



Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/20636
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/20636>



RESEARCH ARTICLE

INFLUENCE DE LA PRATIQUE DE LA REGENERATION NATURELLE ASSISTEE DANS LA RESTAURATION D'UNE VEGETATION LIGNEUSE DEGRADEE DANS LA ZONE DE BOUSSARAGUI A CHADAKORI (REGION DE MARADI/NIGER)

Alio Dan Ladi Yahaya¹, Ado Maman Nassirou², Moussa Abdou Ousseini³, Dan Lamso Nomaou¹ and Guero Yadji¹

1. Université Abdou Moumouni de Niamey (UAMN), Faculté d'Agronomie, B.P. 10960 Niamey-Niger.
2. Université de Tahoua (UTA), Faculté des Sciences Agronomiques, B.P. 255 Tahoua-Niger.
3. Institut National de la Recherche Agronomique du Niger, B.P. 429 Niamey-Niger.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 18 January 2025

Final Accepted: 21 February 2025

Published: March 2025

Key words:-

Characterization, Woody Vegetation, Diversity and Structure, Assisted Natural Regeneration, Boussaragui/Chadakori, Niger

Abstract

In Niger in general, and in the Maradi region in particular, actions to restore vegetation cover and degraded land have been carried out for decades. The present study conducted in the Boussaragui region (Maradi region) aims to assess the contribution of RNA in the restoration of woody vegetation in agroforestry parks in village areas. To do this, a forest inventory and dendrometric measurements in 57 plots of 2,500 m² (50 m x 50 m) each from two transects following the four cardinal points, and an analysis of the dynamics of the vegetation cover from aerial photos (Google Earth) were carried out. The data obtained from the vegetation surveys were processed and analyzed using Excel 2016 spreadsheet and SPSS 25.1 software. The results reveal that the local flora contains 30 woody species distributed in 12 families. The best represented families are Mimosaceae (10 species), Caesalpinaceae (4 species) and Combretaceae (3 species) representing respectively 3.83%, 47.50% and 39.54% of the species recorded. The density of adult trees increased from 3 trees/ha (before adoption) to more than 18 trees/ha with the adoption of RNA in the region. The Shannon index (H) is 1.93 bit, highlighting the low diversity of the stand. The values of the Pielou equitability index are between 0.00 and 0.05, implying the regular distribution of individuals of the species. This agroforestry practice has allowed the return of vegetation by improving the woody plant cover. The study contributes to the consolidation of knowledge on RNA in a context of sustainable land management and scientific valorization.

"© 2025 by the Author(s). Published by IJAR under CC BY 4.0. Unrestricted use allowed with credit to the author."

Introduction:-

De nos jours, le monde entier est préoccupé du niveau très critique de la dégradation des ressources naturelles en général et de l'environnement en particulier surtout dans ce contexte de changement climatique. Au Niger en général et dans la région de Maradi en particulier, face à cette dégradation de l'environnement et à l'accroissement des chocs conjoncturels et structurels, la population de la zone a développé des stratégies afin de lutter contre les risques de

Corresponding Author:- Alio Dan Ladi Yahaya

Address:- Université Abdou Moumouni de Niamey (UAMN), Faculté d'Agronomie, BP 10960, Niamey, Niger.

vulnérabilité à l'insécurité alimentaire et la pauvreté. En effet, les nombreuses crises climatiques et alimentaires ont induit le développement de stratégies extrêmes de la population telle que la coupe abusive du bois (Andres et Lebailly, 2013). Ces coupes continuent à fragiliser un environnement sahélien aux ressources souvent limitées.

En effet, cette pression est consécutive à la démographie des zones du sud de Maradi, dépassant les 100 habitants au kilomètre carré (hab/km²). On assiste alors de plus en plus à une accentuation de la pression anthropique sur l'environnement, le morcellement et la saturation des parcelles agricoles familiales (Andres et Lebailly, 2013; Populin et al., 2015). Ces actions de l'homme, particulièrement les coupes de bois, ont eu pour conséquence, des modifications profondes du couvert ligneux. Le paysage est passé d'un couvert à végétation arborée à celui d'une végétation juvénile des plants. Ainsi, le paysage agricole s'en est trouvé transformé (Saidou et Ambouta, 2020). Là où jadis, on retrouvait à la fois des surfaces boisées et des champs en culture, on retrouve aujourd'hui des champs à perte de vue avec quelques petits îlots boisés. Parfois, c'est seulement en bordure des champs, qu'on a la présence de quelques arbres ou arbustes (Daniel, 2007).

Dans ce contexte de péjoration climatique, de pression foncière, de pauvreté et de dégradation du capital foncier productif, les producteurs, l'État et ses partenaires techniques et financiers ne sont toutefois pas restés les bras croisés. Ils ont ainsi adopté et/ou développé plusieurs stratégies comme par exemple l'utilisation des espèces agroforestières locales dans les champs en matière de gestion de la fertilité (Larwanou et al., 2006 ; Bationo et al., 2012) pour améliorer la production agricole. En effet, comme l'a démontré Roose (2015), la restauration des terres dégradées exige un enrichissement en végétation pérenne seule capable d'augmenter la production de biomasse et de restaurer l'humus du sol et les propriétés qui y sont liées. C'est ainsi que les paysans de la région de Maradi avec l'appui de certains organismes et projets de développement comme le programme alimentaire mondial (PAM) et le fonds international pour le développement agricole (FIDA) à travers le projet de promotion de l'initiative locale pour le développement à Aguié (PPILDA), ont protégé et entretenu les arbres qui poussent dans leurs champs pendant le défrichage. Grâce à cette pratique appelée régénération naturelle assistée (RNA), la densité des ligneux dans les champs s'est améliorée, avec environ 60 à 150 ind./ha (Salissou, 2004 ; Moustapha, 2005). Elle a induit depuis 30 ans un effet inverse permettant d'améliorer l'environnement, le couvert ligneux (fertilité des sols, protection contre le vent, ombrage) mais aussi les revenus et conditions de vie des ménages (Ludovic, 2015).

Après la mise en œuvre de la pratique depuis son adoption par les paysans, il est important d'évaluer sa dynamique dans divers écosystèmes l'ayant pratiqué.

Cependant, malgré son caractère innovant, des preuves scientifiques de ses effets et/ou impacts sur la restauration des formations végétales ligneuses dégradées à petite échelle sur différents types de formation végétale sous RNA sont peu nombreuses. Certes, des études ont été conduites à grande échelle en ce sens dans les régions de Maradi et Zinder (situées dans la bande agricole sud du Niger où la pratique de la RNA a pris de l'ampleur depuis la fin des années 1980), mais l'étude de la RNA n'est pas totalement étouffée. Pourtant, il est nécessaire de disposer des données scientifiques (surtout que la RNA est une pratique et non une technique) sur des jeunes sites où la RNA a été récemment introduite ; afin de connaître de plus et de façon scientifique les effets de cette pratique sur la végétation ligneuse à court terme d'une part et de concevoir des prototypes d'agroécosystèmes susceptibles de fonctionner de façon durable et satisfaisante d'autre part.

C'est dans ce cadre que le présent travail de recherche a été entrepris au niveau du village de Boussaragui, un site d'intervention du PAM dans la région de Maradi en vue d'apprécier la contribution de ladite pratique sur le renforcement de la résilience des écosystèmes. Il a pour objectif d'apprécier l'apport de la RNA dans la restauration de la végétation ligneuse des parcs agroforestiers du terroir villageois afin de combler l'insuffisance de données.

Matériel et Méthodologie:-

Présentation de la zone d'étude

Le village de Boussaragui se situe entre la longitude 13°17'36'' Nord et 6°20'33'' de latitude Est et est localisé dans la partie Nord-Ouest de la commune rurale de Chadakori, à environ 20 km de cette dernière et à 25 km au Nord-Est de Guidan-Roundji, chef-lieu du département (Mahamadou, 2018). Le terroir villageois couvre une superficie de 105,85 km² et compte 1221 habitants d'après le RGP/H de 2012 (INS, 2016), soit une densité de 11 habitants au km². La Figure 1 présente la localisation du village de Boussaragui.

