

Effets de l'aménagement d'une cuvette oasienne pour une gestion durable des ressources naturelles dans le sud-est du Niger

[The effects of developing an oasis basin for sustainable natural resource management in south-eastern Niger]

Maigari MALAM ASSANE¹, Lawandi KANEMBOU¹, Moctar ALI SALEY¹, and Ali MAHAMANE²

¹Département sol et Environnement, Université de Diffa, BP 78, Diffa, Niger

²Department des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, BP 10896, Niamey, Niger

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The development of an oasis basin is an important component for its sustainable management. The aim of this study is to understand the contribution of oasis basin management to improving the resilience of farmers while guaranteeing sustainable exploitation of the managed basin. The methodology used consisted of comparing a developed site with an undeveloped site by means of an assessment of the herbaceous vegetation, an inventory of achievements and socio-economic surveys. The results show that the developed site has 2.5 times richer in flora than the undeveloped site. This flora is dominated by Poaceae with 58.33% of the 12 families and 42.86% of the 5 families encountered on the developed and undeveloped sites respectively. The herbaceous cover was 87.75% and 16.56%, on the developed site and the control site respectively. On average, a farmer cultivates 0.37 ha in the developed basin, where the agro-biodiversity is made up of 21 species, compared with 0.6 ha in the undeveloped basin with an agro-biodiversity of 9 species. This type of farming generates a positive profit margin of around €1,145.59 and €501.99, on average per farmer, in the developed and undeveloped basins respectively. 100% of the farmers thought that the main effect of the development outside the basin was to reduce erosion, while over 98% thought that it improved farm income inside the basin. The development of a basin is a guarantee of its sustainable exploitation.

KEYWORDS: oasis basin, sustainable management, herbaceous vegetation, agro-biodiversity, Niger.

RESUME: L'aménagement d'une cuvette oasienne constitue une composante importante pour sa gestion durable. L'objectif de cette étude est de comprendre l'apport de l'aménagement d'une cuvette oasienne dans l'amélioration de la résilience des exploitants tout en garantissant une exploitation durable de la cuvette aménagée. La méthodologie utilisée a consisté à comparer un site aménagé à un site non aménagé à travers une évaluation de la végétation herbacée, un inventaire des réalisations et des enquêtes socio-économiques. Les résultats montrent que le site aménagé présente 2,5 fois de flore plus riche que le site non aménagé. Cette flore est dominée par les poacées avec 58,33% des 12 familles et 42,86% des 5 familles rencontrées respectivement sur les sites aménagé et non aménagé. Le recouvrement herbacé est de 87,75% et 16,56%, respectivement sur le site aménagé et le site témoin. En moyenne, un exploitant cultive 0,37 ha dans la cuvette aménagée, où l'agro-biodiversité est constituée de 21 spéculations contre 0,6 ha dans la cuvette non aménagée avec une agro-biodiversité de 9 spéculations. Cette exploitation procure une marge bénéficiaire positive de l'ordre de 1145,59 euros et 501,99 euros, en moyenne par exploitant, respectivement dans les cuvettes aménagée et non aménagée. Les exploitants estiment à 100% que le principal effet de l'aménagement à l'extérieur de la cuvette est la diminution de l'érosion alors qu'ils pensent à plus de 98% à l'amélioration du revenu agricole à l'intérieur de la cuvette. L'aménagement d'une cuvette est un gage pour son exploitation durable.

MOTS-CLEFS: cuvette oasienne, gestion durable, végétation herbacée, agro-biodiversité, Niger.

1 INTRODUCTION

La dégradation des sols est l'une des principales causes qui menacent l'utilisation durable des ressources naturelles dans le monde [1], [2], [3]. Elle est à la base de perte des services fournis par les écosystèmes terrestres, ce qui accentue la vulnérabilité des populations et entrave le développement économique [4], [5].

La dégradation des ressources naturelles demeure de nos jours un problème majeur pour le développement agro-sylvo-pastoral des zones arides et semi-arides d'Afrique de l'Ouest [6], [7]. En effet, dans ces zones, l'explosion démographique, l'insécurité et l'état de la pauvreté des sols ne permettent plus un maintien de l'équilibre entre l'exploitation des ressources naturelles et leur régénération du fait de la précarité des conditions climatiques [8], [9]. Ces facteurs ont entraîné une disparition progressive de la végétation et une importante dégradation des terres cultivées [10].

Au Niger, le phénomène de la dégradation de terres est plus accentué dans la partie sud-est du pays caractérisée par la présence des anciennes dunes remobilisées, qui étaient, il y a peu, fixées par la végétation naturelle [11]. Cette réactivation de dunes est provoquée par la raréfaction de la couverture végétale des sols à la suite des effets conjugués des sécheresses et des actions anthropiques [12]. Pour les populations rurales de cette zone, ce phénomène de dégradation des terres se traduit par un risque d'ensablement de l'habitat, des infrastructures (écoles et routes), des champs de cultures, des pâturages, des points d'eau et surtout des cuvettes-oasiennes [13]. En effet, les cuvettes oasiennes sont des entités disposant des terres relativement fertiles et se présentent comme des zones de productions agro-sylvo-pastorale par excellence [13], [14], [15]. L'optimisation de la production dans les cuvettes, constitue alors une opportunité pour la réduction de la pauvreté et la lutte contre l'insécurité alimentaire dans la zone en particulier et dans le pays en général. Dans ce contexte, la protection et l'aménagement de ces cuvettes sont devenus une des priorités de l'Etat et ses partenaires qui conjuguent une grande partie de leurs efforts dans cette partie du pays [13], car la protection des cuvettes est un gage pour l'amélioration et l'aménagement de la production agricole [16]. Cette protection est généralement assurée par la fixation des dunes vives qui ceinturent ces cuvettes et l'aménagement concerne souvent l'aménagement en petite irrigation. Ainsi pour contribuer à assurer durablement la sécurité alimentaire et nutritionnelle et les capacités de résilience aux crises des ménages ruraux dans la région de Diffa, des cuvettes sont aménagées afin de promouvoir la résilience des petits producteurs. La présente étude cherche à comprendre si ces travaux d'aménagement ont amélioré les conditions socio-économiques des exploitants et ont permis une exploitation durable d'une cuvette aménagée.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

Le site d'étude est la cuvette de Karamba située à 11°54'26" Est et 13°42'24" Nord dans la région de Diffa au Niger. Elle est située à environ 30 km au nord de la route Nationale N°1 reliant la région au reste du pays et à 226 m à l'Est du village de même nom (Karamba). Ladite cuvette est à vocation agro-pastorale, elle est exploitée à la fois pour l'agriculture et l'élevage. On y pratique les cultures irriguées et une partie de la cuvette sert d'aire de pâturage surtout en période sèche où le fourrage se fait rare. Les auréoles de sols et de végétation sont agencées en deux couronnes autour d'une plage centrale dans la cuvette. De l'extérieur vers l'intérieur, on rencontre la couronne arborée dominée par un peuplement d'*Hyphaenes thebaica*, puis celle où est pratiquée la polyculture et enfin la plage centrale natronnée et nue. En plus de cette cuvette, la cuvette de Mamalan présentant les mêmes caractéristiques que la cuvette de Karamba mais n'ayant pas bénéficié d'aménagement a été retenue comme témoin. La figure 1 présente la carte de localisation du site d'étude.

