

## VARIATIONS TEXTURALES ET CHIMIQUES AUTOUR DES TOUFFES D'*Hyphaene thebaica* (MART) DES SOLS DANS LA REGION DE MARADI (NIGER)

DAN LAMSO Nomau<sup>1</sup>, GUERO Yadji<sup>1</sup>, TANKARI DAN-BADJO Abdourahamane<sup>1\*</sup>, RABAH Lamar<sup>2</sup>, ANDRE Bationo Babou<sup>3</sup>, PATRICE Djamen<sup>4</sup>, TIDJANI Adamou Didier<sup>1</sup>, ADO MAMAN Nassirou<sup>1</sup>, AMBOUTA JEAN MARIE Karimou<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Département Sciences du sol, Faculté d'Agronomie de Niamey  
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niamey, Niger

<sup>(2)</sup>Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Montpellier, France

<sup>(3)</sup>Institut de l'Environnement et Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>(4)</sup>African Conservation Tillage Initiative (ACT), Ouagadougou, Burkina Faso

E-mail: [tankari@yahoo.fr](mailto:tankari@yahoo.fr)

**Résumé.-** La région de Maradi est l'une des zones agricoles du Niger où la pression anthropique sur les sols est très forte, engendrant leur épuisement généralisé. Dans le Goulbi N'kaba, particulièrement dans le terroir d'El Guéza, les paysans ont adopté l'agroforesterie dans le système d'exploitation agricole pour faire face à la baisse de fertilité de sols et la perte du couvert végétal. Ainsi, *Hyphaene thebaica*, très répandu dans ce terroir, est une des essences agroforestières que les paysans ont intégrée dans leur système d'exploitation agricole vu son potentiel socio-économique et écologique. La présente étude porte sur l'influence des touffes d'*Hyphaene thebaica* sur la fertilité des sols dans le terroir d'El Guéza. Ainsi, un dispositif en blocs randomisés complet avec trois répétitions des touffes, a été utilisé en plein champ. Des prélèvements des sols ont été effectués autour des touffes selon les points cardinaux, les distances 0, 50, 100, 150 et 200 cm de la touffe et la profondeur du sol (0 -10 ; 10 -20, 20 -30 et 30 -40 cm). Il ressort de cette étude que la fertilité des sols en présence de la touffe d'*Hyphaene thebaica*, s'améliore significativement. En effet, les teneurs en matières organiques, en bases échangeables, en phosphore ainsi que le pH et la CEC diminuent significativement au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la touffe. Ces teneurs sont significativement plus importantes sur les côtés Est et Ouest, directions principales de l'harmattan et de la mousson, que sur les côtés Nord et Sud de la touffe. L'amélioration des paramètres physico-chimiques des sols en présence des touffes d'*Hyphaene thebaica*, est due essentiellement au rôle que joue cette espèce végétale dans l'enrichissement des sols en matières organiques et en éléments minéraux à travers la litière de ses palmes et le piégeage des particules transportées par le vent.

**Mots clés:** Touffes, *Hyphaene thebaica*, paramètres physico-chimiques des sols, El Guéza, Maradi.

## TEXTURAL AND CHEMICAL VARIATIONS AROUND *Hyphaene thebaica* (MART) TUFTS OF SOILS IN MARADI REGION (NIGER)

**Abstract.-** Maradi region is one of the agricultural areas of the Niger, where the anthropogenic pressure on land is very high, resulting in their depletion generalized. In the Goulbi N'kaba, particularly in the region of El Gueza, farmers have adopted agroforestry in the cropping system to cope with the declining fertility of the soil, and the loss of vegetation cover. Thus, *Hyphaene thebaica*, very prevalent in this region, is one of the species in agroforestry systems that these farmers have integrated it into their system of farming, given its socio-economic and ecological potential. The present study focuses on the influence of *Hyphaene thebaica* tufts on the soils fertility in the land of El Gueza. Thus, a device in blocks randomized complete with three repetitions of the tufts, has been used. Samples of the soil have been carried out around the tufts according to the cardinal points, the distances of 0, 50, 100, 150 and 200 cm of the tufts and the soil depth (0 -10 ; 10 -20, 20 -30 and 30 -40 cm). It is clear from this study that the soil fertility in the presence of the tuft of *Hyphaene thebaica* is significantly improved. In effect, the organic matter content, exchangeable bases, phosphorus, as well as the pH and CEC decreases significantly as one moves away from the

*tufts. These levels are significantly greater in the East and West sides, the main directions of the harmattan and monsoon, as in the North and South sides of the tuft. This significant improvement of the physico-chemical parameters of soils in the presence of Hyphaene thebaica is mainly due to the role of this species in the enrichment of soil organic matter and mineral elements through the litter of his palms and the trapping of the particles carried by the wind.*

**Key words:** Tufts, *Hyphaene thebaica*, physico-chemical parameters of the soils, El Gueza, Maradi.

## Introduction

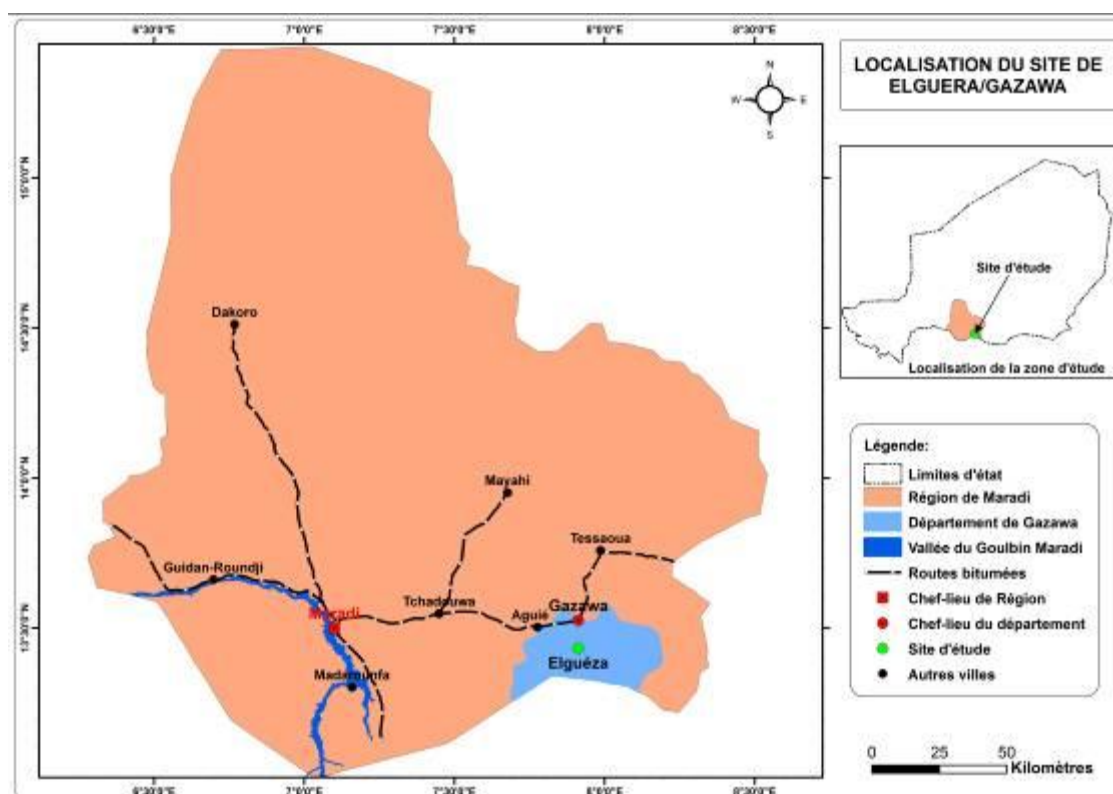
Dans les zones arides et semi-arides, les problèmes de dégradation des terres se posent avec acuité, et engendrent une baisse de la fertilité des terres agricoles [1,2]. Pour restaurer ces terres et améliorer leur fertilité, outre les techniques classiques de conservation des eaux et des sols telles que les cordons pierreux, le zaï, et les demi-lunes, par exemple, des espèces végétales notamment les espèces ligneuses sont aussi utilisées [3].