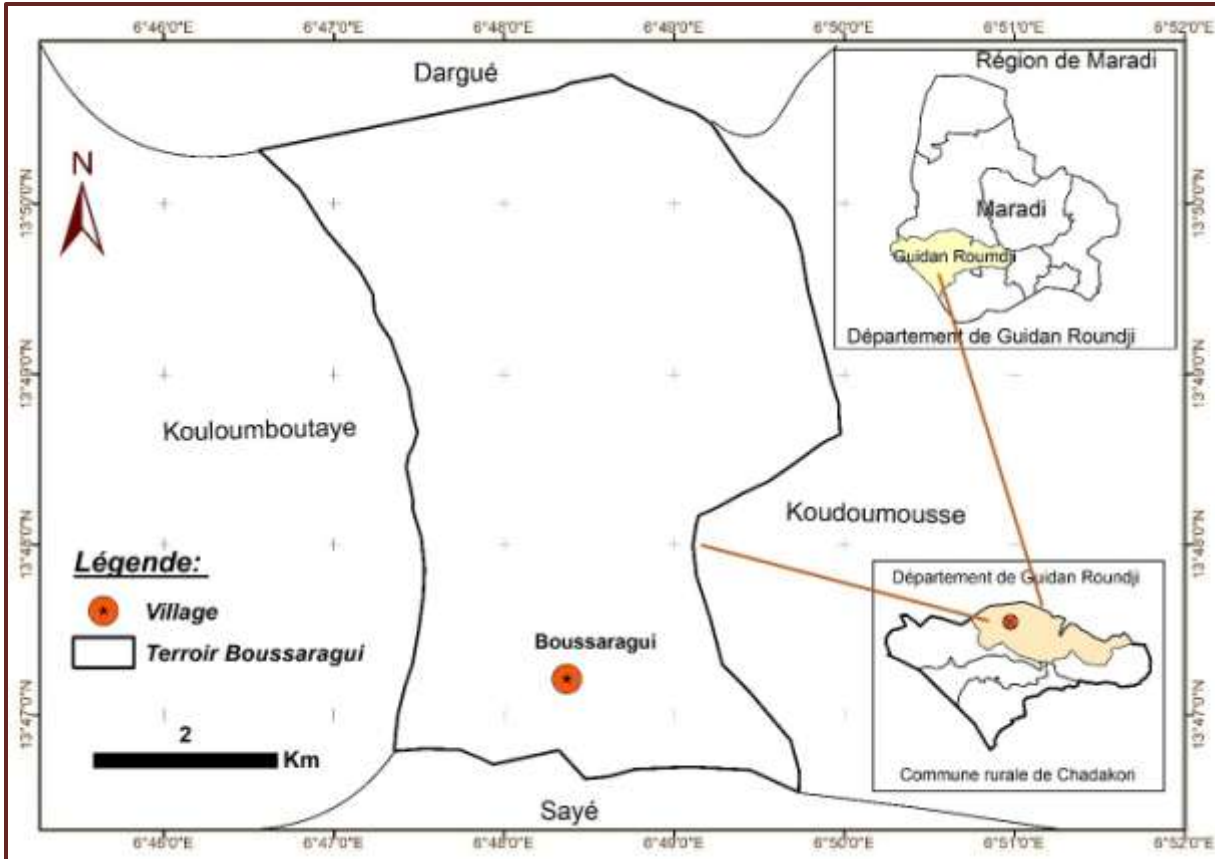


Figure 1:- Localisation du terroir villageois de Boussaragui (Alio, 2022).

Le terroir de Boussaragui présente un relief peu accidenté à faibles pentes et parsemé de dunes sableuses. Le climat est caractérisé par l'alternance d'une courte saison pluvieuse de 3 à 4 mois (juin à septembre) et d'une longue saison sèche de 7 à 8 mois (octobre à mai). La population a comme activités principales l'agriculture et l'élevage qui sont secondées par le commerce et l'artisanat (poterie, vannerie, maçonnerie, sculpture). Les sols sont sableux, de types ferrugineux tropicaux, localement appelés « Jigawa » et sont propres aux cultures pluviales notamment le mil, le sorgho, le niébé et l'arachide. La végétation est largement arbustive associée à une faible strate arborée, rencontrée particulièrement dans les champs de cultures où se pratique la RNA (Alio, 2022).

Le choix du terroir village de Boussaragui se justifie en premier par l'exécution des actions de vulgarisation de la RNA par le PAM. Puis les résultats qualitatifs et quantitatifs probants obtenus au cours des huit (08) ans (soit de 2014 à 2022) de mise en œuvre au niveau de ce village. Enfin, la motivation, la disponibilité et la bonne collaboration de la population à la lutte contre la dégradation des ressources naturelles de leurs terroirs.

Collecte des données

La végétation ligneuse a été étudiée à partir des relevés floristiques effectués dans les systèmes agroforestiers à base de cultures pluviales suivant des transects. Ces derniers de direction est-ouest et nord-sud, sont définis de la grande place centrale du village (auréole d'habitats) vers la limite du terroir (Figure 2) (Dramé et Berti, 2008). Les inventaires floristiques ont été réalisés dans des placettes de 50 m x 50 m, correspondant à l'aire idéale d'inventaire dans les parcs agroforestiers (Sinsin et al., 2016). Les placettes ont été séparées chacune de 200 m tandis que celles qui sont proches des lieux d'habitations ont été séparées de 50 m de celui-ci.

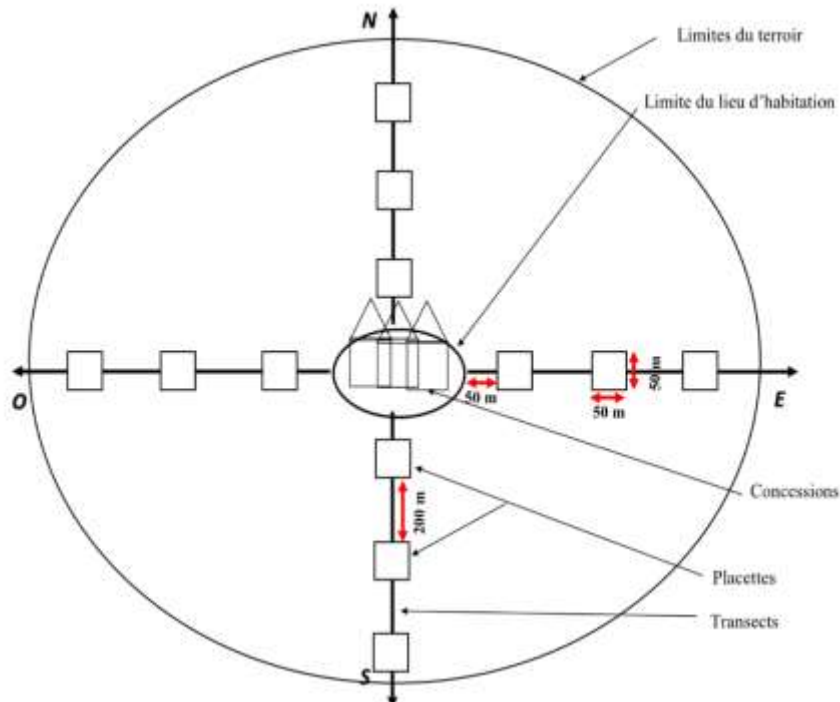


Figure 2:- Schéma simplifié de la méthode d'inventaire suivant les transects.

Au total, 57 parcelles carrées de 2500 m² chacune ont été effectuées. Les différentes espèces ligneuses présentes dans chaque placette ont été recensées et identifiées de façon exhaustive. Les diamètres des troncs ont été mesurés à 1,30 m au-dessus du sol à l'aide d'un mètre ruban. La mesure de la hauteur des arbres a été faite au moyen d'une perche graduée. Les diamètres perpendiculaires Nord-Sud et Est-Ouest du houppier ont été mesurés à l'aide d'un décimètre par projection verticale à la surface du sol. Les espèces non identifiées pendant les inventaires dans les champs ont été échantillonnées, étiquetées et identifiées ultérieurement à l'aide du « lexique des plantes du Niger ».

