

Effet des systèmes agroforestiers à karité (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn) sur la production du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dans le canton de Koumra au sud du Tchad

Guiguindibaye MADJIMBE^{1*}, Yamtebaye NOUBAINDARONE², Touroumgaye GOALBAYE¹, Mbang O. DINDJIBAYE³ et M. Laouali AMADOU²

¹ *Université de Sarh, Institut Universitaire des Sciences Agronomiques et de l'Environnement (IUSAE), BP 105 Sarh, Tchad*

² *Département de Formation et Recherche du Centre Régional AGRHYMET, BP 11011 Niamey, Niger*

³ *Délégation Régionale de l'Agriculture du Mandoul à Koumra, Tchad*

* Correspondance, courriel : madjimbe1@yahoo.fr

Résumé

Le présent travail a pour objectif d'étudier les performances des systèmes agroforestiers à base de karité sur la production du sorgho. Ainsi, pour y parvenir, l'approche méthodologique consiste à conduire des enquêtes socio-économiques à l'échelle des exploitations agricoles dans huit (8) villages échantillonnés dans la zone d'étude. Les résultats obtenus ont montré une dominance de l'association arbre-culture (99 %) particulièrement l'association du sorgho-parc agroforestier à karité. Selon l'avis des producteurs, le système agroforestier à base de karité a une influence négative sur la croissance (83,9%) ; l'épiaison (96,1 %) et le rendement en grains du sorgho (97,1 %). Les résultats de l'évaluation du rendement du sorgho sous le houppier du karité ont montré une perte de 128 kg du rendement en grains du sorgho pour 9 pieds de karité en moyenne à l'hectare. Les résultats ont montré également que 14,1 % des producteurs pensent que la baisse de rendement du sorgho est liée au *Striga hermontica*, à l'irrégularité de la pluviométrie, à la divagation des animaux dans les champs, au retard dans le labour, aux maladies et aux insectes ennemis des cultures. Ces résultats obtenus montrent bien que le houppier du karité est l'une des principales causes de la baisse du rendement du sorgho. Toutefois, ce système agroforestier offre des avantages sociaux et économiques non négligeables aux producteurs en générant des revenus leur permettant de s'approvisionner en denrées alimentaires grâce aux noix de karité récoltées en compensation des pertes de rendement du sorgho constatées.

Mots-clés : *agroforesterie, karité, houppier, sorgho, influence négative et revenu.*

Abstract

Effect of shea (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn) agroforestry systems on sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) production in Koumra township in southern Chad

The objective of this work is to study the performance of shea-based agroforestry systems on sorghum production. To get an indicative result, the methodological approach consists of conducting socio-economic surveys at farm level in eight (8) villages sampled in this study field. The results obtained show a dominance of tree-culture association (99 %), particularly the association of sorghum park agroforestry shea. According

to producers, the shea-based agroforestry system has a negative influence on sorghum growth (83.9 %); its ear producing period (96.1 %) and grain yield (97.1 %). The results of the sorghum yield evaluation under the shea tree show a loss of 128 kg of sorghum grain yield for an average of 9 shea-trees per hectare. The results also show that 14.1 % of growers believe that the decline in sorghum yields is also related to *Striga hermonthica* (Del) Benth, irregular rainfall, wild animals crossing fields, late ploughing, disease and pest insects. These results show that the shea tree is one of the main causes of decline in sorghum yield. However, this agroforestry system offers significant social and economic benefits to producers in generating income from the collection of shea nuts which can provide food supply compensating sorghum yield loss.

Keywords : *agroforestry, shea, crown, sorghum, negative influence and income.*

1. Introduction

En Afrique, le sorgho est la deuxième céréale la plus importante après le maïs, avec 22 % des surfaces céréalères totales, suivi du millet (perlé et éleusine) avec 19 % des terres céréalères totales [1]. La demande permanente de ces deux cultures est reflétée dans la tendance à la hausse de la surface de culture consacrée au sorgho et au millet en Afrique depuis cinquante ans [2]. Au Tchad, le sorgho et le mil sont les principales cultures vivrières de la zone sahélienne et soudanienne. Ces cultures occupent une place importante dans l'alimentation de la population tchadienne [3]. En effet, le rendement du sorgho en milieu paysan par exemple a évolué de 700 kg / ha en 1996 à 770 kg / ha en 2005 et ce rendement a chuté à 643 kg / ha en 2006 [4]. Ce faible rendement est souvent expliqué par la pauvreté des sols en éléments nutritifs dues aux pratiques agricoles peu adaptées. Des ennemis des cultures du sorgho et du mil comme le *Striga hermonthica* (Del) Benth ont aussi contribué sévèrement à cette baisse de la production céréalère. Des options nécessitant moins des dépenses monétaires notamment l'intégration à la culture de la végétation ligneuse naturelle constitueraient des alternatives plus en adéquation avec les conditions socio- économiques des paysans [5]. L'intégration des arbres aux paysages agricoles modifie positivement l'environnement sol- culture grâce à l'amélioration du mélange du sol, et de la capacité d'infiltration et de rétention de l'eau [6]. Ainsi, les avantages de l'intégration de l'arbre aux cultures ont été montrés par plusieurs Auteurs. Selon l'Auteur de [7], les arbres fournissent aux exploitants agricoles des services et des produits de grande valeur dans l'environnement précaire du sahel. Outre la réduction de l'érosion éolienne pendant les neuf mois de saison sèche, les arbres atténuent également l'érosion hydrique pendant la saison de pluies.

Les arbres des parcs agroforestiers constituent également des sources de sécurité alimentaire et nutritionnelle, produisant des fruits, de l'huile, des feuilles, des noix et des épices qui sont les principaux éléments du régime alimentaire. Les arbres fournissent également du bois de chauffe pour l'usage domestique et de la nourriture pour les animaux et constituent une source de revenus supplémentaires. Des arbres de grande valeur tels que *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex G.Don et *Adansonia digitata* L. ont des usages multiples et divers et leur potentiel économique est considérable [8]. Le karité est surtout présent dans la zone soudano-sahélienne et soudanaise. Il revêt une grande importance économique pour les populations locales puisque les produits ligneux et non-ligneux qu'il permet d'obtenir peuvent être vendus sur les marchés locaux et internationaux [9]. Les amandes de karité, connues depuis longtemps pour leur teneur élevée en acide gras, servent à la fabrication du beurre de karité. En Afrique, l'importance du karité dans les systèmes agroforestiers a fait l'objet de nombreuses recherches : c'est par exemple le cas de [10] qui a travaillé sur l'effet d'un système agroforestier à karité sur le sol et le potentiel de production du maïs ; [11] aussi a étudié l'effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes coton-karité du Nord Bénin. On peut aussi ajouter les travaux de recherche conduites par [12]

sur les connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire et ceux de [13] sur la production de sorgho dans un parc à *Pilostigma reticulatum* en zone Nord-Soudanienne du Burkina Faso. La plupart de ces études ont porté sur son influence sur les autres spéculations, la fabrication et la mise en marché des produits que ses fruits permettent d'obtenir. Peu des travaux ont été entrepris sur l'importance du karité dans un système agroforestier associé aux cultures du sorgho. L'objectif de ce travail est d'étudier les performances des systèmes agroforestiers à base de karité sur la production du sorgho

