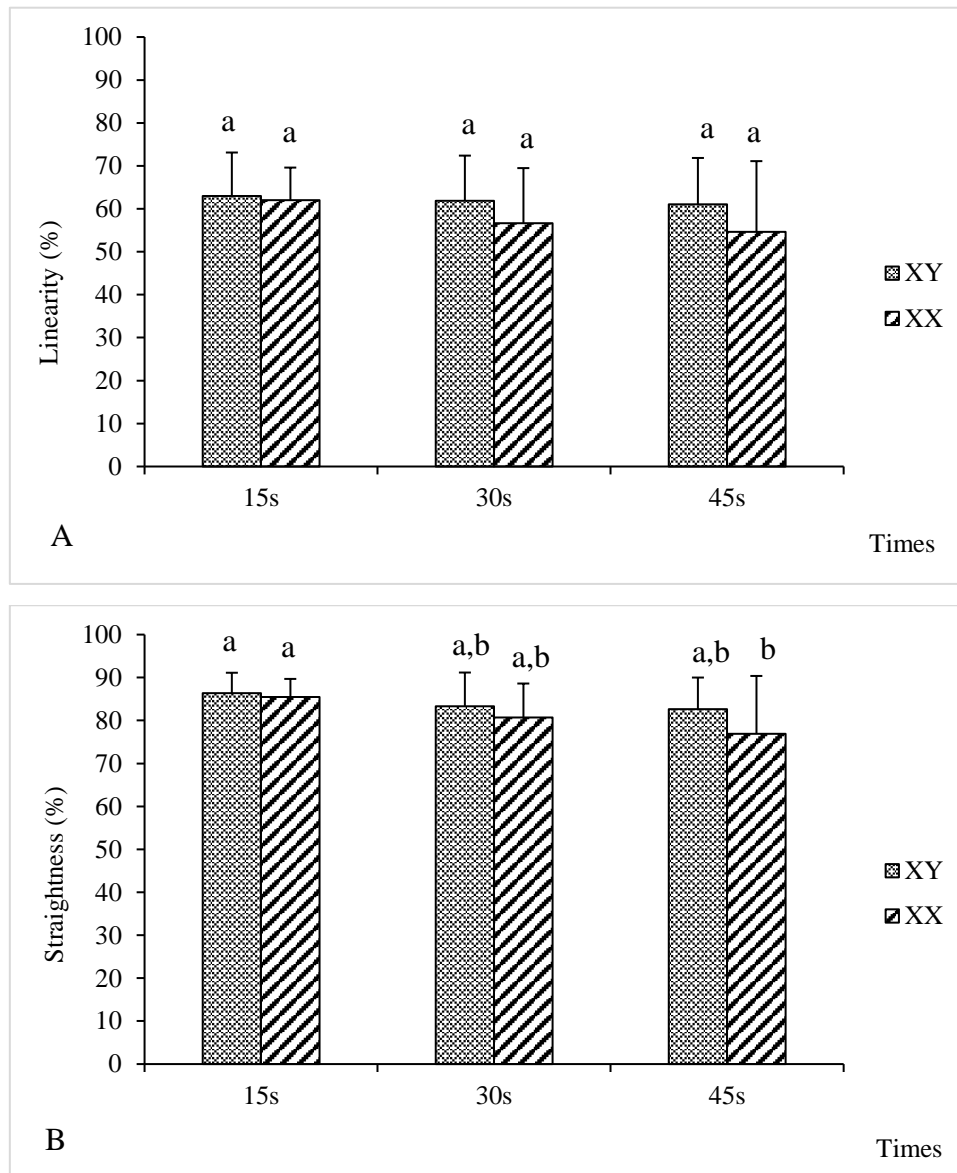


Figure 4 : Comparison of spermatozoa linearity (A) and straightness (B) from XY and XX Kou strain Nile tilapia males. Different superscript letters indicate significant difference according to Duncan range test ($p < 0.05$).

4. Conclusion

The knowledge of milt properties is primordial to understand the reproductive potential of a new selected strain and improve fish seeds production for fisheries. Sperm concentration, sperm motility, chemical properties and composition of seminal plasma are currently used to assess semen quality because there are most reliable to sperm fertilization capacity

(Victor *et al.*, 2019; Fauve *et al.* 2010; Rurangwa *et al.*, 2004). In our study, we focused on milt pH, sperm concentration and sperm motility in XY and XX males of the Nile tilapia kou strain to determine sperm quality. Analysis of the results shows that milt pH values fall within the optimum range for high sperm motility in freshwater fish 7.4 to 8.4 (Alavi *et al.*, 2019). The high motility percentages obtained in this study could therefore be partly explained by this

parameter. Similar results were obtained by Almeida *et al.* (2016) in the Supreme, Aquabel and Chitralada strains of Nile tilapia. The influence of pH on sperm motility and fertilization rate has also been reported in several teleosts (Alavi *et al.*, 2019; Alavi 2005), and most of these studies reveal that alkaline pH is the best pH for sperm motility (Alavi *et al.*, 2019; Alavi 2005).

According to Mariana *et al.* (1997) intracellular and extracellular pH influences the initiation and duration of cyprinids sperm motility and range of pH 6 – 9 was necessary to initiate carp sperm motility. Moreover, Mansour *et al.* (2005) found that African catfish (*Clarias gariepinus*) milt pH range of 7.3-8.7 and high sperm seminal pH were positively correlate with hatching rate. In Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*), Dadras *et al.* (2013) found also a significant positive relationship between milt pH and fertilization rates. Other studies have shown that the measured sperm concentration is also one of the main parameters determining the sperm-to-egg ratio for successful fertilization (Krol *et al.* 2006). In our study, sperm concentrations in XY and XX males of the Kou strain (4.25 ± 3.08 to $5.78 \pm 2.99 \times 10^9$ cells/mL) are higher than those obtained (1.69 ± 0.69 to $2.22 \pm 1.11 \times 10^9$ cells/mL) in XY, XX and YY males of the Manzala strain (Gennote *et al.* 2012) and in XY males (1.8×10^9 cells/mL) of a Tilaqua strain (Salissoras *et al.*, 2017). However, sperm concentrations reported by Almeida *et al.* (2016) in the supreme strain are higher than those obtained in our study. Sperm concentrations did not also vary between XY and XX males previously reported by Gennote *et al.* (2012). The differences in sperm concentration between the strains studied could be explained, on the one hand, by an adaptation of each strain for reproductive success in its native environment and, on the other hand, by an influence of the

selection process on the reproductive performance of these different strains. Indeed, Cejko *et al.* (2018) have shown that during the reproductive period, common carp produce a greater quantity of low-quality milt, which results in better fertilization rates than milt of high quality but low quantity. Almeida *et al.* (2016) also reported that the supreme strain had higher sperm concentrations due to the fact that it is the result of a long and extensive selection program, unlike the Aquabel and Chitralada strains.

As for the total sperm count obtained from the different males, the values were higher in XY males compared to XX males. This could be explained by the fact that relatively lower milt volumes were obtained in XX males, which have similar sperm concentrations to XY males. Gennote *et al.* (2012) also obtained similar values for total sperm count, but found no difference between XY and XX males, indicating that sexual genotype does not influence sperm characteristics. However, the XX males used in their work were obtained from hormonal treatment, unlike our study where they were obtained from thermal inversion. Our results therefore suggest that, apart from genotype, the type of treatment may influence sperm production these males. A strain effect cannot be ruled out either.

Regarding sperm motility, XY and XX males of the Nile tilapia Kou strain showed very high motility percentages (>80%) during the 45 seconds of activation. These percentages are similar to those reported in the Supreme, Aquabel, Chitralada strains (Almeida *et al.* 2016), Manzala strain (Dzyba *et al.*, 2019) and in the Islamab local strain (Ahmed *et al.*, 2024). They are nevertheless lower than those obtained by Gennote *et al.* (2012) in the Manzala strain, but unlike our study the latter had estimated the total percentage one minute

after sperm activation. In general, total motility percentages vary between individuals and species, but values above 80% indicate high sperm quality (Kowalski and Cejko, 2019). Progressive motility decreases rapidly in favor of local motility in both XY and XX males. The same applies to velocity parameters (VCL, VAP, VSL), which decline significantly during the first 45s of activation. Similar results were reported by Dzyba *et al.* (2019) and Gennote *et al.* (2012) in Nile tilapia. A rapid decrease in motility has also been reported in perch (Rougeot *et al.*, 2004) and in several teleosts (Alavi *et al.* 2019). It should be noted that in fish, spermatozoa are immobile in the seminal fluid and only acquire motility on contact with water. The rapid beating of the flagella after activation leads to rapid consumption of the ATP pool, which is used as an energy source, hence the observed rapid decrease in motility. However, all the values obtained for the various motility parameters show that XY and XX males of the Kou strain have very interesting sperm characteristics, both for promotion in aquaculture systems and for

the implementation of a seed cryopreservation program for these males.

5. Conclusion

This study examines the efficiency of most The aim of this study was to evaluate the sperm quality of both XY and XX males of the Kou strain of Nile tilapia. The results obtained on pH and various sperm motility parameters estimated with the CASA system are very satisfactory, revealing high sperm quality in males of the Kou strain of Nile tilapia. This study also analyzed for the first time the sperm quality of XX males resulting from thermal inversion. The results show that motility parameters are unaffected compared to XY males. However, these thermal inversions could have an influence on the sperm production of these XX males. The various results obtained concur that XY and XX males of the Kou du Nil strain have reproductive performances of interest for fish farming and also for seed cryopreservation.

6. Références

- Ahmed A., Soomro A N., Ali M R., Khan M A., Bhasarat H. (2024). Activation Solutions Effect on Sperm Motility and Fertilization Rates of *Oreochromis niloticus*. *Sarhad Journal of Agriculture*; 40(1): 246-253.
- Alavi S M H., Cosson J., Bondarenko O., Linhart O. 2019. Sperm Motility in Fishes: (III) Diversity of Regulatory Signals from Membrane to the Axoneme." *Theriogenology* 136 : 146-165.
- Alavi, S M H., Cosson J., 2005. Sperm motility in fishes: I. Effects of temperature and pH. *Cell Biol. Int.* 29 : 101–110.
- Almeida B D., da Costa M A D., Bassini L N., Calabuig C I P., Moreira C G A., Rodriguez M D N., Junior A S V., Corcini C D., Dode M E B., Moreira H L M. (2016). Sperm evaluation in strains of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of Advances in Agriculture* ; 6 (2) : 933-941.

- Cabrita E., Martínez-Páramo S., Gavaia P.J., Riesco M.F., Valcarce D.G., Sarasquete C., Herráez M P., Robles V. (2014). Factors enhancing fish sperm quality and emerging tools for sperm analysis. *Aquaculture* 432 : 389–401.
- Chao N. H., Chao W. C., Liu K. C., Liao I. C. (1987). The properties of tilapia sperm and its cryopreservation. *J. Fish Biol.*, 30: 107-118.
- Cejko B I., Sarioeck B., Krejszef S., Kowalski R K. (2018). Multiple collections of common carp *Cyprinus carpio* L. semen during the reproductive period and its effects on sperm quality. *Animal Reproduction Science* ; 188 : 178 : 188.
- Cosson J. (2004). The ionic and osmotic factors controlling motility of fish spermatozoa. *Aquaculture International*; 12 : 69-85.
- Dadras H., Khara H., Noveiri S B. (2013). Effect of sperm pH and density on fertilization success in Persian sturgeon *Acipenser persicus* (Borodin, 1897). *Comp Clin Path.*; 24 (3): 1-3
- Dzyuba B., Legendre M J F., et Cosson J. (2019). Sperm Motility of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Effects of Temperature on the Swimming Characteristics. *Animal Reproduction Science*, 202 : 65-72.
- Fauvel C., Suquet M., Cosson J. (2010). Evaluation of Fish Sperm Quality. *Journal of Applied Ichthyology* 26 (5): 636–43.
- Gallego V.; Asturiano N J F. (2019). Fish sperm motility assessment as a tool for aquaculture research, a historical approach. *Reviews in Aquaculture*; 11 (3) : 697-724.
- Gallego V., Herranz-Jusdado J G., Rozenfeld C., Pérez L., Asturiano J F. (2018). Subjective and objective assessment of fish sperm motility: when the technique and technicians matter. *Fish Physiology and Biochemistry* 44(6):1457-1467.
- Gallego V., Cavalcante S S, Fujimoto R Y, Carneiro P C F, Azevedo H C, Maria A N. (2017). Fish sperm subpopulations: changes after cryopreservation process and relationship with fertilization success in Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Theriogenology* 87: 16-24.
- Gennotte, V E F, Rougeot C, Ponthier J, Deleuze S, et Mélard C. 2012. Sperm Quality Analysis in XX, XY and YY Males of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Theriogenology* 78 (1) : 210–17.
- Gbemisola O B., Adebayo O T. (2014). Sperm Quality and reproductive performance of male *Clarias Gariepinus* induced with synthetic hormones (Ovatide and Ovaprim). *International Journal of Fisheries and Aquaculture*; 6(1): 9-15.
- Khanam T., Davie A., McAndrew B J., Penman D J. (2016). DNA sampling from mucus in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: minimally invasive sampling for aquaculture-related genetics research. *Aquaculture Research* 47: 4032–4037.
- Kime D E., Van Look K J W., McAllister B G., Huyskens G., Rurangwa E., Ollevier F. (2001) Computer-assisted sperm analysis (CASA) as a tool for monitoring sperm quality in fish.

- Comp Biochem Physiol C*; 130 : 425–33.
- Kowalski R K., Cejko B I. (2019). Sperm quality in fish : determinants and affecting factors. *Theriogenology*; 135 : 94-108.
- Krol J., Glogowski K., Demska-Zakes K., Hliwa P. (2006). Quality of semen and histological analysis of testes in Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. during a spawning period. *Czech J Anim Sci.*; 51:220-6.
- Marc F A., Guppy J L., Bauer P., Mulvey P., Jerry D R., Paris D B B P. (2021). Validation of advanced tools to evaluate sperm function in barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*; 531 : 1-14.
- Mansour N., Ramoun A., Lahnsteiner F. (2005). Quality of testicular semen of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and its relationship with fertilization and hatching success. *Aquaculture Research*; 36 (14): 1422-1428.
- Marian T., Krasznai Z., Balkay L., Emri M., Tron L. (1997). Role of extracellular and intracellular pH in carp sperm motility and modifications by hyperosmosis of regulation of Na⁺/H⁺ exchanger. *Cytometry*; 27: 374 e 82.
- Pamungkas W., Darmawan J., Khansani I. (2023). The effect of different diets on the quality of sperm in striped catfish. *AAFL Bioflux*, 16 (4): 2166-2173.
- Robinson N A., Schipp G., Bosmans J., Jerry D.R. (2010). Modelling selective breeding in protandrous, batch-reared Asian sea bass (*Lates calcarifer*, Bloch) using walkback selection. *Aquac. Res.* 41, 643–655.
- Rougeot C., Jacobs B., Kestemont P., Mélard C. (2004). Sex control and sex determinism study in Eurasian perch, *Perca fluviatilis*, by use of hormonally sex-reversed male breeders. *Aquaculture*; 211: 81–9.
- Rurangwa E., Kime D. E., Ollevier F., Nash J. P. (2004). The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, 234: 1-28.
- Salirrosas D., Leon J., Arqueros-Avalos M., Sanchez-Tuesta L., Rabanal F., Prieto Z. (2017). YY super males have better spermatid quality than XY males in red tilapia *Oreochromis niloticus*. *Scientia Agropecuaria* 8(4): 349 – 355.
- Samarin A M., Żarski D., Palińska-Żarska K., Krejszeff S., Blecha M., Kucharczyk D., Policar T. (2017). In vitro storage of unfertilized eggs of the Eurasian perch and its effect on egg viability rates and the occurrence of larval malformations. *Animal*, 11(1): 78-83.
- Sandoval-Vargas L, Risopatrón J., Dumorne K., Farias J., Figueroa E., Valdébenito I. (2021). Spermatology and sperm ultrastructure in farmed coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture* ; 547 : 1-44.
- Santi S., Sissao R., Sourabié A., Ky C M K., Komi H., Sanogo S. (2022). Caractérisation des performances zootechniques des souches sauvage (Sirba) et domestiquée (Bouaké) de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 17(1) : 117-129.
- Sissao R., D’Cotta H., Baroiller J F., Toguyéni A. (2019a). Mismatches between the genetic and phenotypic sex in the wild kou population of Nile

- tilapia *Oreochromis niloticus*. *PeerJ* 7: e7709.
- Sissao R., Anvo M P M., Toguyéni A. (2019b). Caractérisation des performances zootechniques de la population de tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) du lac de la vallée du Kou (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(6): 2603-2617
- Victor H., Zhao B, Mu Y., Dai X, Wen Z, Gao Y., Chu Z. 2019. Effects of Se-chitosan on the growth performance and intestinal health of the loach *Paramisgurnus dabryanus* (Sauvage). *Aquaculture*; 498: 263-270.
- Yeste M., Bonet S., Joan E., Gil R., Del Alamo N R. (2018). Review: Evaluation of sperm motility with CASA-Mot: which factors may influence our measurements? *Reproduction, Fertility and Development*; 30 (6) : 789-798.
- Zhang S., Cheng Y., Alavi S M H., Shazada M N., Linhartova Z., Rodinova V., Linhart O. (2023). Elevated temperature promotes spermatozoa motility kinetics and fertilizing ability following short-term storage: An implication for artificial reproduction of common carp *Cyprinus carpio* in a hatchery. *Aquaculture* ; 565 : 739126.