Une appréciation diachronique des effets de la mise en œuvre de la pratique de la RNA sur le maintien et la restauration du couvert végétal ligneux à partir des images aériennes a été également réalisée. Les images aériennes ont été acquises à partir de « Google Earth Pro ».

Traitement et analyses des données

Les données obtenues à partir des relevés de végétation ont été traitées à l'aide du tableur Excel 2013 et du logiciel SPSS 20.1. Les données collectées sur le terrain ont été traitées dans le tableur Excel ; ce qui a permis d'élaborer des graphiques et de déterminer les paramètres dendrométriques d'étude (densité, diamètre, hauteur, surface terrière, surface du houppier, distribution, indice de diversité de Shannon-Weaver, équitabilité de Pielou). Le logiciel SPSS 20.1 a été utilisé pour déterminer les différents paramètres statistiques (fréquence relative, densité relative, dominance relative, etc.).

La caractérisation écologique de la végétation ligneuse sous RNA a été effectuée en se basant sur les paramètres floristiques et structuraux. La composition floristique a été déterminée à partir de la richesse spécifique, du nombre de genres et de familles. La richesse spécifique (S) est le nombre total d'espèces recensées dans le milieu. L'indice de Shannon (H) a été utilisé pour caractériser la diversité des espèces et leur abondance dans les agrosystèmes. La formule de cet indice est donnée par la formule 1 :

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

Où $P_i = (n_j/N)$; P_i : fréquence relative des espèces ; n_j : nombre d'individus de l'espèce donnée, j allant de 1 à S (nombre total d'espèces) ; N : nombre total d'individus

La diversité est faible lorsque H est inférieur à 3 bits ; moyenne si H est compris entre 3 et 4 ; élevée quand H est supérieur ou égal à 4 bits (Frontier et Piochod-Viale, 1995).

L'indice d'équitabilité de Pielou (E) traduit la manière dont les individus sont distribués à travers les espèces. Il a été calculé par la formule 2 :

$$E = H / \log_2(RS) \quad (2)$$

Où RS désigne la richesse spécifique (Gounot, 1969).

Elle est maximale si les individus sont répartis de la même manière à travers les espèces. Elle varie de 0 (une espèce a une très forte abondance) à 1 (toutes les espèces ont la même importance).

La densité observée ou densité réelle (Dob) qui est le nombre d'arbres par unité de surface. Elle est obtenue par la formule 3 suivante :

$$Dob = \frac{N}{S} \quad (3)$$

Avec N comme l'effectif total des individus dans l'échantillon et S la surface échantillonnée.

La surface terrière du peuplement (G) est la somme des sections des troncs d'arbres dont les diamètres à 1,30 m au-dessus du sol sont au moins égaux à 5 cm. elle est calculé par la formule 4 :

$$G = \sum \frac{\pi D^2}{4} \text{ et est exprimée en m}^2/\text{ha} \quad (4)$$

Avec D = diamètre à hauteur de poitrine d'homme des arbres.

Le couvert aérien est la projection verticale de la surface de la couronne de l'arbre au sol. Il indique la portion du sol couverte par le feuillage de l'arbre (Roberts-Pichette et Gillespie, 2002). Il est calculé avec la moyenne des diamètres Nord-Sud et Est-Ouest du houppier des arbres. Il est exprimé en m².ha⁻¹. Le couvert aérien est calculé avec la formule 5 :

$$C = \frac{\sum \pi \left(\frac{Dmh}{2}\right)^2}{SE} \quad (5)$$

Avec C = couvert ligneux, SE = surface de l'échantillon considéré en hectare ; Dmh : diamètre moyen du houppier en mètres, qui est égal à la moitié de la somme des diamètres Nord-Sud et Est-Ouest.

Le couvert aérien d'un peuplement étudié est égal à la somme des couverts aériens de tous les individus qui le composent.

L'importance écologique des espèces a été appréciée à partir de l'Indice de Valeur d'Importance (IVI). Il est une expression synthétique et quantifiée de l'importance d'une espèce ou d'une famille dans un peuplement. Cet indice, pour une espèce, se définit comme étant la somme de sa fréquence relative (Fr), la densité relative (Dr) et la dominance relative (Domr) qui se calculent comme suit :

$$IVI = Domr + Fr + Dr \quad (6) \quad \text{avec :}$$

$$Domr = \frac{\text{Surfaceterrièretotaledel'espèce}}{\text{Surfaceterrièredetouteslesespèces}} \times 100 \quad (7)$$

$$Fr = \frac{\text{Fréquence d'une espèce}}{\text{Sommedesfréquencesdesespèces}} \times 100 \quad (8)$$

$$Dr = \frac{\text{Nombre d'individus de l'espèce}}{\text{Nombre total d'individus par ha}} \times 100 \quad (9)$$

Les valeurs de la fréquence, la dominance et de la densité relatives varient entre 0 et 100 % ; celles de l'IVI des espèces varient de 0 à 300 %. Les espèces qui ont un IVI ≥ 10 % sont celles écologiquement importantes (Traoré, 2012) et ont été retenues comme dominantes et leur tendance démographique a été établie.

L'importance spécifique de régénération est, quant à elle, obtenue à partir du rapport en pourcentage entre l'effectif des jeunes plants d'une espèce et l'effectif total des jeunes plants dénombrés (Akpo et Grouzis, 1996) :

$$ISR = \frac{\text{Effectif des jeunes plants de l'espèce}}{\text{Effectif total des jeunes plants dénombrés}} \times 100 \quad (10)$$

Pour étudier le potentiel de régénération naturelle assistée sur le peuplement ligneux dans le terroir villageois, tous les sujets dont la hauteur est inférieure ou égale à 2 m sont considérés comme appartenant à la régénération.

La répartition des arbres par classes de diamètre et de hauteur a permis d'évaluer la distribution horizontale des individus et la stratification verticale des peuplements arborés. La connaissance de la distribution par classes de

diamètre ou de hauteur est indispensable pour renseigner sur l'écologie des espèces, les contraintes sylvicoles éventuelles et l'état de la ressource (Kakpo, 2012).

Résultats:-

Composition floristique

L'inventaire floristique a permis de recenser 2 562 individus appartenant à 30 espèces ligneuses et 12 familles (Tableau 1). La famille des Mimosacées est la plus représentée avec 10 espèces, suivie de celle des Caesalpiniacées qui compte 4 espèces, puis celles de Capparidacées, Combretacées et Rhamnacées avec respectivement 3 espèces pour les deux premières familles et 2 espèces pour la troisième famille. Enfin, viennent les autres familles représentées chacune par une espèce. Les espèces ligneuses les plus abondantes sont *Piliostigma reticulatum* (46,99 %), *Guiera senegalensis* (38,88 %), *Ziziphus mauritiana* (3,08%), *Dichrostachys cinerea* (2,58 %), *Boscia senegalensis* (2,11 %) et *Sclerocarya birrea* (1,13 %).

Tableau 1:- Fréquences spécifiques et Contribution spécifiques des espèces.