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans le canton de Koumra, sous-préfecture de Koumra rurale, région du Mandoul. Située entre 8° 54' 36" de latitude Nord, et 17° 33' 00" de longitude Est, la région du Mandoul se trouve au sud du Tchad. Elle est limitée au Nord par la région de la Tandjilé, au sud par la République Centrafricaine, à l'Est par la région du Moyen-Chari et à l'Ouest par la région du Logone orientale. Le canton Koumra est situé dans le Département du Mandoul Oriental, et au cœur de la région du Mandoul. Il compte 42 villages avec une population totale d'environ 99546 habitants [14].

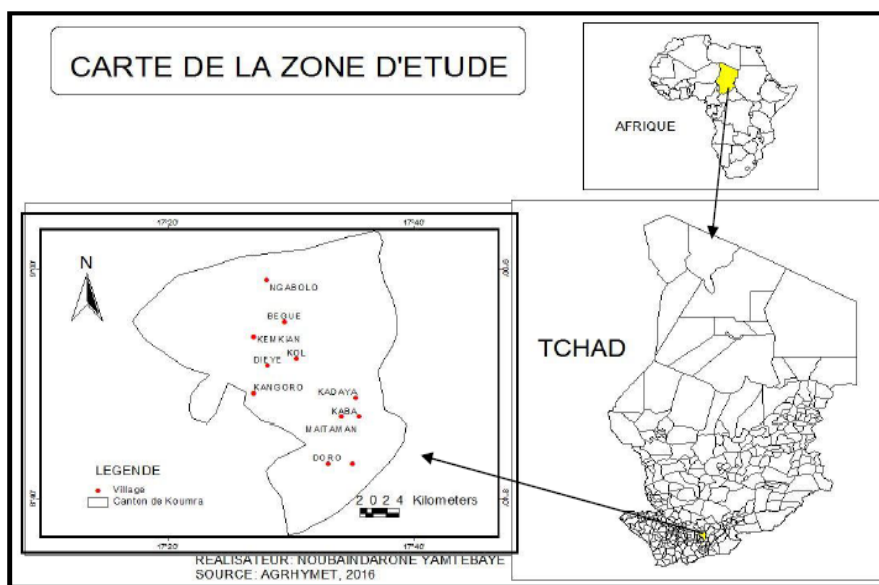


Figure 1 : Carte de la zone d'étude

Les sols sont de types ferrugineux tropicaux [15] ; on rencontre des sols sablo-limoneux dans les zones exondées et argilo-limoneux dans les dépressions. La végétation du canton de Koumra est dominée par la strate arborée et herbacée. La strate arborée est composée des légumineuses et des combrétacées. Les espèces sont typiquement soudanaises où on rencontre effectivement le *Vitellaria paradoxa*, le *Ziziphus Mauritiana* Lam, le *Parkia. biglobosa*, le *Prosopis africana* (Guill. et al.). On rencontre également le *Daniella oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel dans les dépressions et le *Tamarindus indica* et *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss dans les zones exondées. C'est aussi le domaine d'une strate arbustive basse à très basse dans les zones déboisées : *Detarium microcarpum* Guill. and Perr.; *Guiera senegalensis* Lam, *Terminalia spp.* La végétation herbacée est souvent colonisée par le *Cassia obtusifolia* L. autour des agglomérations. Koumra bénéficie d'un climat du type tropical caractérisé par deux saisons : une saison sèche qui commence de Novembre à Avril et une saison de pluie de Mai à Octobre. En ce qui concerne la température, la moyenne maximale est de

30,7 °C ; cette moyenne est atteinte en Avril qui est le mois le plus chaud de l'année. Le mois le plus froid de l'année est celui d'Août avec une température moyenne de 25,4 °C. La région de Koumra est située dans la zone soudanienne. C'est une zone agro-climatique où les isohyètes se situent entre 900 et 1200 mm/an. La pluviométrie moyenne annuelle pour les cinq dernières années est de 1099 mm [16]. Dans le canton Koumra, l'agriculture est la principale activité et la source des revenus de la majorité de la population [17]. Les cultures vivrières telles que le sorgho, mil, le pois de terre et le riz sont pratiquées. L'arachide et le coton sont essentiellement les principales cultures de rente dans cette zone.

2-2. Matériel

Notre matériel d'étude est constitué des exploitants agricoles enquêtés et les champs du sorgho des quelques producteurs visités en vue de vérifier la densité des arbres à l'hectare. Des outils tels que les fiches d'enquêtes élaborés pour la collecte des données primaires ont été utilisés.

2-3. Méthodes

2-3-1. Collecte des données

Pour mettre en œuvre cette étude, nous avons utilisé la méthodologie d'enquête socioéconomique à l'échelle des exploitations agricoles. L'enquête s'est déroulée à domicile des exploitants agricoles sélectionnés. Pour ce faire un questionnaire a été élaboré et administré aux chefs d'exploitations agricoles qui ont le pouvoir de prise de décision et qui sont par ailleurs chefs des ménages.

2-3-2. Échantillonnage

Pour mettre en œuvre cette enquête, nous avons procédé à l'échantillonnage en grappe à deux degrés sur l'ensemble de population concernée par cette étude. Le premier degré est le choix des villages à enquêter et le deuxième degré concerne le choix des ménages à interroger. La taille de l'échantillon a été calculée avec la **Formule** de [18] :

$$n = \frac{t^2 \times p (1-p)}{e^2} \quad (1)$$

Avec n , la taille de l'échantillon attendu, t = niveau de confiance, 94 %, $t=1,718$; p = proportion estimative de la population étudiée (exploitants agricoles), soit 50% de la population totale ; et e = marge d'erreur fixée à 6 % pour cette étude.

En appliquant cette **Formule**, nous avons 205 ménages qui ont été sélectionnés de la zone d'étude. Cet échantillon est représentatif de la population étudiée et permet d'avoir plus de précision dans les résultats de l'étude.

2-3-3. Choix de la zone d'étude

Le choix des villages est basé sur les caractéristiques des systèmes de production, des pratiques agricoles, des types de spéculation et l'existence des parcs agroforestiers à karité dans le paysage de la localité. Ainsi, huit (8) villages ont été retenus et enquêtés lors de cette étude. Il s'agit de : Moussananga, Kadaya, Kaba Bolngar, Dieye, Kol, Kemkian, Begué et Ngabolo village. L'échantillon a été distribué dans les huit (8) villages en tenant compte du poids de chaque village (**Figure 2**). Compte tenu de l'étendue de la zone d'étude, la taille de l'échantillon a été importante afin d'avoir un échantillon représentatif et une grande précision dans les résultats de l'analyse.