Placement profond du NPK : une solution durable pour assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations dans un contexte de crise sécuritaire.

SAWADOGO Achille^{1*}, OUEDRAOGO Jean², YE Lambiénou³, OUEDRAOGO Moctar²,
COULIBALY Dofinita², OUEDRAOGO Adama², SERME Idriss²

¹ Université de Fada N’Gourma ;

² Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique. Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles. Laboratoire Ressources Naturelles et Innovations Agricoles. 01 BP 476 Ouagadougou 01 Burkina Faso ;

³ Université Daniel Ouézzin Coulibaly

* Auteur de correspondance : Cel. : (+226 73163172) ; e-mail :
achillesawadogo75@gmail.com

Résumé

La sécurité alimentaire reste un défi crucial, face à une population mondiale croissante et des ressources naturelles limitées. Parmi les cultures fondamentales pour la sécurité alimentaire, le riz joue un rôle central. L’objectif de cette étude était d’évaluer l’effet des briquettes de NPK sur la production du riz et la rentabilité économique en riziculture de basfond. Pour ce faire, un dispositif expérimental complètement randomisé comprenant 03 répétitions a été installé en zone semi-aride du Burkina Faso. Cinq traitements, combinant les formes super granulées et perlées du NPK et de l’urée, ont fait l’objet d’évaluation. Le nombre de panicule/poquet, le rendement et la rentabilité économique ont été évalués. Les résultats ont montré que le traitement 150 kg. ha-1 NPK+ 2 super granules d’urée a augmenté le nombre de panicule de 44,14% par rapport à la pratique du producteur. Le meilleur rendement paddy (6,14 t.ha-1) a été enregistré avec le traitement 2 Super Granules de NPK de 1,8 g (SG-NPK) + 100 kg.ha-1 de perlurée soit une amélioration de 52,35% par rapport à la pratique du producteur. L’évaluation économique a également révélé que cette combinaison a enregistré un accroissement de la recette de 81,31% comparé à la pratique du producteur soit un bénéfice net de 692 125 FCFA. Le placement profond de NPK en combinaison avec l’urée perlée pourrait être adopté pour une amélioration de la production et des revenus des producteurs dans l’écologie rizicole de basfonds.

Mots clés : Sécurité alimentaire ; Placement profond d’engrais ; rentabilité économique ; Burkina Faso.

Abstract

NPK Deep placement: a sustainable solution to ensure the food and nutritional security of the population in a context of security crisis.

Food security remains a critical challenge, in the face of a growing world population and limited natural resources. Among the crops that are fundamental to food security, rice plays a central role. The objective of this study was to assess the effect of NPK briquettes on rice production and economic profitability in lowland rice cultivation. To do this, a completely randomized experimental set-up comprising 03 replicates was installed in the semi-arid zone of Burkina Faso. Five treatments, combining the super granulated and pearl forms of NPK and urea, were compared. Panicle count, yield and economic viability were assessed. The results showed that the treatment of 150 kg.ha⁻¹ NPK+ 2 super urea granules increased the panicle number by 44.14% compared to the producer's practice. The best yield of paddy (6.14 t.ha⁻¹) was recorded with the treatment of 2 Super Granules of NPK of 1.8 g (SG-NPK) + 100 kg.ha⁻¹ of pearl, i.e. an improvement of 52.35% compared to the producer's practice. The economic evaluation revealed that this combination recorded an increase in revenue of 81,31% compared to the producer's practice, i.e. a net profit of 692 125 FCFA. The NPK deep placement in combination with pearl urea could be adopted for an improvement in production and incomes of producers in lowland rice ecology.

Keywords: Food Security; fertilizer Deep placement; Economic; Burkina Faso.

1. Introduction

Troisième céréale produite dans le monde après le blé et le maïs, le riz est la première céréale la plus consommée en 2019 (FAO, 2021). Il constitue de nos jours la base de l'alimentation pour près de la moitié de la population mondiale et sa culture couvre globalement une superficie d'environ 160 millions d'hectares (Dixit *et al.*, 2016). En outre, cette spéculation revêt un double enjeu économique et social au regard de son rôle dans la lutte contre la pauvreté (Arouna *et al.*, 2017; Totin *et al.*, 2013). Parmi les principales céréales cultivées, le riz est la spéculation dont la consommation croît le plus rapidement (3,9%) (CTA, 2013) sur le continent africain. La situation est plus exacerbée en Afrique subsaharienne avec une croissance annuelle de la consommation de riz de 8 % entre 2009 et 2019 (Soullier *et al.*, 2020). Cette croissance est plus rapide que celle de la production

rizicole pendant la même période. Ainsi, Oort *et al.* (2015) ont estimé le rapport production / consommation entre 0,16 et 1,18 dans huit pays de l'Afrique subsaharienne en 2012. Au regard de cette situation, l'Afrique est contrainte d'importer 33% de la quantité totale de riz commercialisé sur le marché mondial malgré un potentiel immense de production (FAO, 2014). En effet, selon Nigatu *et al.* (2017), les importations de riz de l'Afrique subsaharienne pourraient atteindre 15,4 millions de tonnes d'ici 2026 si la tendance actuelle se maintenait. Par ailleurs, la pandémie de Covid-19 qui a entraîné la fermeture des frontières et la perturbation temporaire des échanges dans les principaux pays exportateurs de riz d'Asie ont induit une hausse des prix du riz sur le marché international (Sers et Mughal, 2020).

Au Burkina Faso, le riz occupe la quatrième place parmi les céréales eu égard à la

superficie emblavée, à la production et la consommation annuelle (MASA, 2013). Sa consommation ne fait que croître sous les effets conjugués de la croissance démographique, de l'urbanisation et des changements d'habitude alimentaire. Les mesures incitatives prises par les autorités nationales ont permis une augmentation de 30% de sa production nationale qui demeure néanmoins inférieure aux besoins de la population (MAAH, 2019). Pour combler le déficit, le pays a donc recours à l'importation, occasionnant ainsi des pertes de devises d'environ 45 milliards FCFA/an (Sié, 2020). Le Burkina Faso se retrouve ainsi au premier rang des pays importateurs de céréales en Afrique de l'Ouest (MAAH, 2019). Pour une souveraineté alimentaire, il est impératif que le pays développe des stratégies visant la réduction de ses importations. Cela passe inéluctablement par une augmentation considérable de la production locale en riz paddy. Parmi ces stratégies figurent l'aménagement et la mise en valeur des bas-fonds (Lavigne Delville et Robin, 2019; Serpantié *et al.*, 2019). Présentement, la riziculture de bas-fond occupe 67% des superficies rizicoles et fournit 42% de la production nationale (SNDR, 2021). La faible fertilité des sols couplée à une gestion inadéquate de la fertilité constituent des contraintes majeures à la production du riz de bas-fonds. La fertilisation organique et minérale surtout azotée est un facteur déterminant de la productivité du riz (Yaméogo *et al.*, 2013). Ainsi, l'accent devrait être mis dans l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation des nutriments apportés par ces engrais. De nombreuses stratégies ont été élaborées dans l'optique de rehausser l'efficacité de l'assimilation de l'azote uréique et des fertilisants, à travers la mise en place d'un timing adéquat, de taux ajustés et d'une disposition pertinente, tout en explorant des formulations

d'engrais altérées et le recours à des inhibiteurs de nitrification et d'uréase (Sarker *et al.*, 2015). Parmi celles-ci, le placement profond de l'engrais est l'une des méthodes d'application efficaces pour réduire la perte totale d'azote dans les eaux de crues et de minimiser les pertes par volatilisation et de ruissellement de surface (Liu *et al.*, 2020; Bandaogo *et al.*, 2015; Yaméogo, *et al.*, 2013). Associée au fertilisant ternaire NPK, cette technologie pourrait offrir la possibilité de gérer efficacement le phosphore et le potassium en sus de l'azote, renforçant ainsi la productivité dans le cadre de la riziculture de bas-fonds. D'où la nécessité de mener cette étude avec pour objectif d'évaluer l'effet du placement profond des briquettes de NPK sur la productivité du riz de bas-fonds en zone semi-aride du Burkina Faso.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans le village de Nassoulou, situé dans la commune rurale de Kindi, au Burkina Faso. Kindi se trouve dans la région du Centre-Ouest et couvre 282 km², soit 6,8% de la province du Boulkiemdé. Il est à 70 km de Ouagadougou par la Route nationale (RN 2) et à 45 km de Koudougou par la Route Départementale. Nassoulou est à 15 km de Kindi-Centre, avec des coordonnées géographiques de 2° 10' de longitude Ouest et 12° 19' de latitude Nord. Le climat est de type soudano-sahélien, caractérisé par une saison humide de 3 à 4 mois et une saison sèche de 8 à 9 mois. Les précipitations sont inégales et la moyenne annuelle des dix dernières années est de 712 mm/an, avec 54 jours de pluie par an. Pendant la campagne 2021-2022, il est tombé en moyenne 91,93 mm d'eau.

2.2. Matériel végétal

La variété de riz FKR 19 a été utilisée pour cette étude. C'est une variété à très bonne qualité du grain usiné, adaptée à la fois aux conditions pluviale, hydromorphe et inondée. Avec un cycle d'environ 120 jours et un rendement de 5-6 t / ha, FKR 19 a une bonne résistance à la verse et une tolérance aux maladies courantes telle que la pyriculariose.

2.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc Fisher randomisé avec 03 répétitions, cinq traitements : témoin sans engrais ; 150 kg.ha⁻¹ NPK + 100 kg.ha⁻¹ de perlurée (pratique du producteur) ; 150 kg.ha⁻¹ NPK + Urée Super Granulé de 1,8 g (USG) ; 2 Super Granules de NPK de 1,8 g (SG-NPK) ; 2 Super Granules de NPK de 1,8 g (SG-NPK) + 100 kg.ha⁻¹ de perlurée. L'unité expérimentale est une parcelle de 5 m x 4 m. Les parcelles sont séparées par des diguettes de délimitation pour éviter le passage des nutriments d'une parcelle à l'autre. Une allée de 1 m est laissée entre répétitions et 0,5 m entre traitements.

2.4. Mise en place de la pépinière et préparation du terrain

La pépinière a été mise en place sur une superficie de 5 m². La préparation du lit de semis a consisté en un labour profond suivi d'un émiettement des mottes et d'un planage. Le semis a été effectué manuellement. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué en pépinière. Les opérations de préparation du sol ont consisté à un labour profond à traction bovine. La préparation du lit des plantules a été effectuée à travers un hersage suivi d'un planage des parcelles. L'enfouissement de la fumure de fond des traitements concernés s'est fait le jour du repiquage à la dose de 150 kg.ha⁻¹. Les

plants utilisés pour le repiquage étaient âgés de 18 jours. Le repiquage a été réalisé suivant des écartements de 0,20 m entre les lignes et 0,20 m sur la ligne avec deux brins de riz. L'entretien de l'essai a consisté essentiellement au désherbage manuel et à l'apport de la fumure minérale. Les Super granules de NPK et d'urée ont été apportées en une seule fois au 9^e jour après repiquage (JAR). Les briquettes ont été placées à une profondeur de 7 à 10 cm entre quatre poquets à une dose de 225 kg.ha⁻¹ pour les briquettes de NPK et 113 kg.ha⁻¹ pour l'urée super granulée. L'urée perlée a été apportée à la volée 6 semaines après repiquage à la dose de 100 kg.ha⁻¹. Les sarclages ont été réalisés à la demande. Au cours de l'expérimentation, 02 sarclages ont été réalisés.

2.5. Paramètres étudiés ou évalués

Les différents paramètres de croissance, de composantes de rendement et de rendements évalués sont :

- **Nombre de talles par poquet** : c'est la moyenne des talles dénombrées au niveau de dix (10) poquets. Le nombre de talles a été déterminé par un comptage manuel du 30 JAR au 60 JAR à des intervalles de temps de 15 jours.
- **Nombre de panicules par poquet** : il correspond au nombre de talles fertiles. Ce comptage a été fait à la maturité complète avant la récolte et concerne uniquement les panicules pourvues de grains. C'est la moyenne des panicules dénombrées au niveau de dix (10) poquets.
- **Longueur des panicules** : cette mesure a été faite à la maturité, elle a été faite à partir de la base de la panicule jusqu'à son extrémité à l'aide d'une règle graduée. C'est la moyenne de la

longueur de dix (10) panicules, pris aléatoirement.

- **Nombre de grains par panicule** : il a été déterminé par comptage manuel. Il s'agit de la moyenne du nombre de grains des dix (10) panicules dont la longueur a été déterminée.
- **Poids paille et poids paddy** : pour l'évaluation des rendements, deux parcelles utiles de 1 m² ont été identifiées aléatoirement dans chaque parcelle élémentaire, soit une superficie de récolte de 2 m². Les tiges ont été fauchées manuellement au ras du sol, séchées. Les poids ont été déterminés après séchage des récoltes au taux d'humidité de 14%. Le poids paille représente la pesée de la biomasse dépourvue de panicule et le poids grains, celui des grains issus du battage des récoltes. Ils ont été déterminés à l'aide d'une balance de précision 0,01. Les rendements grain et paille ont été obtenus en extrapolant à l'hectare les masses obtenues par les formules ci-dessous.

2.6. Évaluation économique

Pour l'estimation économique, 02 étapes ont été suivies : l'élaboration du budget partiel et l'analyse de la dominance suivant

les formules de Crawford et Kamuanga (1987).

2.6.1. Budgétisation partielle

Un budget partiel de culture pour les différents traitements a été élaboré. La valeur de la production est égale au rendement de paddy exprimé en kg. ha⁻¹ multiplié par le prix du kg de paddy. Le prix du kg paddy considéré, 175 FCFA, est celui du marché local de Nandiala, qui est le marché où les producteurs écoulent leurs produits. Les charges variables résultent de la sommation des coûts des intrants et des coûts opérationnels estimés en coûts d'opportunités. Par ailleurs, l'utilisation de la main-d'œuvre a consisté à la mise en place des casiers, au repiquage, à l'épandage des engrais perlés, à l'enfouissement des super granules, au sarclage et à la récolte. Le labour est fixé dans la zone à 15 000 FCFA.ha⁻¹. La semence a été évaluée à 44 000 FCFA pour 40 kg. ha⁻¹. Les coûts des fertilisants ont été alignés, sur les prix courants des engrais achetés pour l'expérimentation (tableau I). Un bénéfice net correspondant au gain additionnel est calculé à partir du budget partiel à travers la formule suivante :

Bénéfice net (BN) = valeur de la production - charges variables.

Tableau 1 : Récapitulatif des coûts des intrants

Fertilisants	Prix sur le marché 50 kg (FCFA)
Urée perlée 46% N	30750
NPK 16-26-12 perlé	22000
SG-NPK 16-26-12	23000
USG 46% N	31750

SG-NPK : Super Granule de NPK ; USG : Urée Super Granulée

2.6.2. Analyse de dominance

Elle a pour objectif de mesurer les performances d'une technologie ou plan de

fumure à travers l'ampleur de son bénéfice net, compte tenu de son coût total de réalisation. Une technologie est considérée

comme dominée s'il est possible de trouver une autre qui coûte moins cher tout en rapportant un bénéfice net plus élevé. Elle est dite donc "non dominée" quand il n'existe pas d'autre option offrant un bénéfice net supérieur pour des charges inférieures ou égales.

2.7. Traitement et analyse des données

Une analyse de variance a été exécutée, avec les données collectées, en appliquant un seuil de signification de 5%, en utilisant le logiciel statistique GenStat 12e Édition. Lorsque des différences significatives étaient observées, le test de Student Newman-Keuls a été employé pour la comparaison des moyennes.

