



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE LUTTE CONTRE LA SECHERESSE DANS LE SAHEL  
PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL  
COMITÉ PERMANENTE INTER-STADOS DE LUTA CONTRA A SECA NO SAHEL  
اللجنة الدائمة المشتركة لمحاربة التصحر في الساحل



## Centre Régional AGRHYMET

### DÉPARTEMENT FORMATION ET RECHERCHE

í í í í í í í í í

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

í í í í í í í í í .

MASTER EN GESTION DURABLE DES TERRES

Promotion 2016-2017

Présenté par M. NOUBAINDARONE YAMTEBAYE

**Importance du Karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn) dans les systèmes agroforestiers au sud du Tchad : Cas de système de production du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dans le canton de Koumra.**

Soutenu le 06 Janvier 2017 devant le jury composé de :

**Président : Pr Abasse Tougiani, Maître de Conférences, INRAN.**

**Membres: Dr AMADOU M. Laouali, PhD Climate Change and Land Use, CRS Niger.**

**Dr Maguette KAIRE, Expert Forestier au CRA/CILSS.**

**Directeur de Mémoire : Dr AMADOU M. Laouali, Chef du Département Agriculture de CRS Niger.**

**Maître de stage : Dr MADJIMBE Guinguindibaye, E. Chercheur, Université de Sarh.**

**Co-encadreur : Mr Mbang O. DINDJIBAYE, Délégué de l'agriculture du Mandoul.**

SECRETARIAT EXECUTIF : 03 BP 7049 Ouagadougou 03, Burkina Faso - Tél (+226) 50 37 41 25/26 - Fax (+226) 50 37 41 32 - Courriel : cilss.se@cilss.bf - www.cilss.bf  
CENTRE REGIONAL AGRHYMET : BP 11011 Niamey, Niger - Tél (+227) 20 31 53 16 / 20 31 54 36 - Fax (+227) 20 31 54 35 - Courriel : admin@agrhyment.ne - www.agrhyment.ne  
INSTITUT DU SAHEL : BP 1530 Bamako, Mali - Tél (+223) 20.22.21.48 / 20.22.30.43 / 20.22.47.06 - Fax: (+223) 20.22.78.31- Courriel : administration@insah.org - www.insah.org

## **DEDICACE**

**Je dédie ce travail à**

**Dieu, le Père Tout Puissant de m'avoir accordé, la paix et la santé pour mener cette étude,**

**Mes parents : mon père M. Dandjial Yamtebaye et à ma mère Rahongal Marceline pour leur soutien moral et leur prière en faveur de moi durant tout le long de mes études ;**

**Mon épouse Viviane NGUEADOUM, je ne saurais comment te féliciter pour ton courage et ton soutien sans faille à garder les enfants ainsi que la famille pendant mon absence de 12 mois loin du pays pour mener cette étude. Soit assuré de mon amour infini.**

**Mes fils et fille Toralta YAMTEBAYE, Solalta YAMTEBAYE et Ndadnouba Justine YAMTEBAYE pour votre courage pendant mon absence.**

## REMERCIEMENTS

Mes remerciements les plus sincères et les plus chaleureux s'adressent à **Mr Mbang Orguidina DINDJIBAYE**, Délégué Régional de l'agriculture du Mandoul et son staff de m'avoit accepté pour le stage dans sa structure ;

Je tiens à remercier **Dr AMADOU M. Laouali** d'avoit assuré la direction de cette phase pratique. Votre encadrement ne m'a pas manqué tout le long du processus, que Dieu vous assiste toujours et vous aide à réaliser vos projets ; au **Dr Madjimbé Guiguindibaye** pour son encadrement que j'ai bénéficié sur le terrain lors du stage ;

Mes remerciements vont à l'endroit du **Dr Maguette KAIRE**, Coordonnateur de ce Master pour ses enseignements, au **Pr ATTA Sanoussi** et tout le personnel du Département de Formation et Recherche du Centre Régional AGRHYMET ainsi que le corps professoral pour les enseignements donnés ;

J'adresse mes remerciements à mes camarades étudiants du Centre Régional AGRHYMET, le succès est au bout de l'effort, courage et bonne chance à tous. Sincères remerciements pour votre contribution à la réalisation de ce travail et pour l'ambiance qui a régné durant les mois que nous avons passés ensemble ;

Je tiens à remercier **M. Djounoumbi Emmanuel** pour son appui technique pendant l'élaboration du questionnaire ; à **M. Caleb Nadjito** pour son accueil et sa contribution dans le processus de la collecte des données sur le terrain, que Dieu te bénisse ;