Familles	Espèces	FS	CS (%)
Anacardiacées	<i>Lanea fruticosa</i> (Hachst. ex A. Rich) Engele	5	0,20
	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hachst.	29	1,13
Asclépiadacées	<i>Calotropis procera</i> (Ait) Ait.	1	0,04
Bignoniacées	<i>Sterospermum kunthianun</i> Charm	11	0,443
Bombacacées	<i>Adansonia digitata</i> Lam	3	0,12
Caesalpiniacées	<i>Bauhinia rufescens</i> Lam	6	0,23
	<i>Cassia singueana</i> (Del.) Lack	5	0,20
	<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC) Hachst	1204	46,99
	<i>Tamarindus indica</i> Lam	2	0,08
Capparidacées	<i>Boscia salicifolia</i> Oliv.	2	0,08
	<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. ex Poir.	54	2,11
	<i>Maerua crassifolia</i> Forsk.	17	0,66
Combretacées	<i>Combretum glutinosum</i> Perr.ex DC	7	0,27
	<i>Combretum micranthum</i> G. Don.	10	0,39
	<i>Guiera senegalensis</i> J.F.Gmel	996	38,88
Graminées	<i>Loudetia hordeiformis</i> (Stapf) Hubb.	5	0,20
Méliacées	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	4	0,16
	<i>Faidherbia albida</i> (Syn : <i>Acacia albida</i> Del.)	7	0,27
Mimosacées	<i>Acacia ataxacantha</i> DC	1	0,04
	<i>Acacia nilotica</i> (L) Willd. Ex Del. var. <i>nilotica</i> .	11	0,43
	<i>Acacia raddiana</i> (Savi) Brenan	1	0,04
	<i>Acacia senegal</i> (L) Willd.	1	0,04
	<i>Albizzia chevalieri</i> Harms	1	0,04
	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	66	2,58
	<i>Entada africana</i> Guill.et Perm	7	0,27
	<i>Prosopis africana</i> (Guill et Perr) Loub	2	0,08
	<i>Prosopis juliflora</i>	1	0,04
	Rhamnacées	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam	79
<i>Ziziphus spina-christi</i> (L.) Desf.		1	0,04
Zygophyllaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	23	0,90
TOTAUX		2562	100

Légende : FS : fréquence spécifiques ; CS : contribution spécifique.

Indices de Shannon (H), d'équitabilité de Piélu (E) et de valeur d'importance (IVI)

Pour ce qui est de la diversité spécifique, les valeurs des indices de Shannon et de l'équitabilité de Piélu sur l'ensemble du site sont respectivement de 1,93 bit et 0,36. Pour les différentes espèces, l'indice de Shannon varie de 0,00 à 0,53 bit et celui de l'équitabilité de 0,00 à 0,05 (Tableau 2). Les familles les plus représentées en termes de valeurs d'importance écologique sont les Caesalpiniaceae (140,44) ; Combretaceae (74,64) ; Mimosaceae (32,49) ; Anacardiaceae (18,54) ; Capparidaceae (15,4) et Rhamnaceae (12,26). L'analyse de l'Indice de Valeur d'Importance (IVI) des espèces montre que les espèces les plus importantes sont *P. reticulatum* (139,05) ; *G. senegalensis* (72,9) ;

B. salicifolia (9,63) ; F. albida (19,15) ; S. birrea (18,13) ; Z. mauritiana (9,39) ; D. cinerea (5,36) et B. senegalensis (4,39).

Tableau 1:- Indices de Shannon, d'équitabilité de Piéou et de valeur d'importance (IVI).

Familles	Espèces	H (bits)	E	IVI
Anacardiaceae	Lannea fruticosa (Hachst. ex A. Rich) Engele	0,02	0,01	0,41
	Sclerocarya birrea (A. Rich.) Hachst.	0,08	0,02	18,13
Asclepiadaceae	Calotropis procera (Ait) Ait.	0,00	0,00	0,08
Bignoniaceae	Sterospermum kunthianun Charm	0,03	0,01	0,96
Bombacaceae	Adansonia digitata Lam	0,01	0,01	1,17
Caesalpinaceae	Bauhinia rufescens Lam	0,02	0,01	0,79
	Cassia singueana (Del.) Lack	0,02	0,01	0,44
	Piliostigma reticulatum (DC) Hachst	0,50	0,05	139,05
	Tamarindus indica Lam	0,01	0,01	0,16
Capparidaceae	Boscia salicifolia Oliv.	0,01	0,01	9,63
	Boscia senegalensis (Pers.) Lam. ex Poir.	0,12	0,02	4,39
	Maerua crassifolia Forsk.	0,05	0,01	1,38
Combretaceae	Combretum glutinosum Perr.ex DC	0,02	0,01	0,65
	Combretum micranthum G. Don.	0,03	0,01	1,09
	Guiera senegalensis J.F.Gmel	0,53	0,05	72,90
Gramineae	Loudetia hordeiformis (Stapf) Hubb.	0,02	0,01	0,41
Meliaceae	Azadirachta indica A. Juss.	0,02	0,01	0,49
Mimosaceae	Faidherbia albida (Syn : Acacia albida Del.)	0,02	0,01	19,15
	Acacia ataxacantha DC	0,00	0,00	0,08
	Acacia nilotica (L) Willd. Ex Del. var. nilotica.	0,03	0,01	2,35
	Acacia raddiana (Savi) Brenan	0,00	0,00	0,17
	Acacia senegal (L) Willd.	0,00	0,00	0,17
	Albizzia chevalieri Harms	0,00	0,00	0,08
	Dichrostachys cinerea (L.) Wight et Arn.	0,14	0,02	5,36
	Entada africana Guill.et Perm	0,02	0,01	1,93
	Prosopis africana (Guill et Perr) Lourb	0,01	0,01	2,68
	Prosopis juliflora	0,00	0,00	0,52
Rhamnaceae	Ziziphus mauritiana Lam	0,16	0,03	9,39
	Ziziphus spina-christi (L.) Desf.	0,00	0,00	2,87
Zygophyllaceae	Balanites aegyptiaca (L.) Del.	0,06	0,01	3,12
Totaux		1,93	0,36	300

Légende : H: Indices de Shannon ; E : Indices d'équitabilité de Piéou ; IVI : Indice de Valeur d'Importance

Les indices de valeur d'importance écologique (IVI) et spécifique de régénération (ISR) des espèces les plus abondantes sont indiqués par la Figure 3.

Caractéristiques dendrométriques de la végétation ligneuse

Le peuplement étudié se caractérise par une densité moyenne globale de 173 individus/ha, un recouvrement total de 8550,57 m² (soit 0,855 ha) et une surface terrière ou recouvrement basal de 9,30 m² soit 0,65m²/ha. L'analyse du taux de recouvrement, fait constater que 6 espèces (F. albida, G. senegalensis, P. reticulatum, S. birrea, T. indica et Z. mauritiana) influencent fortement le taux de couverture et représentent à elles seules 88% du taux de recouvrement obtenu global.

Structures verticale et horizontale du peuplement ligneux

L'étude de la structure verticale (Figure 4) fait observer une courbe d'allure en forme de « L » avec une dominance à 94% des individus de moins de 3 m de hauteur, contre 3% qui ont entre [3 ; 5[m de hauteurs. Les individus de [5 ; 7[m et [7 ; à plus[représentent respectivement 2% et 1% de l'effectif global des individus.

La courbe de tendance présente un coefficient de corrélation R=0,80. Ceci révèle une forte corrélation statistique positive entre les individus de cette végétation en fonction de leur hauteur.