Au Niger, l'agriculture en régime pluvial est marquée par une forte utilisation de la matière organique comme fertilisant [3,4,6]. Il s'agit du fumier, des ordures ménagères et autres déchets pour les champs de case proches des habitations constituant la première auréole de fertilité et sans arbustes [7]. Par contre dans les champs éloignés de ces habitations, communément appelés champs de brousse [8] les apports précédents sont négligeables mais les rejets des souches coupés lors de la préparation des champs en fin de saison sèche (mars-avril) et au cours de la campagne agricole, constituent les principales sources de matière organique [9]. Ces rejets luttent contre l'érosion éolienne pendant la saison sèche alors que le sol est nu [3; 10]. Certes des travaux de recherche ont porté sur l'influence des arbres sur le sol. C'est le cas de *Faidherbia albida* [11,12], *Hyphaene thebaica* [13], *Boracus aethiopum* [14], et *Acacia senegal* [15]. Cependant, la contribution des effets de rejets de souches à l'amélioration de la fertilité des sols est très peu abordée [13]. Parmi ces souches, celles d'*Hyphaene thebaica* (palmier doum) semblent présenter des potentialités fertilisantes intéressantes. En effet, le palmier doum est très répandu dans la région de Maradi notamment dans le Goulbi N'Kaba, où il s'est imposé comme espèce agroforestière très appréciée par les paysans. C'est dans ce cadre et pour une meilleure compréhension des interactions entre arbustes et sols et afin d'améliorer la durabilité du système, qu'il a été entrepris cette étude sur l'influence des touffes d'*Hyphaene thebaica* laissées par les producteurs dans leurs champs, sur la fertilité des sols du terroir villageois d'El Guéza dans le département de Gazaoua. Les objectifs de ce travail sont de: (1) déterminer la place de l'arbuste *Hyphaene thebaica* dans ce terroir, et (2) étudier son influence sur le sol à travers l'étude de quelques paramètres physico-chimiques (texture, pH, matière organique, phosphore, bases échangeables, capacité d'échange cationique).

## 1.- Matériel et Méthodes

### 1.1.- Présentation et choix du site d'étude

L'étude s'est déroulée dans le terroir du village de El Guéza situé à 12 km au Sud de Gazaoua, chef lieu de département (fig. 1).



**Figure 1.-** Localisation du site d'El Guéza

A l'instar de la région de Maradi, le climat de ce terroir est de type sahélien avec une pluviométrie annuelle comprise entre 400 et 650 mm. L'agriculture pluviale constitue la principale activité socio-économique des populations. Les cultures dominantes sont le mil, le sorgho, le niébé et l'arachide et secondairement le sésame, le voandzou et l'oseille. Cependant, cette activité connaît plusieurs contraintes notamment la baisse de la fertilité des sols, une crise foncière agricole, l'insuffisance et l'irrégularité des pluies et des pressions parasitaires. Il est noté aussi une très faible mécanisation de l'agriculture et un faible accès aux autres intrants agricoles.

Les sols du terroir sont dominés par les sols ferrugineux tropicaux développés d'une part sur du sable et d'autre part sur des placages argilo-sableux. Ces sols sont appelés respectivement «Jigawa» et «Guéza» [4]. Le couvert végétal du terroir est composé de *Faidherbia Albida*, *Prosopis africana*, *Hyphaene Thaibeca*, *Piliostigma reticulatum*.

Le choix du terroir de El Guéza a été fait selon les critères suivants: densité de *Hyphaene thebaica*, parcelles d'étude non loin du village et devant représenter le système de culture dominant du terroir. A cet effet, un champ présentant une densité de 204 touffes/ha d'*Hyphaene* et cultivé selon une association mil-sorgho-niébé, a été choisi.

## 1.2.- Matériel végétal

*Hyphaene thebaica* est une espèce de la famille des Arecaceae, de la tribu des *Borasseae*, du genre *Hyphaene*, espèce *Hyphaene thebaica*, caractérisée par un stipe annelé en forme d'Y rappelant son architecture apparentée au modèle de schoute, c'est-à-dire les arbres à ramification dichotomique [13]. *Hyphaene thebaica* est une espèce à croissance

très lente [16]: une première fructification n'a lieu qu'après 6 à 8 ans et l'âge de la révolution est de 60 à 80 ans, avec apparition d'un renflement à partir de la 25<sup>ème</sup> année. Le peuplement d'*Hyphaene thebaica* se rencontre dans les steppes et les fourrés sahéliens et soudano-sahélien sur les sols sableux à pH basique ou neutre, dans les bas fonds inondables et autour des villages dans les dépressions sableuses [17]. Au Niger, *Hyphaene thebaica* se rencontre dans les dallols, les goulbis et dans la vallée du fleuve où il forme des parcs agroforestiers [18]. C'est une espèce thermophile qui supporte des températures moyennes annuelles élevées (> 30° C) et des déficits de saturation très élevés. Dans les zones à faibles précipitations (< 30 mm), sa localisation se limite aux sites possédant une nappe phréatique sub-affleurante [19]. La caractérisation du peuplement d'*Hyphaene thebaica* dans le terroir de El Guéza a été faite à partir des observations de terrain.