Je remercie mes frères, cousins et cousines, pour leur patience durant mon absence. Que Dieu nous guide tout au long de notre vie. Merci pour votre gentillesse à mon égard ; j'espère que ce travail donnera à mes neveux l'envie d'étudier ;

Je n'oublie pas mes anciens collègues de World Vision Tchad notamment **M. Beral Zacharie** pour ses multiples conseils et son soutien moral que j'avais bénéficié; à **M. Mbailassem Dingamnayal** d'avoit accepté d'apporter la correction à ce document ; à **M. Djikoloum Dingamnayal** pour son appui financier pendant cette période difficile, à **M. Gaius Yotamaye**, **M. Koitan Ouainati** d'avoit cédé sa machine pour la rédaction de ce mémoire, que Dieu te bénisse mon frère ; à **M. Nguemadji Yedemadjibaye** pour son appui financier.

Je remercie mon cher "**Dr**" **Soringaye Yanantibaye** pour son soutien sans faille à ma famille en mon absence et **M. Adendjibaye Kemtourbaye** mon cher frère, sans oublier tous ceux qui de prêt ou de loin m'ont appuyé tout le long de ce processus.

Je remercie **l'Union Européenne** pour son financement que j'ai bénéficié pour ce Master.

## Liste des tableaux

Tableau I : La pluviométrie des cinq dernières années dans la région du Mandoul .....	24
Tableau II : Estimation de la perte du rendement du sorgho sous les houppiers/ha .....	38
Tableau III : Analyse des revenus du karité et de la perte de rendement en grain du sorgho .....	42

## Liste des figures

Figure 1 : Morphologie d'une plante de sorgho (Larousse multimédia 2016). .....	18
Figure 2 : Carte de la zone d'étude .....	22
Figure 3 : Proportion des ménages enquêtés par village .....	27
Figure 4 : Répartition des enquêtés par niveau d'instruction .....	29
Figure 5 : Répartition des producteurs par activité .....	30
Figure 6 : Pratique culturale de la zone d'étude .....	31
Figure 7 : Principales cultures pratiquées durant les cinq dernières années .....	32
Figure 8 : Les superficies moyennes des cultures/producteur .....	32
Figure 9 : Les espèces d'arbres dominants dans les exploitations agricoles .....	33
Figure 10 : la densité d'arbres/ha dans les exploitations agricoles .....	34
Figure 11 : Raisons de maintien d'arbres dans les exploitations agricoles .....	34
Figure 12 : Pratique des systèmes agroforestiers .....	35
Figure 13 : Systèmes de culture du sorgho .....	35
Figure 14 : Cultures associées au sorgho dans le Canton Koumra .....	36
Figure 15 : Influence du houppier de karité sur la croissance du sorgho .....	36
Figure 16 : Influence du houppier de karité sur l'épiaison du sorgho .....	37
Figure 17 : Influence du houppier de karité sur le rendement en grain du sorgho .....	37
Figure 18 : Principales causes de baisse de rendement en grain du sorgho .....	39
Figure 19 : Causes additionnelles de la baisse de rendement en grain du sorgho .....	39
Figure 20 : Les domaines d'exploitation du karité .....	41
Figure 21 : Utilisation des fruits de karité dans les exploitations agricoles .....	41
Figure 22 : Utilisation des revenus du karité par les chefs d'exploitations agricoles .....	43