3. Résultats

3.1. Effet des types de fertilisation sur le nombre de talles par poquet du riz

La figure 1 présente les résultats sur l'évolution du nombre moyen de talles par poquet en fonction des traitements. Au 30

JAR, l'analyse des résultats révèle que la pratique du producteur détient le plus grand nombre moyen de talles (17 talles). Au 45 JAR, les combinaisons 2 SG-NPK + perlurée et 150 kg NPK +100 kg de perlurée ont enregistré les plus grands nombres moyens de talles par poquet (en moyenne 18 talles/poquet). Par contre, au 60 JAR, les plus grands nombres moyens de talles sont enregistrés par les combinaisons 2 SG-NPK + perlurée (19 talles/poquets) et les 2 SG-NPK (18,33 talles/poquet). Ces traitements ont entraîné respectivement, à cette date de mesure, un bon développement de cette composante de rendement de 38% et 34,1% comparativement au témoin et de 6% et 2% par rapport au traitement 150 kg NPK +100 kg de perlurée.

L'analyse de la variance du nombre moyen de talles par poquet a également révélé des différences significatives à toutes les dates de suivi ($P < 0,05$). Du 45 JAR au 60 JAR, la séparation des moyennes a permis d'obtenir deux classes : d'une part, les traitements 2 SG-NPK ; 2 SG-NPK + PU et 150 kg NPK + 100 kg d'urée ; d'autre part, les traitements 150 kg NPK + USG et le témoin.

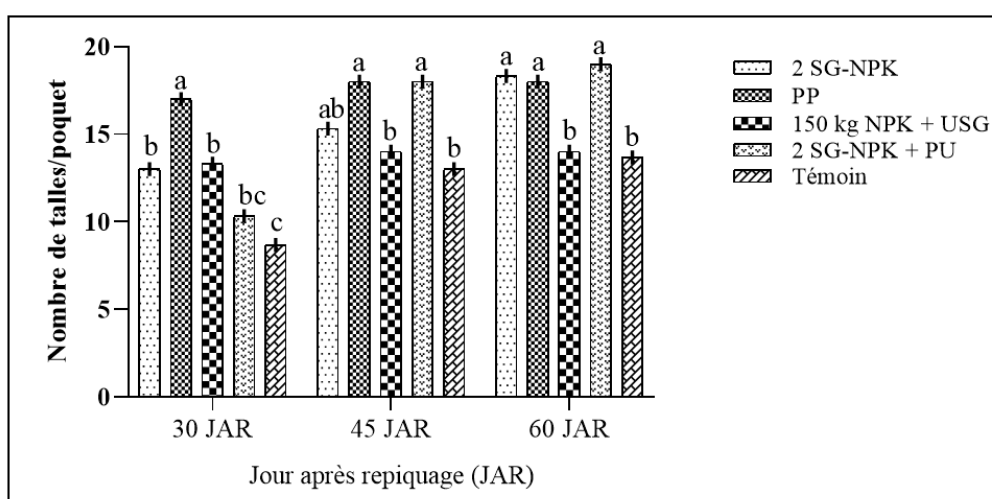


Figure 1 : Effet des types de fertilisation sur le nombre de talles par poquet du riz.

Légende : SG-NPK : Super granule de NPK ; PP : Pratique du producteur ; USG : Urée Super Granulée ; ; PU : urée perlée ; JAR : Jour Après Repiquage

3.2. Effet des types de fertilisation sur la longueur des panicules, le nombre de grains par panicule et le nombre de panicule par poquet

Le tableau II présente les résultats de l'analyse de l'effet des traitements sur la longueur des panicules, le nombre de panicule par poquet et le nombre de grains par panicule. Les résultats ont montré que les plus longues panicules ont été obtenues avec la combinaison 150 kg NPK + USG (21,40 cm) tandis que les plus faibles longueurs de panicules ont été enregistrées avec le témoin (17,63 cm). L'analyse statistique a révélé un effet hautement significatif des différents types de fertilisation sur la longueur des panicules ($P = 0,002$). Toutefois, excepté le témoin, toutes les parcelles fertilisées sont statistiquement identiques.

Quant au nombre de panicules par poquet ($P = 0,001$), les valeurs les plus élevées ont été observées au niveau de la combinaison NPK + USG avec 11,33 panicules par poquet. Toutefois, ce traitement est statistiquement similaire aux traitements

T4 et T5. Les plus faibles nombres de panicules par poquet ont été observés sur les traitements T1 (6,533 panicules par poquet) et T2 (7,867 panicules par poquet) qui ne diffèrent pas significativement entre eux.

Les résultats de l'analyse statistique ont révélé un effet très hautement significatif des différents types d'engrais sur le nombre de grains par panicule ($P < 0,001$). Les plus grands nombres de grains ont été enregistrés par les traitements 150 kg NPK+USG (140 grains), 2 SG-NPK (139,7 grains) et 2 SG-NPK + PU (136 grains). Ces traitements sont statistiquement similaires, mais ils diffèrent de la pratique du producteur et du témoin. Ils ont accru respectivement le nombre de grain par panicule du riz de 72,83%, 72,47% et 68% comparativement au témoin sans fertilisation et de 22,5% ; 22,22% et 19% par rapport à la pratique du producteur. Le plus faible nombre de grains par panicule a été observé avec le témoin (81 grains). Il diffère statistiquement des autres traitements.

Tableau 2 : Effet des types de fertilisation minérale sur la longueur des panicules, le nombre de grains par panicule et le nombre de panicule par poquet et le nombre de panicule par poquet

Traitement	Longueur panicule	de Nombre de panicule/ poquet	Nombre de grain/ panicule
2 SG-NPK	19,90±0,458 ^a	9,867±2,082 ^a	139,7±20,43 ^a
PP	20,50±0,360 ^a	7,867±1,528 ^b	114,3±11,02 ^b
150 kg NPK + USG	21,40±0,624 ^a	11,33±1,528 ^a	140±9,64 ^a
2 SG-NPK + PU	20,17±1,00 ^a	10,53±1,23 ^a	136±5,57 ^a
Témoin	17,63±1097 ^b	6,53±1,155 ^b	81±18,25 ^c
CV (%)	2	3,5	9,6
Probabilité	0,002	0,001	<0,001
Significativité	HS	HS	HS

Les valeurs affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité. SG-NPK : Super granule de NPK ; PP : Pratique du producteur ; USG : Urée Super Granulée ; PU : urée perlée ; HS

: Hautement Significatif ; NS : Non significatif ; CV : coefficient de variation.

3.3. Effet de types de fertilisation minérale sur le rendement du riz

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau III) ont révélé un effet hautement significatif des traitements sur le rendement paddy et le rendement paille ($P < 0,001$). Le meilleur rendement paddy a été obtenu avec la combinaison 2 SG-NPK + PU avec $6,14 \text{ t.ha}^{-1}$. Ce traitement diffère significativement des autres traitements. Cette combinaison a permis d'augmenter le rendement paddy de 53,35% comparé à la pratique du producteur. Le plus faible rendement paddy a été observé avec le

témoin ($3,13 \text{ t. ha}^{-1}$), qui diffère significativement des autres traitements. Quant au rendement paille, le meilleur traitement demeure la combinaison 2 SG-NPK + PU avec $4,33 \text{ t.ha}^{-1}$. Une différence significative est par ailleurs observée entre cette combinaison et les autres traitements. Elle a permis une amélioration du rendement paille de 64,40% par rapport au témoin, 11,31% par rapport à la pratique du producteur et de 10,60% comparé à la combinaison 150 kg NPK +USG. Le plus faible rendement paille est enregistré par le témoin ($2,65 \text{ t.ha}^{-1}$).

Tableau 3 : Effet des types de fertilisation minérale sur le rendement du riz

Traitement	Rendement paddy (t.ha^{-1})	Rendement paille (t.ha^{-1})
2 SG-NPK	$3,68 \pm 0,180^c$	$3,55 \pm 0,390^b$
PP	$4,03 \pm 0,500^b$	$3,89 \pm 0,112^b$
150 kg NPK + USG	$4,54 \pm 0,078^b$	$3,92 \pm 0,142^b$
2 SG-NPK + PU	$6,14 \pm 0,137^a$	$4,33 \pm 0,137^a$
Témoin	$3,13 \pm 0,426^d$	$2,65 \pm 0,427^c$
CV (%)	4,9	6
Probabilité	<0,001	<0,001
Significativité	HS	HS

Les valeurs affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité. SG-NPK : Super granule de NPK ; PP : Pratique du producteur ; USG : Urée Super Granulée ; ; PU : urée perlée ; HS : Hautement Significatif ; CV : coefficient de variation.

ce tableau montre que les combinaisons 2 SG-NPK + PU et 150 kg NPK + USG ont donné respectivement des bénéfices nets de 692 125FCFA/ ha et 443 362.5 FCFA/ha pour des intrants prix sur le marché. Ces bénéfices sont largement supérieurs à celui de la technique d'épandage de l'engrais à la volée dont le bénéfice net est de 381 575 CFA / ha.

3.4. Performance économique des traitements

3.4.1. Budgétisation partielle des traitements

Le budget partiel des différents traitements est consigné dans le tableau IV. L'examen de

Tableau 4 : Synthèse du budget partiel

Libellé	2 SG-NPK	150 Kg NPK	2 SG-NPK +	PP
		+ USG	PU	
a-Sous total couts des intrants (FCFA)	154 900	189 188	218 200	179 700
b-Sous total couts des opérations (FCFA)	159 000	160 750	164 000	144 500
c-Coût variable de production(FCFA)	313 900	349 938	382 200	324 200
d-Rendement (kg.ha ⁻¹)	3 683	4 540	6 139	4 033
e-Valeur de la production (FCFA)	644 525	794 500	1074325	705 775
f-Bénéfice net (FCFA)	330 625	444 562	692 125	381 575

$$c=a+b ; e=d*175FCFA \text{ (prix du kg de riz)} ; f= e-c$$

Légende : SG-NPK : Super granule de NPK ; PP : Pratique du producteur ; USG : Urée Super Granulée ; PU : urée perlée

3.4.2. Analyse de la dominance

Le tableau V présente les résultats sur les charges variables, le bénéfice net et le statut des traitements. L'analyse de ces résultats montre que les traitements 2 SG-NPK + PU et 150 kg NPK + USG ont enregistré des bénéfices plus élevés

comparés à la pratique du producteur. Au regard des charges de production, ces traitements sont dits « supérieur ». Le traitement 2 SG-NPK est le moins rentable que la pratique du producteur avec également des charges variables faibles.

Tableau 5 : Analyse de la dominance

Traitement	CV (FCFA)	BN (FCFA)	Statut du traitement
PP	324 200	381 575,00	
2 SG-NPK	313 900	330 625,00	Inferieur
150 kg NPK + USG	349 938	444 562	Supérieur
2 SG-NPK + PU	382 200	692 125	Supérieur

CV : couts variables ; BN : bénéfice net ; SG-NPK : Super granule de NPK ; PP : Pratique du producteur ; USG : Urée Super Granulée ; PU : urée perlée.

4. Discussion des résultats

4.1. Influence de l'application de types de fertilisation minérale sur les paramètres de rendement et les rendements paddy et paille du riz

Les combinaisons d'engrais 2 SG-NPK + 100 kg de perlurée, 150 kg NPK + USG ainsi que 2 SG- NPK ont induit des nombres de talles significativement plus élevés comparativement au témoin et à la pratique du producteur. Les capacités agronomiques des USG en placement

profond sont déjà bien documentées (Yaméogo et al., 2013; Bandaogo et al., 2015; D'Onofrio et al., 2018; Dhakal et al., 2020; Faye et al., 2020;). Les résultats obtenus par les briquettes multinutriments pourraient s'expliquer par une mise à disposition immédiate des éléments nutritifs à proximité des plantes et qui interviennent dans leur croissance, tels que l'azote et le phosphore assimilable. Ces briquettes placées en profondeur peuvent rester plus longtemps dans la zone racinaire et assurer un apport continu des nutriments (Sarker et al., 2015). Ce qui, par

ailleurs, favoriserait cette interaction positive entre l'azote, le phosphore et le potassium pour la croissance en hauteur et la capacité de tallage des plants du riz (Nieves-cordones et al., 2020; Tsujimoto et al., 2021). Des résultats similaires ont été obtenus par Sarker et al. (2015) lorsqu'ils évaluaient l'effet des SG-NPK pour la maximisation du rendement du riz sur 03 saisons au Bangladesh. Aussi, nos résultats sont-ils semblables à ceux obtenus par Debnath et al. (2014) ; Sharna et al. (2021) et Syfullah et al. (2021) qui ont également rapporté l'effet significatif des SG-NPK sur les paramètres de croissance et de développement du riz par rapport à la pratique du producteur dans leurs études.

Il ressort également des résultats de la présente étude que l'application des engrais super granulés a beaucoup plus induit une augmentation des rendements paddy et paille comparativement à l'application des engrais perlés. Des résultats similaires ont été obtenus par Huda et al. (2016) et Afroz et al. (2014) qui ont observé une augmentation du rendement paddy due à l'application des USG et SG-NPK. Aussi, nos résultats corroborent ceux obtenus par Hasan et al. (2016) et Islam et al. (2011) qui ont par ailleurs enregistré respectivement une augmentation du rendement paddy de 104,57% ; 100,85% et 87,58% ; 97,03% par rapport au témoin par les briquettes de NPK et d'urée. L'amélioration du rendement paille a également été évoquée par Hasan et al. (2016) qui ont enregistré des taux d'augmentation de 101,25% et de 92,25% avec les supergranules d'urée et de NPK par rapport au témoin.

L'application des 2 SG-NPK+ PU a enregistré une supériorité de 53,35% en termes de rendement paddy et de 11,31% en rendement paille par rapport à la pratique du producteur. L'accroissement des rendements observé s'explique par

l'amélioration du statut nutritionnel du sol par la technologie de placement profond de briquettes multinutriments qui se traduit par une amélioration du nombre de grains/panicule comme témoignent nos résultats. Aliou et al. (2014) et Debnath et al. (2014) ont démontré les fonctions physiologiques du P et N dans l'amélioration du nombre de grains lorsque la technologie du placement profond des briquettes multinutriments est utilisée. Ces résultats pourraient être également justifiés par une synchronisation dans l'espace et dans le temps de la disponibilité des nutriments dans la zone racinaire grâce au placement profond des briquettes multinutriments (Lu et al., 2018). L'application d'engrais NPK dans des proportions appropriées et au bon moment a un impact significatif sur le rendement (Salim et Raza, 2019). Aussi, l'amélioration de ces rendements s'explique par une augmentation de l'efficacité d'utilisation du P et du N grâce aux briquettes de NPK. En effet, nos résultats ont révélé un impact significatif des briquettes sur l'efficience d'utilisation interne et physiologique des nutriments. Saito et al. (2015), Akassimadou et al. (2017) et Lu et al. (2020) ont par ailleurs démontré que des apports suffisants de P et K jouent un rôle important dans l'assimilation de N par le riz, et pourraient s'expliquer par la synergie d'action qui existe entre ces différents éléments. Salim et Raza, (2019) rapportent que l'application équilibrée de NPK est positivement corrélée avec le rendement en grain. Aussi, cette augmentation peut être attribuée à une diminution des pertes des éléments nutritifs par lixiviation et par les eaux de ruissellement grâce à une diffusion lente des nutriments. Korucu et al. (2018) ont estimé les pertes en K dans les conditions d'apport à la volée d'environ 12 kg.ha⁻¹ alors que ce macroélément contribue à près de 10% du poids sec total de la plante (Salim et Raza, 2019). Ces

résultats sont similaires aux observations faites par Debnath et al. (2014) qui ont également enregistré une amélioration de rendement paddy et paille de 4,10% et 2,6% par rapport à l'USG. Hasan et al. (2016) ont également enregistré une supériorité du rendement paddy des SG-NPK sur l'USG.

4.2. Performance économique des différents types de fertilisation minérale

L'évaluation économique a montré que les combinaisons 150 kg NPK + USG et 2 SG-NPK + PU ont enregistré des bénéfices nets plus importants que la technique de fertilisation avec l'engrais perlé. Ces résultats confirment ceux obtenus par Dhakal et al. (2020) ; Faye et al. (2020) et Miah et al. (2016) qui ont conclu que le placement profond d'engrais donne des bénéfices nets plus importants que la pratique habituelle d'épandage à la volée. L'analyse de la dominance a également confirmé cette supériorité des engrais super granulés sur l'engrais perlé. Au regard des charges variables de production, ces résultats pourraient s'expliquer par le niveau de rendement plus élevé induit par la technologie de placement profond. Des résultats « dominants » ont été trouvés par Faye et al. (2020) qui estiment que le surplus de coûts occasionnés par les opérations culturales est compensé par les

niveaux des rendements, corrélativement aux valeurs de la production.