### **1.3.- Enquête**

Il s'agit d'une enquête individuelle réalisée à base d'un questionnaire semi-ouvert adressé aux paysans. Les questions sont relatives au rôle et à l'importance écologique et socio-économique de palmier doum, son mode de gestion (Régénération Naturelle Assistée: RNA, paillis issu du recepage....) ainsi que la dynamique du peuplement. Ainsi, 15 paysans ont été questionnés dont 5 paysans les plus âgés du village, 5 paysans artisans qui utilisent les palmes et 5 paysans ayant de nombreux plants de RNA d'*Hyphaene thebaica* dans leurs champs. Les paysans sont rencontrés dans leur champ ou au village.

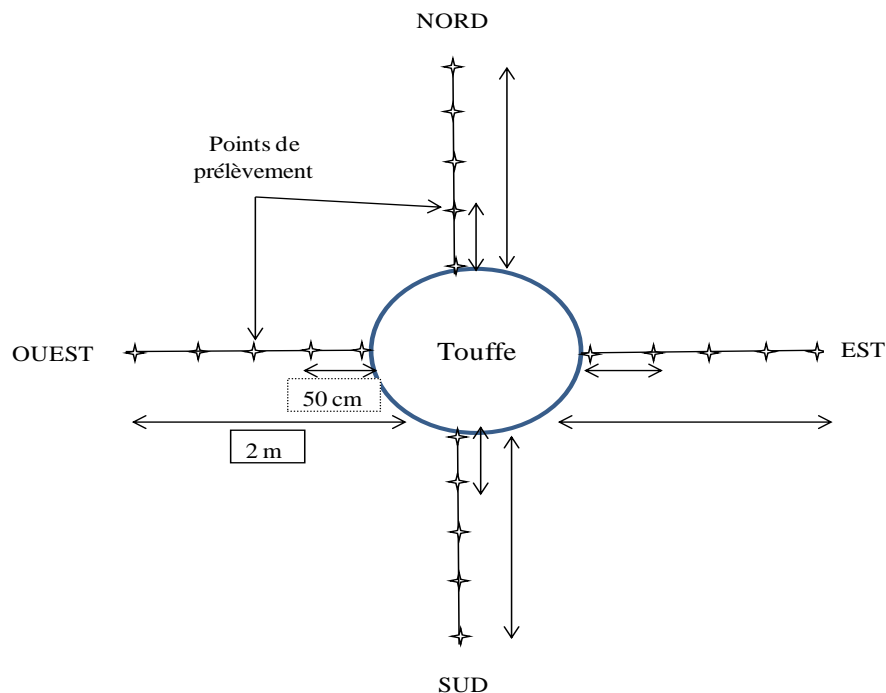
### **1.4.- Dispositif d'étude**

Il s'agit d'un dispositif en blocs randomisés complet avec trois répétitions des touffes de *Hyphaene thebaica*. Le choix de la touffe (belou) s'est porté sur son isolement par rapport à une autre touffe et/ou un autre ligneux. Ainsi, les trois (3) touffes choisies sont distantes l'une de l'autre d'au moins 50 m. Pour prélever les échantillons au niveau d'une touffe, il a été déterminé d'abord la limite de la touffe selon les quatre (4) côtés (Est, Ouest, Nord et Sud); ensuite l'échantillonnage s'est effectué latéralement tous les 50 cm à partir de la limite de la touffe jusqu'à une distance de 2 m conformément au dispositif de la figure 2.

Comme il se remarque, chaque coté de la touffe porte 5 points de prélèvements et l'échantillonnage s'effectue sur quatre (4) profondeurs: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm et 30-40 cm par point. Il a été prélevé 20 échantillons des sols de chaque côté, soit 80 échantillons par touffe. Avec les trois répétitions des touffes, 240 échantillons de sols ont été prélevés. Ces échantillons de sols ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques au laboratoire du département science du sol de la Faculté d'Agronomie de l'université Abdou Moumouni de Niamey (Niger).

### **1.5.- Analyse physico-chimiques**

Après séchage des échantillons à l'air ambiant au laboratoire, de leur broyage et de leur tamisage à 2 mm, les méthodes d'analyses physicochimiques des sols résumées dans le tableau I ont été utilisées [19].



**Figure 2.-** Dispositif de prélèvement de sol autour de la touffe d'*Hyphaene thebaica*

**Tableau I.-** Méthodes d'analyses des sols utilisées [19].

Paramètres	Méthodes
Ph	pH-mètre avec rapport sol/eau 1/2,5
Granulométrie (6 fractions)	Pipette Robinson/tamisage après oxydation de la matière organique avec l'eau oxygénée
Carbone organique	Méthode Walkley et Black (1934)
Azote total	Kjeldahl
Phosphore	Bray I
CEC et bases échangeables	Méthode d'acétate d'ammonium pH = 7

Les différents modes opératoires sont sous forme de recueil au laboratoire de pédologie de la faculté d'agronomie de l'université Abdou Moumouni de Niamey.

### 1.6.- Analyse statistique des données

Les données d'analyses physico-chimiques des échantillons du sol ont été traitées avec le logiciel GenSTAT. Ainsi, les données obtenues ont été soumises à une analyse de variance pour identifier la présence ou non de différences significatives (au seuil de 5% de probabilité) pour les différents paramètres physico-chimiques selon la distance à la touffe, les points cardinaux, et la profondeur du sol. En présence de différences significatives, le test de Student Newman Keuls (au seuil de 5%) a été effectué pour identifier les traitements significativement différents selon la variable considérée.

## 2.- Résultats et discussion

### 2.1.- *Hyphaene thebaica* dans le terroir d'El Guéza

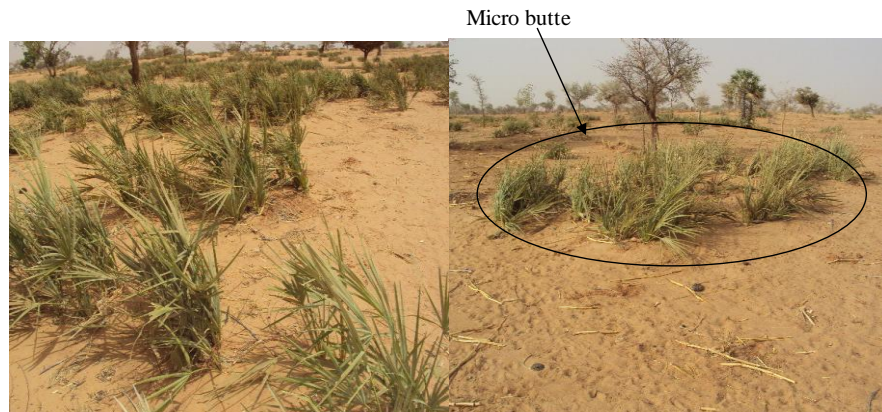
#### 2.1.1.- Densité d'*Hyphaene thebaica*

Le tableau II donne les densités des touffes de *Hyphaene thebaica* relevées au cours de la présente étude dans le terroir d'El Guéza.