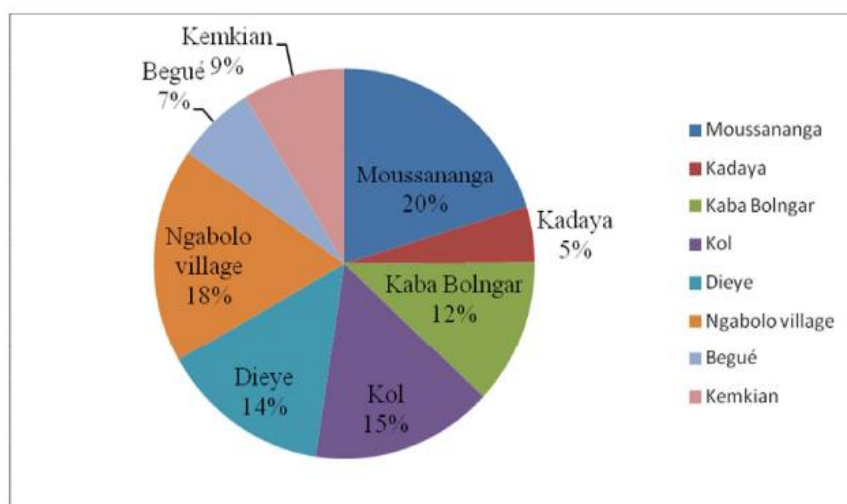


Figure 2 : *Proportion des ménages enquêtés par village*

2-3-4. Les entretiens

Le choix des exploitants agricoles à être enquêtés est fait au hasard dans les villages respectifs. Les entretiens ont été réalisés auprès des exploitants agricoles dans les huit villages sélectionnés. Ils ont porté sur les caractéristiques des parcs agroforestiers existants, les performances des parcs agroforestiers à karité, sur le rendement du sorgho et enfin sur l'importance socio-économique de ces parcs agroforestiers. Le choix de ces exploitants à interviewer a été fait au hasard parmi les producteurs qui sont impliqués dans ce type de système agroforestier. Les questionnaires ont été administrés en langue locale connue par tous les producteurs de la zone d'étude. L'interview a été individuelle et s'est déroulée à domicile des répondants. L'enquête a duré trois semaines.

2-3-5. Observation sur le terrain des parcs agroforestiers

En plus de l'interview individuelle au niveau des chefs des exploitations agricoles, des visites sur le terrain des exploitations agricoles ont été effectuées chez quelques producteurs dans le village de Moussananga.



Photo : *Parc à Karité-Sorgho à Moussananga dans le canton Koumra au Sud du Tchad*

Ceci a permis de concilier les informations collectées lors de l'entretien et la réalité sur le terrain mais aussi de chercher d'autres informations complémentaires ou jugées non importantes par les exploitants. Cette phase d'observation directe sur le terrain a aussi permis de prendre des photos pour des éventuelles illustrations.

2-3-6. Analyse des données

Les données ont été saisies dans le tableur Excel 2007 et analysées dans le SPSS 20.0 qui est un logiciel d'analyse des données socio-économiques. Les analyses ont été purement basées sur les tests à variable unique ou multiple, donc des analyses descriptives quantitatives basées sur les effectifs et les moyennes des réponses données par les répondants. Le logiciel Arcview 3.3 a été utilisé pour produire la carte de la zone d'étude. Le tableur Excel 2007 a également servi à la production des graphiques illustrant les résultats de la recherche. Il faut signaler que les données de cette étude n'ont pas été soumises à l'analyse des variances et des écarts types.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques sociodémographiques des exploitations agricoles

Parmi les exploitations agricoles, 87 % sont dirigées par des hommes contre seulement 13 % qui sont dirigées par des femmes. Les ethnies Sar Madjingaye (86,8 %) et les Nar (13,2 %) sont les deux ethnies qui composent la population enquêtée. Le Canton de Koumra est composé en majorité de l'ethnie Sar Madjingaye suivi de l'ethnie Nar. L'âge de la population étudiée varie de 18 à 75 ans avec une moyenne de 36 ans. Les exploitants agricoles du Canton de Koumra ont une expérience qui varie de 2 à 54 ans en agriculture avec une moyenne de 17 ans. Selon la situation matrimoniale de nos enquêtés, il y a 59,5 % mariés monogame et 29,8 % mariés polygames. La taille moyenne de personnes valides à exercer la main d'œuvre agricole familiale est de cinq (5) personnes par exploitation agricole. Plus de la moitié des exploitants agricoles (51 %) de la zone d'étude ont fini leur éducation au niveau du primaire et 32% ont terminé leurs études au niveau secondaire (*Figure 3*).

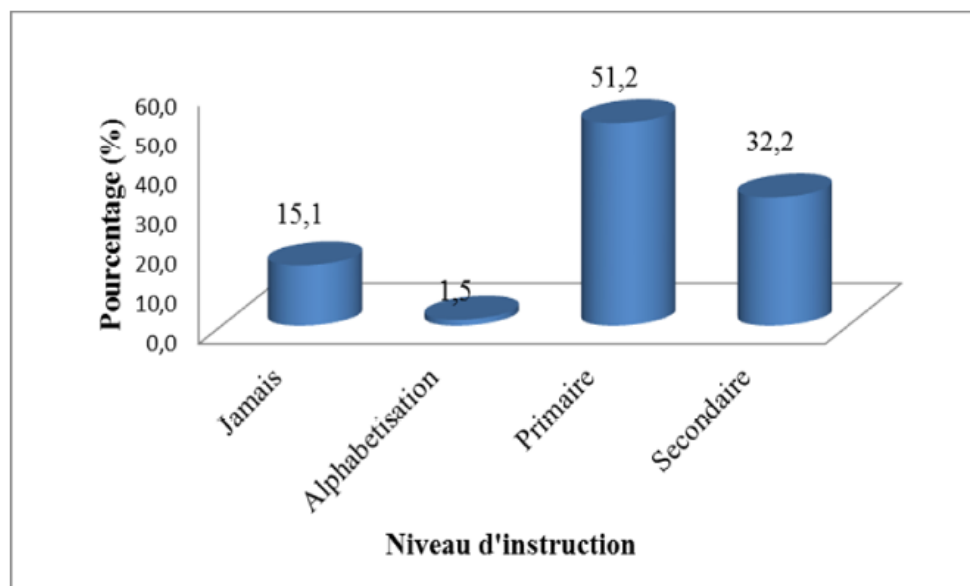


Figure 3 : Répartition des enquêtés par niveau d'instruction

3-2. Pratiques paysannes

3-2-1. Activités agricoles

L'analyse de la **Figure 4** montre que la majorité des chefs d'exploitation (95,6 %) pratiquent l'agriculture pluviale comme leur principale activité de subsistance. Le système de cultures irriguées ou maraichage ainsi que le commerce sont moins développés et ne constituent pas les activités prioritaires des producteurs du Canton de Koumra. Il est clair que l'agriculture pluviale est la première source des moyens d'existence de la population de cette localité.