5. Conclusion

La riziculture constitue un domaine stratégique du Burkina Faso pour l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire et nutritionnelle. Elle occupe de plus en plus une grande partie des producteurs agricoles. Cependant, diverses contraintes, notamment la pauvreté des sols, la cherté des intrants corrélée à leur mauvaise gestion limitent cette filière, notamment son maillon production. La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'effet du placement profond des briquettes de NPK sur la productivité du riz de basfonds en zone semi-aride du Burkina Faso. Il ressort des résultats obtenus que les traitements 150 Kg NPK + USG ; 2 SG-NPK, 2 SG-NPK + PU permettent une amélioration des paramètres de croissance et de développement du riz par rapport à la pratique du producteur dans l'écologie rizicole de bas-fonds. La combinaison 2 SG-NPK + PU a permis une augmentation du rendement paddy et paille de 53,35% et 11,33%, respectivement, par rapport à la pratique du producteur. L'évaluation de la performance économique des traitements montre aussi que la combinaison 2 SG-NPK + PU est la plus rentable et peut être recommandée pour une adoption par le producteur.

6. Bibliographie

Afroz, H., Islam, M. R., & Islam, M. R. (2014). Floodwater Nitrogen , Rice Yield and N Use Efficiency as Influenced by Deep Placement of Nitrogenous Fertilizers. *J. Environ. Sci. & Natural Resources*, 7(1), 207–213.

Akassimadou, F. E., Hien, M. P., Bouadou Oj, F. B., Bolou Bi, E. B., Bongoua, J. A., Ettien, J.-B. D., & Yao-kouame, A. (2017). Efficiences Des Nutriments P Et K En Riziculture Irriguée Dans Un Bas-Fond Secondaire En Zone De Savane Guinéenne De La Côte d'Ivoire.

- European Scientific Journal, ESJ*, 13(36), 432–453.
<https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n36p432>
- Aliou, S., Denis, G. K., Ibouraïman, B., Romain, H. S., & Valentin, K. M. (2014). Effet de l'urée et du NPK 15-15-15 perlés et super granulés sur la productivité des variétés de riz IR841 et NERICA-L14 en zone de bas-fond au Sud-Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 77(1), 6575–6589. <https://doi.org/10.4314/jab.v77i1.13>
- Arouna, A., Lokossou, J. C., Wopereis, M. C. S., Bruce-Oliver, S., & Roy-Macauley, H. (2017). Contribution of improved rice varieties to poverty reduction and food security in sub-Saharan Africa. *Global Food Security*, 14(August 2016), 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.03.001>
- Bandaogo, A., Bidjokazo, F., Youl, S., Safo, E., Abaidoo, R., & Andrews, O. (2015). Effect of fertilizer deep placement with urea supergranule on nitrogen use efficiency of irrigated rice in Sourou Valley (Burkina Faso). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 102(1), 79–89. <https://doi.org/10.1007/s10705-014-9653-6>
- Crawford, E., & Kamuanga, M. (1987). *L'Analyse Economique des Essais Agronomiques Pour la Formulation des Recommandations aux Paysans* (1987. Michigan State University & Michigan (eds.); Issue 6, p. 43). Department of Agricultural Economics, Michigan State University, East Lansing, Michigan 1188211-1039 U.S.A.
- CTA. (2013). *Secteur du riz. Car postal 3806700, AJ Wageningen, Pays Bas* (p. 12).
- Debnath, M., Islam, T., Emi, E. J., Hasna, S., Md, H.-O.-R., & Samanta, S. C. (2014). An Effect of Fertilizer Management Practices on the Yield of T. Aman Rice under Tidal Ecosystem. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 1(4), 74–79. <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20130104.15>
- Dhakal, K., Baral, B., Pokhrel, K. R., Pandit, N. R., Thapa, S. B., Gaihre, Y. K., & Vista, S. P. (2020). Deep placement of briquette urea increases agronomic and economic efficiency of maize in sandy loam soil. *Agrivita*, 42(3), 499–508. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v42i3.2766>
- Dixit, S., Kumar, A., & Woldring, H. (2016). *Water scarcity in rice cultivation: current scenario, possible solutions, and likely impact*. 3–26.
- FAO. (2014). *Analyse des incitations par les prix pour le riz au Burkina Faso. Série de notes techniques*, (A. Bazié, Y. G., Guissou, S. R., Ilboudo, W. F. A., Mas Aparisi (ed.)). SAPAA; Rome. 62p. www.fao.org/in-action/mafap
- FAO. (2021). World Food and Agriculture - Statistical Yearbook. In FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4477en>
- Faye, B., Sow, S., Fall, M. D., & Wade, B. (2020). Les Performances Agro-Economiques De L'urée Super Granulé : Cas Du Riz Au Sénégal. *European Scientific Journal, ESJ*, 16(13), 364–364. <https://doi.org/10.19044/ESJ.2020.V16N13P364>
- Hasan, S. L., Islam, M. R., Sumon, M. H., & Huda, A. (2016). Deep placement of N fertilizers influences N use efficiency and yield of BRRI dhan29 under flooded condition. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 2(2), 279–284. <https://doi.org/10.3329/ajmbr.v2i2.29072>

- Huda, A., Kanta, Y., Islam, G. M. R., & Singh, U. (2016). Floodwater ammonium, nitrogen use efficiency and rice yields with fertilizer deep placement and alternate wetting and drying under triple rice cropping systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10705-015-9758-6>
- Islam, M. S., Rahman, F., & Hossain, A. (2011). Effects of NPK Briquette on Rice (*Oryza sativa*) in Tidal Flooded Ecosystem. *The Agriculturists*, 9(1–2), 37–43. <https://doi.org/10.3329/agric.v9i1-2.9477>
- Korucu, T., Shipitalo, M. J., & Kaspar, T. C. (2018). Soil & Tillage Research Rye cover crop increases earthworm populations and reduces losses of broadcast , fall-applied , fertilizers in surface runoff. *Soil & Tillage Research*, 180(February), 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.03.004>
- Lavigne Delville, P., & Robin, J. (2019). Aménagement de bas-fonds, politique de l'aménageur et recompositions foncières. Le cas de Lofing au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures*, 28(18), 1–8. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019018>
- Liu, T. Q., Li, S. H., Guo, L. G., Cao, C. G., Li, C. F., Zhai, Z. B., Zhou, J. Y., Mei, Y. M., & Ke, H. J. (2020). Advantages of nitrogen fertilizer deep placement in greenhouse gas emissions and net ecosystem economic benefits from no-tillage paddy fields. *Journal of Cleaner Production*, 263, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121322>
- Lu, D., Jiang, S., Chen, X., Wang, H., & Zhou, J. (2018). Wheat Growth as Affected by Combinations of Phosphate Dose and Patch Size. *Agronomy Journal*, 110(2), 1–8. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0267>
- Lu, D., Song, H., Chen, X., Wang, H., & Zhou, J. (2020). Manipulation of Localised Nutrient Placement to Enhance Synergistic Effects of Nitrogen and Phosphorus for Rice. *This Is a Preprint; It Has Not Been Peer Reviewed by a Journal.*, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-107471/v1> License:
- MAAH. (2019). *Annuaire des Statistiques Agricoles 2019*. (Vol. 15). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i4.22>
- MASA. (2013). *Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2013/2014*.
- Miah, M. A. M., Gaihre, Y. K., Hunter, G., Singh, U., & Hossain, S. A. (2016). Fertilizer deep placement increases rice production: Evidence from farmers' fields in southern Bangladesh. *Agronomy Journal*, 108(2), 805–812. <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0170>
- Nieves-cordones, M., Rubio, F., & Santamaría, G. E. (2020). Editorial : Nutrient Use-Efficiency in Plants : An Integrative Approach. *Frontiers in Plant Science*, 11(December), 10–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.623976>
- Nigatu, G., Hansen, J., Childs, N., Seeley, R., & Waves, A. (2017). L'Afrique subsaharienne devrait être le leader des importations mondiales de riz. *Economic Research Service, USDA Long-term Projections*, 1–124.
- Oort, P. A. J. Van, Vries, M. E. De, Yoshida, H., & Saito, K. (2015). Improved Climate Risk Simulations for Rice in Arid

- Environments. *PLoS ONE*, *10*(3), 1–27. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118114>
- Saito, K., Vandamme, E., Segda, Z., Fofana, M., & Ahouanton, K. (2015). A Screening Protocol for Vegetative-stage Tolerance to Phosphorus Deficiency in Upland Rice. *Crop Science Society of America*, *55*(June), 1223–1229. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.07.0521>
- Salim, N., & Raza, A. (2019). Nutrient use efficiency (NUE) for sustainable wheat production : a review. *Journal of Plant Nutrition*, *0*(0), 1–19. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1676907>
- Sarker, B. S., Ali, M. G., Mridha, M. A. J., & Miah, M. A. M. (2015). Effect of deep placement of NPK briquette for rice yield maximization during Boro, T Aus and T Aman seasons at different locations in Bangladesh. *Proceedings of the 17th ASA Conference, 20 – 24 September 2015, September*, 15–18.
- Serpantié, G., Dorée, A., Fusillier, J.-L., Moity-Maizi, P., Lidon, B., Douanio, M., Sawadogo, A., Bossa, A. Y., & Hounkpè, J. (2019). Nouveaux risques dans les bas-fonds des terroirs soudaniens. Une étude de cas au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures*, *28*(19), 1–10. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019020>
- Sers, C. F., & Mughal, M. (2020). Covid-19 outbreak and the need for rice self-sufficiency in West Africa. *World Development*, *135*(105071), 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105071>
- Sharna, S. B. Z., Islam, S., Huda, A., Jahiruddin, M., & Islam, M. R. (2021). Effects of Prilled Urea , Urea Briquettes and NPK Briquettes on the Growth , Yield and Nitrogen use Efficiency of BRRI Dhan48. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *7*(3), 19–27. <https://doi.org/10.9734/AJSSPN/2021/v7i330114>
- Sié, K. (2020). Caractéristiquesagromorphologiques et productivités de treize (13) variétés de riz en zone soudano-sahélienne : cas de la vallée du Sourou au Burkina Faso. Centre agricole polyvalent de Matourkou. P?
- SNDR. (2021). Deuxième génération de la stratégie nationale de développement de la riziculture (2021-2030).
- Soullier, G., Demont, M., Arouna, A., Lançon, F., & Mendez, P. (2020). The state of rice value chain upgrading in West Africa. *Global Food Security*, *25*(April 2019), 100–365. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100365>
- Syfullah, M. M. A. M., Pau, A. K., Zonayet, M., Khalid, S., & Aktar, A. (2021). Comparative study of usg and npk briquette on the performance of jhum rice. *Inwascon*, *3*(i TECH MAG), 59–64. <https://doi.org/http://doi.org/10.26480/itechmag.03.2021.59.64> ISSN:
- Totin, E., Stroosnijder, L., & Agbossou, E. (2013). Mulching upland rice for efficient water management: A collaborative approach in Benin. *Agricultural Water Management*, *125*, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.04.012>
- Tsujimoto, Y., Tanaka, A., & Rakotoson, T. (2021). Sequential micro-dose fertilization strategies for rice production: Improved fertilizer use efficiencies and yields on P-deficient lowlands in the tropical highlands. *European Journal of Agronomy*,

131(126381), 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126381>

Yaméogo, P. L., Segda, Z., Dakouo, D., & Sedogo, M. (2013). Placement profond de l'urée (PPU) et amélioration de l'

efficacité d'utilisation de l'azote en riziculture irriguée dans le périmètre rizicole de Karfiguela au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 7, 70, 5523–5530.
<https://doi.org/10.4314/jab.v70i1.98749>

Effets de quatre méthodes de séchage sur la concentration en aflatoxine des arachides au Sénégal

Ginhobou Cherif ZIGANI¹, Ghislain KANFANY¹, François DIOUF¹, Lamine DIOP¹

¹ UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Saint-Louis, Sénégal.

Résumé

L'arachide est une culture qui occupe une place stratégique dans de nombreux pays à travers le monde. Sa valeur économique et sa contribution essentielle à la satisfaction des besoins protéiques des ménages défavorisés en font un élément clé de l'agriculture. Cependant, sa consommation n'est pas sans risque. En effet, elle est souvent contaminée par des aflatoxines, des toxines produites par des champignons du genre *Aspergillus* qui peuvent être à l'origine de nombreuses maladies. La contamination des arachides par l'aflatoxine peut se produire avant récolte en cas de pratiques culturales inadéquates ou d'utilisation de variétés sensibles et après récolte lors du séchage et/ou du stockage. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet de la technique de séchage sur la teneur en aflatoxine chez l'arachide. L'étude a été conduite à la ferme agricole de l'Université Gaston Berger de Saint Louis en utilisant un dispositif en bloc complet randomisé avec un facteur : la technique de séchage composée de quatre modalités : T0= séchage en petits tas (pratique paysanne) ; T1= séchage gousses en l'air au sol ; T2= Séchage gousses en l'air sur bâti surélevé ; T3 =séchage en andain). Les aflatoxines ont été extraites, purifiées par colonne d'immunoaffinité et quantifiées par spectrofluorimétrie. Les résultats de l'analyse de variance ont montré une différence significative uniquement pour la teneur en eau des gousses après séchage. Néanmoins, la technique de séchage gousses en l'air sur bâti surélevé a donné la teneur en aflatoxine la plus faible avec une valeur moyenne de 2,73 ppb tandis que la pratique paysanne a donné la teneur la plus élevée avec une moyenne de 37 ppb. Tester ces techniques de séchage en milieu paysan en réévaluant leur efficacité sur la réduction des teneurs en aflatoxine sur différentes variétés, le coût et le temps de leur mise en œuvre permettrait de proposer la méthode la plus efficace et accessible aux producteurs.

Mots clés : Arachides - aflatoxines - techniques de séchage.

Abstract

Peanuts are a strategic crop in many countries around the world. Its economic value and essential contribution to meeting the protein needs of disadvantaged households make it a key component of agriculture. However, its consumption is not without risk. Indeed, it is often contaminated by aflatoxins, toxins produced by fungi of the *Aspergillus* genus, which can be the cause of many diseases. Aflatoxin contamination in peanuts can occur before harvest due to inadequate farming practices or the use of sensitive varieties, and after harvest during drying and/or storage. This study aims to assess the effect of the drying technique on aflatoxin

levels in peanuts. The study was conducted at the agricultural farm of Gaston Berger University in Saint Louis using a randomized complete block design with one factor: the drying technique consisting of four methods: T0 = drying in small heaps (traditional practice); T1 = drying pods in the air on the ground; T2 = drying pods in the air on an elevated structure; T3 = drying in windrows. Aflatoxins were extracted, purified by immunoaffinity column, and quantified by spectrofluorimetry. The results of the variance analysis showed a significant difference only in the moisture content of the pods after drying. Nevertheless, the drying technique of pods in the air on an elevated structure resulted in the lowest aflatoxin content, with an average value of 2.73 ppb, while the traditional practice yielded the highest content with an average of 37 ppb. Testing these drying techniques in rural settings and re-evaluating their effectiveness in reducing aflatoxin levels on different varieties, as well as their cost and implementation time, would help propose the most effective and accessible method to farmers.

Keywords: Peanuts - aflatoxins - drying methods.

1. Introduction

L'arachide, *Arachis hypogaea* L., 1753, est une denrée produite par 120 pays dans le monde sur une superficie de plus de 30 millions d'hectares pour une production d'environ 52 millions de tonnes (FAOSTAT, 2024).

Au Sénégal, l'arachide représente 2/3 de la superficie des cultures de rentes et sa production est estimée à 1,5 millions de tonnes (DAPSA, 2023). Le secteur génère environ 660 millions de dollars (FAOSTAT, 2024) et emploie 63% de la population agricole Sénégalaise constituant ainsi, une importante source de revenu pour ces populations (BM, 2018). Outre cela, l'arachide est une excellente source de protéine (15,5 g / 100 g) accessible aux populations (USDA, 2014).

Malgré cette importance, le secteur arachidier au Sénégal est confronté à de nombreux problèmes qui le gangrènent. Il s'agit de la dégradation de plus en plus accrue des sols et du capital semencier, de la baisse des précipitations et des pauses pluviométriques, de l'obsolescence du matériel agricole, de la présence des aflatoxines... (Noba et al., 2014).