**Tableau II.-** Densité de *Hyphaene thebaica* dans le terroir d'El Guéza

Densité	Touffes / ha
Forte	467
Moyenne	267
Faible	125
Moyenne du terroir	286
Ecart type	172

L'analyse du tableau II montre que la densité moyenne des touffes par hectare du terroir d'El Guéza est de 286. Ce résultat est assez proche de ceux trouvés par HAROUNA (2005) et la direction départementale de l'environnement d'Aguié qui sont respectivement de 280 [20] et 300 touffes/ha. Par contre, ce résultat est nettement inférieur à celui de PELTIER et *al.* (2008) qui ont dénombré 1600 rejets/ha en zone agricole et 1850 rejets/ha en zone pastorale dans le Goulbi N'Kaba [10]. Cette dernière observation traduirait une dégradation qu'a connue l'espèce. Actuellement, il y a une forte tendance au repeuplement par la technique de régénération naturelle assistée (RNA) appliquée par les paysans. Certains paysans effectuent le semi direct dans leurs champs avec malheureusement un taux de germination très faible. La technique de plantation directe des plants d'*Hyphaene thebaica* par éclat de souche est en expérimentation dans le terroir. La figure 2 présente des touffes d'*Hyphaene thebaica* dans le terroir.



**Figure 2.-** Touffes d'*Hyphaene thebaica* dans le terroir d'El Guéza

#### 2.1.2.- Rôles d'*Hyphaene thebaica*

L'arrêt des transports éoliens par la touffe forme une micro-butte d'allure fusiforme (fig. 2). Le rectangle circonscrit dans cette forme de la touffe présente en moyenne 9,70 m de longueur et 7,80 m de largeur. La différence de niveau entre la partie sommitale de la



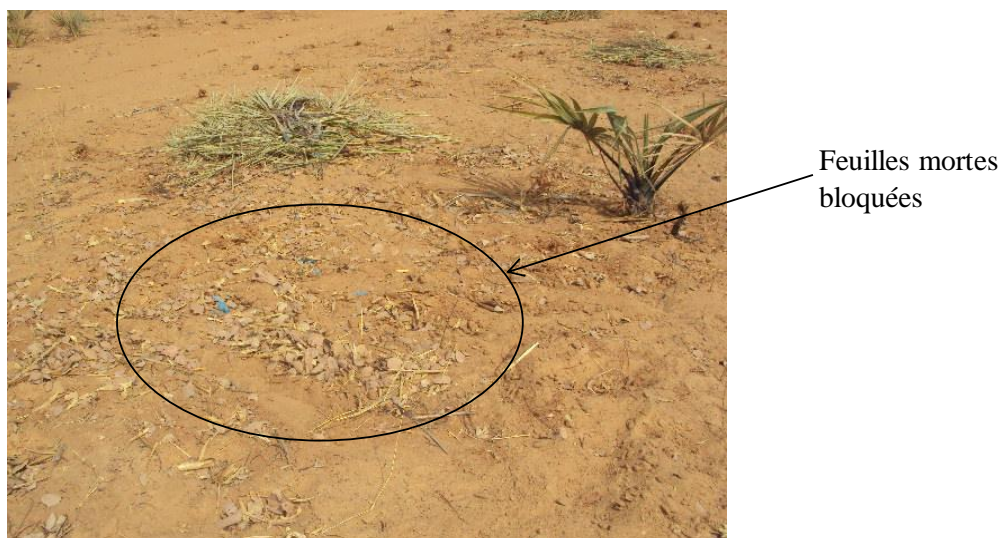
butte et la surface plane du champ varie de 15 à 40 cm selon la taille de la micro-butte. Le volume moyen estimé de l'accumulation de sédiments éoliens arrêtés par les rejets du palmier doum est de 26,30 m<sup>3</sup>.

Au vu des densités d'*Hyphaene thebaïca* et des volumes des sédiments éoliens arrêtés, cette espèce joue un rôle considérable contre l'érosion éolienne en bloquant les mouvements des particules par saltation et reptation. Les feuilles d'*Hyphaene thebaïca* fixent aussi les poussières issues des brumes sèches (fig. 3) [21, 22].



**Figure 3.-** Poussière piégée par les palmes d'*Hyphaene thebaïca*

En plus des sédiments éoliens, les touffes d'*Hyphaene thebaïca* bloquent temporairement les feuilles mortes des autres espèces transportées par les vents. En effet, la coupe des touffes avant l'installation des pluies, resoumet cette matière organique aux transports éoliens surtout les tornades de début de saison des pluies (fig. 4).



**Figure 4.-** Feuilles mortes de *Ptilostigma reticulatum* bloquées par une touffe d'*Hyphaene thebaïca* et exposées aux transports éoliens après coupe

A l'approche de la saison des pluies, les paysans organisent la coupe des rejets d'*Hyphaene thebaica* lors de la préparation des champs. Cette 1<sup>ère</sup> coupe s'effectue le plus souvent pendant le mois d'Avril ou Mai voire Juin. Dès cette coupe, deux à trois rejets par touffes sont laissés et entretenus et donneront des pieds adultes. Les souches vont rejeter et assurer la protection des jeunes pousses des cultures de mil contre l'ensevelissement par les apports éoliens. La deuxième coupe de rejet est opérée entre Juillet et Août pendant que les cultures sont au stade de tallage ou montaison. Ce qui permet de réduire la compétition vis à vis de la lumière et de l'eau entre l'espèce et les cultures.

La biomasse issue des coupes est soit éparpillée, soit mise en tas sur des parties moins fertiles mais rarement brûlée. Il est estimé une production de 6,60 Kg de biomasse sèche par touffe et avec la densité moyenne de 286 touffes / ha, on a une production moyenne annuelle de 3,80 t / ha (1,91 t / ha x 2 coupes). Ainsi, la biomasse déposée au sol va se décomposer pour contribuer à l'apport des éléments minéraux. La figure 5 montre l'utilisation de la biomasse d'*Hyphaene thebaica* dans les champs.