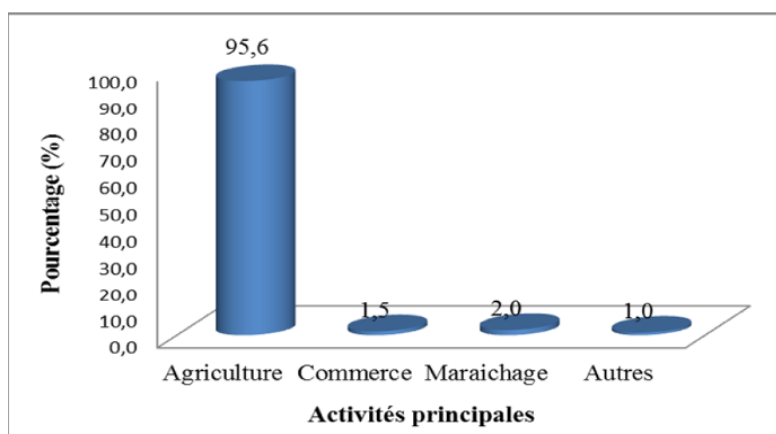


Figure 4 : Répartition des producteurs par activité

3-2-2. Techniques culturales

Selon les résultats de nos investigations, 73,2 % des producteurs pratiquent la rotation culturale comme mode de gestion de la fertilité des terres agricoles dans cette localité. D'après les analyses des questions ouvertes sur ce sujet, les répondants ont fait le point sur les types de spéculation qui se succèdent souvent dans les parcelles. Parmi celles-ci, on note la rotation sorgho-coton, sorgho-arachide, sorgho-mil, arachide-coton etc. Etant donné que le Canton de Koumra fait partie des zones cotonnières au sud du Tchad, les producteurs pratiquent la rotation culturale pour une bonne utilisation des intrants appliqués sur le coton de la campagne agricole précédente en le remplaçant par le sorgho ou l'arachide. L'association culturale est moins pratiquée et ne concerne que 26,8 % de la proportion des agriculteurs enquêtés.

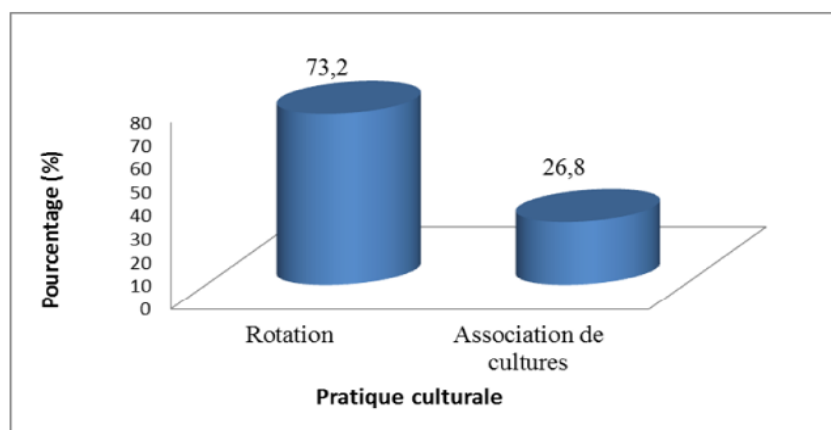


Figure 5 : Pratique culturale de la zone d'étude

3-2-3. Cultures pratiquées durant les cinq dernières années dans les systèmes agroforestiers

L'examen de la **Figure 6** montre que l'arachide et le sorgho sont les principales cultures, pratiquées par les producteurs dans le canton Koumra avec des taux respectifs de 34 % et 33 % des pratiquants. La culture du coton est pratiquée par très peu des agriculteurs (8 %) ce dernier temps. Elle est très exigeante en ce qui concerne le suivi des itinéraires techniques et le prix de vente de fibre du coton a chuté à l'usine d'égrainage, alors que le coton était la principale culture de rente dans cette zone d'étude au temps colonial. Les autres cultures d'appoint telles que le maïs et le haricot sont pratiquées par très peu des producteurs. Les résultats de l'étude ont montré clairement que le sorgho est essentiellement la principale culture vivrière pratiquée dans les parcs agroforestiers à karité.

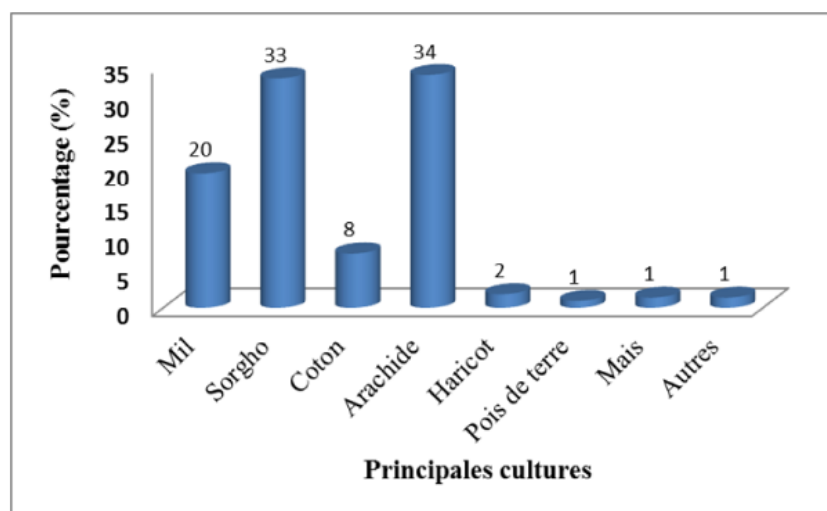


Figure 6 : Principales cultures pratiquées durant les cinq dernières années

3-3. Raisons de préservation des arbres dans les champs

On observe dans la **Figure 7** que 81 % des producteurs ont entretenu des arbres dans les champs pour des raisons alimentaires principalement. 14 % parmi eux ont évoqué la source des revenus comme raison d'entretien des arbres dans les champs. On observe également dans la **Figure 7** que dans le canton de Koumra, la majorité des producteurs ignorent l'importance agronomique de l'arbre dans les exploitations agricoles.