## **Sigles et abréviations**

**CEMAC** : Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale

**CILSS** : Comité Permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

**CMA/AOC** : Conférence des Ministres de l'Agriculture de l'Afrique de l'Ouest et du Centre

**CRA** : Centre Régional AGRHYMET

**CRS** : Catholic Relief Service

**DSA** : Direction de la Statistique Agricole

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

**GDT**: Gestion Durable des Terres,

**ICRAF**: International Center for Research in Agroforestry

**INRAN**: Institut National de la Recherche Agronomique du Niger

**INSAH** : Institut du Sahel

**INSEED** : Institut National de La Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques

**ONDR** : Office National du Développement Rural,

**ORSTOM** : Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-mer

**PAPAT** : Projet d'Appui à la Production Agricole au Tchad

**PROFOR** : Programme sur les Forêts,

**RGPH2** : Le deuxième Recensement General de la Population et de l'Habitat

**RNA** : Régénération Naturelle Assistée

**SISAAP** : Système d'Information durable sur la Sécurité Alimentaire et d'Alerte Précoce

**SPSS**: Statistical Package for the Social Sciences

**VIH/SIDA** : Virus Immunodéficience Humaine, Syndrome Immunodéficience Acquise

## **Table des matières**

<b>DEDICACE</b> .....	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>ii</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>iii</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>iii</b>
<b>Sigles et abréviations</b> .....	<b>iv</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>1</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Introduction générale</b> .....	<b>7</b>
<b>CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	<b>10</b>
<b>I. Les systèmes agroforestiers</b> .....	<b>11</b>
1.1. Définition.....	11
1.2. Enjeux de l'agroforesterie.....	12
1.2.1. Enjeux agronomiques .....	12
1.2.2. Enjeux pastoraux .....	13
1.2.3. Enjeux socio-économiques .....	13
1.2.4. Enjeux environnementaux.....	13
<b>II. Typologie des pratiques agroforestières</b> .....	<b>14</b>
2.1. Les parcs agroforestiers .....	14
2.2. La haie vive.....	15
2.3. Les brise-vent.....	15
2.4. Cultures en couloirs ou systèmes de cultures intercalaires .....	15
2.5. Les jachères améliorées .....	16
2.6. Les banques fourragères .....	16
2.7. La bande riveraine arborée .....	16
2.8. La Régénération Naturelle Assistée (RNA).....	16

2.9. Système Taungya .....	17
2.10. Pratiques apisylicoles .....	17
<b>III. Généralités sur le sorgho .....</b>	<b>17</b>
3.1. Botanique et classification des espèces cultivées.....	17
3.2. Origine et Diffusion .....	18
3.3. Ecologie.....	18
3.4. Techniques et contraintes de production .....	19
3.4.1. Techniques de production .....	19
3.4.2. Contraintes de la production .....	19
3.4.3. Potentiel de rendement du sorgho .....	19
3.4.4. Importance économique.....	20
<b>IV. Influence des parcs agroforestiers sur les cultures annuelles .....</b>	<b>20</b>
<b>Chapitre II- Matériel et Méthodes d'étude .....</b>	<b>22</b>
2.1. Présentation de la zone d'étude.....	22
2.2. Généralités sur la zone d'étude .....	22
2.2.1. Démographie.....	22
2.2.2. Milieu physique.....	23
2.2.2.1. Sols et végétation.....	23
2.2.2.2. Climat .....	23
2.2.2.3. Hydrographie.....	24
2.2.2.4. Pluviométrie .....	24
2.3. Activités économiques.....	24
2.3.1. Agriculture .....	24
2.3.2. Elevage .....	24
2.3.3. Commerce .....	25
2.4. Matériel d'étude .....	25
2.5. Méthode de l'étude.....	25
2.5.1. Collecte des données.....	25

2.5.2. Echantillonnage.....	26
2.5.3. Choix de la zone d'étude.....	26
2.5.4. Les entretiens .....	27
2.5.5. Observation directe des parcs agroforestiers.....	27
2.6. Analyse des données .....	28
<b>Chapitre III. Résultats .....</b>	<b>29</b>
3.1. Caractéristiques sociodémographiques des exploitations agricoles .....	29
3.2. Pratiques paysannes.....	30
3.2.1 Activités agricoles .....	30
3.2.2 Techniques culturales .....	30
3.2.3. Cultures pratiquées durant les cinq dernières années dans les systèmes agroforestiers.....	31
3.2.4. Superficie des exploitations agricoles.....	32
3.3. Caractérisation des parcs agroforestiers existants dans le canton de Koumra .....	33
3.3.1. Les arbres dominants dans les exploitations agricoles .....	33
3.3.2. La densité d'arbres à l'hectare.....	33
3.3.3. Raisons de préservation des arbres dans les champs .....	34
3.3.4. Les systèmes agroforestiers existants dans le canton de Koumra .....	35
3.4. L'implication des systèmes agroforestiers sur la production du sorgho.....	35
3.4.1 Fonctionnement du système de production du sorgho.....	35
3.4.2. Types de spéculation associées au sorgho dans les systèmes agroforestiers.....	36
3.4.3. Influence du houppier de karité sur la croissance du sorgho.....	36
3.4.4. Influence du houppier de karité sur l'épiaison du sorgho .....	37
3.4.5. Influence du houppier sur le rendement en grain du sorgho .....	37
3.4.6. Evaluation du rendement du sorgho sous le houppier du karité.....	38
3.5. Principale cause de baisse de rendement du sorgho.....	38
3.6. Autres causes de la baisse de rendement du sorgho .....	39
3.7. Les difficultés rencontrées par les producteurs dans les systèmes agroforestiers à karité.....	40
3.8. Importance socio-economiques des parcs agroforestiers à karité .....	40