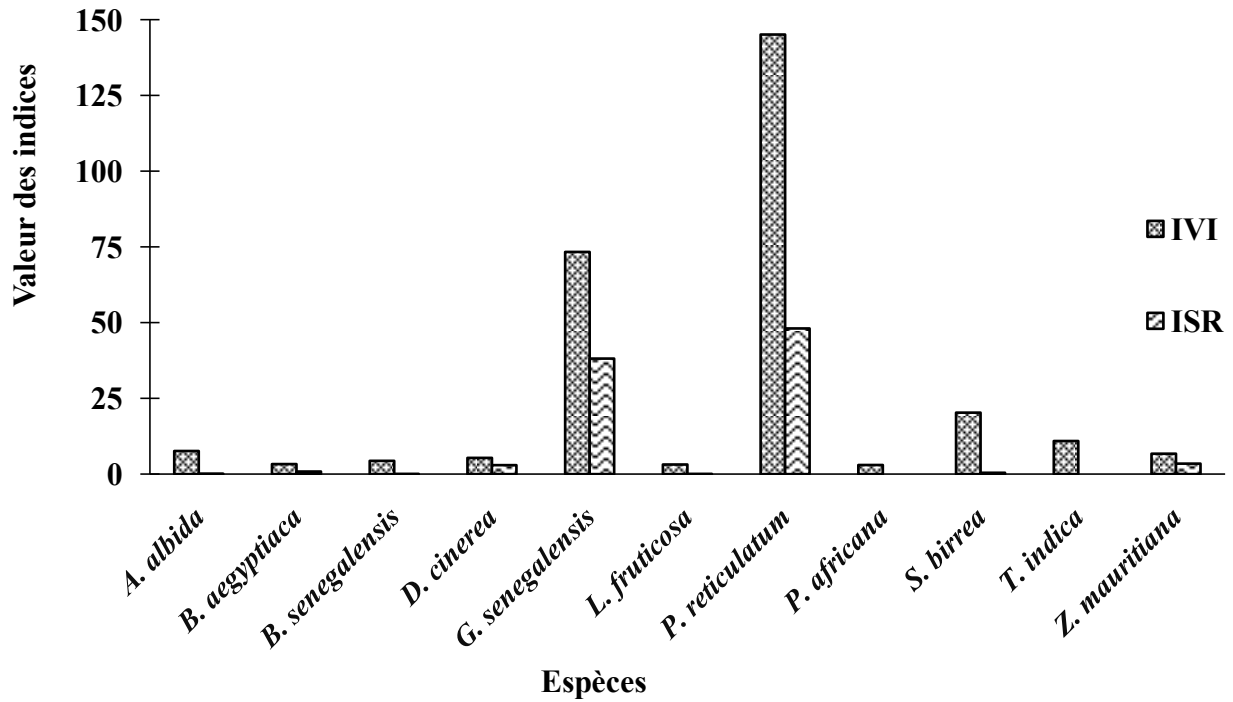


Figure 3:- Indices de valeur d'importance écologique et spécifique de régénération des espèces les plus représentatives du peuplement ligneux de Boussaragui.
 Légende IVI: Indice de Valeur d'Importance écologique ; ISR : Indice spécifique de régénération

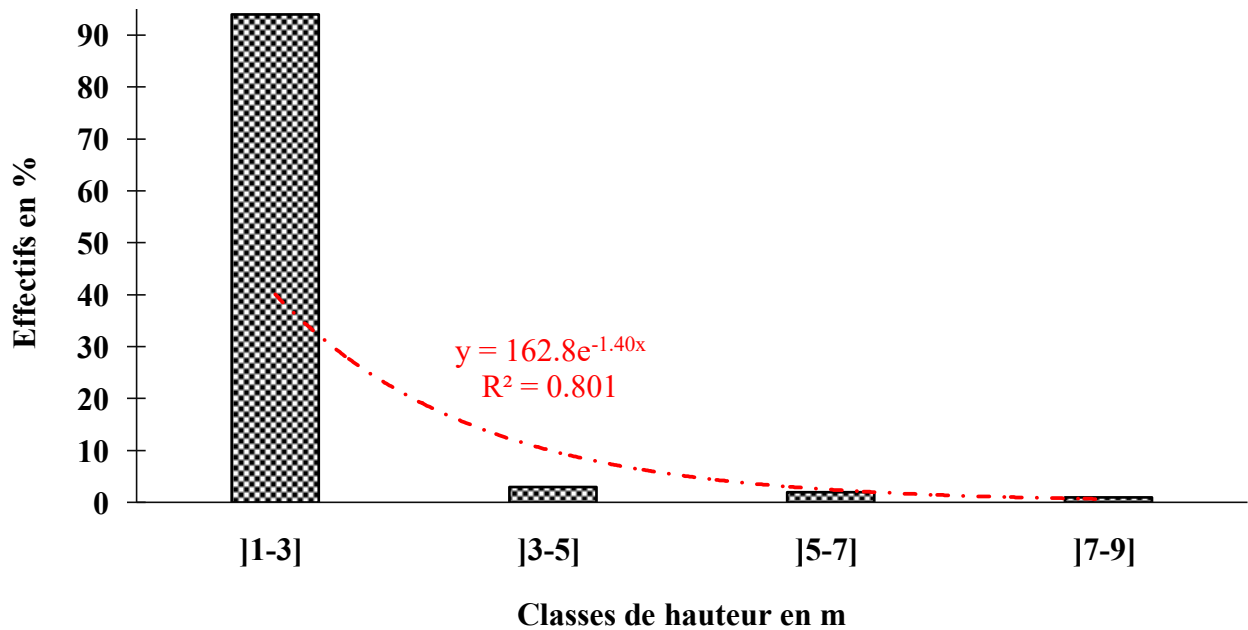


Figure 4:- Structure verticale du peuplement ligneux de Boussaragui.

Ence qui concerne la distribution en diamètre (Figure 5), le peuplement présente également une structure d'allure en forme de « L ». Le coefficient de la courbe de tendance est de 0,3477. Autrement dit, la végétation présente une faible corrélation positive entre les individus en fonction de leur diamètre.

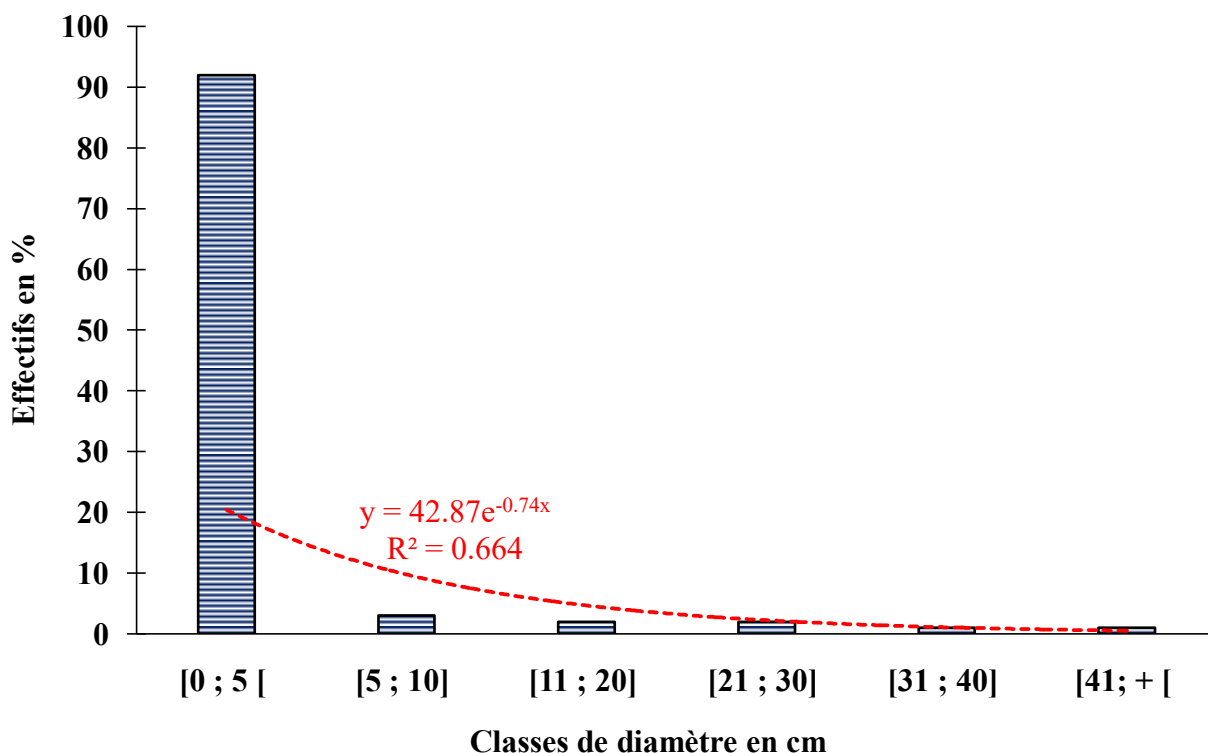


Figure 5:- Structure horizontale du peuplement ligneux de Boussaragui.

Amélioration de la densité des arbres et du couvert végétal ligneux

La dynamique de la densité des arbres dans le terroir montre une évolution significative. En effet, la densité est passée de 3 pieds d'arbre à l'hectare avant l'adoption de la RNA dans le terroir à 10 pieds d'arbre à l'hectare ; soit une augmentation de 7 pieds d'arbre grâce à la RNA. Cette densité pourrait être doublée au cours des deux (2) à trois (3) prochaines années (Tableau 3). Les quatre (4) types d'individus ont été définis à partir des paramètres dendrométriques de la hauteur et du diamètre du tronc. Le choix de ces deux (2) paramètres se justifie par les observations terrain complétées par les expertises de personnes ressources sur les paramètres pouvant permettre de définir les types d'individus.