Mise en tas des palmes dans le champ



Palmes en état de décomposition dans le champ

**Figure 5.-** Utilisation de la biomasse d'*Hyphaene thebaica* dans les champs

En plus de ses rôles dans le piégeage de sédiments et comme substrat organique dans le terroir de El Guéza [23], les populations utilisent toutes les autres parties de cette plante pour diverses activités. Ainsi, les palmes sont utilisées comme fourrages des animaux surtout en période de soudure, pour confectionner des nattes, des chapeaux, des vans, des cordes. Le bois est également utilisé dans la construction.

## 2.2.- Variabilité des paramètres physico-chimiques du sol autour des touffes

Dans la présente étude, les paramètres considérés sont: la granulométrie, le pH, la matière organique (C et N), le phosphore, les bases échangeables et la capacité d'échange cationique (CEC).

### 2.2.1.- Distribution granulométrique

L'analyse de variance des différentes fractions granulométriques donne les résultats consignés dans le tableau III.



**Tableau III.-** Analyse de variance des différentes fractions granulométriques des sols  
(Les moyennes affectées par la même lettre sur la même ligne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%)

Source de variance	Les moyennes selon les distances					Fpr (5%)	Ppds (5%)
	0 cm	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm		
Argile	7,56 <sup>c</sup>	7,40 <sup>d</sup>	7,25 <sup>c</sup>	7,11 <sup>b</sup>	7,04 <sup>a</sup>	<0,001	0,06072
Limon	13,98 <sup>b</sup>	14,12 <sup>b</sup>	14,09 <sup>b</sup>	13,83 <sup>a</sup>	13,98 <sup>b</sup>	<0,001	0,1363
Sable	78,47 <sup>a</sup>	78,48 <sup>a</sup>	78,66 <sup>b</sup>	79,05 <sup>c</sup>	78,98 <sup>c</sup>	<0,001	0,1535
Les moyennes selon les directions							
	Est	Ouest	Nord	Sud		Fpr (5%)	Ppds (5%)
Argile	8,11 <sup>d</sup>	7,44 <sup>c</sup>	6,54 <sup>a</sup>	6,99 <sup>b</sup>		<0,001	0,05431
Limon	14,50 <sup>c</sup>	14,02 <sup>b</sup>	13,80 <sup>a</sup>	13,69 <sup>a</sup>		<0,001	0,1219
Sable	77,39 <sup>a</sup>	78,55 <sup>b</sup>	79,77 <sup>d</sup>	79,21 <sup>c</sup>		<0,001	0,1373
Les moyennes selon les profondeurs							
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm		Fpr (5%)	Ppds (5%)
Argile	7,32 <sup>b</sup>	7,28 <sup>b</sup>	7,26 <sup>ab</sup>	7,22 <sup>a</sup>		0,008	0,05431
Limon	13,89 <sup>b</sup>	14,19 <sup>c</sup>	14,25 <sup>c</sup>	13,67 <sup>a</sup>		<0,001	0,1219
Sable	78,80 <sup>b</sup>	78,53 <sup>a</sup>	78,49 <sup>a</sup>	79,10 <sup>c</sup>		0,008	0,1373

Il ressort du tableau III que les teneurs moyennes en argile, en limon et en sable varient respectivement de 6,54 à 8,11%, de 13,67 à 14,5 % et de 77,39 à 79,77%. Les analyses statistiques montrent des différences hautement significatives au seuil de 5% pour les trois fractions granulométriques selon les profondeurs, les points cardinaux et les distances. En effet, la teneur en argile des sols diminue significativement avec l'augmentation de la distance à la touffe d'*Hyphaene thebaica*) alors que celle de sable augmente avec la distance. Le piégeage des particules fines par la touffe d'*Hyphaene thebaica* explique cette distribution aux alentours de la touffe [10]. Une autre étude [24] révèle que les touffes de *Piliostigma. reticulatum* amélioreraient les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol environnant.

En outre, les teneurs en argile et en limon au niveau des cotés Est et Ouest de la touffe sont significativement plus importantes que celles des cotés Nord et Sud. Ce qui s'explique par les apports spécifiques en particules fines de l'harmattan et de la mousson [25]. En effet, les cotés Est et Ouest de la touffe, directions principales de l'harmattan et de la mousson, bénéficient davantage de ce piégeage. Donc, ces résultats montrent l'importance de ces vents dans la distribution granulométrique des sols en présence de touffe d'*Hyphaene thebaica*. Ainsi, la touffe piège les éléments fins (argiles et limons) transportés par le vent. Par conséquent, *Hyphaene thebaica* au stade touffe exerce une influence sur la texture des sols en augmentant les fractions fines du sol (argile et limon) surtout dans les coté Est et Ouest.

### 2.2.2.- Le pH

En se référant au tableau IV, les valeurs du pH indiquent des sols acides légèrement acides, variant de 5,8 à 6,2. Le pH décroît avec les distances. Il est plus acide sur la direction Est et non significativement variable avec la profondeur.

**Tableau IV.-** Analyse de variance des valeurs du pH des sols  
(Les moyennes affectées par la même lettre et sur la même ligne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%)

Source de variance	Les moyennes selon les distances					Fpr (5%)	ppds (5%)
	0 cm	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm		
pH	6,2 <sup>b</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	0,006	0,1941
Les moyennes selon les directions							
	Est	Ouest	Nord	Sud	Fpr (5%)	ppds (5%)	
pH	5,8 <sup>a</sup>	6,0 <sup>b</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,1 <sup>b</sup>	0,008	0,1736	
Les moyennes selon les profondeurs							
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	Fpr (5%)	ppds (5%)	
pH	6,1 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	0,329	0,1736	

Cette acidité des sols en général pourrait s'expliquer par leur forte exploitation sans restitution conséquente de matière organique (à l'exception des contributions des touffes). Les faibles valeurs du pH trouvées du côté Est des touffes sont probablement liés au transport des particules fines sous l'action des vents qui laissent sur place que les éléments grossiers. L'absence de différence significative du pH entre les différentes profondeurs serait due au fait que l'épaisseur 0-40 cm correspond à la zone de forte influence racinaire donc de prélèvement d'éléments minéraux.

### 2.2.3.- La matière organique

Le tableau V affiche l'analyse de variance des teneurs en carbone organique et en azote total des sols.