3.8.1. Types d'exploitation du karité.....	40
3.8.2. Utilisation des fruits du karité dans les exploitations agricoles.....	41
3.8.3. Estimation de revenus annuels du karité par exploitation agricole .....	42
3.8.4. Utilisation des revenus du karité par les exploitants agricoles .....	42
<b>Chapitre IV. Discussions.....</b>	<b>44</b>
4.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés .....	44
4.2. Caractérisation des parcs agroforestiers dans le canton de Koumra .....	44
4.3. L'implication des parcs agroforestiers à karité sur la culture du sorgho .....	46
4.3.1 Systèmes de production du sorgho .....	46
4.3.2. Influence du houppier du karité le rendement du sorgho.....	47
4.4. Importance socio économique des parcs agroforestiers à karité .....	48
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>50</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>52</b>
<b>Web graphie .....</b>	<b>57</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>I</b>

## Résumé

Le parc agroforestier à karité (*Vitellaria paradoxa*) domine le paysage du canton de Koumra dans la région du Mandoul au sud du Tchad. Ce parc est souvent associé aux cultures annuelles dont essentiellement la culture du sorgho (*Sorghum bicolor*). Cependant, très peu d'études ont été conduites dans cette localité sur les relations qui existent entre les types d'association agroforestiers. C'est pourquoi, cette recherche qui consiste à étudier les performances des systèmes agroforestiers à base de karité sur la production du sorgho dans les conditions de culture paysanne a été initiée. Ainsi, pour y parvenir, l'approche méthodologique consistait 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. Cependant, 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 grain du sorgho (97,1%). 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 en compensation aux pertes de rendement du sorgho constatés.

**Mots clés :** Agroforesterie, Sorgho, Karité, Koumra, Tchad

## **Abstract**

The shea agroforestry park (*Vitellaria paradoxa*) dominates the landscape of the Koumra township in the Mandoul region of southern Chad. This park is often associated with annual crops, mainly sorghum (*Sorghum bicolor*) crops. However, very few studies have been conducted in this locality on the relationships between the types of agroforestry association. This is why this research, which examines the performance of shea-based agroforestry systems on the production of sorghum under peasant farming conditions, was initiated. To achieve this, the methodological approach consisted of conducting socio-economic surveys at farm level in eight (8) villages sampled in the study area. The results obtained show a dominance of the association tree-culture (99%) particularly the association of the agroforestry sorghum park with shea. However, according to producers, the shea-based agroforestry system has a negative influence on growth (83.9%); the heading (96.1%) and sorghum grain yield (97.1%). However, this agroforestry system offers significant social and economic benefits to producers by generating income from which they can obtain food supplies in exchange for sorghum yield losses.

**Keywords:** Agroforestry, Sorghum, Shea, Koumra, Chad

## Introduction générale

Depuis des temps immémoriaux, le sorgho a constitué une source d'alimentation vitale pour des millions d'hommes. C'est une culture importante dans les zones tropicales semi-arides. Dernièrement, l'expansion démographique a entraîné un accroissement de la demande. Mais dans ces régions qui contribuent pour plus de la moitié de la production mondiale, les conditions du milieu en limitent grandement les rendements (House, 1987).

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. 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 (Macauley et Tabo, 2015).

Au Tchad, le sorgho et le mil sont les principales cultures vivrières de la zone sahéenne et soudanienne. Ces cultures occupent une place importante dans l'alimentation de la population tchadienne (Lawane *et al.*, 2010). D'une façon générale, dans la zone Sud où la pluviométrie varie de 900 à 1400 mm, les céréales occupent la moitié des superficies des terres agricoles. Les trois quarts des superficies en cultures vivrières sont occupées par les céréales comme le sorgho qui représente plus de 95% des cultures (Bezot, 1963).

Malgré la demande croissante en céréale d'une population qui ne cesse d'augmenter, les rendements des cultures stagnent. 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 (DSA, 2006 cité par Naitormbaide *et al.* 2010 et Lawane *et al.*, 2010). Ce faible rendement est souvent expliqué par la pauvreté des sols en éléments nutritifs dues aux pratiques agricoles peu adaptées : Faibles apports en engrais organiques et minéraux, brûlis, etc. 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 (Lawane *et al.*, 2010).

Dans le contexte actuel où les prix des engrais continuent d'augmenter alors que les prix des produits agricoles sont en baisse, la recherche doit s'orienter vers les systèmes de culture efficaces et qui permettent de minimiser les coûts des engrais minéraux (Naitormbaide *et al.*, 2010).

Les sols sahéens se caractérisent par un faible niveau de fertilité dont l'amélioration se fait par l'épandage de fumier organique ou d'engrais. Cependant, les contraintes économiques des

ménages limitent cette adoption. Des options nécessitant moins des dépenses monétaire notamment l'intégration à la culture de la végétation ligneuse naturelle constitueraient des alternatives plus en adéquation avec les conditions socio- économiques des paysans (Manssour *et al.*, 2014). Ainsi, l'agroforesterie est une alternative pour résoudre ce problème de faible niveau de fertilité des sols avec en plus la promotion d'un développement durable (Nøgarbaroum, 1994 cité par Manssour *et al.*, 2014).