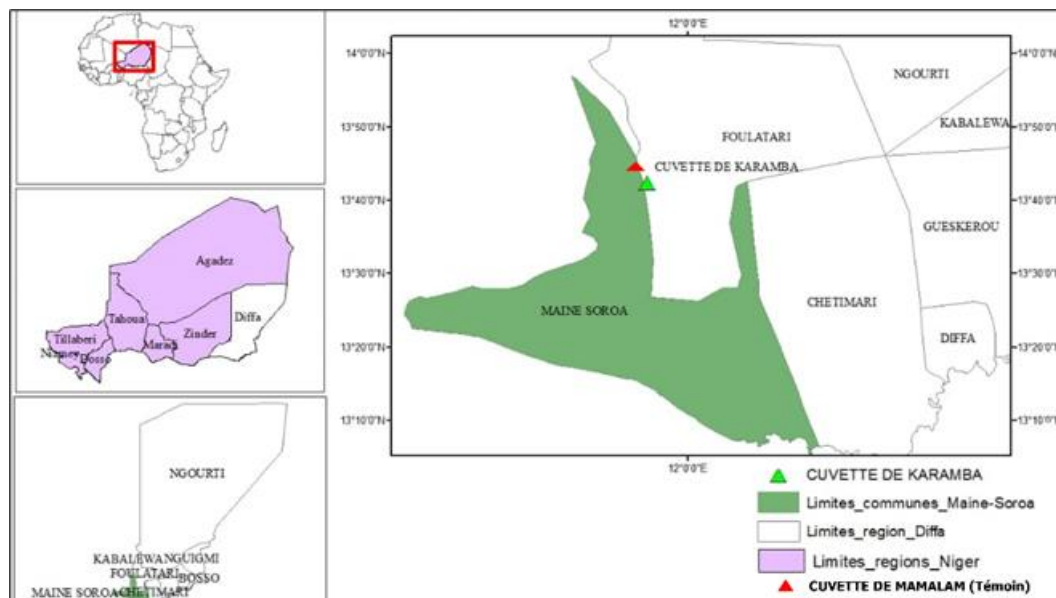


Fig. 1. Carte de localisation du site d'étude

2.2 MÉTHODES

La méthodologie utilisée consistait à comparer un site aménagé à un site témoin non aménagé afin de ressortir les effets de l'aménagement. Pour cela, l'aménagement de la cuvette a été étudié sous deux angles: 1) l'aménagement au tour de la cuvette qui a consisté à fixer la dune qui ceinture la cuvette et 2) l'aménagement à l'intérieur de la cuvette qui a concerné l'aménagement en petite irrigation et divers appuis qui l'accompagne.

Pour le premier point, l'étude a permis d'évaluer la végétation herbacée sur les dunes jouxtant les cuvettes (dune fixée pour le site d'étude et dune non fixée pour le témoin). En effet, l'évaluation de cette végétation herbacée, renseigne sur la reconstitution de la couverture végétale qui est l'un des principaux facteurs de la récupération des écosystèmes dégradés [17], [18], [19].

L'étude de la végétation herbacée a consisté à faire des relevés phytosociologiques par la méthode des points quadrats alignés de [20], utilisées largement dans des études récentes [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28].

Pour cela des parcelles de 2 500 m² (50 m x 50 m) correspondant à l'aire recommandée par les méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation des zones tropicales [29] ont été matérialisées comme unités d'échantillonnage. Sur le site de fixation, autour de la cuvette de Karamba (site d'étude) et sur le site témoin, au tour de la cuvette de Mamalam. Trois zones (la *zone externe*; en contact avec les alentours de la cuvette, la *zone intermédiaire*; le sommet des dunes et la *zone interne*; en contact de la cuvette) ont été définies de l'extérieur vers les cuvettes. En fonction de ces trois zones, trois parcelles de 2500 m² ont été échantillonnées sur chacune d'elles pour un total de 9 parcelles échantillonnées par site. Les relevés ont été effectués sur quatre lignes dans les placettes en raison de 100 points de lecture par ligne pour 400 points de lecture par parcelle. Les lignes sont disposées par intervalle de 10 m, perpendiculairement à la direction des vents dominants. Au total, les relevés ont été effectués sur 3 600 points de lecture (9 parcelles de 400 points) pour chacun de deux sites (site fixé et site témoin). Les espèces végétales sont nommées en référence au lexique des plantes du Niger [30]. Ces relevés phytosociologiques ont permis de déterminer, les paramètres de diversités suivants: la fréquence spécifique (Fsi), la contribution spécifique de chaque espèce rencontrée (Csi (%)), le recouvrement herbacé (r (%)) avec le taux de sol nu (T°sol nu (%)), la diversité alpha (H') et l'indice d'équitabilité de Shannon-Weaver (E) (tableau 1).

Tableau 1. Paramètres de diversité de la végétation herbacée

Paramètres	Formules	Signification
La fréquence spécifique (Fsi)	$Fsi = \sum(\text{Points de contacts de } i) \text{ (1)}$	Fsi représente la somme cumulée des contacts d'une i sur la ligne de lecture
La contribution spécifique (Csi(%))	$Csi(\%) = \left(\frac{Fsi}{\sum(Fsi)}\right) \times 100 \text{ (2)}$	Csi (%) représente le poids d'une espèce i par rapport à toutes les espèces recensées
Le recouvrement herbacé : (r (%))	$rsi = \frac{Fsi}{\text{Nb points de lecture}} \text{ (3)}$ $rG(\%) = 100 - T^{\circ}\text{Sol nu}(\%) \text{ (4)}$	rsi représente le recouvrement spécifique de l'espèce i et rG, le recouvrement global T°Sol nu (%), est noté Sol nu, tout contact direct avec le sol sans contact aucun avec de la végétation herbacée sur la ligne de points quadrats
La diversité alpha	$H' = - \sum_{i=1}^s Pi \log_2 Pi \text{ (5)}$	H' étant la diversité alpha, S le nombre total d'espèces, Pi la fréquence relative des espèces (Pi = (nj/N), $\sum Pi = 1$); ni la fréquence de l'espèce i dans l'unité d'échantillonnage, N la somme des fréquences relatives spécifiques.
L'indice d'équitabilité de Shannon-Weaver	$E = \frac{H'}{\log_2 S} \text{ (6)}$	E étant l'indice d'équitabilité, H' l'indice de Shannon-Weaver, S la richesse spécifique.