**Tableau V.-** Analyse de variance des teneurs en carbone organique et en azote total des sols (Les moyennes affectées par la même lettre et sur la même ligne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%)

Source de variance	Les moyennes selon les distances					Fpr (5%)	ppds (5%)
	0 cm	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm		
C <sub>org</sub> (%)	0,208 <sup>a</sup>	0,258 <sup>b</sup>	0,278 <sup>d</sup>	0,261 <sup>c</sup>	0,259 <sup>c</sup>	<0,001	0,00063
N <sub>total</sub> (%)	0,017 <sup>a</sup>	0,022 <sup>b</sup>	0,024 <sup>d</sup>	0,023 <sup>c</sup>	0,022 <sup>c</sup>	<0,001	0,00053
Les moyennes selon les directions							
	Est	Ouest	Nord	Sud	Fpr (5%)	ppds (5%)	
C <sub>org</sub> (%)	0,295 <sup>d</sup>	0,239 <sup>c</sup>	0,220 <sup>a</sup>	0,256 <sup>b</sup>	<0,001	<0,00056	
N <sub>total</sub> (%)	0,025 <sup>d</sup>	0,021 <sup>b</sup>	0,018 <sup>a</sup>	0,022 <sup>c</sup>	<0,001	0,00047	
Les moyennes selon les profondeurs							
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	Fpr (5%)	ppds (5%)	
C <sub>org</sub> (%)	0,255 <sup>c</sup>	0,294 <sup>d</sup>	0,250 <sup>b</sup>	0,212 <sup>a</sup>	<0,001	0,00056	
N <sub>total</sub> (%)	0,022 <sup>c</sup>	0,026 <sup>d</sup>	0,021 <sup>b</sup>	0,018 <sup>a</sup>	<0,001	0,00106	

L'analyse statistique des différentes valeurs de carbone organique montre des différences significatives au seuil de 5% quelque soit la modalité de comparaison. En effet, les teneurs en carbone organique varient de 0,21 à 0,30 % soit 0,36 à 0,55 % de matière organique. Il s'agit alors des teneurs faibles mais supérieures aux valeurs rencontrées dans les sols cultivés en mil (0,30 %)[5; 6]. Lorsqu'on considère les variations selon les distances, il est constaté que le meilleur taux est obtenu à 1 m des pieds des touffes et puis diminue. Les mêmes résultats ont été obtenus au pied d'*Hyphaene thebaica* adulte [13]. Le profil de carbone organique affiche la meilleure valeur à 20 cm et puis décroît. Les variations des teneurs en azote sont semblables à celles du carbone organique. L'analyse statistique indique les mêmes différences significatives. Le C/N varie de 11,5 à 12 sur l'ensemble des mesures et indiquerait une matière organique minéralisée. Les teneurs en carbone et en azote selon les directions des vents dominants montrent la prédominance des directions Est et Ouest. Comme pour le transport des particules fines, les vents jouent aussi un rôle important dans l'apport en matières organiques. En effet, les flux éoliens peuvent apporter au sol une quantité totale de 104 et 13 kg / ha respectivement pour le carbone organique et l'azote total [25]. Ces dépôts peuvent contribuer à hauteur de 4% de la quantité totale de carbone organique et de l'azote total présents dans les dix premiers centimètres du sol en une année. Ce rôle d'amélioration des teneurs de certains paramètres chimiques par les arbustes en général, a été aussi mis en évidence dans plusieurs travaux [26 ; 27].

#### 2.2.4.- Les phosphores total et assimilable

L'analyse statistique des phosphores total et assimilable est consignée dans le tableau VI.

**Tableau VI.-** Analyse de variance des teneurs en phosphores total et assimilable des sols (Les moyennes affectées par la même lettre et sur la même ligne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.)

Source de variance	Les moyennes selon les distances					Fpr (5%)	ppds (5%)
	0 cm	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm		
P <sub>total</sub> (ppm)	108,3 <sup>d</sup>	94,60 <sup>a</sup>	99,90 <sup>c</sup>	100,60 <sup>c</sup>	96,70 <sup>b</sup>	<0,001	1,148
P <sub>ass</sub> (ppm)	83,3 <sup>d</sup>	73,24 <sup>a</sup>	77,48 <sup>c</sup>	78,05 <sup>c</sup>	74,94 <sup>b</sup>	<0,001	0,774
Les moyennes selon les directions							
	Est	Ouest	Nord	Sud		Fpr (5%)	ppds (5%)
P <sub>total</sub> (ppm)	105,00 <sup>b</sup>	109,70 <sup>c</sup>	92,60 <sup>a</sup>	92,80 <sup>a</sup>		<0,001	1,027
P <sub>ass</sub> (ppm)	81,50 <sup>b</sup>	85,42 <sup>c</sup>	71,51 <sup>a</sup>	71,17 <sup>a</sup>		<0,001	0,693
Les moyennes selon les profondeurs							
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm		Fpr (5%)	ppds (5%)
P <sub>total</sub> (ppm)	98,90 <sup>b</sup>	105,00 <sup>d</sup>	102,60 <sup>c</sup>	93,50 <sup>a</sup>		<0,001	1,027
P <sub>ass</sub> (ppm)	76,59 <sup>b</sup>	81,57 <sup>d</sup>	79,48 <sup>c</sup>	71,98 <sup>a</sup>		<0,001	0,693

Dans l'ensemble les concentrations en phosphore total sont bonnes. Du tableau VI, relève aussi que ces teneurs selon les distances et les profondeurs sont statistiquement différentes avec les plus fortes valeurs obtenues au pied de la touffe. Les meilleures concentrations en profondeur se situent entre 20 et 30 cm. En considérant, les directions

des vents dominants, les teneurs selon les directions Nord-Sud sont homogènes mais statistiquement différentes des directions Est-Ouest qui sont par ailleurs les plus élevées [26].

Concernant les teneurs en phosphore assimilable, elles sont acceptables quelque soit la modalité considérée (tableau VI). Les résultats de l'analyse statistique du phosphore assimilable épousent les mêmes tendances que celle du phosphore total.

### 2.2.5.- Les bases échangeables

Compte tenu de très faibles valeurs du Na dans les sols (à l'état de traces), seules les trois principales bases (Ca, Mg, K) ont été considérées. Le tableau VII récapitule les teneurs moyennes de ces dernières en fonction de la distance à la touffe, la direction et la profondeur du sol.

**Tableau VII.-** Analyse des variances des teneurs en bases échangeables des sols autour des touffes (Les moyennes affectées par la même lettre et sur la même ligne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.)