En Afrique subsaharienne, 250 millions de personnes ont souffert de la faim en 2010, soit près d'un tiers de la population et la faim est particulièrement répandue dans les zones arides et semi-arides, où la qualité des sols se dégrade depuis plusieurs décennies, les précipitations sont imprévisibles et les rendements des cultures vivrières de base restent très faibles. Il a été montré que 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, ce qui réduit les ruissellements et l'érosion des sols, et atténue les effets des périodes sèches (PROFOR, 2012). Ainsi, les avantages de l'intégration de l'arbre aux cultures ont été montrés par plusieurs auteurs : Selon INSAH, (2002), 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, notamment au cours des averses soudaines et brutales. 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. 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. Parmi les espèces ligneuses dominantes, on y retrouve le *Vitellaria paradoxa*, le *Parkia biglobosa*) et le *Faidherbia albida* (Delile) A.Chev. Les arbres qu'on y retrouve ne sont toutefois pas complètement domestiqués et sont conservés en raison de leurs usages multiples : alimentation des populations et des troupeaux, amélioration de la fertilité et de l'humidité des sols et médecine traditionnelle. 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 (ICRAF, 2008). Selon la même source, en Afrique, le karité est la source de la plus importante production oléagineuse d'exportation après l'huile de palme. Les amandes de karité, connues depuis longtemps pour leur teneur élevée en acide gras, servent à la fabrication du beurre de karité. Utilisé en Afrique depuis des siècles, à des fins de consommation domestique pour l'alimentation et les soins corporels, ce beurre fait l'objet d'une demande croissante, à l'échelle internationale, de la part de l'industrie cosmétique (ICRAF, 2008).

Au Tchad, la filière karité n'a jamais bénéficié d'un réel appui comme dans les autres pays de l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Mali, etc.) à cause de la méconnaissance de son potentiel à l'échelle nationale (Djekota *et al.*, 2014). L'association du sorgho au parc agroforestier à karité est répandue au sud du Tchad en général et dans la région du Mandoul (Koumra) en particulier et vue la nécessité de conservation des systèmes durables pour améliorer leur productivité. L'amande de karité a une importance économique dans cette région.

En Afrique, l'importance du karité dans les systèmes agroforestiers a fait l'objet de nombreuses recherches : c'est par exemple le cas de Saidou *et al.*, (2012) qui a travaillé sur l'effet d'un système agroforestier à karité sur le sol et le potentiel de production du maïs ; Gbemavo *et al.*, (2010) 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 Diarassouba *et al.*, (2008) sur les Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire . 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. Au Tchad, on ne dispose pas encore des données sur les performances des systèmes agroforestiers à karité sur les cultures en association, surtout avec la culture du sorgho. Ce sont ces raisons qui ont justifié cette étude qui a pour but d'apporter notre contribution dans la recherche des systèmes performants de gestion durable des terres dans cette localité au sud du Tchad.

Trois questions de recherche ont été posées pour répondre à la problématique de cette étude:

- ✓ Quelle est la diversité des systèmes agroforestiers dans le canton de Koumra ?

✓ Quelle est l'implication des systèmes agroforestiers à karité sur rendement du sorgho selon les producteurs ?

✓ Quels avantages offrent les systèmes agroforestiers à base de karité aux producteurs ?

L'objectif principal poursuivi à travers cette recherche est d'étudier les performances des systèmes agroforestiers à base de karité sur la production du sorgho dans les conditions de culture paysanne. Spécifiquement ; l'étude consiste à :

✓ Caractériser les systèmes agroforestiers existants dans le canton Koumra ;

✓ Etudier les implications des systèmes agroforestiers à base de karité sur la culture du sorgho chez les paysans ;

✓ Etudier les impacts socio-économiques des systèmes agroforestiers à base de karité.

Les hypothèses de la recherche sont :

✓ Il existe une diversité des systèmes agroforestiers dans le canton Koumra ;

✓ Le rendement du sorgho s'améliore dans les systèmes agroforestiers à base de karité chez les producteurs ;

✓ Les systèmes agroforestiers à base de karité offrent des avantages socio-économiques aux producteurs.

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres que sont (1) la revue des littératures ; (2) le matériel et méthodes ; (3) les résultats de recherche en enfin (4) la discussion.

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I. Les systèmes agroforestiers

#### 1.1. Définition

Plusieurs auteurs ont définis l'agroforesterie de leur façon mais ces définitions ont presque la même signification.