Pour le second point, un inventaire des réalisations dans les deux cuvettes a été réalisé. L'inventaire consistait à suivre et observer les activités entrant dans le cadre de la production, pendant deux saisons de campagne de l'année 2022 à intervalle régulier d'une semaine. Pendant cette période, toutes les activités (différentes infrastructures, gestion des réalisations, type d'exploitation, nombre et organisation des exploitants) réalisées dans ces deux cuvettes ont été enregistrées et comparées. Des comptes d'exploitation ont été établis et comparés.

Pour appréhender la Perception des effets de l'aménagement par la population, des enquêtes ont été conduites. Les échantillons des enquêtés ont été déterminés proportionnellement au nombre des exploitants rencontrés dans les deux cuvettes (24 ménages à Karamba et 5 ménages à Mamalam) par la méthode d'échantillonnage exhaustif [31] donnée par la formule suivante:

$$n = \frac{t^2 N}{t^2 + I^2(N-1)} \text{ (7)}$$

Avec n: la taille de l'échantillon, N l'effectif des ménages exploitants (N=24 pour Karamba et N=5 pour Mamalam); I la fourchette d'incertitude (I=2e); e: la marge d'erreur (e=5%); t: le coefficient de marge déduit du degré de confiance (1-α) que l'on souhaite (α le niveau de signification statistique = 5%, soit un degré de confiance de 95% et t associé = 1,96).

Le calcul des échantillons des menages exploitants rencontrés dans les cuvettes par l'équation 7 a montré que ces échantillons sont assimilés aux effectifs de ces menages exploitants ces cuvettes (n = 24 à Karamba et n = 5 à Mamalam). Ainsi pour obtenir un échantillon représentatif, un échantillon possédant les mêmes caractéristiques que la population de deux sites, un nombre de ménages identique aux échantillons calculés a été choisi de façon aléatoire parmi les autres ménages de deux communautés. Ces ménages choisis ont été rajoutés aux échantillons calculés pour constituer les échantillons finaux enquêtés. Le tableau 2 renseigne sur les caractéristiques des échantillons enquêtés par sites. Les enquêtes se sont focalisées sur les bénéfiques tirés de l'aménagement.

Tableau 2. Caractéristiques des échantillons (nombre de ménages) enquêtés

Communauté	n calculé	Nombre des ménages choisis	Echantillon final
Site aménagé (Karamba)	24	24	48
Site témoin (Mamalam)	5	5	10

Au total 58 ménages ont été enquêtés dont 48 à (site d'étude) et 10 à Mamalam (site témoin).

3 RÉSULTATS

3.1 EFFETS DE L'AMENAGEMENT AUTOUR DE LA CUVETTE

Le tableau 3 présente les Familles, les Fréquences, la Contribution et le Recouvrement spécifiques des espèces herbacées rencontrées sur le site d'étude et le site témoin. L'analyse du tableau 3 montre qu'au total, 20 et 8 espèces herbacées ont été recensées, respectivement sur le site fixé et sur le site témoin. Ces espèces sont réparties dans 12 familles botaniques. Le site fixé présente 2,5 fois de flore plus riche que le site témoin. Au niveau du site fixé, la famille la mieux représentée est de loin celle des Poacées avec 7 espèces soit 58,33%. Elle est suivie par les Fabacées et les Cypéracées représentées chacune par 2 espèces soit 16,66%. Les 9 autres familles (Apocynacée, Caesalpinacée, Commelinacée, Cucurbitacée, Euphorbiacée, Orobanchacée, Pedaliacée, Rubiacée et Zygophyllacée) sont moins représentées avec une (1) espèce soit 8,33% chacune. Les 8 espèces du site témoin sont réparties en 5 familles dont la dominante est aussi celles des Poacées avec 3 espèces soit 42,86%. Les 4 familles restantes (Apocynacées, Commelinacées, Cypéracées et Fabacées) sont chacune représentée par une seule espèce soit 14,29%. Le recouvrement total est de 87,75% sur le site fixé contre 16,56% pour le site témoin.

Tableau 3. Fréquence spécifique, Contribution spécifique et Recouvrement spécifique des espèces herbacées rencontrées sur le site d'étude et le site témoin

Familles	Espèces	Site fixé (Karamba)			Site témoin (Mamalam)		
		Fsi	Csi (%)	R (%)	Fsi	Csi (%)	R (%)
Apocynaceae	<i>Pergularia tomentosa</i>	54	1,71	1,50	259	43,46	7,19
Caesalpiniaceae	<i>Cassia italica</i>	9	0,28	0,25	0	0,00	0
Commelinaceae	<i>Commelina forskalaei</i>	360	11,40	10,00	77	12,92	2,14
Cucurbitaceae	<i>Cucumis prophetarum</i>	27	0,85	0,75	0	0,00	0
Cyperaceae	<i>Bulbostylis barbata</i>	45	1,42	1,25	0	0,00	0
	<i>Cyperus amabilis</i>	126	3,99	3,50	25	4,19	0,69
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia aegyptiaca</i>	18	0,57	0,50	0	0,00	0
Fabaceae	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	180	5,70	5,00	36	6,04	1
	<i>Tephrosia linaris</i>	45	1,42	1,25	0	0,00	0
Orobanchaceae	<i>Striga hermonthica</i>	9	0,28	0,25	0	0,00	0
Pedaliaceae	<i>Sesamun alatum</i>	27	0,85	0,75	0	0,00	0
Poaceae	<i>Aristida funiculata</i>	108	3,42	3,00	54	9,06	1,5
	<i>Aristida stipoides</i>	18	0,57	0,50	0	0,00	0
	<i>Brachiaria xantholeuca</i>	72	2,28	2,00	0	0,00	0
	<i>Cenchrus biflorus</i>	1773	56,13	49,25	118	19,80	3,28
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	18	0,57	0,50	9	1,51	0,25
	<i>Eragrotis tremula</i>	63	1,99	1,75	18	3,02	0,5
	<i>Tragus racemosus</i>	81	2,56	2,25	0	0,00	0
Rubiaceae	<i>Mitracarpus villosus</i>	90	2,85	2,50	0	0,00	0
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	36	1,14	1,00	0	0,00	0
Total		3159	100	87,75	596	100	16,56

Le tableau 4 présente les paramètres de diversité de la végétation herbacée sur le site fixé et le site témoin. L'analyse du tableau 4 montre que le taux de sol nu est plus de 6 fois plus important sur le site témoin que sur le site fixé. Le recouvrement global est contrairement plus important sur le site fixé que sur le site témoin. Le site fixé présente une diversité alpha (indice de Shannon-Wiener; H') de 2,57 et un indice d'équitabilité (équitabilité de Piéluou; E) de 0,6. Le témoin affiche une valeur plus faible de l'indice de Shannon-Wiener de 2,36 pour une équitabilité de Piéluou de l'ordre de 0,79.