Tableau 3:- Densités et pourcentage des individus en fonction des classes des individus.

Types d'individus	Caractéristiques des individus	Effectifs (individus)	Densités (pieds/ha)	%
Touffes	Hauteur ∈ [0 ; 2 [m et Diamètres de troncs ∈ [1 à 3[cm	2141	150,25≈151	87,00
Arbustes RNA	Hauteur ∈ [2 ; 4 [m et Diamètres tronc ∈ [5 ; 20 [cm	187	13,12≈14	7,60
Arbres RNA	Hauteur ∈ [4 ; 6 [m et Diamètres de tronc ∈ [10 ; 30[cm	94	6,60≈7	3,82
Anciens arbres	Hauteur ∈ [6 ; ∞ [m et Diamètres de tronc ∈ [30 ; ∞[cm	39	2,74≈3	1,58
Totaux		2461	172,70≈173	100

Légende : ∈ : appartient à ; ∞ : à plus ; m : mètre ; RNA : régénération naturelle assistée ; ≈ : sensiblement égal à

Cet état de fait est encore plus visible à partir des images aériennes. En effet, l'appréciation de la couverture végétale de l'an 2013 (avant l'adoption de la RNA) à l'an 2022, à partir des images aériennes montre une tendance de retour du couvert (à travers la couleur verte). En l'an 2013, on constate une faible couverture végétale ligneuse avant l'adoption et la mise en œuvre de la RNA dans ce terroir village, comme l'indique la répartition des points verts dans la bande ouest en descendant jusqu'au sud du terroir (Figure 6). Cependant, on remarque qu'en l'an 2022 (soit 8 ans de mise en œuvre de la RNA) une évolution importante de la couverture végétale dans cette bande, qui constitue les principaux champs des cultures du terroir.

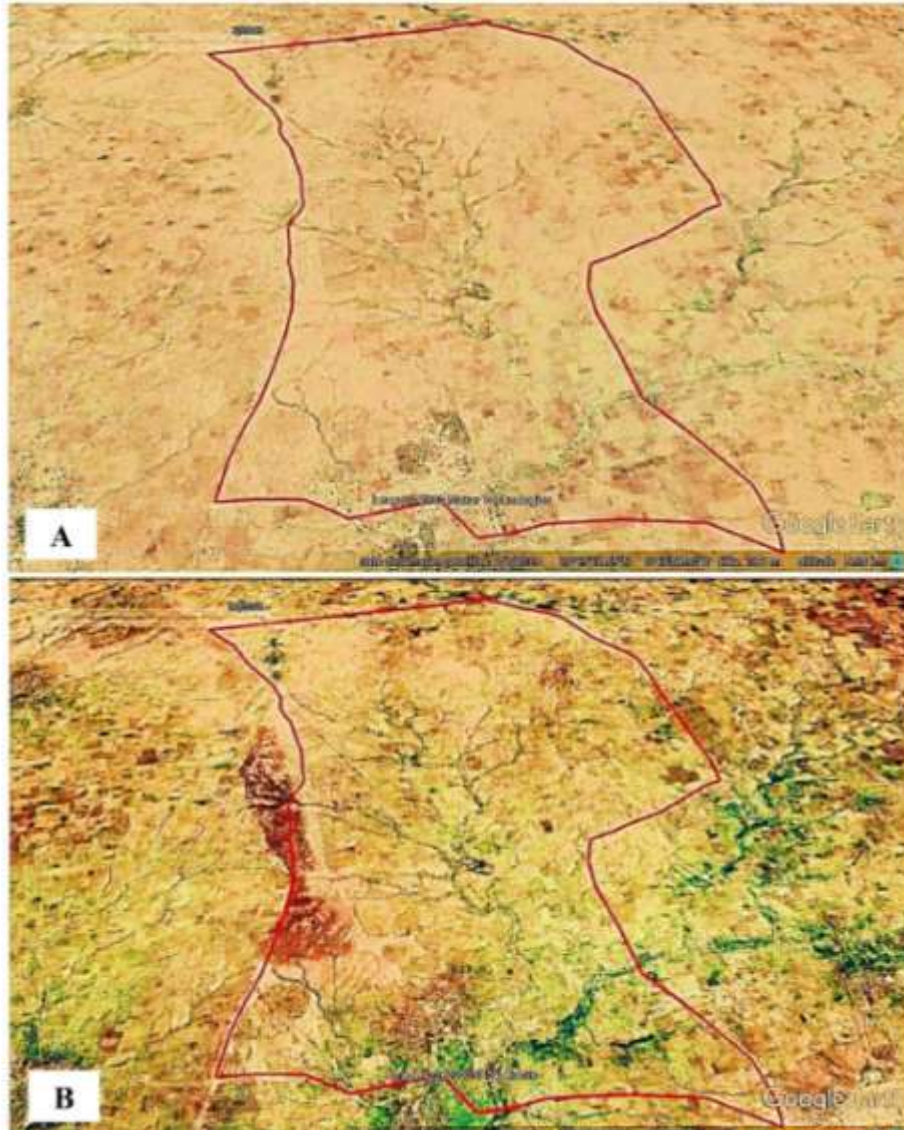


Figure 6:- Terroir villageois de Boussaragui en 2013 avant la RNA (A) et en 2022 (B) avec la RNA(Google Earth, 2022).

Légende : — : limites du terroir de Boussaragui ; le vert :végétation

Discussion:-

Les travaux de caractérisation de la végétation ligneuse sous RNA du terroir villageois de Boussaragui ont permis de recenser un total de 30 espèces ligneuses appartenant à 12 familles. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Zounon et al. (2019) qui ont recensé 39 espèces réparties en 35 genres et 18 familles, suivant un gradient agro-écologique au centre sud du Niger et ceux de Bagnian et al. (2014) qui ont obtenu 38 espèces ligneuses réparties dans 22 familles dans les parcs à RNA du centre-sud du Niger. Cette différence serait liée d'une part, à l'étendue de la zone d'étude, car la superficie de cette dernière de la présente étude, est inférieure à celles de chacune des deux études et d'autre part à l'âge très jeune de la pratique de la RNA à Boussaragui.

L'analyse de la dominance relative par famille montre que les familles des Césalpiniacées et Combrétacées, sont les plus dominantes. Cela se justifie par le fait que les Césalpiniacées et Combrétacées dominent et colonisent les régions arides et subarides de l'Afrique et au-delà de l'Amérique et de l'Australie (Le Houerou, 1995 ; Ndayishimiye, 2011). Ceci pourrait se justifier aussi par le fait que les espèces de ces familles sont résistantes aux contraintes hydriques et thermiques. En plus, elles ont un mode de dissémination résilient, des phénologies variées et des usages multiples dans les agrosystèmes soudano-sahéliens (Kengne et al., 2024).

Cependant, l'analyse de l'indice de valeur d'importance révèle que les espèces *P. reticulatum* (IVI=145,17), *G. senegalensis* (73,38), *S. birrea* (20,31) et *T. indica* (10,94) sont les plus importantes écologiquement sur l'ensemble du jeune parc agroforestier à RNA. Les IVI élevés des espèces *P. reticulatum* et *G. senegalensis*, peuvent être expliqués par le fait que ces dernières sont les principales espèces de la pratique de la RNA dans la zone (Zounon et al., 2019 ; Bagnian et al., 2019). En plus, elles constituent les espèces qui se régénèrent le plus dans le terroir. *P. reticulatum* et *G. senegalensis* représentent donc les espèces écologiquement importantes. Ce résultat peut être expliqué par le fait que les espèces épargnées et protégées dans les champs, sont choisies sur la base de critères comme la capacité de l'espèce à se régénérer, son utilité en termes d'usages et de son offre en services comme la protection contre le vent, la production de bois, l'amélioration de la fertilité des sols et la pharmacopée traditionnelle (Larwanou et al., 2012 ; Baye-Niwah et al., 2020).