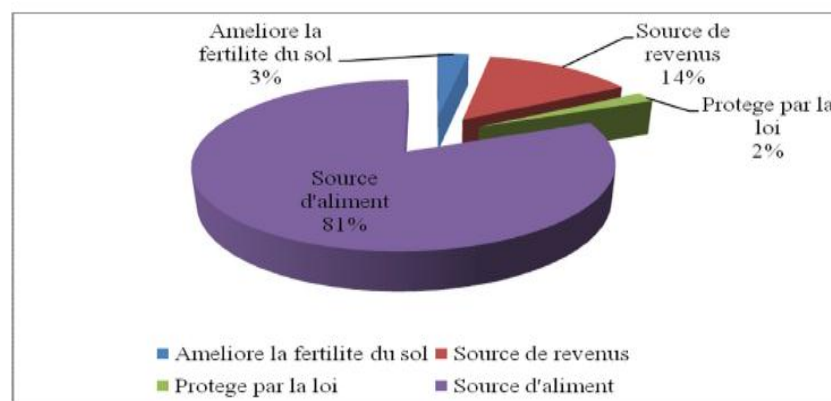


Figure 7 : Raisons de maintien d'arbres dans les exploitations agricoles.

3-4. Implication des systèmes agroforestiers sur la production du sorgho

3-4-1. Fonctionnement du système de production du sorgho

On observe que dans la zone d'étude, la plus grande partie des producteurs (77 %) cultivent le sorgho en association avec d'autres spéculations (*Figure 8*) contre une petite proportion (23 %) qui le produit en monoculture. Le sorgho cultivé en monoculture est souvent labouré à la place du coton pour profiter des intrants appliqués sur celui-ci.

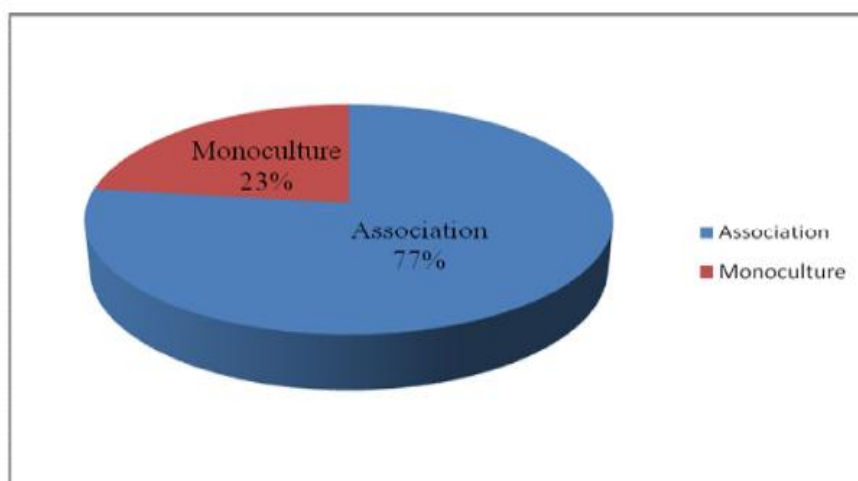


Figure 8 : *Systèmes de culture du sorgho*

3-4-2. Types de spéculations associées au sorgho dans les systèmes agroforestiers

Les résultats de l'étude ont montré que 88,3% d'exploitants agricoles associent l'arachide à la culture du sorgho (*Figure 9*). Très peu parmi eux associent le sorgho au coton et au pois de terre dans la localité d'étude.

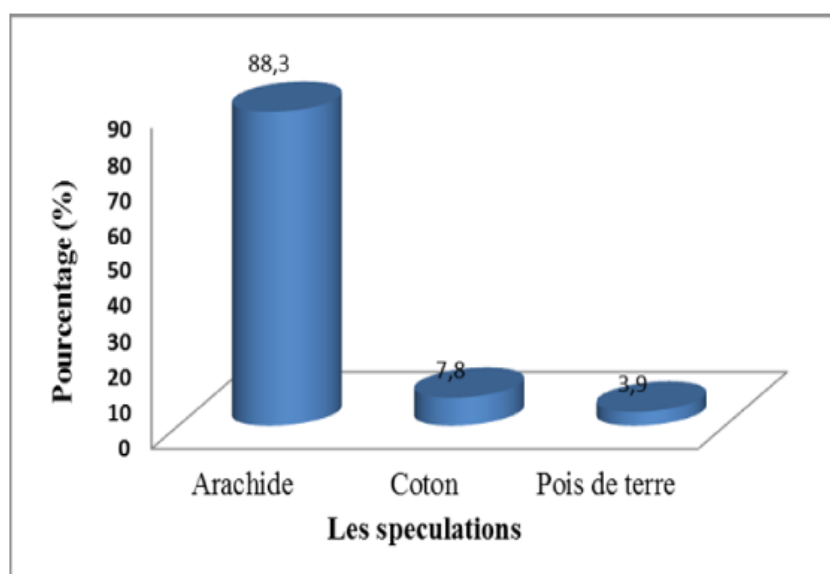


Figure 9 : *Cultures associées au sorgho dans le canton Koumra*

3-4-3. Influence du houppier de karité sur la croissance du sorgho

Selon nos résultats, 83,9 % des agriculteurs pensent que le houppier du karité joue sur le sorgho et entraîne la faible croissance de celui-ci (**Figure 10**). 11,7 % seulement des répondants affirment que le sorgho croît bien sous le houppier du karité.

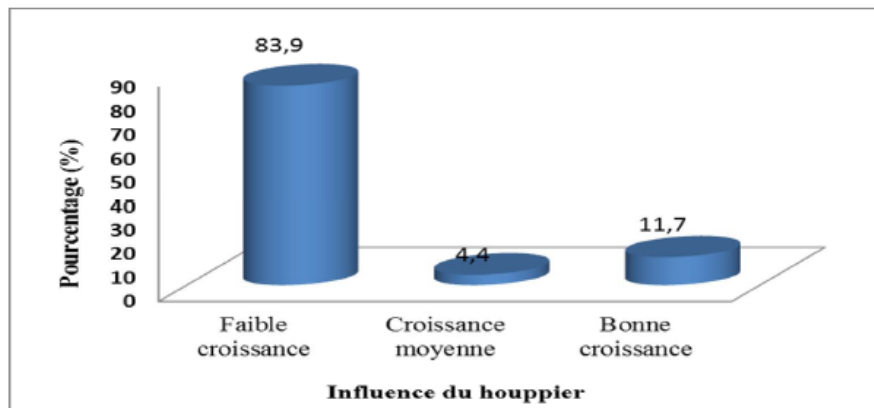


Figure 10 : Influence du houppier de karité sur la croissance du sorgho

3-4-4. Influence du houppier de karité sur l'épiaison du sorgho

L'examen de la **Figure 11** montre que 96 % des producteurs enquêtés pensent que le houppier du karité a une influence négative sur l'épiaison du sorgho entraînant la formation des petits épis. Ceux qui pensent aux effets positifs du houppier sont statistiquement insignifiants.