Tableau 4. Paramètres de diversité de la végétation herbacée sur le site fixé et le site témoin

Paramètres	Site fixé (Karamba)	Site témoin (Mamalam)
T* sol nu (%)	12,25	83,44
RG (%)	87,75	16,56
S	20	8
H'	2,57	2,36
E	0,6	0,79

T*sol nu = Taux de sol nu; RG (%) = Recouvrement Global; S = Nombre total d'espèces; H' = Diversité alpha; E = Indice d'équitabilité

3.2 EFFETS DE L'AMENAGEMENT À L'INTERIEUR DE LA CUVETTE

L'aménagement à l'intérieur de la cuvette a concerné la réalisation de plusieurs infrastructures et le bénéfice d'autres avantages enregistrés dans la cuvette aménagée (tableau 5). L'analyse du tableau 5 montre que l'aménagement a permis d'augmenter considérablement la superficie exploitée. Celle-ci est de 8,85 ha dont 5,42 ha aménagées dans la cuvette aménagée contre seulement 3 ha dont 0 aménagée dans la cuvette non aménagée. Le nombre d'exploitants (24) dans la cuvette aménagée est environ 5 fois plus important que celui de la cuvette non aménagée qui est de 5 exploitants. En moyenne, un exploitant cultive 0,37 ha dans la cuvette aménagée contre 0,6 ha dans la cuvette non aménagée. En plus des ouvrages réalisés, les exploitants de la cuvette aménagée ont reçu 190 pieds d'arbres fruitiers composés de cinq espèces (*Mangifera indica*, *Psidium guajava*, *Carica papaya*, *Citrus reticulata*, *Phoenix dactylifera*) et 5 mesures de semences de *Moringa oleifera* améliorant l'agro biodiversité de ladite cuvette. Les producteurs de la cuvette aménagée ont reçu également un paquet d'appui techniques qui est à la base de l'abandon des mauvaises pratiques agricoles au profit des bonnes et d'adoption des techniques innovantes de production. Cela a impacté durablement l'exploitation de cette cuvette.

Tableau 5. Comparaison des réalisations dans la cuvette aménagée et la cuvette non aménagée

Paramètres impactés par l'aménagement	Site aménagée	Site non aménagée
Statut	Terres héritées en majorité	Terres héritées en majorité
Superficie totale	17 ha	18 ha
Superficie exploitable	10 ha	11,45 ha
Superficie mis en valeur/exploitée	8,85 ha	3 ha
Superficie aménagée	5,42 ha	0 ha
Nombre d'exploitation	24	5
Ouvrages réalisés	12 Forages maraichers	0
Moyen d'exhaure	12 Motopompe directement relié au réseau Californien	Système traditionnel (puisettes en calebasse)
Réseau d'irrigation	Réseau Californien en tuyau PVC de 63	Simple canalisation
Système d'irrigation	Irrigation par pression	Irrigation par gravité
Protection périmétrale	Haies vives	Haies mortes
Préparation des planches	Les contours des planches sont bien délimités ; les adventices sont désherbés ; Aérer le sol est aéré et bien nourri ; les planches sont bien nivelées.	Les planches sont confectionnées sans art
Appui technique	Paquet d'appui techniques reçu	Aucun appui technique
Appui en espèces fruitières	<i>Mangifera indica</i> : Manguier (40), <i>Psidium guajava</i> : Goyavier (50), <i>Carica papaya</i> : Papayer (50), <i>Citrus reticulata</i> : Mandarinier (45), <i>Phoenix dactylifera</i> (5), Semences <i>Moringa oleifera</i> (5 mesures)	Aucun appui en espèces fruitières
Systèmes de distribution	Système à canaux en terre	Système de poquet par poquet

3.3 EFFETS DE L'AMENAGEMENT SUR LES SPECULATIONS CULTIVEES DANS LES CUVETTES

Le tableau 6 présente les résultats d'inventaire des spéculations rencontrées dans les deux cuvettes exceptés les arbres fruitiers. Au total Vingt-une (21) spéculations ont été inventoriées dans la cuvette aménagée contre neuf (9) spéculations recensées au niveau de la cuvette non aménagée. Ces spéculations sont pour la plupart cultivées en cultures maraichères et sont une combinaison d'espèces locales et exotiques. Pour la cuvette aménagée, les espèces recensées se répartissent dans 12 familles. La famille la mieux représentée est celle des Solanacées avec 5 espèces soit 23,81%. Elle est suivie par les familles des Cucurbitacées et des Poacées représentées chacune par 3 espèces soit 14,29%. La famille des Apiacées est représentée par 2 espèces soit 9,52% et les 8 autres familles (Astéracées, Brassicacées, Convolvulacées, Euphorbiacées, Liliacées, Malvacées, Pedaliacées et Polygonacées) sont moins représentées avec une (1) espèce soit 4,76% chacune. En ce qui concerne la cuvette non aménagée (témoin), les 9 espèces recensées se répartissent en 9 familles, avec chacune une espèce soit 11,11%.

Tableau 6. Résultats d'inventaire des spéculations rencontrées dans les deux cuvettes exceptés les arbres fruitiers

Famille	Espèces	Nom vernaculaires	Poids de l'espèce (%)	
			Site aménagée	Site non aménagée
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	Carotte	0,40	0
	<i>Petroselinum crispum</i>	Persil	0,16	0
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	Laitue	3,28	0
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i>	Chou	1,20	7,43
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Patate douce	2,96	3,38
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i>	Concombre	0,16	0
	<i>Citrullus lanatus</i>	Pastèque	3,52	0
	<i>Cucurbita pepo</i>	Courge	1,60	0,23
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	Manioc	14,39	23,20
Liliaceae	<i>Allium cepa</i>	Oignon	4,32	11,94
Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Gombo	0,96	0
Pedaliaceae	<i>Sesamum indicum</i>	Sésame	18,39	29,95
Poaceae	<i>Triticum turgidum</i>	Blé	11,59	0
	<i>Zea mays</i>	Maïs	11,51	18,69
	<i>Saccharum officinarum</i>	Canne à sucre	10,55	0
Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i>	Oseille	2,40	0,68
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	1,92	4,50
	<i>Solanum melongena</i>	Aubergine	0,40	0
	<i>Solanum tuberosum</i>	Pomme de terre	5,60	0
	<i>Capsicum annum</i>	Poivron	3,52	0
	<i>Capsicum annum</i>	Piment rouge	1,20	0
Total			100	100