Dans l'ensemble du peuplement, l'indice de diversité de Shannon (H) est de 1,93 bits. Cette valeur est très faible par rapport à celles obtenues (3,17) globalement par Zounon (2021). Ce résultat montre que la formation végétale ligneuse de Boussaragui est faiblement diversifiée (H est inférieur à 3 bits). Cette faible diversité peut être liée à la zone écologique et pédoclimatique, au type de parc agroforestier et au statut jeune de la RNA dans la zone. En outre, ces résultats corroborent ceux de Zounon et al. (2019) qui ont rapporté une variation de densité, du taux de recouvrement et de la surface terrière suivant un gradient pluviométrique influencé par l'âge de la pratique de la RNA. Cette faible diversité met également en exergue l'état avancé de la destruction du couvert végétal dans cette zone, l'une des raisons principales de la promotion de la RNA par le programme alimentaire mondiale (PAM) en 2014. En outre, Diatta et al. (2021) estime que la faible diversité dans les sites pourrait être justifiée par l'existence d'une exploitation et d'une gestion, sélectives des espèces d'arbres dans les champs. En effet, la dominance de certaines espèces au sein des peuplements arborés est la conséquence d'une sélection délibérée par les cultivateurs (d'un groupe d'espèces utiles, épargnées et préservées pendant les activités culturelles).

Quant à l'indice d'équitabilité de Pielou, les valeurs sont comprises entre 0,00 et 0,05 ; ce qui montre que la répartition des individus est régulière entre les espèces dans la zone. Ces faibles valeurs révèlent surtout que les différents individus des espèces dominantes présentent une distribution relativement homogène (Ganamé, 2021).

Le peuplement ligneux sous RNA présente des structures verticale et horizontale en allure de « L », où l'essentiel des ligneux sont groupés dans les intervalles de moins de 3 m de hauteur avec un diamètre de moins de 5 cm. Cet intervalle constitue la classe des bois généralement destinés au bois de chauffe. Ils représentent à eux seuls plus de 89,70% de l'effectif total des individus recensés. Ce fort taux des jeunes individus met en exergue l'état de la dégradation de la formation végétale du terroir d'une part et d'autre part caractérise une jeune formation ligneuse en cours de restauration. Ces résultats corroborent ceux de Bagnian et al. (2014) et de Morou et al. (2016) dans la même zone d'étude (région de Maradi) mais aussi de la zone sahélienne comme rapportés par Diouf et al. (2002) au Sénégal, Ouédraogo (2006) au Burkina Faso et Mahamat-Saleh et al. (2015) au Tchad.

L'étude de la densité des types d'individus montre que les arbres et arbustes représentent 10,30% de l'effectif total des individus recensés. Il ressort que la densité des arbres adultes est passée de 3 pieds/ha (avant la mise en œuvre de la RNA) à environ 10 pieds/ha (soit huit ans après la mise en œuvre de la pratique) ; soit une augmentation de 5 pieds ligneux à l'hectare. Ce résultat montre que la RNA a permis une augmentation significative d'environ 3 fois le nombre des arbres dans le terroir sur une période de mise en œuvre à cette étude (soit 8 ans). La densité estimative des arbres dans deux ans (2 ans) serait de 24 pieds /ha contre 3 pieds /ha avant l'adoption de la RNA dans le terroir. Ces résultats sont confortés par ceux de Cotillon et al. (2021) qui ont observé une augmentation significative des densités d'arbres adultes, sur environ 23,1% des champs entre 2005 et 2014 suite à l'adoption de la pratique de la RNA dans les départements de Magaria, Matameye et Mirriah, dans le sud de Zinder. D'autres études ont également relevé l'augmentation de la densité, consécutive à la protection et la gestion de la régénération naturelle assistée dans les champs de culture ou exploitations (Abasse et al., 2023).

L'analyse de l'image aérienne du couvert végétal en l'an 2013, met en exergue le niveau avancé de disparition de la végétation ligneuse dans les champs de culture du terroir de Boussaragui témoignant de la faible densité des arbres dans les champs des cultures. Par contre, l'image aérienne du terroir à l'an 2022 fait remarquer une nette amélioration de la couverture végétale illustrée par l'expansion de la couleur verte. Cette augmentation de la couverture végétale serait due aux activités de CES/DRS (au niveau des terres restaurées) en général et à la pratique de la RNA (dans les champs de culture) en particulier. Ce résultat consolide ceux de Botoni (2010), Bagnian (2014), CILSS (2016) et Cotillon et al. (2021) qui ont tous démontré lors de leurs travaux, un reverdissement des zones jadis dégradées, au Sahel en général et dans la zone d'étude en particulier, et cela grâce à la RNA.

Conclusion:-

Cette étude a permis d'apprécier le peuplement ligneux issu de la RNA dans la région de Maradi. Elle a relevé un retour du couvert végétal dont la pratique de la RNA aurait contribué par l'augmentation des taux de recouvrement suite à son adoption dans le terroir villageois de Boussaragui.

Elle révèle également une tendance à la restauration des ressources végétales ligneuses dégradées dans la zone au regard des caractéristiques dendrométriques des ligneux (jeunes individus et rejets de souche), illustrant ainsi le caractère juvénile du peuplement.

Dans ce contexte actuel de dégradation de ressources végétales et de changement climatique, la restauration de la végétation ligneuse au moyen de la pratique de la RNA représente une piste de solution efficace, d'un point de vue écologique et même économique car sa mise en œuvre ne nécessite pas un coût important et offre des services écosystémiques considérables.

Remerciements:-

Les auteurs remercient le Programme Alimentaire Mondial (PAM), pour avoir financé ces travaux ainsi que, la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey pour son soutien multiforme. Nos remerciements vont aussi à la vaillante population du terroir villageois de Boussaragui.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir des liens d'intérêts.

Contributions des auteurs

ADLY : conduite des travaux de terrain, collecte, traitements et analyses des données, rédaction du manuscrit.

AMM, MAO, DLN et GY : encadrement, orientation de l'étude et correction du manuscrit.

Références Bibliographiques:-

1. **Abasse, T., Massaoudou, M., Rabiou, H., Idrissa, S., Dan Guimbo, I., 2023.** Régénération naturelle assistée au Niger: l'état des connaissances. Tropenbos International, Ede, Pays Bas. 58 pages.
2. **Akpo, L.E., Grouzis, M., 1996.** « Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique Occidentale) ». Webb, 50(2) : 247-263.
3. **Alio, D.L.Y., Dan lamso, N., Iro, D.G., Ado M.N., Guéro, Y., 2022.** Contribution de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans l'amélioration des conditions de vie des producteurs dans la région de Maradi, Afrique SCIENCE 21(1) : 82-95.
4. **Andres, L., Lebailly, P.H., 2013.** « The relation between the coping strategies and the state of food insecurity in the Republic of Niger ». Montenegro, Budva: THIRD AGRIMBA Congress, 26-29 June 2013.
5. **Bagnian, I., Adam, T., Adamou, M.M., Chaibou, I., Mahamane, A., 2014.** Structure et dynamique de la végétation ligneuse juvénile issue de la régénération naturelle assistée (RNA) dans le Centre-Sud du Niger. Int. J. Biol. Chem. Sci. 8(2): 649-665.
6. **Bagnian, I., Yameogo, J., Abdou, L., Adam, T., Mahamane, A., 2019.** Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux issu de la régénération naturelle assistée (RNA) dans les régions de Maradi et Zinder, Niger. Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci.),39(2).
7. **Bagnian, I., 2014.** Résilience des agroécosystèmes au Sahel : analyse du reverdissement dans le Centre Sud du Niger ; Thèse de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, Laboratoire des Productions Végétales, 184 pages.