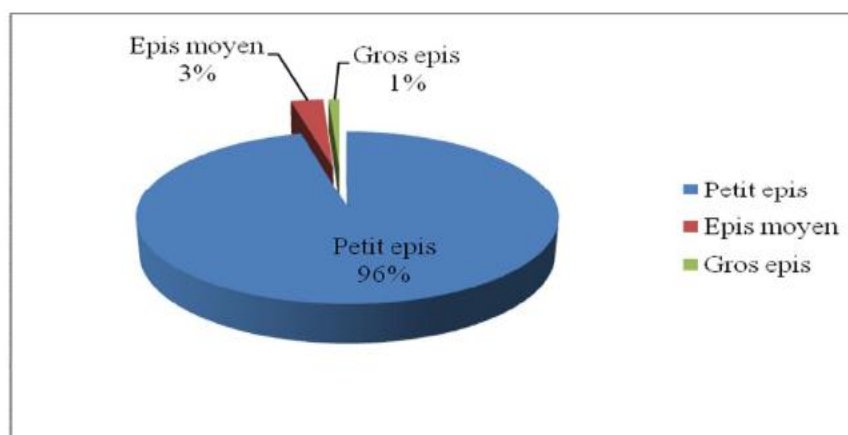


Figure 11 : Influence du houppier de karité sur l'épiaison du sorgho

3-4-5. Influence du houppier sur le rendement en grain du sorgho

Les analyses des résultats de l'étude ont montré que 97,1 % des producteurs affirment que le rendement du sorgho baisse sous le houppier du karité (**Figure 12**). Cette baisse de rendement en grain est estimée à 128 kg à l'hectare pour 9 pieds de karité/ha.

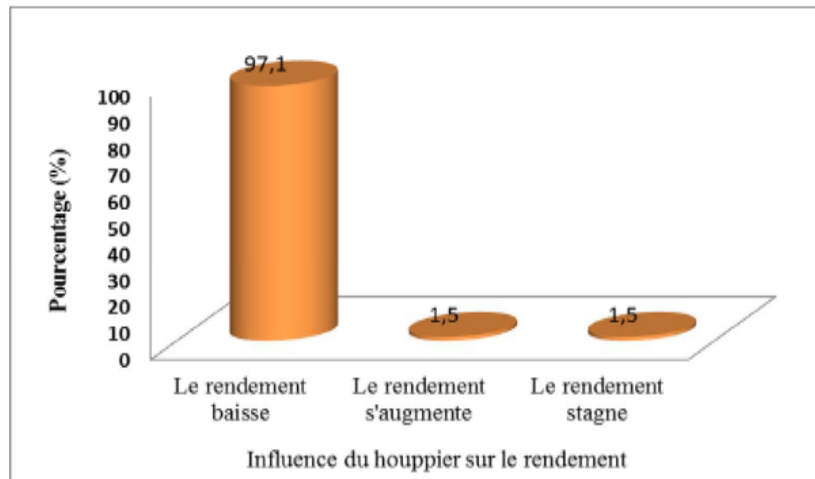


Figure 12 : *Influence du houppier de karité sur le rendement en grain du sorgho*

3-4-6. Evaluation du rendement du sorgho sous le houppier du karité

Selon les résultats des investigations de cette étude, les répondants ont estimé une perte de 128 kg du rendement en grains du sorgho pour 9 pieds du karité en moyenne à l'hectare à cause de l'influence de son houppier. Selon eux, cette perte du rendement varie en fonction de la densité de l'arbre à karité à l'hectare et de la dimension du houppier lui-même. Le rendement moyen en grain du sorgho pour la campagne agricole 2015 a été estimé par les producteurs à 467 kg/ha. Selon eux, ce rendement pourrait atteindre 594 kg/ha si l'arbre à karité n'avait causé aucune influence négative sur la croissance et l'épiaison du sorgho.

3-5. Principales causes de baisse de rendement du sorgho

Parmi les principales causes de baisse de rendement du sorgho, 46,8 % des producteurs ont énumérés la surexploitation des sols contre 23,9 % des producteurs qui ont mentionné la baisse de la fertilité des sols (**Figure 13**). Cette baisse de la fertilité des sols est la conséquence de la surexploitation des sols par la monoculture du sorgho qui est pratiquée par 23 % des agriculteurs. La surexploitation des sols se justifie par la pression démographique de ces dernières années et la réduction de la durée de jachère qui est de 3 ans seulement dans la zone d'étude. Les analyses ont montré également que 49,3 % des producteurs pensent que le houppier du karité est l'une des principales causes de la baisse de rendement du sorgho contre 23,9 % des producteurs qui attribuent la baisse de rendement au *Striga hermontica* (Del) Benth. D'autres producteurs (14,1 %) mettent en cause l'irrégularité de la pluviométrie, la divagation des animaux dans les champs, le retard dans le labour, les maladies et autres insectes ennemis des cultures.

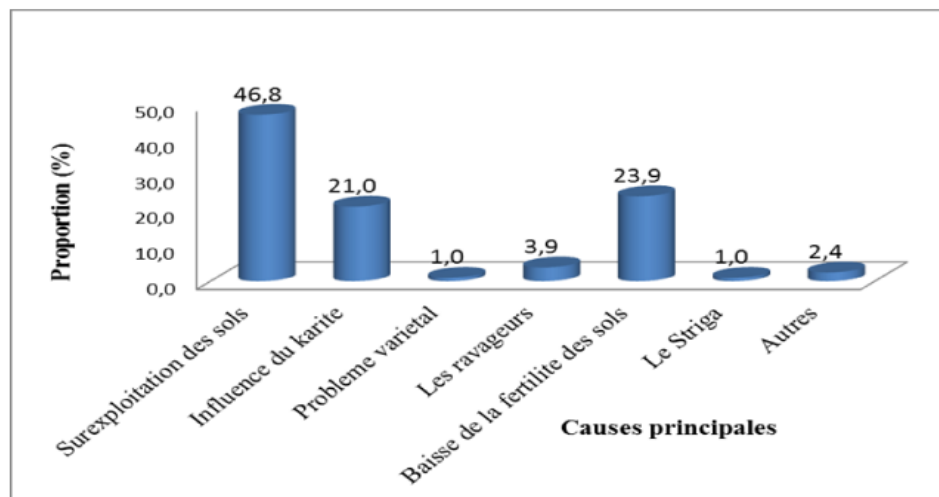


Figure 13 : Principales causes de baisse de rendement en grain du sorgho

4. Discussion

4-1. Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

Les résultats de l'étude ont montré que plus de la moitié des exploitants agricoles enquêtés ont un niveau d'étude primaire (51,2 %), c'est qui d'ailleurs explique leur connaissance limitée sur l'importance agronomique de l'arbre et la gestion des fruits de karité existants dans leurs exploitations agricoles. La majorité des chefs d'exploitations sont des hommes (87 %) ; les femmes chefs d'exploitations sont moins nombreuses (12,2 %). Ce faible taux de femmes s'expliquerait par le fait qu'à l'exception des veuves, et autres cas particuliers, très peu de femmes ont accès à la terre ; elles ont très peu de temps pour mettre en valeur les terres et la majorité travaille dans les exploitations de leurs époux selon la tradition dans cette localité. Les exploitants agricoles du canton de Koumra ont en moyenne une expérience de 17 ans dans l'agriculture pluviale, ce qui justifie que l'étude s'est intéressée aux chefs d'exploitations agricoles expérimentés capables de fournir des informations fiables sur les objectifs de l'étude.