3.4 EFFETS DE L'AMENAGEMENT SUR LE REVENU AGRICOLE MOYEN PAR EXPLOITANT DANS LES CUVETTES

Le tableau 7 présente le revenu agricole moyen par exploitant dans les deux cuvettes. L'analyse du tableau 7 montre que les charges constituées de l'achat de semences, l'achat d'intrants d'irrigation et autres intrants (engrais et pesticides) sont pratiquement les mêmes en moyen pour les exploitants de deux cuvettes. Elles s'élèvent à 43 181 FCFA (65,86 €) en moyenne pour un exploitant de la cuvette aménagée et à 43 362 FCFA (66,13 €) en moyenne pour un exploitant de la cuvette non aménagée. La différence intervient dans l'investissement qui a coûté en moyen 71 150 FCFA (108,52 €) seulement pour un exploitant de la cuvette aménagée et environ le double (124 250 FCFA soit 189,50 €) pour un exploitant de la cuvette non aménagée. Contrairement, le montant de la vente de produits engrangé en moyen par un exploitant de la cuvette aménagée (865 450 FCFA soit 1319,96 €) a presque doublé celui engrangé en moyen par un exploitant de la cuvette non aménagée (496 750 FCFA soit 757,63 €). La marge bénéficiaire est positive dans les deux cuvettes mais plus de deux fois plus importante dans la cuvette aménagée que dans celle non aménagée. Elle est de l'ordre de 751 119 FCFA (1145,59 €) en moyenne pour un exploitant de la cuvette aménagée et est de 329 138 FCFA (501,99 €) en moyenne pour un exploitant de la cuvette non

aménagée. En rapportant au nombre total d'exploitants rencontrés dans les cuvettes, la cuvette aménagée fait ressortir une marge bénéficiaire globale de l'ordre de 18 026 856 FCFA (27 494,06 €) contre une marge bénéficiaire globale de l'ordre de 1 645 690 FCFA (2 509,96 €) pour la cuvette non aménagée.

Tableau 7. Revenu moyen par exploitant dans la cuvette aménagée et la cuvette non aménagée

Cuvette aménagée (Karamba)					
Charge		Produit			
Désignation		Quantité	Montant	Vente produit	
Charge	Semences	FF	10000 F	865 450 F	
	Irrigation	FF	20 000 F		
	Engrais	1/3 sac	5 681 F		
	Pesticides	3 litres	7 500 F		
Sous total charges			43181 F		
Investissement	Matériels	FF	27900 F		
	Main d'œuvre	FF	43 250 F		
Sous total investissement			71 150 F		
Total dépenses (A)			114 331 F		Total produit (B)
Marge bénéficiaire (B-A)			751 119 F		865 450 F
Cuvette non aménagée (Mamalam)					
Charge		Produit			
Désignation		Quantité	Montant	Vente produit	
Charge	Semences	FF	14000 F	496 750 F	
	Irrigation	FF	5500 F		
	Engrais	½ sac	11362 F		
	Pesticides	5 litres	12 500 F		
Sous total charges			43 362 F		
Investissement	Matériels	FF	47 500 F		
	Main d'œuvre	FF	76 750 F		
Sous total investissement			124 250 F		
Total dépenses (A)			167 612 F		Total produit (B)
Marge bénéficiaire (B-A)			329 138 F		496 750 F

FF: forfait; F: franc CFA; A: total dépenses; B: total produit; B-A: marge bénéficiaire

3.5 PERCEPTION DES EFFETS DE L'AMENAGEMENT PAR LA POPULATION

Les figures 2 et 3 montrent respectivement les proportions de la perception des effets de l'aménagement à l'extérieur de la cuvette et à l'intérieur de la cuvette. Pour l'aménagement à l'extérieur de la cuvette, les enquêtés ont cité sept (7) effets (figure 2) liés à la fixation des dunes dont le principal est la diminution de l'érosion cités par 100% des enquêtés y compris tous les enquêtés du site témoin. Le moins cité est l'amélioration de la biodiversité citée par un peu plus de 25% des enquêtés dont tous sont ceux du site aménagé.

En ce qui concerne l'aménagement à l'intérieur de la cuvette, six (6) effets (figure 3) ont été cités dont le plus important est l'amélioration du revenu agricole des exploitants reconnue par plus de 98% des enquêtés incluant la majorité des répondants du site non aménagé. L'effet de moindre importance est l'amélioration du microclimat cité par un peu plus de 15% des enquêtés, exclusivement du site aménagé.

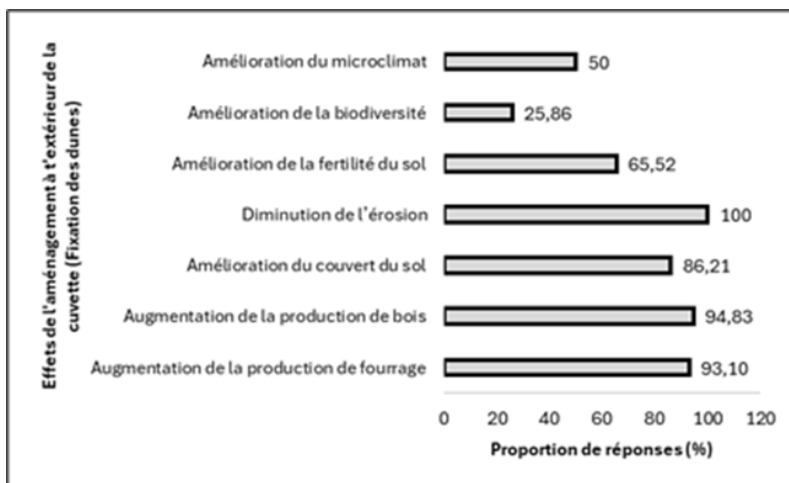


Fig. 2. Perception des effets de l'aménagement à l'extérieur de la cuvette par la population

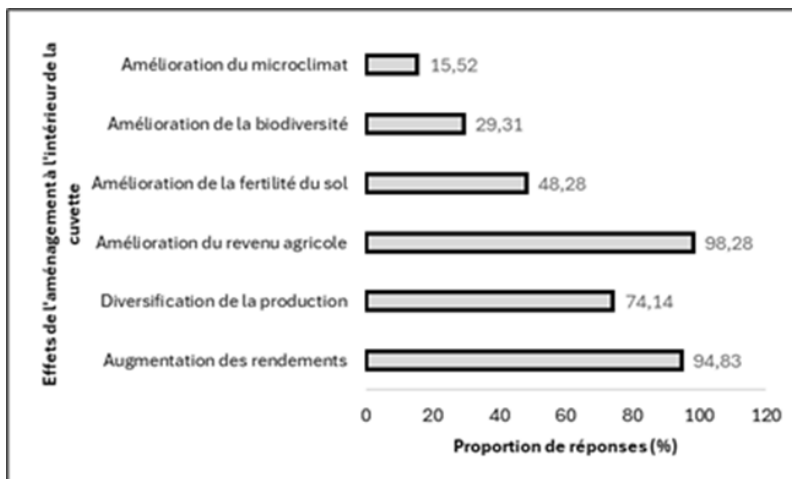


Fig. 3. Perception des effets de l'aménagement à l'intérieur de la cuvette par la population

4 DISCUSSION

La fixation des dunes autour de la cuvette aménagée a permis d'améliorer significativement la diversité, la productivité et le recouvrement herbacé. En effet, le site fixé présente 2,5 fois de flore plus riche que le site témoin. La famille la mieux représentée est celle des poacées au niveau des 2 sites (site fixé et témoin), avec respectivement 58,33% des 12 familles rencontrées sur le site fixé et 42,86% des 5 familles rencontrées sur le site témoin. Ces résultats corroborent ceux de [32] qui ont rapporté que la strate herbacée de la zone sahélienne est dominée par des plantes annuelles qui sont principalement des poacées. Cette dominance des poacées a été également mise en évidence dans la zone d'étude par [24].