Ainsi, selon Bene *et al.*, (1977), l'agroforesterie est un système de mise en valeur des terres qui augmente la production globale, combine les cultures et les arbres utiles, avec éventuellement des animaux de façon simultanée ou séquentielle, et met en jeu des pratiques compatibles avec les valeurs sociales des populations locales.

Pour le Centre International pour la Recherche en Agroforesterie (ICRAF) : « l'Agroforesterie est un terme collectif pour désigner des systèmes et des techniques d'utilisation des terres dans lesquels des plantes ligneuses pérennes sont délibérément cultivées ou conservées sur des parcelles également exploitées pour des productions agricoles et/ou animales dans un arrangement spatial ou temporel déterminé et où existent à la fois des interactions d'ordre écologique et économique entre les éléments ligneux et les éléments non ligneux ». Définition proposée par Raintree L. en 1982 et officiellement adoptée par ICRAF.

Il existe plusieurs classifications des systèmes agroforestiers dues à leur grande diversité. En effet, chaque système exerce des fonctions précises dans le milieu, ce qui amène à l'identification de nombreux critères différentiels (Simard, 2012). Toutefois, Nair (1985) est parvenu à restreindre la classification en basant sur cinq critères :

- ✓ la nature des composantes et fait référence à ce qui est intégré dans les systèmes agroforestiers comme arbres et animaux.
- ✓ l'arrangement des composantes des systèmes agroforestiers afin de déterminer si elles coexistent simultanément à long terme, si elles coexistent seulement pour une période donnée ou si elles se succèdent dans le temps.
- ✓ rôle fonctionnel des systèmes, en appuyant leur différenciation sur leur objectif premier, soit la production ou la conservation.
- ✓ les zones agro-écologiques sont utilisées pour distinguer les systèmes en fonction des conditions climatiques et végétales, ainsi que le potentiel d'utilisation des terres.
- ✓ la considération des caractéristiques sociales et économiques est une méthode basée sur une échelle de production et de complexité des technologies, telle que les niveaux de subsistance, intermédiaire ou commerciale.

Selon l'importance des composantes arborées et animales, on peut distinguer l'arbo-agriculture ou agrosylviculture qui est un système agroforestier dans lequel on assiste à une combinaison des arbres et des cultures. Le sylvo-pastoralisme ou « zoo foresterie » est la combinaison d'arbres et l'élevage et enfin l'agro-sylvo-pastoralisme où arbres, cultures et animaux domestiques sont intégrés (Alexandre, 2002). Ces trois catégories visent la diversification des productions et des revenus à la fois dans le temps et l'espace (Anel, 2009; Schoeneberger, 2009). En plus des systèmes agroforestiers cités précédemment, on parle aussi de l'aquiforesterie quand l'arbre est associé à la pisciculture ou l'api-sylviculture quand les arbres jouent un rôle important dans l'élevage des abeilles (Bahri, 1992 cité par Alexandre, 2002).

Les systèmes agroforestiers regroupent alors des techniques d'utilisation des terres à la fois traditionnelles et modernes où les arbres sont associés aux cultures et/ou aux systèmes d'élevage dans des milieux agricoles. Ces pratiques varient selon les conditions du milieu et les objectifs de l'exploitation.

## **1.2. Enjeux de l'agroforesterie**

L'agroforesterie a de multiples enjeux selon la vocation judicieusement choisie par le producteur. De nombreuses raisons agronomiques, socio-économiques, pastorales et environnementales apparaissent en faveur de l'agroforesterie.

### **1.2.1. Enjeux agronomiques**

L'importance agronomique des systèmes agroforestiers est perceptible tant au niveau de la fertilité du sol que sur les rendements des cultures.

En effet, par l'intégration des arbres et des arbustes dans le système de production agricole, l'agroforesterie permet une haute production en biomasse même sur des sites dégradés (Harmand, 1998 ; Koutou *et al.*, 2007). Les arbres contribuent ainsi à l'enrichissement du sol en matière organique par l'apport de la litière des feuilles, qui se disséminent, 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 (FAO, 2011).

L'amélioration de la fertilité du sol se répercute sur les cultures par une amélioration de rendement. En effet, Fall *et al.*, (2001) a observé en Afrique de l'ouest des augmentations de rendement de l'ordre de 20 à 90% par le seul jeu de combinaisons agrosylvicoles

judicieusement choisies, en comparaison avec les monocultures. Harmand (1994), est parvenu à des résultats similaires où la culture de sorgho, installée sans engrais et sans travail du sol sur un précédent Acacia permet de doubler la production par rapport aux autres jachères et de façon hautement significative.