Source des variances	Les moyennes selon les distances					Fpr (5%)	Ppds (5%)
	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm		
Ca (meq/100g)	6,09 <sup>d</sup>	5,12 <sup>c</sup>	4,85 <sup>b</sup>	4,94 <sup>b</sup>	4,67 <sup>a</sup>	<0,001	0,1432
Mg (meq/100g)	4,05 <sup>d</sup>	3,96 <sup>c</sup>	3,74 <sup>b</sup>	3,49 <sup>a</sup>	3,73 <sup>b</sup>	<0,001	0,0853
K (meq/100g)	0,121 <sup>c</sup>	0,116 <sup>c</sup>	0,106 <sup>b</sup>	0,123 <sup>bc</sup>	0,095 <sup>a</sup>	<0,001	0,01247
Les moyennes selon les cotés							
	Est	Ouest	Nord	Sud	Fpr (5%)	Ppds (5%)	
Ca(meq/100g)	5,09 <sup>ab</sup>	5,05 <sup>a</sup>	5,20 <sup>b</sup>	5,21 <sup>b</sup>	0,027	0,1281	
Mg(meq/100g)	3,89 <sup>c</sup>	3,99 <sup>d</sup>	3,77 <sup>b</sup>	3,53 <sup>a</sup>	<0,001	0,0763	
K(meq/100g)	0,117 <sup>a</sup>	0,115 <sup>a</sup>	0,110 <sup>a</sup>	0,108 <sup>a</sup>	0,401	0,01115	
Les moyennes selon les profondeurs							
	10cm	20cm	30cm	40cm	Fpr (5%)	Ppds (5%)	
Ca (meq/100g)	5,10 <sup>ab</sup>	5,20 <sup>bc</sup>	5,25 <sup>c</sup>	4,99 <sup>a</sup>	<0,001	0,1281	
Mg (meq/100g)	3,77 <sup>b</sup>	3,90 <sup>c</sup>	3,83 <sup>bc</sup>	3,67 <sup>a</sup>	<0,001	0,0763	
K (meq/100g)	0,125 <sup>b</sup>	0,110 <sup>a</sup>	0,105 <sup>a</sup>	0,110 <sup>a</sup>	0,005	0,01115	

Les teneurs en Ca, Mg et K varient respectivement de 4 à 6 meq/100g, de 3 à 4 méq/100g et de 0,080 à 0,16 méq/100g. Ce sont des sols qui présentent un niveau élevé en Ca et Mg échangeables, et un niveau bas en k échangeable. Il ressort des données consignées dans le tableau 7 que les teneurs en ces bases sont plus importantes à la surface et au pied de la touffe de *Hyphaene thebaica* quelque soit la direction considérée, puis elles diminuent en s'éloignant de la touffe. Cela s'explique par le piégeage des sédiments et des feuilles d'autres végétaux par les touffes d'*Hyphaene thebaica*, apportés par l'harmattan et la mousson, vents d'Est-Ouest et d'Ouest en Est [21 ; 22 ; 25].

### 2.2.6.- La capacité d'échange cationique (CEC)

Dans l'ensemble, les valeurs moyennes de la CEC varient de 10 à 11 méq/ 100 g (tableau VIII). Elles décroissent avec les distances et sont pratiquement homogènes sur les profondeurs et les directions des vents dominants. Toutefois, la direction Ouest est



statistiquement différente des autres.

**Tableau VIII.-** Analyse de variance des valeurs de la CEC des sols  
(Les moyennes affectées par la même lettre et sur la même ligne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.)

Source de variance	Les moyennes selon les distances					Fpr (5%)	ppds (5%)
	0 cm	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm		
CEC (meq/100g)	10,98 <sup>c</sup>	10,36 <sup>b</sup>	10,31 <sup>b</sup>	10,14 <sup>a</sup>	10,13 <sup>a</sup>	<0,001	0,1312
Les moyennes selon les directions							
CEC (meq/100g)	Est	Ouest	Nord	Sud	Fpr (5%)	ppds (5%)	
	10,35 <sup>a</sup>	10,52 <sup>b</sup>	10,37 <sup>a</sup>	10,30 <sup>a</sup>			0,002
Les moyennes selon les profondeurs							
CEC (meq/100g)	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	Fpr (5%)	ppds (5%)	
	10,38 <sup>a</sup>	10,42 <sup>a</sup>	10,43 <sup>a</sup>	10,32 <sup>a</sup>			0,239

Comme pour les autres paramètres chimiques, la CEC est plus élevée au pied de la touffe, puis diminue avec la distance quelque soit la direction considérée.

## Conclusion

Cette étude avait pour objectifs de situer particulièrement l'importance de l'arbuste *Hyphaene thebaica* laissé au champ par les paysans d'El Guéza et de déterminer son influence sur les paramètres physico-chimiques du sol. Les résultats obtenus ont montré que malgré la forte pression anthropique et animale, la densité moyenne des touffes par hectare dans le terroir d'El Guéza de l'ordre de 286, est encore acceptable. Une forte tendance au repeuplement par la technique de régénération naturelle assistée (RNA) est observée au niveau de la population. En outre, les touffes d'*Hyphaene thebaica* ont contribué au blocage des feuilles mortes des autres espèces, au piégeage de sédiments éoliens avec en moyenne une accumulation de 26,30 m<sup>3</sup> par an et à la fixation par ses feuilles de poussières fines. Lorsqu'elles sont coupées, les touffes apportent aux sols jusqu'à 6,60 Kg de biomasse sèche par touffe. Par ailleurs, l'étude a permis de mettre en évidence l'influence des touffes d'*Hyphaene thebaica* sur certains paramètres physico-chimiques des sols de terroir de El Guéza. Ainsi, il a été observé une augmentation significative des proportions des fractions fines des sols aux alentours immédiats des touffes. Aussi, les teneurs en matières organiques (C et N), en bases échangeables (Ca, Mg et K), en phosphore ainsi que le pH et la CEC se trouvent significativement améliorées à proximité de la touffe d'*Hyphaene thebaica*. La litière des palmes et les particules piégées par la touffe pourraient expliquer cette amélioration de fertilité autour de *Hyphaene thebaica*. Les teneurs de sols en ces mêmes éléments sont significativement plus importantes dans les cotés Est et Ouest, directions principales de l'harmattan et de mousson que dans les cotés Nord et Sud de la touffe. Cela démontre l'importance de ces vents dans les apports en particules organiques et minérales des sols aux alentours de la touffe d'*Hyphaene thebaica*. En perspective, il serait souhaitable d'évaluer l'effet de cette amélioration de la fertilité des sols sur la production des céréales notamment le mil.