L'aflatoxine est une mycotoxine sécrétée par un champignon du genre *aspergillus* et

sa présence dans l'arachide pose de nombreux problèmes économiques et sanitaires. En effet le Sénégal perdrait plus 670 millions de dollars par an en recettes d'exportation dus à la présence des aflatoxine (PACA, 2017). En termes de problèmes sanitaires, c'est entre 1057 et 1477 personnes qui sont touchées par le cancer du foie lié aux aflatoxines chaque année au Sénégal (PACA, 2017). La contamination des arachides se produit en plein champ et continue durant le séchage et le stockage des arachides quand les conditions d'humidités et de température sont favorables (Cancer Environnement, 2024). Certains procédés comme la torréfaction, l'extraction et le raffinage de l'huile etc. permettent d'extraire ou de détruire les aflatoxines des arachides. Cependant, ces procédés sont très coûteux et énergivores et donc pas à la portée des producteurs (Magnan et al., 2019). Cette étude vise à proposer une méthode de prévention de la contamination qui se présente comme la solution la plus accessible aux producteurs. Il s'agit spécifiquement de déterminer l'effet de la méthode de séchage sur la teneur en aflatoxine des arachides.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

L'essai a été conduit à la ferme agricole de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis au Sénégal ayant les coordonnées 16°13' N, 16°18' O. La ferme se situe dans la zone agro-écologique de la vallée du fleuve Sénégal avec un climat subtropical présentant des influences soudaniennes au Sud - Ouest et maritimes à l'Ouest. Elle est caractérisée par deux saisons : une longue saison sèche de novembre à juin et une courte saison de pluie de juillet à octobre. Les précipitations moyennes annuelles tournent autour de 300 mm et les températures entre 15,1 et 33,7 °C. Avec un relief globalement plat, les terres du site présentent une structure principalement sableuse.

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de la variété 55-437 provenant de l'Institut de

Recherche Agronomique de Bambey. C'est une variété d'un cycle semis-maturité de 90 jours avec un rendement d'environ 2 t/ha. Elle présente une résistance à la sécheresse et à l'aflatoxine (sécrotée par des champignons du genre *Aspergillus*) mais une sensibilité à la cercosporiose (*Cercospora arachidicola*).

2.3. Méthodes

2.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé (figure 1) est un bloc complet randomisé avec trois répétitions comprenant chacun les quatre techniques de séchage suivantes : le séchage en petit tas (T0) qui est la pratique paysanne et notre témoin, le séchage gousse en l'air au sol (T1), le séchage gousse en l'air sur table (T2) et le séchage en andain (T3).

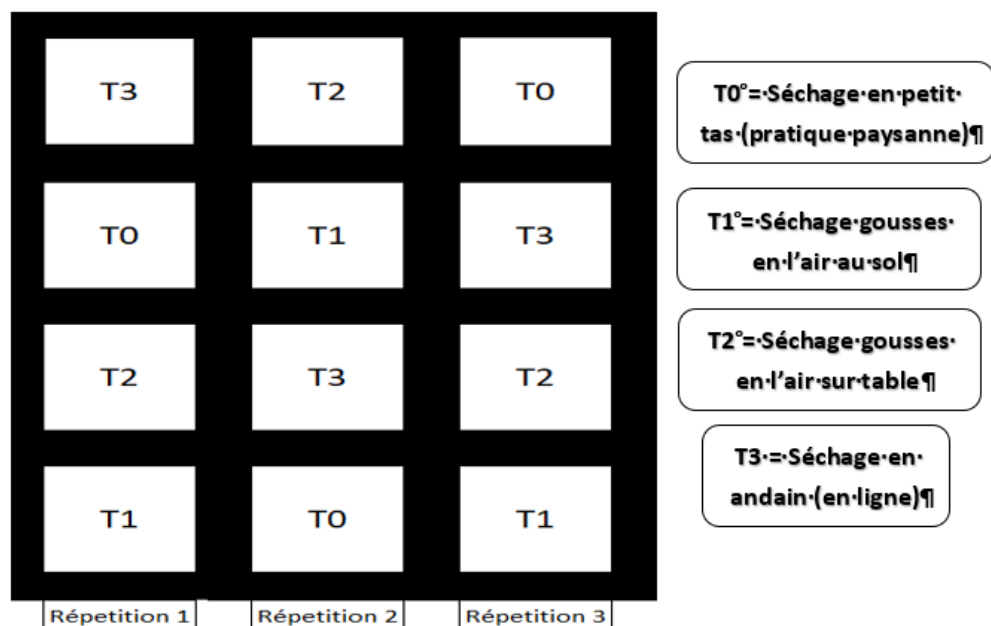


Figure 1 : Dispositif expérimental (T0 = Séchage en petit tas (pratique paysanne) T1 = Séchage gosses en l'air au sol T2 = Séchage gosses en l'air sur table T3 = Séchage en andain (en ligne)

2.3.2. Préparation du terrain, mise en place du dispositif expérimental, semis et entretien

L'essai a été conduit sur une parcelle de 0,42 hectare et sa mise en place est passée par les étapes suivantes : (i) deux offsetages dont le second a été précédé d'un apport de 2,5 T de fumier suivi de quelques jours d'arrosages ; (ii) le semis des arachides dont les lignes de semis ont été matérialisées à l'aide de rayonneurs et apport de NPK 6-20-10 à la levée, (iii) la récolte et le séchage des arachides selon quatre méthodes de séchages. La première technique (T0) a consisté au séchage en petit tas (pratique paysanne). La seconde (T1) a consisté à sécher les arachides au sol avec les gousses orientées vers le haut et fanes vers le bas. La troisième (T2) était un séchage des arachides en hauteur sur un bâti d'un mètre de haut. Les arachides étaient disposées fanes vers le bas et les gousses vers le haut. La dernière technique (T3) est le séchage en andain (en ligne), les arachides étaient disposées en ligne avec les gousses dirigées vers l'extérieure.

2.3.3. Observations et mesures

Les paramètres suivants ont été mesurés :

2.3.4. Température et humidité dans les tas

Ces deux paramètres ont été mesurés grâce aux capteurs RS PRO-USB-1 Temp/RH Data Logger RS Stock No. 1799536 (ils mesurent les températures comprises entre -35 et 80 °C et des humidités relatives allant de 0 à 100%) mis dans les tas d'arachides durant le séchage.

2.3.5. Teneur en eau des arachides

La teneur en eau des gousses, graines et coques a été déterminée à la récolte et après séchage. Cela a consisté à prendre le poids frais des gousses, graines et coques puis de les sécher à l'étuve pendant 24 h avant de prendre leur poids sec.

2.3.6. Teneur en aflatoxine

L'aflatoxine contenu dans les arachides a été dosée à la fin du séchage. Pour ce faire des échantillons ont été prélevés dans chaque tas et la teneur en aflatoxine de ces derniers a été quantifiée par spectrofluorimètre 4EX Fluorometer Vicam selon la norme « NF EN 14123 Produits alimentaires - Dosage de l'aflatoxine B1 et de la somme des aflatoxines B1, B2, G1 et G2 dans les noisettes, les cacahuètes, les pistaches, les figues et le paprika en poudre ».

2.3.7. Traitement et analyse statistique des données

Les données recueillies ont été saisies, ordonnées et leurs moyennes calculées sur Excel 2013 avant d'être exportées sur R studio version 2023.9.0.0 où une analyse de variance a été effectuée suivi d'un test LSD pour la comparaison des moyennes.

3. Résultats

3.1. Humidité et Température dans les tas

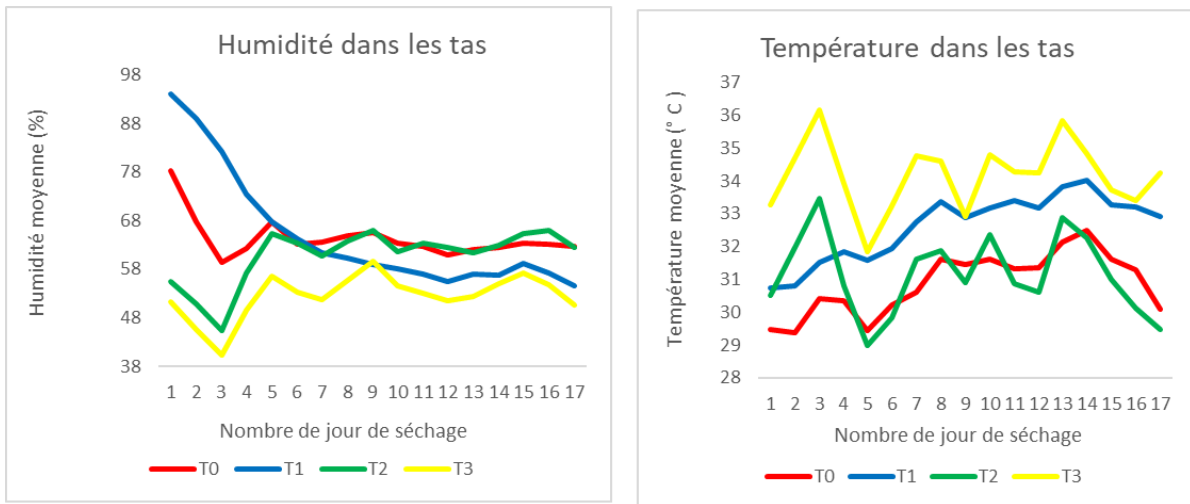


Figure 2 : Evolution de la Température et de l'humidité dans les tas durant le séchage.

L'analyse de la figure 2 représentant l'humidité et la température ayant évoluées dans les tas durant le séchage montre une relation négative entre ces deux facteurs. En effet, quand les valeurs des températures dans les tas augmentent, celles des humidités baissent et vice versa.

Pendant les trois premiers jours de séchage, la température dans les tas augmente. En effet, elle passe de 32 à 36°C pour T3 et de 30 à 33°C pour T2. Parallèlement, on observe une baisse significative de l'humidité relative : de 51 à 40% pour T3 et de 55 à 45% pour T2. Entre le troisième et le cinquième jour après le début du séchage, la température dans ces mêmes tas diminue passant de 36 à 32°C pour T3 et de 33 à 29°C pour T2, tandis que leur humidité augmente (de 40 à 57% pour T3 et de 45 à 65% pour T2). Les tas de la pratique paysanne (T0) et du séchage des gousses à l'air au sol (T1) connaissent une baisse rapide de leur humidité relative au cours des sept premiers jours de séchage (de 81 à 55% pour T0 et de 83 à 65% pour

T1), tandis que leur température évolue peu (de 29 à 32°C pour T0 et de 31 à 33°C pour T1). Après le septième jour de séchage, l'humidité relative de l'ensemble des traitements diminue légèrement jusqu'à la fin du séchage, atteignant les valeurs suivantes : 61% pour T0, 58% pour T1, 62% pour T2 et 57% pour T3. Pendant cette même période, la température de l'ensemble des traitements fluctue, atteignant les valeurs finales de 30°C pour T0, 33°C pour T1, 29°C pour T2 et 34°C pour T3. Le séchage en andain (T3) a présenté les températures les plus élevées et les humidités les plus faibles tout au long du processus de séchage.

3.2. Teneur en eau des arachides

L'analyse de la variance des teneurs en eau des gousses, graines et coques des arachides à la récolte et après séchage montrent une différence statistiquement significative uniquement pour la teneur en eau des gousses après séchage (Tableau 1).

Tableau 1 : Résultats de l'ANOVA des teneurs en eau à la récolte et après séchage des gousses, graines et coques

Teneur en eau	Technique de séchage				
	Probabilité	Moyenne	CV (%)	Max (%)	Min (%)
Gousses après séchage (%)	0,0460*	8,74	0,11	10,64	7,57
Graines après séchage (%)	0,4026 ^{NS}	8,14	0,04	8,65	6,87
Coques après séchage (%)	0,9428 ^{NS}	10,95	0,12	13,63	9,1
Gousse à la récolte (%)	0,63043 ^{NS}	52,58	0,14	65,24	43,31
Graine à la récolte (%)	0,6591 ^{NS}	68,27	0,12	81,61	56,35

*, ** et *** = significatifs aux seuils de 5, 1, et 0,1% d'après le test de LSD de Fisher ; ns = non significatif au seuil de 5% ; TS = test de signification

En moyenne après séchage, la teneur en eau des gousses est de 8,74% avec des valeurs maximales de 10,64 et une valeur minimale de 7,57%. Pour ce qui est des teneurs en eau des graines, gousses à la récolte et coques, graines après séchage, il

n'y a pas de différence significative entre les traitements. Cependant, à la récolte, les gousses présentaient une teneur en eau de 52,58% et les graines une teneur de 68,27%. La teneur en eau des gousses après séchage est présentée dans la figure 3.

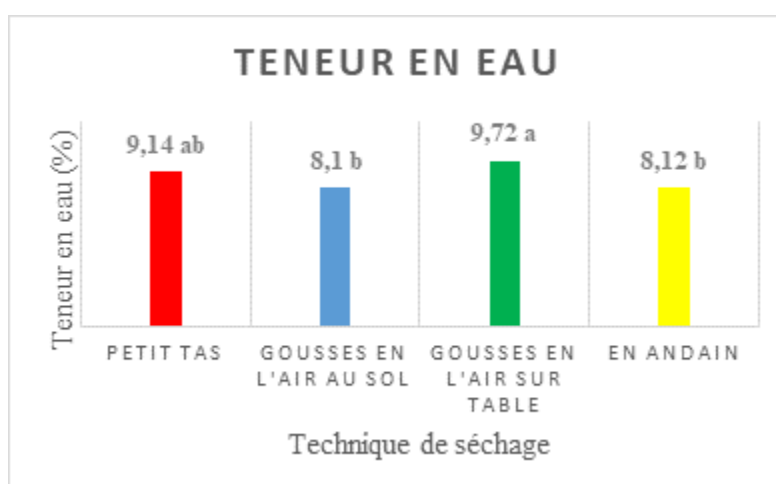


Figure 3 : Teneur en eau des gousses après séchage en fonction de la technique de séchage.

en eau de 52,58% et les graines une teneur de 68,27%. La teneur en eau des gousses après séchage est présentée dans la figure 3.

L'analyse de cette figure fait ressortir que le séchage au sol gousse en l'air et le séchage en andain présentent des teneurs en eau des gousses qui ne sont pas statistiquement différentes (moyennes

respectivement de 8,1 et 8,12%). Le séchage gousse en l'air sur table et le séchage petit tas ont les teneurs en eau moyenne des gousses après séchage les plus importantes (respectivement de 9,72 et 9,14%).

3.3. Teneur en aflatoxine

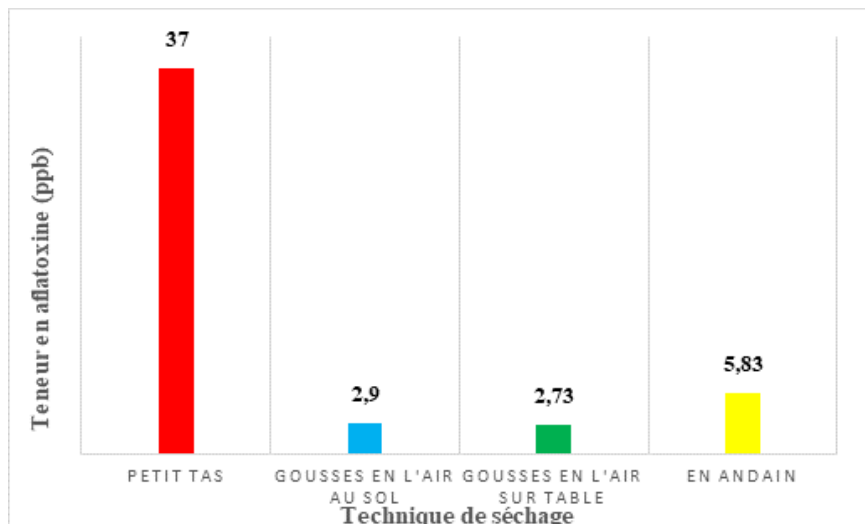


Figure 4 : Teneur en aflatoxine des arachides en fonction de la méthode de séchage.

L'analyse de cette figure montre que la teneur en aflatoxine maximale est obtenue avec la pratique paysanne (séchage en petit tas) avec une valeur de 37 ppb. Les teneurs les plus faibles sont obtenues avec le séchage gousses en l'air sur table suivi du séchage gousses en l'air au sol avec les valeurs respectives 2,73 ppb et 2,90 ppb. Le séchage en andain quant à lui présente une teneur moyenne de 5,83 ppb.

3. Discussions

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la méthode de séchage qui permettrait de réduire le plus la teneur en aflatoxine des arachides.

Les résultats sur les humidités et les températures indiquaient une évolution opposée de ces deux facteurs : une augmentation de la température entraîne une baisse de l'humidité. Les tas dont les températures étaient les plus élevées présentaient les humidités relatives et les teneurs en eau des arachides les moins importantes. Cela témoigne de l'effet de l'humidité et la température dans les tas sur la teneur en eau finale des arachides.