### ***1.2.2. Enjeux pastoraux***

L'utilisation d'arbres fourragers pour répondre aux besoins du bétail peut améliorer la productivité des systèmes d'exploitation (Shelton, 2000). La régénération naturelle assistée a permis de relever le défi de manque de fourrage auquel sont confrontés les éleveurs. La régénération naturelle de plusieurs espèces a accru les disponibilités fourragères (Salissou, 2012). L'introduction d'arbres et d'arbustes fourragers en agroforesterie et dans les systèmes d'alimentation animale devrait permettre de satisfaire la demande croissante de ressources alimentaires dans le monde (Shelton, 2000).

### ***1.2.3. Enjeux socio-économiques***

L'agroforesterie renforce la résilience et augmente les revenus des agriculteurs grâce à la récolte de produits divers à différents moments de l'année. Elle fournit des possibilités d'emploi dans la transformation des produits de l'arbre, étendant ainsi les avantages économiques aux communautés rurales et aux économies nationales (FAO, 2015). Les arbres qui sont intégrés à des systèmes agricoles ont bien des chances de contribuer à la réalisation des trois interventions qui constituent l'agriculture « intelligente » face au défi du changement climatique : réduction de la pauvreté et amélioration de la sécurité alimentaire, renforcement de la protection contre les chocs climatiques (adaptation), et contribution à l'atténuation des effets du changement climatique par le stockage du carbone dans les arbres et dans les sols agricoles (PROFOR, 2012). Ainsi, certains arbres tels que le karité fournit aux populations rurales des fruits nutritifs pendant les « périodes de vaches maigres » de l'année. Les graines du fruit du karité sont de grosses noix contenant une forte quantité d'huile comestible, appelée beurre de karité, qui constitue une ressource nutritionnelle et économique très importante pour les ménages et les collectivités à travers la savane-parc qui abrite cet arbre (PROFOR, 2012).

### ***1.2.4. Enjeux environnementaux***

L'agroforesterie, lorsqu'elle est conçue et mise en œuvre correctement, permet de combiner les meilleures pratiques d'arboriculture aux systèmes agricoles, ce qui conduit à une utilisation plus durable des terres. La combinaison des arbres, des cultures et du bétail atténue

les risques environnementaux, en créant 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 (FAO, 2015).

Les systèmes agroforestiers sont également reconnus comme une stratégie de réduction des gaz à effet de serre. Les travaux de König (2007), ont montré que la transformation d'une parcelle agricole en système agroforestier permet une séquestration durable de l'ordre de 10 à 20 tonnes de carbone par hectare (ce qui correspond à 35 - 70 t de CO<sub>2</sub>/ha). Cette séquestration permet d'atténuer les effets des changements climatiques. L'arbre constitue le partenaire idéal et indispensable d'une agriculture responsable, durable et protectrice de l'environnement.

## **II. Typologie des pratiques agroforestières**

### ***2.1. Les parcs agroforestiers***

Ils désignent un système traditionnel d'utilisation des terres, où des arbres parsèment les champs cultivés ou récemment labourés (Boffa, 2000). Les parcs agroforestiers traditionnels sont caractérisés par la diversité des espèces d'arbres (*Acacia senegal* (L.) Willd, *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, *Borassus aethiopicum* Marth., *Tamarindus indica* L.) qui les composent, et la variété des produits (les fruits, le fourrage, etc.). Ceux-ci génèrent et fournissent des microclimats favorables et font un effet tampon pour les conditions extrêmes. Ce type de système agroforestier se trouve principalement dans des zones semi-arides et subhumides d'Afrique de l'Ouest. Les systèmes céréaliers / *Faidherbia albida* sont prédominants dans toute la zone sahélienne et dans certaines parties de l'Afrique de l'Est (Boffa, 2000). Pour de nombreuses populations locales, ces systèmes sont très importants pour la sécurité alimentaire, la création de revenus et la protection de l'environnement



**Photo 1** : Parc à Karité óSorgho à Moussananga au sud du Tchad

## **2.2. La haie vive**

La haie vive est définie comme une structure linéaire étroite installée dans un but défensif. Les ligneux y sont plantés serrés pour avoir un effet de barrière sur les bovins et si possible sur les petits ruminants (Louppe et Yossi, 2000). L'utilisation judicieuse de la haie devient un outil potentiel de l'aménagement du territoire et la matérialisation de la propriété foncière et une bonne gestion du cheptel et des pâturages. En protégeant les terres, elle permet à l'agriculteur de entreprendre des améliorations foncières et des spéculations de longue durée qu'il n'aurait pu envisager sur des terres ouvertes à la libre pâture (Yossi *et al.*, 2006).