En termes de contribution spécifique, l'espèce *Cenchrus biflorus* est la meilleure avec une contribution spécifique de 49,25% au niveau du site fixé. Des résultats semblables ont été annoncés par plusieurs auteurs [13], [25], [28], [33], [34], [35], [36]. Cette dominance de l'espèce *Cenchrus biflorus* peut s'expliquer par le fait que celle-ci est reconnue pour sa rusticité à se développer dans les zones arides et son adaptation aux zones perturbées [34], [37], [38]. Au niveau du site témoin, c'est l'espèce *Pergularia tomentosa* qui domine avec une contribution spécifique de 43,46%. Ces résultats peuvent se justifier du fait que ladite espèce est un bon indicateur de sol épuisé [39] comme celui du témoin (site non fixé).

Le taux de sol nu est 6 fois plus important sur le site témoin que sur le site fixé. Ces résultats corroborent ceux de [25] qui ont observé un taux de sol nu moyen de 99,83% sur les dunes dégradées de la même zone. Contrairement, le recouvrement global est plus important sur le site fixé (87,75%) que sur le site témoin (16,56%). Le site fixé présente une diversité alpha (indice de Shannon-Wiener; H') de 2,57 et un indice d'équitabilité (équitabilité de Pielou; E) de 0,6. Le témoin affiche une valeur

plus faible de l'indice de Shannon-Wiener de 2,36 pour une équitabilité de Piélou de l'ordre de 0,79. La valeur la plus élevée de l'indice de diversité enregistrée sur le site fixé et accompagnée d'une richesse spécifique de 20 espèces. Cela s'explique par le fait que le site fixé présente les meilleures conditions d'un retour de la végétation que le site témoin. En effet, Selon [34] les activités de la fixation des dunes multiplient les écotones qui déterminent la diversité des microclimats à la base de la richesse floristique. Pour [25], la fixation des dunes favorise un microclimat dans lequel le retour de la végétation est facilité par le piégeage des semences transportées par le vent d'une part et d'autre part par l'expression des semences contenues dans le sable stabilisé. En outre, plusieurs auteurs [40], [41], [42], [43] soutiennent que la fixation des dunes est l'une des méthodes efficaces pour restaurer la végétation sur les surfaces nues et mobiles. Cependant, cette reconstitution n'est possible que si les grains de sables mouvants sont, au préalable, stabilisés [44] ce qui fut fait avec l'intervention autour de la cuvette en dressant des palissades sur la dune mobile. Sur le site non fixé, toutes ces conditions ne sont pas réunies d'où une faible diversité avec seulement une richesse spécifique de 8 espèces. Des résultats semblables ont été trouvés par [24] qui ont signalé des individus épars dans la zone non aménagée et que les conditions d'aridité ne sont pas favorables pour qu'il est un nombre important d'espèces.

L'aménagement à l'intérieur de la cuvette a permis de bénéficier de plusieurs infrastructures et beaucoup d'autres avantages qui ont augmenté l'attrait de la cuvette aménagée. En effet, dans la cuvette aménagée, le nombre d'exploitants a considérablement augmenté et la superficie exploitée avec. Par conséquent, l'on assiste à la diversification des cultures, au moindre coût de production avec une importante production de qualité sur une superficie très réduite. Ceci a permis, d'une part, aux exploitants de subvenir à leurs besoins alimentaires et nutritionnels et d'autre part, d'améliorer nettement leurs revenus. En effet, un exploitant de la cuvette aménagée engrange plus que le double de la marge bénéficiaire qu'un exploitant de la cuvette non aménagée en exploitant une superficie environ 2 fois inférieure que celui-ci. Ce qui a toujours permis aux exploitants d'honorer à leurs obligations sociales (mariage, baptême, santé, éducation des enfants, etc.). Grâce à l'aménagement, la résilience des exploitants est donc hautement relevée. Ces résultats corroborent ceux de [45] qui ont montré que les interventions en milieu rural induisent des effets positifs conduisant à l'accroissement de la productivité et des revenus et que cela garantit la disponibilité alimentaire. Toutes fois, même sans aménagement, les cuvettes bien exploitées, procurent des avantages liés à l'exploitation agricole et pastorale et jouent d'autres rôles non moins importants [13]. Mais il faut noter que ces avantages ne peuvent perdurer que si ces cuvettes sont protégées contre l'ensablement. Dans la cuvette non aménagée (témoin), les matériels utilisés par les exploitants sont essentiellement artisanaux, précaires et le travail est en grande partie manuel et leur fait perdre beaucoup de temps. A ceci s'ajoute la non-qualification et surtout le manque d'encadrement d'où, les techniques optimales et les méthodes de traitement phytosanitaires ne sont pas bien connues. Contrairement au niveau de la cuvette aménagée les exploitants ont non seulement bénéficié des investissements mais aussi des encadrements qui leur ont permis de récupérer des terres abandonnées à cause de la salinité. Ils arrivent également à bien gérer les essences forestières de la cuvette. Toutes ces actions concourent à la gestion durable de ladite cuvette.

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude on retient que l'aménagement a contribué d'augmenter la capacité de résilience de la population et à gérer durablement les cuvettes oasiennes. En effet, dans la cuvette aménagée, les exploitants investissent peu de moyens pour produire une importante quantité de produits dont la vente leur procure un revenu suffisant pour satisfaire leur besoins vitaux et sociaux sans risque. L'intervention (fixation des dunes) au tour de la cuvette a permis un retour d'une flore herbacée de 20 espèces représentant 2,5 fois plus importante que la flore du site témoin. Cette flore dominée par les poacées avec un recouvrement général de 87,75% a favorisé la stabilisation des dunes. Les investissements réalisés dans la cuvette ont augmenté l'attrait de ladite cuvette et la diversification des cultures maraichères est également améliorée dans la cuvette aménagée où vingt-une (21) spéculations ont été inventoriées contre seulement neuf (9) dans la cuvette non aménagée. Un exploitant de la cuvette aménagée gagne en moyen le double de revenu d'un exploitant de la cuvette non aménagée en exploitant environ la moitié de superficie que celui-ci. Toutefois, en élargissant l'étude à la comparaison du cout des investissement aux bénéfices tirés, cette recherche aurait beaucoup plus de portée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Programme de Développement de l'Agriculture Familiale (ProDAF) dans la région de Diffa pour le financement de cette étude.