En effet, les gousses d'arachides sont hygroscopiques autrement dit, elles ont la capacité d'absorber de l'eau lorsqu'elles sont exposées à un environnement humide et de perdre de l'eau lorsqu'elles sont dans un environnement sec (Chiou et al., 1984 ; Martin et al., 1999).

Notons également que les teneurs en gousses après séchage de l'ensemble des traitements sont inférieure à 10% ce qui est recommandée pour réduire les risques de contaminations des arachides par l'aflatoxine (Torres et al., 2014).

Pour ce qui est des résultats sur la teneur en aflatoxine, la pratique paysanne (séchage en petit tas) a présenté le niveau d'aflatoxine le plus élevé (37 ppb) suivi du séchage en andain (5,83 ppb). Les séchages gousses en l'air au sol et gousses en l'air sur table ont présenté les teneurs les plus faibles avec respectivement (2,9 et 2,73 ppb). La valeur issue du séchage en petit tas, la pratique paysanne (37 ppb) est largement supérieure à la limite fixée par le Codex Alimentarius qui est de 15 ppb (CCCF, 2019). Elle est également supérieure au seuil fixé par l'Union Européenne de 4 ppb et aux normes Américaine et Chinoise de 20 ppb (APC, 2020). Plusieurs précédentes études ont montré également

un niveau élevé de contamination des arachides au Sénégal. En effet, le Partenariat pour la Lutte contre les Aflatoxines en Afrique estime qu'environ 115.000 tonnes d'arachides au Sénégal seraient contaminées à un seuil supérieur à 20 ppb (PACA, 2017). Des résultats similaires sont notés dans d'autres régions d'Afrique. Selon le PACA, plus du tiers de la production arachidière en zone soudanienne et près de la moitié en zone soudano-sahélienne sont contaminés à un niveau moyen supérieur au seuil de 20 ppb (PACA, 2017). Le séchage en andain quant à lui, a donné une teneur bien en deçà de la pratique paysanne (5,83 ppb). Cette valeur bien que supérieure à la norme Européenne, rentre dans les limites fixées par le Codex Alimentarius (CCCF, 2019). La faible teneur en aflatoxine issu de cette méthode de séchage pourrait s'expliquer par le fait que les gousses d'arachides étaient aérées et n'étaient pas couvertes par les fanes ce qui est souvent le cas avec la pratique paysanne.

Les séchages gousses en l'air au sol et sur table ont permis d'aboutir à des niveaux assez faibles d'aflatoxines (respectivement 2,9 et 2,73 ppb). Ces valeurs rentrent dans les limites des différentes normes internationales en matière de teneur en aflatoxine maximale (APC, 2020). Ces faibles valeurs pourraient être justifié par le fait qu'avec ces méthodes de séchage, les gousses d'arachides ne sont pas en contact avec le sol, elles sont bien aérées et en contact directe avec le soleil ce qui favorise une bonne ventilation et un séchage

rapide. Des études antérieures ont démontré que ces méthodes après la récolte, en empêchant le contact des gousses avec le sol et en exposant celles-ci à la lumière du soleil, réduisaient la contamination des arachides par les aflatoxines (Devi et al., 1967 ; Hughes et al., 2008).

4. Conclusion

Cette étude avait pour objectif de déterminer la méthode de séchage qui permettrait de réduire le plus la teneur en aflatoxine des arachides au Sénégal. Nous retenons à son terme que l'humidité et la température dans les tas durant le séchage ont un effet sur la teneur en eau finale des arachides à la fin du séchage. De plus les techniques de séchage sont un facteur clé dans la contamination en aflatoxine des arachides. En effet, une bonne méthode de séchage permet d'éviter la contamination tandis qu'une méthode non adaptée favorise la contamination. Notre étude a ainsi montré que le séchage en petit tas (pratique paysanne) pouvait conduire à une contamination importante des arachides tandis que les séchages gousses en l'air contribueraient à limiter considérablement la contamination. Travailler à réduire la contamination en aflatoxine des arachides en milieu paysan, pourrait contribuer à réduire les cas de cancer du foie provoqués par l'ingestion de cette mycotoxine et contribué à l'atteinte de la sécurité alimentaire.

5. Bibliographie

Aflatoxines et effets sur la santé • Cancer Environnement. (s. d.). Cancer Environnement. Consulté 29 juin 2024, à l'adresse <https://www.cancer-environnement.fr/fiches/expositions-environnementales/aflatoxines/>

American Peanut Council, 2020. Aflatoxin - Global contaminants limits Aflatoxin Limits in Peanuts and Peanut Products, 25 p.

Chiou, R. Y.-Y., Koehler, P. E., & Beuchat, L. R. (1984). Hygroscopic Characteristics of Peanut Components and Their Influence on Growth and Aflatoxin Production by *Aspergillus parasiticus*. *Journal of Food Protection*, 47(10), 791-794. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-47.10.791>

Codex Committee on Contaminants in Food (CCCF), 2019. Report Of The 13rd Session Of The Codex Committee On Contaminants In Foods, 75p.

Commission Européenne, 2006. RÈGLEMENT (CE) No 1881/2006 DE LA COMMISSION du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, 20 p.

Composition of Foods Raw, Processed, Prepared USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. (2015). [jeu de données]. Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, ARS, USDA. <https://doi.org/10.15482/USDA.ADC/1324304>

Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques Agricoles, 2023. Rapport de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) 2022-2023, 52p.

FAO - j2262e17. (s. d.). Consulté 29 juin 2024, à l'adresse <https://www.fao.org/4/j2262e/j2262e17.htm>

FAOSTAT. (s. d.). Consulté 5 juin 2024, à l'adresse <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>

Hughes M., Rachaputi R.C.N., Kuniata L. and Ramakrishna A. 2008. Growing peanuts in Papua New Guinea: a best management practice manual. ACIAR Monograph No.134, 77 pp.

J. MARTIN, A. BA, P. DIMANCHE, R. SCHILLING, 1999. Comment lutter contre la contamination de l'arachide par les aflatoxines ? Expériences conduites au Sénégal. *Agriculture et développement* N° 23 - Septembre 1999, 10p.

Magnan, N., Hoffmann, V., Garrido, G. G., Kanyam, A., & Opoku, N. (s. d.). Information, Technology, and Market Rewards : Incentivizing Aflatoxin Control in Ghana.

Noba, K., Ngom, A., Guèye, M., Bassene, C., Kane, M., Diop, I., Ndoeye, F., Mbaye, M., Kane, A., & Ba, A. (2014). L'arachide au Sénégal : État des lieux, contraintes et perspectives pour la relance de la filière. *OCL*, 21, D205. <https://doi.org/10.1051/ocl/2013039>

Partenariat pour la Lutte contre les Aflatoxines en Afrique (PACA), 2016. Plan d'actions de lutte contre les aflatoxines au Sénégal Version finale, 22p.

Peanut Explorer. (s. d.). Consulté 18 juin 2024, à l'adresse https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2221000&sel_year=2022&rankby=Production

Peanuts – Transport Informations Service. (s. d.). Consulté 20 juin 2024, à l'adresse https://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/nuesse/erdnuss/erdnuss-htm/

Sá, N., Wenneck, G., & Saath, R. (2020). Peanut storage with different water content conditions. *International Journal of Advanced Science and Engineering*, 6, 1-4.

Torres, A. M., Barros, G. G., Palacios, S. A., Chulze, S. N., & Battilani, P. (2014). Review on pre- and post-harvest management of peanuts to minimize aflatoxin contamination. *Food Research International*, 62, 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.023>

Variath, M. T., & Janila, P. (2017). Economic and Academic Importance of Peanut. In R. K. Varshney, M. K. Pandey, & N. Puppala (Éds.), *The Peanut Genome* (p. 7-26). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63935-2_2

Waliyar, F., Kumar, L., Traoré, A., Ntare, B. R., Diarra, B., & Kodio, O. (2008). Pre- and Postharvest Management of Aflatoxin Contamination in Peanuts. In *Mycotoxins : Detection Methods, Management, Public Health and Agricultural Trade*. <https://doi.org/10.1079/9781845930820.0209>.

Changement climatique et adoption de la transhumance des chameliers comme stratégie de résilience en zone périurbaine de N'Djamena, Tchad

Taher Ali IDRIS

*Enseignant-Chercheur à l'Ecole Normale Supérieure de Bongor,
Doctorant en Géographie à l'Université de Maroua, Cameroun
Tel: (00235) 66 57 34 59 / 99 51 07 93. Email: taherali081@gmail.com*

Résumé

Suite aux crises climatiques qui sont à l'origine de la diminution en quantité et en qualité des ressources fourragères dans la bande sahéenne, beaucoup des sociétés pastorales ont développé un système pastoral basé sur l'exploitation des zones méridionales. La migration des pasteurs transhumants vers les régions méridionales, conséquence directe du changement climatique, a profondément transformé le système pastoral traditionnel qui était basé sur une transhumance saisonnière exploitant les régions méridionales pendant la saison sèche et les régions septentrionales pendant la saison humide. La présente étude a eu pour objet de démontrer le rôle crucial du changement climatique sur la périurbanisation de l'élevage au Tchad. Les données cartographiques sur la mobilité pastorale au Tchad montrent un détournement du trajet des pasteurs Arabes vers la zone périurbaine de N'Djamena à partir des années 1990. Les résultats issus des enquêtes de terrain (entretien et observation) confirment les données cartographiques. Un système pastoral s'est développé dans la zone périurbaine profitant à la fois des opportunités socio-commerciales et des potentialités fourragères qu'offre cet espace. La ville de N'Djamena et plus d'une dizaine de villes moyennes et villages permettent aux pasteurs d'écouler les sous-produits (lait, viande), de faire du petit commerce. Outre les avantages socio-commerciales, l'espace périurbain de N'Djamena, situé en zone sahélo-soudanienne, est nettement mieux arrosée et présente des conditions favorables à l'élevage que les régions d'origine des pasteurs. Sur une vaste étendue s'est développé un système de production périurbain qui semble s'inscrire dans une logique de sédentarisation partielle. La périurbanisation de l'élevage camelin a pris de l'ampleur depuis que les sécheresses des années 1984-1985 ont poussé les éleveurs vers les zones méridionales du pays même s'il y a lieu de poser la question de la durabilité de ce système périurbain.

Mots clés : Changement climatique, élevage périurbain, transhumance, N'Djamena, Tchad.

Summary

Following the climatic crises which are at the origin of the reduction in quantity and quality of forage resources in the Sahelian belt, many pastoral societies have developed a pastoral system based on the exploitation of southern areas. The migration of transhumant pastoralists towards the southern regions, a direct consequence of climate change, has profoundly transformed the traditional pastoral system which was based on seasonal transhumance exploiting the southern regions during the dry season and the northern regions during the rainy season. The present study has for its objective to demonstrate the crucial role of climate change on the periurbanization of livestock raising in Chad. Cartographic data on pastoral mobility in Chad shows a diversion of the route of Arab pastoralists towards the periurban area of N'Djamena from the 1990s. Results from field surveys (interviews and observation) confirm the cartographic data. A pastoral system has developed in the periurban area benefiting from both socio-commercial opportunities and foraging potentialities offered by this space. The city of N'Djamena and more than a dozen medium-sized cities and villages allow herders to market their products (milk, meat), to do small trade. Besides socio-commercial advantages, the periurban area of N'Djamena, located in the Sahel-Saharan region, is much better irrigated and presents favorable conditions for livestock raising than the regions of origin of the herders. Over a vast area, a periurban production system has developed which seems to fit a partial sedentarization logic. The periurbanization of camel husbandry has taken on more importance since the droughts of the years 1984-1985 pushed herders towards the southern regions of the country even though it is necessary to raise the question of the sustainability of this periurban system.

seasons. The purpose of this study was to demonstrate the crucial role of climate change on the peri-urbanization of livestock farming in Chad. Mapping data on pastoral mobility in Chad shows a detour in the journey of Arab pastoralists towards the peri-urban area of N'Djamena from the 1990. The results from field surveys (interview and observation) confirm the cartographic data. A pastoral system has developed in the peri-urban area, taking advantage of both the socio-commercial opportunities and the forage potential that this space offers. The city of N'Djamena and more than ten medium-sized towns and villages allow pastors to sell by-products (milk, meat) and to do small business.

In addition to the socio-commercial advantages, the peri-urban area of N'Djamena, located in the Sahelo-Sudanian zone, is significantly better watered and presents favorable conditions for livestock breeding than the regions of origin of the pastoralists. Over a vast area, a peri-urban production system has developed which seems to be part of logic of partial sedentarization. The peri-urbanization of camel breeding has grown since the droughts of 1984-1985 pushed breeders towards the southern areas of the country, even if the question of the sustainability of this peri-urban system must be raised.

Keywords: Climate change, peri-urban livestock farming, transhumance, N'Djamena, Tchad.

1. Introduction

Depuis quelques décennies, à l'instar de beaucoup d'autres zones périurbaines des villes subsahariennes, bon nombre des villes du Tchad (N'Djamena, Moundou, Sarh) sont en phase de connaître le développement de l'élevage dans leurs zones périurbaines. La pratique de l'élevage à la périphérie des grandes agglomérations des pays du Sahel s'est intensifiée au cours de deux (2) décennies en zone périurbaine de N'Djamena. Les études antérieures ont avancé plusieurs facteurs qui sont à l'origine du développement de l'élevage périurbain surtout son intensification. Parmi ces facteurs, il y a entre autres, l'accroissement des ruraux dans les villes, augmentation des besoins de produits d'origine animale (surtout lait et viande camelin), la spéculation, la suppression des taxes et impôts sur le bétail, la création et subvention des laiteries par certains États (Ague, 1998 ; Boudjenouia et al, 2006 ; Mahamat Ahmat, 2008 ; Faye et Chaibou, 2005). Cependant, le principal facteur déclenchant le véritable processus de développement de l'élevage dans les zones

périurbaines, semble être, dans bien des cas, le changement climatique.

En effet, le changement climatique a eu des impacts considérables sur les zones bioclimatiques du pays surtout les grandes sécheresses des années 70 et des années 80. Ces crises, liées aux irrégularités pluviométriques sont à l'origine des profondes mutations et transformation du système pastoral tchadien. L'un des effets majeurs du changement climatique au Tchad reste la migration des isohyètes vers le sud. La cartographie des zones bioclimatiques du pays montre une régression vers le sud du couvert végétal au même rythme que le gradient pluviométrique (Figure 3). Ainsi, les irrégularités pluviométriques ont eu des effets sur la qualité et la quantité des ressources fourragères sur lesquelles reposent l'essentiel de l'alimentation du bétail. Ainsi, la dégradation du milieu biophysique a bouleversé profondément le système de production pastorale basé sur l'exploitation des ressources naturellement disponibles. Face à ce phénomène, les sociétés pastorales ont développé plusieurs

stratégies d'adaptation. Le développement de l'élevage pastoral dans les zones périurbaines des grandes agglomérations des pays sahéliens est l'une des stratégies adoptées par les pasteurs qui peut être analysé comme un facteur de résilience face au changement climatique.

Il est question, d'abord, de présenter les résultats obtenus. Ces résultats sont issus de quatre (4) sources à savoir l'enquête de terrain, les données cartographiques, la recherche documentaire et observation. Puis, s'en suit la discussion des résultats issus de notre travail et des travaux antérieurs.

La démarche part de l'hypothèse que le changement climatique est le principal facteur déclencheur du processus de développement de l'élevage périurbain. L'objectif de la présente étude est, donc, de démontrer en quoi le changement climatique a été un facteur déterminant dans le processus de développement de l'élevage dans les zones périurbaines au Tchad. Spécifiquement, l'étude consiste à faire un lien de cause à effet entre le

changement climatique et le développement de l'élevage périurbain en se focalisant sur la zone périurbaine de N'Djamena. La méthode d'analyse se base sur les données primaires, secondaires et sur la cartographie de l'évolution des zones bioclimatiques et de la mobilité pastorale au Tchad.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Zone d'étude

De point de vue spatial la zone d'étude est la zone périurbaine de la ville de N'Djamena. Elle est constituée des espaces faiblement bâtis et non bâtis. Ils renferment également des anciens villages rattrapés par la ville et qui sont devenus des communes et des sous-préfectures ainsi que des espaces libres où les activités agropastorales sont pratiquées dépendent fortement de la ville. L'espace périurbain pourrait s'étendre sur un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres (Km) en regroupant des zones plus éloignées dont les modes de vie de la population et les activités économiques sont influencées par la ville.