8. **Bationo, B.A., Kalinganire, A., Bayala, J., 2012.** Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest: Aperçu de quelques systèmes candidats. ICRAF Technical Manual N°17 Nairabi: Word Agroforestry Centre.
9. **Bayé-Niwah, C., Kosso, H., Souare, K., Todou, G., 2020.** Diversité et structure des ligneux des agrosystèmes autour d'une aire protégée : cas des champs de case périphériques de la réserve de Kalfou (Cameroun) ». Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences, 28(2) : 86-104.
10. **Botoni, E., Larwanou, M., Reij, C., 2010.** La régénération naturelle assistée (RNA) : une opportunité pour reverdir le Sahel et réduire la vulnérabilité des populations rurales. Le Projet majeur africain de la Grande Muraille Verte, Concepts et mise en œuvre, 151-162.
11. **CILSS, 2016.** Les Paysages de l'Afrique de l'Ouest : Une Fenêtre sur un Monde en Pleine Évolution. U.S. Geological Survey EROS, 47914 252nd St, Garretson, SD 57030, UNITED STATES. 220 pages
12. **Cotillon, S., Tappan, G., Reij, C., 2021.** Land use change and climate smart agriculture in the Sahel. In: Villalon, L.A. (ed.) The Oxford Handbook of the African Sahel, Oxford University Press, pp209-230.
13. **Daniel, M., 2007.** « Influence de l'intégration de produits forestiers non ligneux sur l'abondance et la richesse des micromammifères dans les haies brise-vent et les bandes riveraines », Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M. Se.), département des sciences du bois et des forêts faculté de foresterie et de géomatique, Faculté des études Supérieures de l'Université Laval/Québec, 62 pages
14. **Diatta, E.A., Sambou, B., Niang-Diop, F., Diatta, M., 2021.** Caractérisation du parc agroforestier à Parkia biglobosa (Jacq.) R. Br. Ex G. Don en Basse Casamance (Sénégal). VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement. <https://doi.org/10.4000/vertigo.28668>
15. **Diouf, M., Akpo, L.E., Rocheteau, A., Do, F., Goudiaby, V., Diagne, A.L., 2002.** « Dynamique du peuplement ligneux d'une végétation sahélienne au Nord Sénégal (Afrique de l'Ouest) ». J.Sc. 2002; 2(1):10.
16. **Dramé, Y.A., Berti, F., 2008.** Les enjeux socio-économiques autour de l'agroforesterie villageoise à Aguié (Niger), Tropicultura, 26(3) : 141-149.
17. **Frontier, S., Pichod-Viale, D., 1995.** « Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution ». 2e Edition, Collection d'écologie, 21: 287- 311.
18. **Ganamé, M., 2021.** Dynamique spatio-temporelle et potentiel du stock de carbone aérien des écosystèmes forestiers du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université Joseph Ki-Zerbo, 140 p.
19. **Gounot, M., 1969.** Méthode d'étude quantitative de la végétation ligneuse Ed Masson/Cie 314p.
20. **INS-Niger, 2016.** Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2012: monographie régionale de Maradi. Rapport finale, 65 pages.
21. **Kakpo, S.B., 2012.** Caractéristiques structurales et écologiques des forêts de Bonou et d'Itchède au sud-est du Bénin. Mémoire d'Ingénieur, Université d'Abomey - Calavi (Benin), 45 p.
22. **Kengne, O.C., Ibrahima, S.W., Mana, D., Woukoue, J.B.T., Nazifatou, S., Munting, T., Tchobsala, D., Zapfack, L., 2024.** Caractérisation écologique et gestion des peuplements arborés des agrosystèmes périurbains : cas des champs de cultures pluviales du Diamaré, Extrême-Nord Cameroun. Journal of Animal & Plant Sciences, 61(3) : 11277
23. **Larwanou, M., Abdoulaye, M., Reij, C., 2006.** Etude de la régénération naturelle assistée dans la région de Zinder (Niger) : première exploration d'un phénomène spectaculaire. International Ressource Group, Washington DC, 67 pages.
24. **Larwanou, M., Dan Guimbo, I., Oscar, E.M., Issaka, A.I., 2012.** Farmer managed tree natural regeneration and diversity in a sahelian environment : case study of Maradi region, Niger. Continental J. Agricultural Science, 6(3) : 38-49.
25. **Le Houerou, H.N., 1995.** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse, 6(2) : 167-182.
26. **Ludovic, A., Sambo, B., Lawali, D., Martha, P., Guéro, C., Mamadou, M.M., Seidou, L., Boubacar, Y., Philippe, L. (2015) :** La résilience des ménages face aux changements climatiques dans la région de Maradi au Niger : le cas de la Régénération Naturelle Assistée, rapport d'étude, 11 pages ;
27. **Mahamadou, L., 2018.** Effets de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) sur le Potentiel Productif des sols de Boussaragui (Chadakor). Mémoire de Master, Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, 62pages.
28. **Mahamat-Saleh, M., Ndiaye, O., Diallo, M.D., Goy, S., Niang, K., Diallo, A., 2015.** Caractérisation des peuplements ligneux sur le tracé de la Grande Muraille Verte au Tchad. Int. J. Biol. Chem. Sci., 9(5) : 2617-2627. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.31>

29. **Morou, B., Ounani, H., Amadou, O.A, Diouf, A., Guéro, C., Mahamane, A., 2016.** Caractérisation de la structure démographique des ligneux dans les parcs agroforestiers du terroir de Dan Saga (Aguié, Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(3) : 1295-1311. ; ISSN 1991-8631 (Print)
30. **Moustapha, A., 2005.** étude de faisabilité technique et organisationnelle d'un marché de bois issu de la Régénération Naturelle dans la grappe de Dan Saga. Mémoire de fin d'étude, pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles, Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, 68 pages.
31. **Ndayishimiye, J., 2011.** Diversité, endémisme, géographie et conservation des Fabaceae de l'Afrique Centrale. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 254 p.
32. **Ouédraogo, A., 2006.** Diversité et Dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 230 p.
33. **Populin, M., Oumarou, I., Maman, M., 2015.** Etude sur l'agriculture familiale dans la zone d'intervention du ProDAF (Zone agricole des régions de Tahoua, Maradi et Zinder. Niger, Niamey : Rapport provisoire, Programme FIDA Niger, GATE, PPI Ruwanmu, PASADEM, 78 pages
34. **Rinaudo, T., 2007.** The development of farmer managed natural regeneration. *LEISA Magazine* 23(2):32-34.
35. **Roberts-Pichette, P., Gillespie, L., 2002.** Protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre. Le réseau d'évaluation et de gestion écologiques Canada, 2002. [En ligne] URL : <http://www.eman.ese.ca/rese/ecotools>
36. **Roose, E., 2015.** Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens Contribution à l'agroécologie. Version préliminaire. IRD Editions. 547 pages
37. **Saidou, S., Ambouta, J.M.K., 2020.** Recent landscape dynamic in the anthropized Sahel zone's: from degradation to greening, case study of Aguié and Ibohamane municipalities. *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 13 (12) : 08-26. DOI : 10.9790/2380-1312030826
38. **Salissou, A., 2004.** Valorisation des produits et sous-produits ligneux dans la partie Nord d'Aguié « cas du terroir villageois de Dan Saga. Mémoire de fin d'étude/ITA/FA, Université Abdou Moumouni de Niamey, 84 pages.
39. **Sinsin, B., Ahanchédé, A., Hounhouigan, J., Lalèyè, P.H., Chrysostome, C.H., Adégbidi, A., 2016.** Méthodes de collecte et d'analyses des données du terrain pour l'évaluation et le suivi de la végétation en Afrique. *Annales des sciences agronomiques*, Volume 20, Numéro spécial, 207 pages.
40. **Traoré, L., 2012.** Influence du climat et de la protection sur la végétation ligneuse de la partie Occidentale du Burkina Faso. Thèse de Doctorat unique, Université de Ouagadougou, 228 pages.
41. **Zounon, C.S.F., Abasse, T., Massaoudou, M., Habou, R., Addam, K., Ambouta, J.M.K., 2019.** Diversité et structure des peuplements ligneux issus de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) suivant un gradient Agro-écologique au Centre Sud du Niger. *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* 12.1 (2019) : 52-62.
42. **Zounon, C., 2021.** Perception paysanne de la régénération naturelle assistée (RNA) et optimisation de ses effets sur la productivité agricole suivant un gradient agro-écologique au centre-sud du Niger », thèse de Doctorat unique, Faculté d'Agronomie de l'université de Niamey (Niger), 157 pages.