REFERENCES

- [1] P. S. Bindraban, M. v. d. Velde, L. Ye, M. v. d. Berg, S. Materechera, D. I. Kiba, L. Tamene, K. V. Ragnarsdottir, R. Jongschaap, M. Hoogmoed, W. Hoogmoed, C. v. Beek and G. v. Lynden, «Assessing the impact of soil degradation on food production,» *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 4, no. 5, pp. 478–488, 2012.
- [2] C. DeLong, R. Cruse and J. Wiener, «The Soil Degradation Paradox: Compromising Our Resources When We Need Them the Most,» *Sustainability*, vol. 7, pp. 866-879, 2015.
- [3] R. Fernández, V. Belmonte, A. Quiroga, C. Lobartini and E. Noellemeyer, «Land-use change affects soil hydro-physical properties in Mollisols of semiarid Central Argentina,» *Geoderma Regional*, vol. 25, pp. e00394, 2021.
- [4] L. R. Oldeman, *Global Extent of Soil Degradation*, ISRIC Bi-Annual Report, pp. 19-36, 1992.
- [5] J. Chen, J-z. Chen, M-z. Tan and Z-t. Gong, «Soil degradation: a global problem endangering sustainable development,» *Journal of Geographical Sciences*, vol. 12, no. 2, pp. 243–252, 2002.
- [6] Kundaali, J. N., and Wangari, E. O., *Situation des ressources naturelles dans l'écosystème des terres arides et semi-arides de l'Afrique, au Sud du Sahara*, In: E. Wangari (Eds.), *Rôle de la femme dans les sociétés pastorales et agro-pastorales dans le domaine de l'amélioration de la gestion des terres arides et semi-arides d'Afrique sub-saharienne*, Dakar: UNESCO, pp. 19-32, 1994.
- [7] F. Anthelme, M. W. Mato, D. de Boissieu and F. Giazzi, «Dégradation des ressources végétales au contact des activités humaines et perspectives de conservation dans le massif de l'Air (Sahara, Niger),» *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, vol. 7, no. 2, 2006.
- [8] C. L. Biielders, S. Alvey, and N. Cronyn, «Wind erosion: the perspective of grass-roots communities in the Sahel,» *Land Degradation Development*, vol. 12, no. 1, pp. 57-70, 2001.
- [9] F. Gemenne, J. Blocher, F. de Longueville, S. Vigil Diaz Telenti, C. Zickgraf, D. Gharbaoui and P. Ozer, «Climate change, natural disasters and population displacements in West Africa,» *Geo-Eco-Trop*, vol. 41, no. 3, pp. 1-22, 2017.
- [10] Guibert, H., *Fertilité des terres de savanes: 25 ans après*, In: T. Chevallier, T. M. Razafimbelo, L. Chapuis-Lardy and M. Brossard (Eds.), *Carbone des sols en Afrique: Impacts des usages des sols et des pratiques agricoles*, OpenEdition Books, pp. 213-224, 2020.
- [11] K. J.-M. Ambouta, M. Karimou Barke, A. D. Tidjani and B. Tychon, «Les cuvettes du Manga, un écosystème unique en milieu semi-aride objet d'une recherche interdisciplinaire et pluri-institutionnelle,» *Geo-Eco-Trop.*, vol. 42, no. 2, 245 – 257, 2018.
- [12] C. Bodart, A. Ozer, and D. Derauw, «Suivi de l'activité des dunes au Niger au moyen de la cohérence interférométrique ERS ½,» *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, vol. 54, no. 1, pp. 123-136, 2010.
- [13] M. Malam Assane, A. D. Tidjani, O. L. Manzo, K. J.-M. Ambouta, et C. Biielders, «Les cuvettes oasiennes du Manga, Sud-Est Niger: un patrimoine à forte productivité agricole menacé d'ensablement, protégé par la fixation des dunes,» *Afrique SCIENCE*, vol. 18, no. 2, pp. 102-107, 2021.
- [14] K. Malam Boukar, A. D. Tidjani, and B. Yamba, «Performance et circuit de commercialisation des principaux produits agricoles des cuvettes oasiennes de Gouré (Niger),» *International Journal Chemistry and Science*, vol. 10, no. 5, pp. 2202 – 2214, 2016.
- [15] M. K. Barke, B. Tychon, I. Ousseini, A. Ozer and C. Biielders, «Détection des cuvettes oasiennes du centre est du Niger par classifications d'images satellite spot5-THX,» *Photo-interpretation European journal of applied remote sensing*, vol. 53, pp. 32-46, 2018.
- [16] M. Jahiel, «Rôle du palmier dattier dans la sécurisation foncière et alimentaire au sud-est du Niger,» *Sécheresse*, vol. 2, no. 9, pp. 167-174, 1998.
- [17] P. Ozer, «Bois de feu et déboisement au Sahel: mise au point,» *Sécheresse*, vol. 15, no. 3, pp. 243-251, 2004.
- [18] O. Ribolzi, M. Hermida, H. Karambiri, J. P. Delhoume, and L. Thiombiano, «Effects of aeolian processes on water infiltration in sandy Sahelian rangeland in Burkina Faso,» *Catena*, vol. 67, no. 3, pp. 145-154, 2006.
- [19] M. Conedera, N. Bomio-Pacciorini, P. Bomio-Pacciorini, S. Sciacal, L. Grandi, A. Boureima, and A. M. Vettrario, «Reconstitution des écosystèmes dégradés sahéliens,» *Bois et forêts des tropiques*, vol. 304, no. 2, pp. 61-71, 2010.
- [20] P. Daget, and J. Poissonet, «Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies,» *Ann. Agron.*, vol. 22, no. 1, pp. 5-41, 1971.
- [21] J. Onana, J. P. Mvondo Awono, D. Abba, and J. F. B. Ottou, «Application de la méthode des points quadrats au suivi de la dynamique des pâturages soudano-sahéliens du Cameroun, » *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 224-229, 2008.
- [22] Djibo, M. Mamman, C. Issa, O. Sarr, A. Bakhoum, H. Marichatou, E. L. Akpo, and M. Assane, « Caractéristiques de la végétation du parcours Gadoudhé, dans la commune rurale de Fabidji (Niger), » *Int. J. Biol. Chem. Sci.* Vol. 12, no. 3, pp. 1151-1163, 2018.