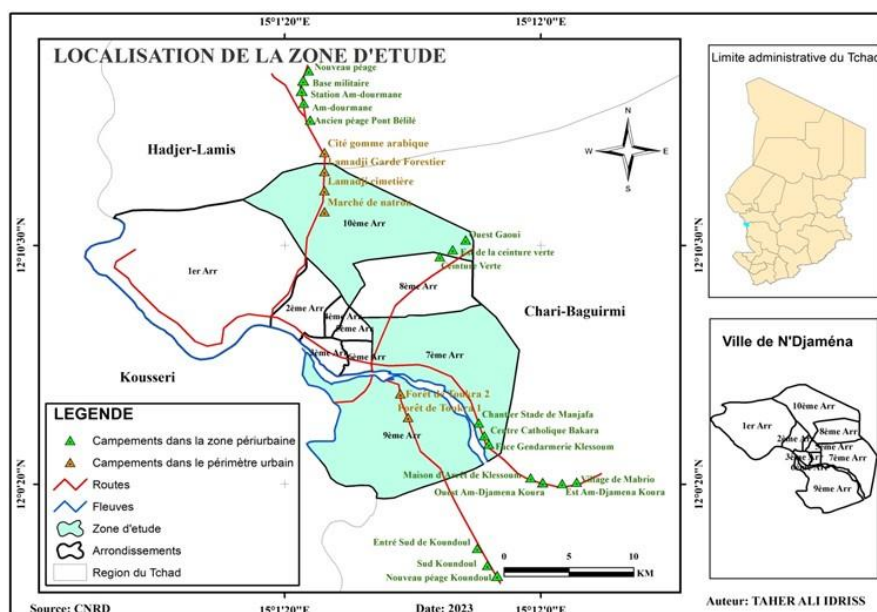


Figure 1 : Localisation des campements concernés par l'étude

Source : Taher, 2023

La figure 1 présente, à titre indicatif, le campement des pasteurs nomades installés dans la zone périurbaine de la ville de N'Djamena et dans le périmètre urbain. La figure 1 a été conçue et réalisée sur la base de nos enquêtes préliminaires de terrain dans le cadre de nos travaux de thèse. Les coordonnées géographiques ont été prises par le GPS du logiciel OsmAnd installé sur un appareil portable. Les pasteurs nomades sont plus nombreux dans et autour du 7^{ème}, 9^{ème} et 10^{ème} Arrondissement de la ville comme montre la carte. Mais l'espace exploité par les pasteurs nomades s'étend sur une vaste zone de plusieurs dizaines de km dont les villes secondaires de Massaguet-Dourbali-Mandélie constituent les sommets (Figure 2).

On observe, sur la carte, une installation accrue des campements des pasteurs transhumants à la périphérie de la ville, preuve que le processus de

périurbanisation de l'élevage nomade bat son plein.

2.2. Méthodes

La démarche méthodologique s'appuie sur quatre (4) méthodes de recherche : les données cartographiques, les données bibliographiques et les résultats de nos enquêtes (entretien et observation).

Des enquêtes ont été menées auprès de 17 pasteurs transhumants dans le but est de mieux comprendre l'intensification de l'élevage en zone périurbaine de N'Djamena. Le choix des personnes enquêtées a été fait de façon raisonnée en se basant sur quelques variables discriminatoires dont l'appartenance ethnique, l'âge, statut dans le ménage, la durée de la fréquentation de la zone et le type d'espèces élevées. Nous avons obtenu les informations voulues auprès de 17 premières personnes interrogées.

Tableau 1 : Variables discriminantes des enquêtés

Critères	Ethnie	Âge	Statut social	Durée de fréquentation	Type d'espèce élevée
Variables discriminants	Arabe nomade	45 ans et plus	Chef de ménage, propriétaire / responsable des troupeaux	Plus de 5 ans	Camelin

Source : Enquêtes, 2023

L'interprétation et l'analyse de la cartographie de l'évolution des zones bioclimatiques et l'évolution des mobilités pastorales au Tchad ont permis de faire ressortir l'interaction de plusieurs facteurs expliquant le développement de l'élevage périurbain. Les données ont été complétées par les résultats issus de nos enquêtes et les informations tirées des ressources bibliographiques et l'observation. Les cartes, les questionnaires

et les fiches d'entretien ont été utilisés comme outils.

2. Résultats

2.1. Mobilité pastorale au Tchad des décennies 60-70

Selon le SDEA (2003), avant les sécheresses de 1969 et de 1974, il était rare de voir des éleveurs qui dépassaient dans leurs

transhumances saisonnières le sud du 13ème parallèle. De nos jours, certains groupes de transhumants atteignent la lisière de la frontière Centrafricaine (Atlas du Tchad, 2013). Et la même source d'affirmé qu'en termes de durée, l'évolution s'est traduite par un allongement du séjour en zone d'accueil de

saison sèche, ce qui augmente la densité du cheptel dans la zone. Les études amenées en 1963 par Gilg Jean-Paul sur la mobilité pastorale au Tchad confirment la situation décrite par les deux (2) premières sources (Atlas du Tchad et Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement du Tchad (SDEA, 2003-2020)).

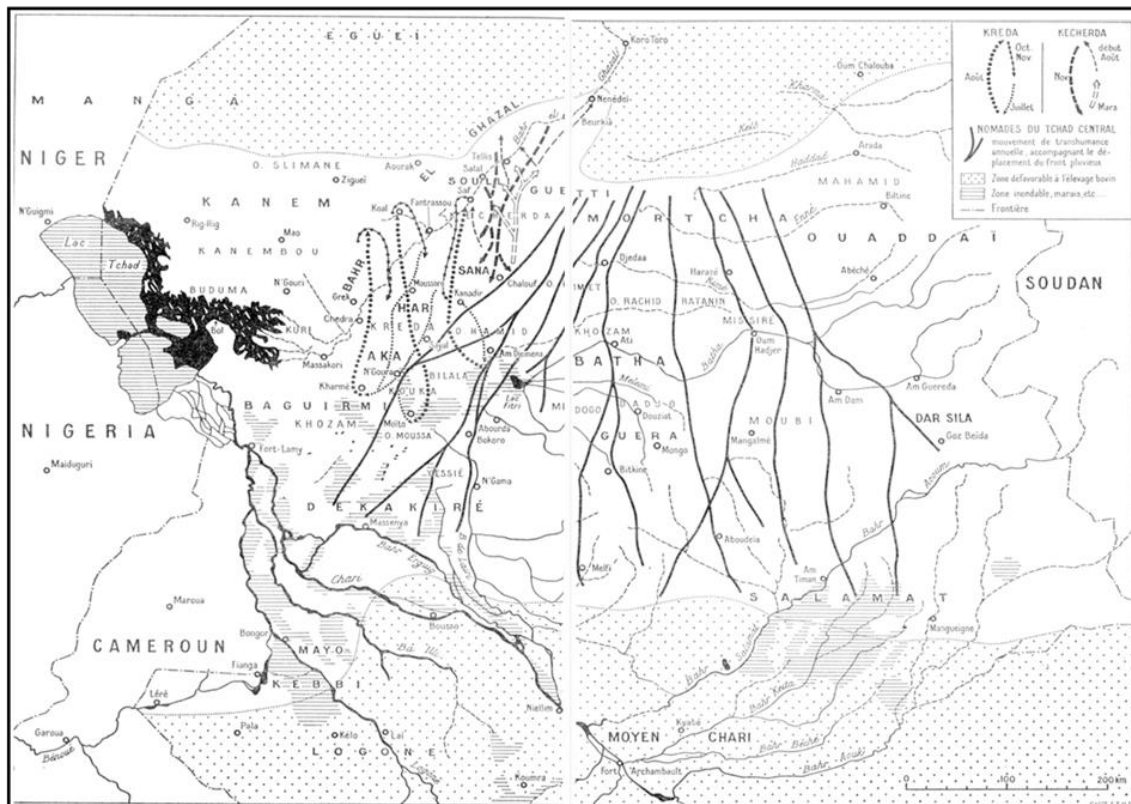


Figure 2. Itinéraires de transhumance des Kreda, des Kecherda et des nomades du Tchad occidental et central en 1963 selon Gilg Jean-Paul
Source : Adapté de Gilg Jean-Paul, 1963

La figure 2 montre les itinéraires de la transhumance des éleveurs du Tchad occidental et central qui se limite au Kanem, Batha et Baguirmi. L'étude avait pris en compte, le système pastoral des Kreda, des kecherda et des arabes. Les systèmes pastoraux des Kreda et des Kecherda sont basés sur une transhumance de faible distance. Par contre le système pastoral des arabes est basé sur le nomadisme (déplacement avec toute la

famille) qui accompagne le déplacement du front pluvieux.

Dès les années 60 déjà, les arabes nomades parcourraient des longues distances à la recherche de l'eau et du pâturage. Sur la figure –représenté par "trait noir"- les arabes nomades (désigné par Nomades du Tchad central) quittent le Nord Batha pour atteindre voir même dépasser le Baguirmi. Cependant, leurs itinéraires passent loin de Fort-Lamy, actuel N'Djamena. Par contre, la cartographie des itinéraires actuels des

arabes nomades montrent un détour vers la ville de N'Djamena (Figure 4).

2.2. Migration des isohyètes vers le sud

Au Tchad, une migration des isohyètes du nord vers le sud a été constaté sur l'ensemble du territoire. Selon OUEDDO (1990) cité par PANA-Tchad (2009), les villes de N'Djaména, de Kélo et de Moundou étaient respectivement sur les isohyètes 500, 925 et 950 entre 1950 et 1967. Ces localités se sont retrouvées entre 1968 et 1985 sur les isohyètes 300 mm pour N'Djaména, 800mm pour Kélo et 850mm pour Moundou.

PANA-Tchad (2009) a fait l'analyse suivante de la situation pluviométrique du Tchad :

« Les isohyètes ont connu un glissement d'environ 50 à 200 km entre 1961 et 2000, vers le sud. La zone sahélienne a été la plus affectée par cette migration au vu de la fluctuation de l'isohyète 300 qui a migré de 2 degrés (entre le 14^{ème} et le 16^{ème} parallèle Nord), soit 200 km au cours de la décennie 1971-1980. Les isohyètes 600 et 900 ont connu une légère migration vers le sud durant les décennies 1971-1980 et 1981-1990 mais stable au cours de la décennie 1991-2000 ».

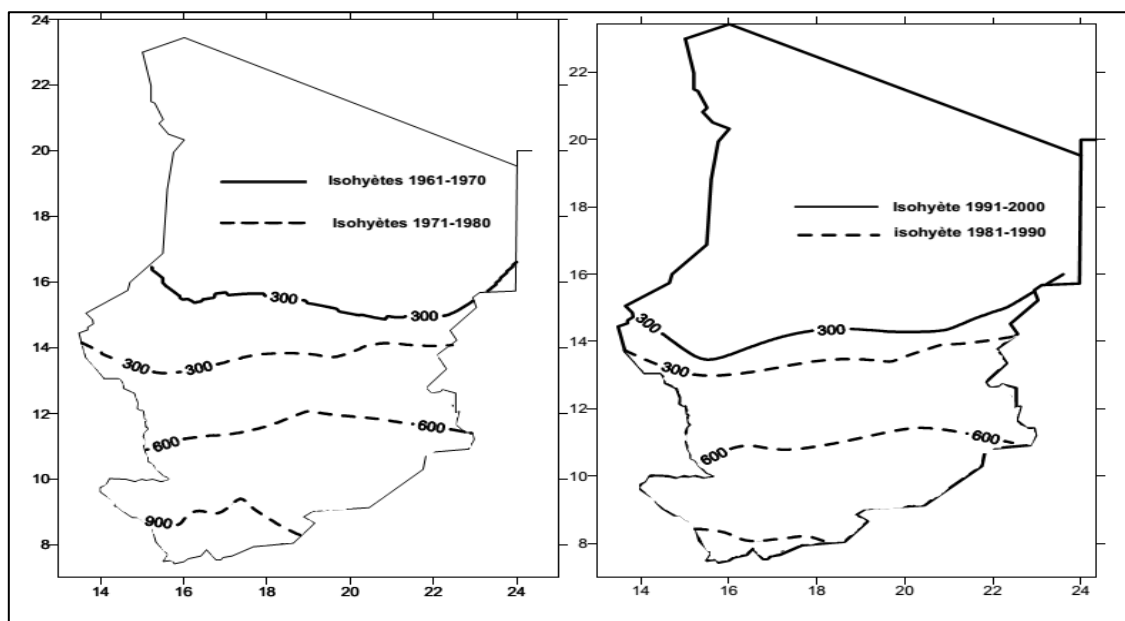


Figure 3 : Evolution des isohyètes au Tchad de 1961 à 2000

Source : PANA-Tchad, 2009

La carte 3 montre l'évolution des isohyètes au Tchad de 1961 à 1990. L'étude est basée sur une cumule de quatre (4) décennies. On observe, depuis 1961 déjà, la migration des isohyètes du Nord vers le Sud sur l'ensemble du territoire. Même si la carte montre une évolution des isohyètes vers le sud sur l'ensemble, la migration vers le sud est plus marquée au niveau de l'isohyète

300 et l'isohyète 900. Par exemple, les isohyètes de 300 mm qui se situaient autour de 16^{ème} degrés Nord dans la décennie 1961-1970, ont migré vers le sud pour se retrouver autour de 14^{ème} degrés dans les années 1970-1981 puis plus au Sud de 14^{ème} degrés dans les années 1981-1990. La migration des isohyètes vers le sud est une des conséquences directes du

changement climatique et a eu des impacts sur les activités agropastorales des zones concernées. La diminution des pluies dans la durée et quantité dans la bande sahélienne (isohyète 300 mm) a poussé les pasteurs nomades à migrer également vers le sud.

2.3. Zones bioclimatiques au Tchad

Le Tchad est réparti en trois (3) grandes zones bioclimatiques. En plus de ces

dernières on rencontre trois (3) autres zones de transition (tableau 1). Les zones bioclimatiques dépendent étroitement de la pluviométrie (durée de la saison, quantité des pluies) mais aussi de la nature du sol et de l'altitude. Comme montre le tableau 1, la répartition des espèces végétales est liée à la quantité et la durée des pluies. Plus, on va vers le sud plus la pluviométrie augmente dans la durée et en quantité plus le couvert végétal se diversifie et s'intensifie (Tableau I).

Tableau 2 : Pluviométrie annuelle et végétation selon les zones bioclimatiques au Tchad

Zones bioclimatiques	Pluie/an	Végétation	% superficie occupée
Zones Saharienne ou désertique	< 100 mm	-Végétation très clairsemée -Sols nus	47% du territoire national
Saharo-sahélienne	100-200 mm	Zone de transition	
Sahélienne	200-600 mm	-Steppe arborée à <i>Acacia</i> et <i>Balanites</i> -Steppe arbustive et herbacée à <i>Acacia</i> sp et à <i>Aristida</i>	43% du territoire national
Sahélo-soudanienne	600-800 mm	Zone de transition	
Soudanienne	800-1200 mm	-Forêt claire à <i>Acacia</i> sp -Savane arborée à combrétacées -Savane arbustive à <i>Acacia</i> sp	10% du territoire national
Soudano-guinéenne	>1 200 mm	-Forêt claire à Légumineuse et Combrétacées -Savane arborée à <i>Anogeissus</i>	

Source : Adapté de l'Atlas du Tchad, 2013.

La bande sahélienne, comprise entre deux (2) zones de transition (zone saharo-sahélienne et sahélo-soudanienne) couvre 43% de la superficie totale du pays sans compter les superficies occupées par les zones de transition. La disponibilité des surfaces pâturables et la qualité fourragères font de la bande sahélienne une zone de l'élevage par excellence. Cependant, cette zone de prédilection de l'élevage a subi beaucoup plus les effets du changement climatique en l'occurrence les sécheresses des décennies 70-80.

En réponse à ces crises climatiques que les sociétés pastorales de la zone sahélienne ont entrepris de parcourir des longues distances pour exploiter les zones situées au sud du 14^{ème} parallèle. Ainsi, les transhumances ont pris de plus en plus de l'ampleur quand, suite aux crises climatiques, les zones situées dans la bande sahélienne ont vu leur quantité de pluie diminuée et les ressources fourragères se raréfiées.

2.4. Evolution des mobilités pastorales au Tchad de 1960 à 2012

La mobilité est l'une des stratégies développées par les transhumants face au changement climatique. Elle permet au bétail d'exploiter les ressources pastorales des zones écologiquement différentes.

Ainsi, au Tchad, la mobilité a permis aux éleveurs, les plus mobiles, de s'adapter aux aléas climatiques en quittant les régions les plus touchées par les sécheresses vers les régions aux conditions bioclimatiques favorables. Ce qui fait que les systèmes pastoraux mobiles ont évolué au même rythme que les zones bioclimatiques (Figure 4).