## Références bibliographiques

- [1].- Roose E., 1974.- Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bull. Pédol. FAO, Rome, 70, 420 p.
- [2].- Dan Lamso N., 2002.- Valorisation des eaux de ruissellement par des techniques traditionnelles d'aménagement des sols: Expériences en zones arides et semi-arides méditerranéennes et sahéliennes et exemple d'efficacité au Niger. Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences de Niamey et de Tunis, Université Abdou Moumouni de Niamey/Université de Tunis II, 278p.
- [3].- Bationo B. A., Kalinganire A. et 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 no. 17 Nairobi : World Agroforestry Centre, 32p.
- [4].- Ambouta J. M. K., Issaka A. et Issa S., 1998.- Gestion de la fertilité des sols et évolution des sols de Gakudi (Maradi, Niger). Cahiers Agricultures, 7: 395-400.
- [5].- Evequoz M., 2000.- Dynamique de la matière organique et durabilité des systèmes de production nord sahéliens. Annales de l'Université Abdou MOUMOUNI de Niamey. Numéro hors série: 11-28.
- [6].- Evequoz M., Guero Y., 2000.- Conservation et Gestion des eaux et des sols: Durabilité des systèmes de production nord sahélien. Programme de Conservation et Gestion des Eaux et des Sols au Niger. Univ. Abdou Moumouni (Niamey) and Ecole Polytechnique de Zurich, 120 pages.
- [7].- Drame A. Y., Berti F., 2008.- Les enjeux socio-économiques autour de l'agroforesterie villageoise à Aguié (Niger). Tropicultura, 26 (3): 141-149.
- [8].- Marchal M., 1983.- Les paysages agraires de Haute-Volta: Analyse structurale par la méthode graphique. Atlas des structures agraires au Sud du Sahara 18, Collection publiée sous le patronage de la maison des sciences de l'Homme, ORSTOM, 99p.
- [9].- DE Grandi J. C., 1996.- L'évolution des systèmes de production agropastorale par rapport au développement rural durable dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne. Collection FAO, Rome, 162 p.
- [10].- Peltier R., Duhem C. S. et Ichaou A., 2008.- Valoriser les produits du palmier doum pour gérer durablement le système agroforestier d'une vallée sahélienne du Niger et éviter sa désertification. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, 8 (1), <http://vertigo.revues.org/1452> ; DOI : 10.4000/vertigo.1452 , 15P.
- [11].- Mai Moussa K. A., 1996.- Environnement de *Faidherbia albida* Del; caractérisation, exploitation et perceptive d'optimisation dans les zones soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, université de Cocody, Côte d'Ivoire, 137p.
- [12].- Maï Moussa K. A, Williams J. H. et Odongo J. C.W., 1997.- Diversification des

- cultures sous *Faidherbia albida* en milieu paysan dans la zone semi-aride de l'Afrique de l'ouest. In: G. Renard, A. Neef, K. Beckert and M. von Oppen (eds.): Soil fertility management in west African land use systems. Proceedings of the regional workshop. Margraf verlag, Niamey, Niger, 4-9 March 1997: 299-303.
- [13].- Moussa H., 1997.- Germination du palmier doum (*Hyphaene thebaica Mart*) et analyse de son interaction avec le mil (*Pennisetum glaucum*) en zone semi-aride au Niger. Thèse de l'université Laval, Québec, 181p.
- [14].- Kadade A., 1999.- Système de production et gestion de la fertilité des sols dans la rônèraie de Gaya: cas de terroir de Bana. Mémoire de fin d'étude, CRESA, Niamey, 68p.
- [15].- Abdou M. M., Alzouma Mayaki Z., Kadri A., Ambouta J. M. K. et Dan Lamso N., 2013.- Effet de l'arbre *Acacia senegal* sur la fertilité des sols de gommèraies du Niger. Int. J. Biol. Chemi. Sci., 7 (6): 2328–2337.
- [16].- Nouhou Koutcha M., 2005.- Le palmier doum (*Hyphaene thebaica Mart.*) et les ressources pastorales du Dallol Bosso. Mémoire de fin de cycle, Faculté d'Agronomie, Niamey, 37p.
- [17].- Cissé O., Gueye N. F. D. et Sy M., 2005.- Institutional and legal aspects of urban agriculture in French-speaking West Africa: from marginalization to legitimization. Environment and Urbanization, 17 (2): 143-154.
- [18].- Ounteni I. A., 1993.- Les "Parcs" agro forestiers au Niger: état des connaissances et perspectives de recherches. Rapport de consultation, Ministère de l'environnement, Niamey, 75p.
- [19].- Baize D., 1988 - Guide des analyses courantes en pédologie, choix, expression, présentation, interprétation. INRA. Paris, 172 p.
- [20].- Harouna M., 2005.- Étude de la filière des produits du palmier doum en perspective de mise en place d'un marché rural au niveau de la grappe de El Guéza (Aguié). Mémoire de DESS, CRESA, Projet PAIIP/FIDA, Niamey, 87p.
- [21].- Tiessen H., Hauffe H. K. et Mermut A. R., 1991.- Deposition of Harmattan dust and its influence on base saturation of soils in northern Ghana. Geoderma, 49: 285-299.
- [22].- Drees L. R., Manu A. et Wilding L. P., 1993.- Characteristics of aeolian dusts in Niger, West Africa. Geoderma, 59: 213–233.
- [23].- Baumer M., 1987.- Le rôle de l'agroforesterie dans la lutte contre la désertification et la dégradation de l'environnement. ICRAF / CTA, Washington, 260 p.
- [24].- Pallo F. J. P. et Bationo B. A., 2007.- Effets des demi-lunes végétalisées sur les propriétés des sols dégradés (Zypellé) au Burkina Faso. West Africa Project Workshop: overview of results, UNEP-ICRAF-CEP, university of Florida, 3-4 octobre 2007, Bamako-Mali, 20p.

- [25].- Tidjani Adamou D., 2008.- Erosion éolienne dans le Damagaram Est (Sud-Est du Niger): paramétrisation, quantification et moyens de Lutte. Thèse de Doctorat en Sciences agronomiques et ingénierie biologique, université Catholique de Louvain, Belgique, 193p.
- [26].- Wezel A., Rajot- J. L. et Herbrig C., 2000.- Influence of shrubs on soil characteristics and their function in Sahelian agro-ecosystems in semi-arid Niger. Journ. Arid Environ, 44: 383-398.
- [27].- Larwanou M., Saadou M., Hamadou S., 2006.- Les arbres dans les systèmes agraires en zone sahélienne du Niger: mode de gestion, atouts et contraintes. Tropicultura, 24 (1): 14–18.