- [23] M. H. Illo Souley, I. Chaibou, I. Soumana, A. Laouali, et A. Mahamane, «Valeurs pastorales et productivités inter-décennale des parcours de la vallée de Goulbi N'kaba au Niger, » *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 24, no.1, pp. 220-239, 2018.
- [24] Mahamane, K. Saley, B. Morou, H. Rabiou, A. Amadou Oumani, A. Diouf, Y. Bakasso, I. S. Wata, A. Tanimoune, and M. Saadou, «Importance des indicateurs écologiques dans la surveillance de la phytodiversité et des changements environnementaux en bioclimat sahélien», *Geo-Eco-Trop.*, vol. 42, no. 2, pp. 297-306, 2018.
- [25] M. Malam Assane, K. J.-M., Ambouta, C. L. Biolders, and D. A., Tidjani, «Caractérisation de la végétation des dunes dégradées du sud-est du Niger, » *Environ. Water Sci. Public Health Territ. Intell.*, vol. 2, no. 4, pp. 83-94, 2018.
- [26] N. Faye, A. Diallo, M. B. Sagna, O. Sarr, R. Talla, E. S. Badji, J. L. Peiry, and A. Guisse, « Répartition spatiale de la végétation herbacée autour des mares temporaires: influence des facteurs anthropiques et topographiques à WIDOU THIENGOLY (Ferlo, Nord-Sénégal), » *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 14, no. 6, pp. 2077-2093, 2020.
- [27] Katkoré, A. Mahamane, K. Saley, B. Morou, S. Idrissa, O. Lamine Manzo, A. R. Dodo, M. Moussa, I. Chaibou, I. Aboubacar, H. Rabiou, H. Hambali and M. Saadou, « Caractérisation de la végétation de trois parcours naturels du Centre Sud nigérien, » *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, vol. 15, no. 7, pp. 23-29, 2021.
- [28] M. Aboubacar Moustapha, A. D. Tidjani, I. Dan Guimbo, and A. A. Abdoul-Salem, «Comparaison de la végétation herbacée de trois occupations du sol des milieux dunaires du Sud-est Niger: Cas du terroir villageois Guidan Kadji (Maïné-Soroa), » *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 39, no. 1, pp. 109-120, 2023.
- [29] Mahamane, M. Saadou, B. D. Mohamed, K. Saley, Y. Bakasso, A. Diouf, B. Morou, M. M. Inoussa, S. Idrissa, T. Arzika, «Biodiversité végétale au Niger: État des connaissances actuelles, » *Annale de l'Université de Lomé, Séries Sciences*, Tome XVIII, pp. 81-93, 2009.
- [30] De Fabregues, *Lexique des plantes du Niger. Noms scientifiques. Noms vernaculaires*, Maisons-Alfort. GERDAT-IEMVT, 1979.
- [31] Giezendanner, *Taille d'un échantillon aléatoire et Marge d'erreur*, 2012. [Online] Available: <http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/spip.php?article1641> (April 20, 2012).
- [32] P. Hiernaux, and H. N. Le Houérou, «Les parcours du Sahel, » *Sécheresse*, vol. 17, no. 1-2, pp. 51-71, 2006.
- [33] D. Tidjani, K. J.-M. Ambouta and C.-L. Bileders, «Réhabilitation d'une dune vive par fixation mécanique: flux éoliens, fertilité du sol et biodiversité des herbacées», *Géo-Eco-Trop.*, vol. 33, n.s., pp. 81-98, 2009.
- [34] M. O. Laminou, M. Zaman Allah, P. Ozer, R. Paul, and A. Mahamane, «La barrière mécanique anti-érosive influence la colonisation des dunes par les espèces végétales», *Tropicultura*, vol. 31, no. 4, pp. 260-271, 2013.
- [35] Abdoulaye, A. D. Tidjani et E. K. Agbossou, «Analyse de l'exploitation de *Leptadenia pyrotechnica* dans le cadre de la fixation des dunes à Gouré (sud-est du Niger) » *Geo-Eco-Trop.*, vol. 42, no. 2, pp. 321-335, 2018.
- [36] S. I. Abdoul Magid, A. M. Moustapaha, and A. D. Tidjani, «Dune fixation by Mulching and palisade improved the ecological restoration of Ambouram Ali dunes (Maine Soroa / Niger), » *Environ. Water Sci. Public Health Territ. Intell.*, vol. 4, no. 4, pp. 471-483, 2020.
- [37] Brink and Belay, *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1. Céréales et légumes secs*. Foundation PROTA/Backhuys Publishers/CTA, Pays-Bas, Wageningen, 2006.
- [38] P. Hiernaux, E. Mougou, L. Diarra, N. Soumaguel, F. Lavenu, Y. Tracol and M. Diawara, «Sahelian rangeland response to changes in rainfall over two decades in the Gourma region, Mali, » *Journal of Hydrology*, vol. 375, pp. 114-127, 2009.
- [39] Orwa, Mutua, Kindt, Jamnadass, and Anthony, *Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0*. World Agroforestry Centre, Kenya, 2009.
- [40] Y. Gao, X. Li, L. L. Rongliang Jia, H. Yanga, G. Li, and Y. Weib, «Seasonal variation of carbon exchange from a revegetation area in a Chinese desert, » *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 156, pp. 134-142, 2012.
- [41] J. G. S. Keijsers, A. V. De Groot, and M. J. P. M. Riksen, «Vegetation and sedimentation on coastal fore dunes, » *Geomorphology*, vol. 228, no. 1, pp. 723-734, 2014.
- [42] X. R. Li, Z. S. Zhang, H. J. Tan, Y. H. Gao, L. C. Liu and X. P. Wang, «Ecological restoration and recovery in the wind-blown sand hazard areas of northern China: relationship between soil water and carrying capacity for vegetation in the Tengger Desert, » *Sci China Life Sci*, vol. 57, pp. 539-548, 2014.
- [43] N. Yan and A. C. W. Baas, «Parabolic dunes and their transformations under environmental and climatic changes: Towards a conceptual framework for understanding and prediction, » *Global and Planetary Change*, vol. 124, pp. 123-148, 2014.
- [44] Malagnoux M., *Gestion des plantations sur dunes*, In: *Document de Travail sur les Forêts et la Foresteries en Zones Arides* (FAO) fre no. 3, Rome (Italy). Div. de l'Evaluation, de la Gestion et de la Conservation des Forêts, pp. 1-43, 2011.
- [45] M. Garba Boulamine, and B. Soumana, «Analyse socio-économique des effets des interventions de la FAO sur le renforcement de la résilience des ménages vulnérables dans la commune de Kalfou, région de Tahoua au Niger, » *Journal of UNiversities and international development COoperation*, no. 1, pp. 255-261, 2017.