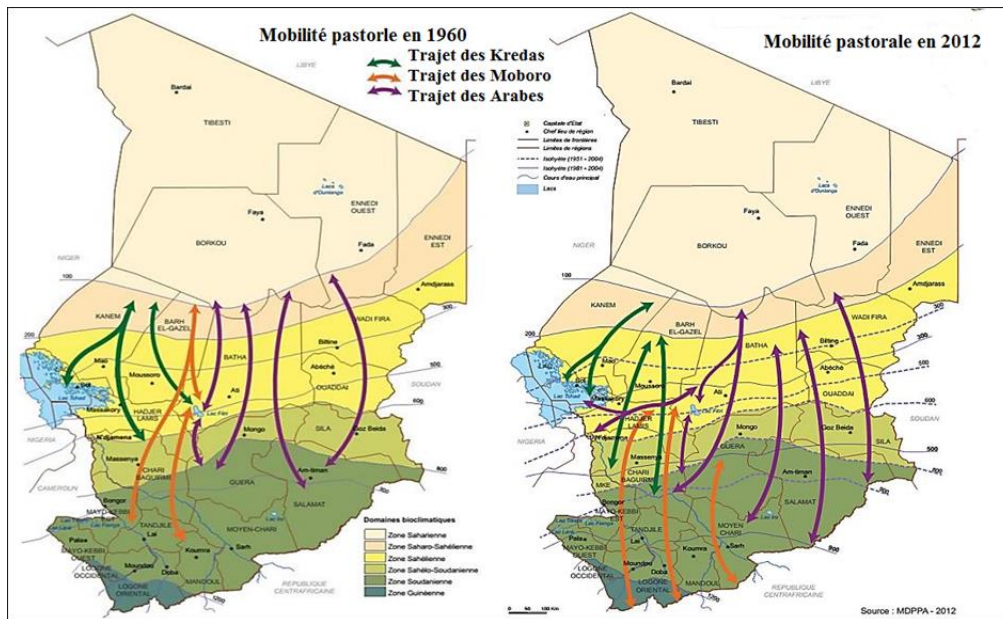


Figure 4 : Evolution des mobilités pastorales au Tchad de 1960 à 2012
Source : Atlas du Tchad, 2013

La carte montre que les mobilités pastorales ont significativement évolué au Tchad depuis 1960. L'étude a pris en compte les trois (3) principaux groupes des pasteurs du pays dont leur système d'élevage est basé sur la transhumance. Il s'agit du système pastoral Kreda, Moboro et Arabe. Les trois (3) systèmes pastoraux, qui se trouvaient tous au niveau de la bande saharo-sahélienne dans les années 60, ont tous migré vers le sud au même rythme que les domaines bioclimatiques (espèces végétales, isohyètes). Les Moboro ont pratiquement quitté la zone saharo-

sahélienne. Ils sont plus au sud jusqu'à atteindre les frontières centrafricaines. Pour les trajets des Arabes, on constate une descente vers le sud jusqu'à atteindre les isohyètes 900 mais aussi un détour vers les abords du Lac Tchad et vers les périphéries de N'Djamena.

Aujourd'hui, les pasteurs chameliers Arabes sont présents dans la zone périurbaine de N'Djamena sur un vaste espace dont Massaguet- Doubali- Mandéla constituent les sommets (Figure 5).

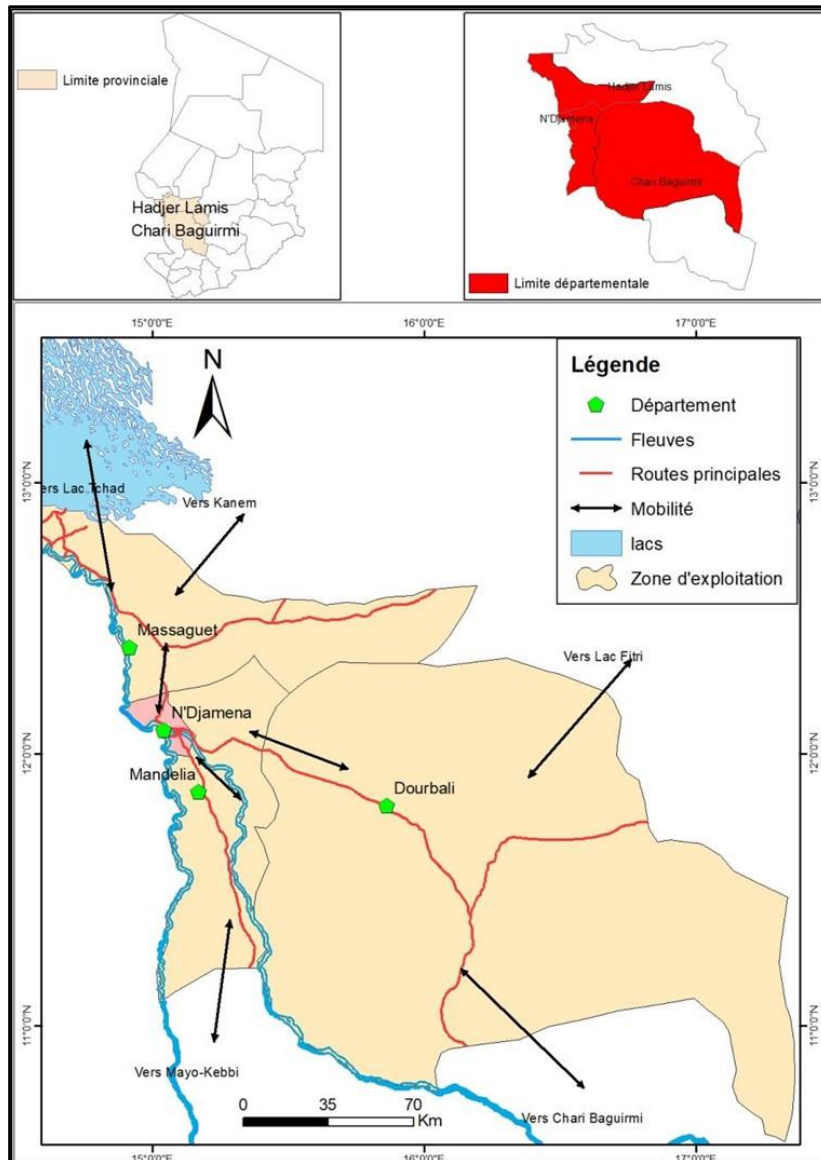


Figure 5 : Zone périurbaine de N'Djamena exploitée par les éleveurs transhumants.
Source : Adapté de base des données de CNRD, 2013

La Figure 5 présente les mouvements des pasteurs transhumants dans la zone périurbaine de la ville de N'Djamena. L'espace exploité s'étend sur plusieurs dizaines de Km et s'étale sur trois (3) Départements dont un dans la Province de Hadjer-Lamis et deux (2) dans la Province de Chari Baguirmi. En plus, le système est dans une logique d'extension vers le sud (Province du Mayo-Kebbi et vers d'autres Département du Chari Baguirmi). Le système d'exploitation pastoral de la zone périurbaine de la ville de N'Djamena est

basé sur une mobilité saisonnière. Ainsi, les pasteurs sont plus nombreux dans la zone pendant la saison sèche. On les rencontre à la périphérie voire même dans le périmètre urbain. Pendant ce temps, les animaux sont plus au sud. Par contre, pendant la saison pluvieuse, ils remontent vers le nord (Kanem, Fitri) et vers le Lac Tchad (Voir la figure 4 et la figure 5) en laissant parfois une partie de la famille autour de N'Djamena, de fois durant toute l'année (Figure 6).



Figure 6 : Campement nomade situé à la sortie Nord de N'Djamena

La figure 6 montre les maisons ou tentes des pasteurs transhumants situés non loin de Lamadji (quartier périphérique de N'Djamena). Au premier plan, on observe des flaques d'eau et des herbes vertes, signe de la saison de pluie. La figure 6 a été prise lors d'une de nos sorties de terrain dans le cadre des travaux de recherche de notre thèse. C'est un campement des pasteurs nomades chameliers installé à la sortie Nord de la ville de N'Djamena. C'était au mois d'août, en pleine saison pluvieuse, qu'une partie des familles de pasteurs restèrent sur place. Ces familles sont constituées essentiellement des femmes, des jeunes et des enfants à bas âge. Ils sont restés pour vendre le lait mais aussi pour occuper les sites. Les hommes leur apportent le lait sur les motos depuis les lieux de pâture des animaux, situés plus au nord autour de Massaguet.

3. Discussion des résultats

Chassés de leurs régions d'origine par les crises climatiques, les pasteurs transhumants n'ont d'autre choix que de chercher des endroits plus favorables aux activités pastorales. Ainsi, au Tchad, les systèmes pastoraux plus mobiles (figure 4)

ont migré vers le sud au même rythme que les zones bioclimatiques. La descente vers le sud du pays leurs a permis l'accès à des zones aux conditions plus favorables à l'élevage mais aussi la rencontre de plus grand nombre des populations du pays. Puisque, plus de 2/3 de la population tchadienne résident au sud du 13^e parallèle, plus de la moitié des villes intermédiaires et des grands centres urbains s'y trouvent (RGPH2, 2009). C'est ainsi que s'est développé un système pastoral dans la zone périurbaine de N'Djamena profitant à la fois des conditions bioclimatiques plus favorables et des avantages liés à la ville. Dans et autour d'autres villes subsahariennes aussi, la périurbanisation de l'élevage camelin a été constaté, soit pour profiter des avantages liés à la ville, soit par contraintes climatiques (Faye et al, 2017)

Quant à la situation au Tchad, les pasteurs arabes chameliers, qui avaient quitté leurs régions d'origine (bande sahélienne) suite aux sécheresses des années 1984-1985, trouvent des diverses opportunités dans la zone périurbaine de N'Djamena. La zone offre aux éleveurs et à leurs troupeaux d'énormes potentialités fourragères et des opportunités socio-économiques. Cela est

dû à sa situation géographique qui la place au confluent de deux (2) fleuves (Chari et Logone et zone recevant plus de 800 mm de pluie par an) et à son poids démographique. Ce qui fait qu'on observe une forte présence des pasteurs nomades à la périphérie de la ville mais aussi dans le périmètre urbain (Figure 1).

Les pasteurs profitent des opportunités liées à la proximité de la ville de N'Djamena tels que l'accès aux marchés (vente de lait, des petits ruminants), l'accès aux soins (humain, bétail), des facilités d'écoulement des produits animaliers (moyen de transport, route). En plus de la ville de N'Djamena, l'espace périurbain regorge d'autres villes moyennes et des petites villes telles que Massaguet, Djarmaya dans la Province de Hadjer-Lamis, Linia, dourbali, Koundoul, Mandelia dans la Province du Chari Baguirmi. Toutes ces agglomérations et beaucoup d'autres gros villages de la zone disposent des marchés hebdomadaires, des centres de santé. Les pasteurs transhumants s'y approvisionnent, écoulent leurs produits et passent dans cet espace une bonne partie de l'année si non toute. Les enquêtes ont fait ressortir une tendance à la sédentarisation de certaines familles. Car, elles résident dans la zone périurbaine de N'Djamena depuis une dizaine d'année sans y quitter. Ces pasteurs pratiquent des déplacements sur des faibles distances, entre les Départements situés au sud de N'Djamena et ceux situés au nord de N'Djamena.

En termes de potentialité fourragère, la zone périurbaine de N'Djamena, qui reçoit plus 800 mm de pluie par an, offre aux bétails du pâturage pendant toute l'année. C'est une zone sahélo-soudanienne avec plus de graminée annuelle mais aussi avec des espèces arbustives. Sa végétation, située dans une zone de transition (entre la zone sahéenne et soudanienne), est

composée de la Steppe arborée à Acacia et Balanites, de la Steppe arbustive et herbacée à Acacia et à Aristida, de la Forêt claire à Acacia sp, de la Savane arborée à combrétacées et de la Savane arbustive à Acacia sp (tableau I). Les animaux, surtout le dromadaire, y trouvent une alimentation diversifiée et pour toute l'année.

A la recherche du pâturage, les pasteurs sont venus trouver villes et population mais aussi l'eau et pâturage. Ainsi, les crises climatiques récurrentes qu'avait connues la bande sahéenne ont énormément bouleversé le système pastoral sahéen. Elles sont à l'origine de départ des milieux pasteurs de leurs zones d'origine. L'intensification de la pratique de l'élevage en zone périurbaine de N'Djamena est nul doute un des effets du changement climatique.

Cependant, le changement climatique, à lui seul, n'explique pas le développement de l'élevage périurbain. L'évolution politique du Tchad a été aussi un facteur déterminant dans l'approchement des pasteurs nomades aux villes tchadiennes. La suppression des taxes sur l'homme et le bétail suivit de la suppression totale de prélèvement des impôts aux femmes avec la démocratisation du pays en 1990 puis aux hommes ont joué un rôle crucial dans le développement de l'élevage périurbain.

4. Conclusion

Une des conséquences du changement climatique au Tchad est la migration des isohyètes vers le sud du pays. Dans la zone sahéenne, les ressources fourragères dont les animaux tirent l'essentiel de leur alimentation, ont également diminué en quantité et en qualité, effets directs des irrégularités pluviométriques. Cette situation a bouleversé profondément au Tchad le système pastoral basé sur l'exploitation des ressources naturellement

disponibles. En réponse à ces crises climatiques, les sociétés pastorales (Arabe, Kreda, Mbororo), qui vivaient autrefois dans la zone sahélienne, développèrent un système pastoral basé sur la transhumance, de direction nord-sud, en vue d'exploiter les pâturages situés plus au sud. Ainsi, chassés de leur zone d'origine par les crises liées au changement climatique (sécheresses récurrentes, diminution de quantité et en qualité des ressources pastorales) les pasteurs transhumants viennent trouver en zone périurbaine de N'Djamena fourrage et population. Pour profiter des opportunités socio-commerciales et exploiter les potentialités fourragères que leur offre la zone, les pasteurs nomades semblent s'inscrire dans une logique de sédentarisation partielle dans la zone. Car une partie de la famille reste dans la zone

périurbaine durant toute l'année (Figure 6) et l'autre partie transhume avec le troupeau vers la partie septentrionale pendant la saison de pluie.

Aujourd'hui, la pratique de l'élevage de camelin dans la zone périurbaine de N'Djamena prend de plus en plus de l'ampleur et s'étend sur des vastes étendus autour de la ville. Cependant, il est légitime de poser la problématique de l'élevage périurbain en termes de durabilité. Est-ce que les conditions d'une gestion durable (conditions sociales, économiques, environnementales) de l'élevage en zone périurbaine de N'Djamena sont clairement définies ? L'élevage périurbain peut être un facteur de résilience face au changement climatique ? Ces interrogations méritent d'être profondément étudiées.

5. Bibliographie

Ague, K. M. 1998. Étude de la filière du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*) en Mauritanie, Thèse de Doctorat en Vétérinaire, UCAD-Dakar, EISMV, 92 p.

Boudjenouia A., Fleury A. et Tacherift A. (2006). L'élevage périurbain de Sétif : une activité agricole très liée à la ville. *New Medit*, Volume 5, N°2. Juin 2006. p.16-19

Faye, B., Chaibou, M. 2005. Fonctionnement des élevages camelins de la zone périurbaine d'Agadez au Niger : enquête typologique. *Revue d'Elevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 58, p273-283.

Faye, B., Senoussi, H. et Jaouad M. 2017. Le dromadaire et l'oasis : du

caravansérail à l'élevage périurbain. *Cahiers Agricultures*. 26 : 14001. 8p.

Gilg Jean-Paul. 1963. Mobilité pastorale au Tchad occidental et central. In : *Cahiers d'études africaines*, vol. 3, n°12, 1963. pp. 491- 510 ; doi : <https://doi.org/10.3406/cea.1963.3711>
https://www.persee.fr/doc/cea_0008-0055_1963_num_3_12_3711

Mahamat Ahmat M. A. 2008. Production et commercialisation de lait de chamelle chez les arabes Oualad Rachid en zone périurbaine de N'Djamena (Tchad). Mémoire de Master en Sciences et Techniques d'Elevage. Institut Universitaire des Sciences et Techniques d'Abéché (IUSTA), Tchad. 44p.

République du Tchad. 2009. Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH2). Résultats définitifs. INSEED. Février 2012. 121p.

République du Tchad. 2013. Atlas du Tchad. Programme du Système d'Information pour le Développement Rural et

l'Aménagement du Territoire (P-SIDRAT). Août 2013

République du Tchad. 2009. Programme d'Action National d'Adaptation (PANA) aux changements climatiques. Ministère de l'Environnement, de l'Eau et des Ressources Halieutiques.