4-2. Pratiques paysannes

Les enquêtes conduites dans le cadre de ce travail font ressortir que la majorité des producteurs de la zone de Koumra (99,5 %) préserve les arbres dans leurs exploitations agricoles de façon volontaire. Sur la base de ces constats, on comprend pourquoi [9], considère que les parcs agroforestiers font partie du paysage ouest-africain depuis des siècles. Ils se caractérisent par le maintien volontaire d'arbres dispersés sur les terres cultivées ou les jachères. Les exploitants agricoles pratiquent le défrichement amélioré (91,1 %) pour l'entretien de ces arbres. Plusieurs raisons justifient le maintien volontaire du karité dans les exploitations agricoles dont entre autres les raisons alimentaires (81 %) et économiques (14 %). La première raison semble être la plus dominante du fait que le karité produit des fruits qui sont consommés par les exploitants pendant les activités de production, c'est une source d'alimentation pendant les périodes de soudure où les stocks de céréales utilisés pour faire face aux besoins alimentaires de la famille commencent à s'épuiser [6]. Les fruits de karité sont collectés et consommés quotidiennement. L'argument en faveur de leur conservation sera essentiellement celui de l'appoint alimentaire et financier que le karité peut apporter, grâce à ses fruits, aux populations rurales. Ce qui confirme les résultats de recherche conduites par les Auteurs des Références

[7, 19] selon lesquels les arbres des parcs agroforestiers constituent également des sources de sécurité alimentaire et nutritionnelle, produisant des fruits, de l'huile, des feuilles, des noix et des épices qui sont les principaux éléments du régime alimentaire. Plusieurs raisons justifient l'association des arbres aux cultures annuelles : Les arbres, contribuent à l'enrichissement du sol en matière organique par l'apport de la litière des feuilles mortes et par la décomposition des racines fines annuelles, qui enrichit l'ensemble de la parcelle quand les arbres sont suffisamment développés. Il s'en suit alors un développement des organismes du sol. La porosité du sol, la capacité de stockage d'eau et d'éléments nutritifs en sont améliorées [20]. L'arbre crée un couvert végétal permanent qui prévient l'érosion, minimise les dommages causés par les inondations et permet le stockage de l'eau, ce qui profite à la fois aux cultures et aux pâturages [21]. Les résultats de nos travaux corroborent ceux de [22], qui ont montré que l'arbre contribue à la réduction de la pauvreté et à l'atténuation des effets du changement climatique par le stockage du carbone dans les arbres et dans les sols agricoles.

4-3. Implication des parcs agroforestiers à karité sur la culture du sorgho

4-3-1. Systèmes de production du sorgho

Selon les résultats de cette étude, l'essentiel de la production de sorgho est conduite en association avec d'autres spéculations (77 %) et essentiellement avec l'arachide (88,3 %). Très peu des exploitants agricoles produisent le sorgho en monoculture (23 %). Ce type d'association culturale s'explique surtout dans la gestion de la fertilité des sols. Le sorgho va profiter de l'azote fixé pour sa croissance et la formation des graines. L'importance de ce type d'association semble bien comprise par les producteurs. Aussi, l'arachide est une culture de rente qui génère de revenus qui servent à combler le vide de déficit céréalier et de couvrir d'autres besoins des ménages. Le sorgho est la deuxième culture importante (33,2 %) après l'arachide (33,7 %). Cette position occupée par le sorgho dans cette zone confirme les résultats de l'étude faite au Tchad par les auteurs de référence [3] selon lesquels le sorgho et le mil sont les principales cultures vivrières de la zone sahélienne et soudanienne. Le résultat de l'étude a montré aussi que le rendement moyen du sorgho estimé par les exploitants agricoles en 2015 est de 466 kg/ha ; ce rendement est en baisse par rapport à celui des travaux de [4] qui affirme que les rendements du sorgho en milieu paysan au niveau national en 1996, 2005, 2006 au Tchad ont été respectivement de 700 kg/ha ; 770 kg/ha et 643 kg/ha. Cette baisse du rendement pourrait s'expliquer d'une part par la réduction du temps de jachère qui a entraîné la surexploitation des terres [23] évoqués par (46,8%) des répondants de cette étude. Cette surexploitation des terres agricoles est la conséquence de l'expansion démographique. Des résultats donnant les raisons de la baisse de rendement de cultures ont été mis en évidence par d'autres Auteurs de référence [24] qui ont montré que ces faibles rendements sont souvent expliqués par la pauvreté naturelle des sols en éléments nutritifs et souvent par des pratiques agricoles peu adaptées (faibles apports organiques et minéraux, brûlis). Il y a aussi les ennemis de la culture du sorgho et du mil, parmi lesquels le *Striga hermonthica* (Del) Benth qui parasite leurs racines, causant des pertes qui peuvent aller jusqu'à 100 % du rendement grain. La baisse progressive du rendement du sorgho au niveau paysan pourrait aussi s'expliquer par les pratiques agricoles inadaptées. Néanmoins, ces faibles rendements du sorgho sont confirmés par les travaux de [25] qui ont évoqués le cas de faible rendement en grains du sorgho en Afrique en général.

4-3-2. Influence du houppier du karité le rendement du sorgho

Cette étude supporte que le houppier du karité ait une influence négative sur la croissance et le développement du sorgho, comme il a été affirmé par 83,9% répondants. Cette faible croissance du sorgho sous le parc à karité peut s'expliquer par le fait qu'étant à l'ombre du karité, le sorgho bénéficie très peu des rayons solaires pour la photosynthèse. Selon la perception paysanne, les feuilles du karité se décomposent très lentement et sont enterrés par les semelles de labour et constituent des obstacles pour un bon

enracinement du sorgho, ce qui limite également ses échanges dans l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs. De la même façon, 96,1% des exploitants agricoles enquêtés ont reconnu que le houppier du karité a une influence sur l'épiaison du sorgho entraînant la formation des petits épis. Etant limité par l'insuffisance des rayons solaires pendant cette phase critique, le sorgho n'a pas pu synthétiser des éléments nutritifs pour une bonne formation des épis ; c'est ce qui justifie la baisse de dimension de ses épis. Beaucoup d'exploitants ont ajouté que les sorghos sous le houppier du karité sont attaqués par le charbon pendant la phase d'épiaison. Les résultats de l'étude ont montré également que le rendement en grains du sorgho baisse sous le houppier du karité. Cela a été constaté par 97,1 % des exploitants agricoles. Cette baisse de rendement en grains peut s'expliquer par le fait que la montaison a été ralentie par l'insuffisance de la photosynthèse à cause du manque de rayonnement sous le houppier du karité ainsi que les épis qui ont été attaqués par le charbon. Tous ces paramètres jouent sur le développement de l'épi et la formation des grains du sorgho. Il faut dire que cette réduction du rendement du sorgho sous houppier serait en fonction de la taille et de la forme de la couronne des arbres mais des comparaisons de rendement doivent être faites dans les champs témoins pour bien apprécier ces résultats.

5. Conclusion

Les résultats de ce travail montrent que le système agroforestier à base de karité a une influence négative sur la croissance, l'épiaison et le rendement en grains et pailles du sorgho, car étant à l'ombre, le sorgho bénéficie très peu des rayons solaires pour la photosynthèse. Les études réalisées, ont permis aussi de constater que les feuilles du karité se décomposent très lentement et sont enterrés par les semelles de labour et constituent des obstacles pour un bon enracinement du sorgho, ce qui limite également ses échanges dans l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs. Toutefois, des études approfondies méritent d'être conduites pour investiguer davantage sur cette question. Les parcs agroforestiers à karité ont une grande importance socio-économique dans la vie des communautés de la zone d'étude : ils génèrent des revenus qui compensent les pertes de rendements constatés, grâce aux noix de karité récoltées. Ces revenus servent à acheter les denrées alimentaires supplémentaires pour la consommation des ménages des chefs d'exploitations agricoles. Néanmoins, cette présente étude a des limites qu'il faut signaler. Elle n'a pas pu évaluer exhaustivement les revenus monétaires générés dans les exploitations agricoles du fait que dans la localité l'accès aux produits non ligneux est une affaire de toute la communauté. Les propriétaires terriens n'ont pas à eux seuls le droit d'usage des produits non ligneux du karité dans leurs propres exploitations agricoles.

Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement l'Union Européenne pour son financement que nous avons bénéficié pour la collectes des données. Nous remercions également les personnes qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de cette étude.

Références

- [1] - M. HAROLD et R. TABO, Les cultures céréalières : riz, maïs, millet, sorgho et blé (2015), http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Events/DakAgri2015/Les_cultures, (Mars 2016)
- [2] - H. MACAULEY et R. TABO, Les cultures céréalières: riz, maïs, millet, sorgho et blé. Dakar, Sénégal (2015). <http://hubrural.org/IMG/pdf/mil-sorgho-senegal.pdf> (Mars 2016)

- [3] - K. VOM BROCKE, G. TROUCHE, E. WELTZIEN, P. CLARISSE, B. K. BARRO, E. GOZE and J. CHANTEREAU, *Topics Field crops Research* 119(2010) 183-194
- [4] - M. NAITORMBAIDE, F. LOMPO, Z. GNANKAMBARY, N. OUANDAOGO et M. P. SEDOGO, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 4(4) (2010) 871-881
- [5] - A. M. MANSSOUR., A. M. ZOUBEIROU, D. L. NOMAO, E. S. DJIBO et J. M. K. AMBOUTA, *Journal of Applied Biosciences* 82 (2014) 7339 - 7346
- [6] - PROFOR, Investir dans les arbres et la restauration des paysages en Afrique, Washington- Etats Unis d'Amérique (2012)
- [7] - A. SALISSOU, « *Contribution à la capitalisation des bonnes pratiques agroforestières pour l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre au Niger* », Mémoire Master au Centre Régional AGRHYMET, Niamey, (2012) 78 p.
- [8] - L. J. M. KATER, S. KANTÉ and P. HÖGBERG, *Agrofor. Syst.*, 18 (1992) 89-105
- [9] - ICRAF, « *Sahel Agroforesterie* » Numéro 12 (2008)
- [10] - A. SAIDOU, I. BALOGOUN, B. KONE, C. P. GNANGLE et N. AHO. *Int. J. Biol. Chem. Sci* 6(5) (2012) 2066-2082
- [11] - D. S. J. C. GBEMAVO, K. R. GLÈLÈ, A. E. ASSOGBADJO, A. KATARY and P. GNANGLÈ, *TROPICULTURA*, 28, 4 (2010) 193-199
- [12] - N. DIARASSOUBA, E. K. KOUABLAN, K. A. N'GUESSAN, D. P. VAN et A. SANGAR, *Afrika focus*-Volume 21, Nr.1, (2008) 77-96
- [13] - B. YELEMOU, G. YAMEOGO, A. BARRO, S. J. TAONDA et V. HELIEU, *TROPICULTURA*, 31, 3 (2013) 154-162
- [14] - WORLD VISION, « *Rapport annuel du Programme de développement intégré de Koumra. Tchad* », N'Djamena (2015) 32 p.
- [15] - ORSTOM, 1965. Carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000, (1965) 120 p.
- [16] - SISAAP, « *Rapport sur la pluviométrie quinquennale de la région du Mandoul* », Tchad (2016)
- [17] - C. DJEKOTA, M. MOUGA, A. DJIMRAMADJI, B. DJELASSEM, E. MBAYNGONE, M. R. DACKO, K. RIMGOTO et D. NOUBADY, *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.23, Issue 3 (2014) 3646- 3656
- [18] - F. D. Giezendanner, Taille d'un échantillon aléatoire et Marge d'erreur (2012) : [http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/IMG/pdf/taille-d_un-echantillon-aleatoire-et-marged_ erreur-cms-spip.pdf](http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/IMG/pdf/taille-d_un-echantillon-aleatoire-et-marged_erreur-cms-spip.pdf), (Juin 2016)
- [19] - G. ZOMBOUDRE, G. ZOMBRE, M. OUEDRAOGO, S. GUINKO et H. R. MACAULEY, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 9(1), (2005) 75-85
- [20] - FAO, Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne, (2011) 250 p.
- [21] - FAO, Document de travail sur l'agroforesterie no 1. FAO, Rome (2015) 36 p.
- [22] - D. KONIG, « *Contribution de l'agroforesterie à la conservation de la fertilité des sols et à la lutte contre le réchauffement climatique au Rwanda* », Thèse unique, Universität Koblenz, Koblenz (2007) 176 p.
- [23] - CMA/AOC, Note technique sur la filière mil/sorgho dans la zone CMA/AOC, (2004)
- [24] - LIBERTALIA, Conseil pour cultiver le sorgho, son utilisation (2013) : <http://www.libertalia.org/jardin/agriculture/le-sorgho.html>