## **2.3. Les brise-vent**

Le brise-vent est un obstacle que l'on place au travers du vent pour réduire sa vitesse. Les brise-vent agissent sur deux facteurs qui influencent grandement l'érosion éolienne: la vitesse du vent et la teneur en eau du sol. En réduisant la vitesse du vent et les pertes d'eau par évaporation (Guyot, 1989), le brise-vent réduira de façon marquée les pertes de sols.

## **2.4. Cultures en couloirs ou systèmes de cultures intercalaires**

Garrett et McGraw (2000) définissent les systèmes de cultures intercalaires comme une plantation de rangées d'arbres largement espacées et entre lesquelles l'on produit des cultures agricoles ou horticoles. Le système de cultures intercalaires est un système intensif possédant

les caractéristiques qui s'assimilent le mieux à la définition de l'agroforesterie, car l'association intentionnelle des arbres et des cultures tend à intégrer davantage les fonctions écosystémiques naturelles. La présence de rangées d'arbres en alternance avec les cultures entraîne un effet de microclimat, favorisant ainsi une augmentation de la production. La possibilité de cultiver plusieurs espèces dans ce système constitue également une alternative de gestion des risques pour les agriculteurs.

### **2.5. Les jachères améliorées**

Il s'agit de cultiver, le plus souvent en culture pure, une légumineuse à fort développement végétatif qui pourra fournir au sol une bonne quantité d'azote et de matière organique, si la biomasse produite peut être incorporée au sol (engrais vert) ou laissée en surface (Dugue, 1997).

### **2.6. Les banques fourragères**

Une banque fourragère est une réserve de fourrage destinée à pallier au déficit d'alimentation des animaux en période sèche. Elle s'inscrit dans le cadre des aménagements sylvopastoraux. Elle peut être constituée à partir de l'aménagement du pâturage naturel ou de la plantation des ligneux fourragers. La sélection des espèces doit donner la priorité aux espèces connues pour leur capacité à produire du bon fourrage en termes de palatabilité et en quantité suffisante (Kalinganire *et al.*, 2007).

### **2.7. La bande riveraine arborée**

La bande riveraine arborée est une bande de végétation naturelle et permanente qui borde un plan d'eau. Elle constitue une zone de transition entre les milieux aquatique et terrestre ; elle stabilise les berges, filtre les polluants, absorbent les éléments nutritifs qui nourrissent les algues bleu-vert ; réduit le ruissellement et l'érosion, procure des habitats et de la nourriture pour la faune, augmente les diversités animale et végétale, prévient des inondations, protège des berges des vagues et des grands vents etc. (Doyon *et al.*, 2010).

### **2.8. La Régénération Naturelle Assistée (RNA)**

Le principe de la RNA consiste à identifier, à matérialiser et à protéger les jeunes sauvageons (ou régénération naturelle) des parcs ou des formations naturelles. En tant que technique contribuant à l'accroissement de la biodiversité dans les champs, la RNA concourt également, de ce fait, à l'élargissement de la gamme de produits et services émanant des arbres des champs (Samake *et al.*, 2011). La RNA contribue à la nutrition humaine ; à l'économie

locale ; allège le problème de bois de feu et de construction ; au maintien et/ou à la restauration de la fertilité du sol. La production renforcée de débris ligneux (participation des arbres issus de la RNA) contribue à renforcer le statut organique du sol des champs (Cissé, 1995).

### **2.9. Système Taungya**

Le système taungya cœst un contrat passé entre les agriculteurs locaux et les services forestiers du pays. Ce contrat est traditionnellement formulé pour réaliser des plantations. Cœst un moyen peu couteux de reforester des territoires grâce à une main dœuvre bon marché. Le défrichage et le labour de parcelle puis le désherbage de la culture intercalaire profite à la fois aux cultures et aux arbres ; protection contre le feu pendant la période culturale ; amélioration de la fertilité des sols par lœintroduction des légumineuses dans le système (Dubiez *et al.*, 1989)

### **2.10. Pratiques apisyvicoles**

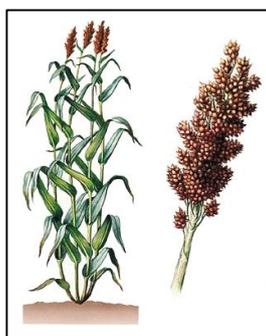
Elles désignent un système de culture qui associe des végétaux ligneux à lœapiculture. Les végétaux ligneux cultivés sont des espèces mellifères dœoù lœabeille prélève des substances, notamment le nectar, le pollen et la résine pour se nourrir et pour élaborer ses productions divers (ex. *Mangifera indica* L., *Pseudospondias microcarpa* (A.Rich.), *Elaeis guineensis* Jacq., etc.).

## **III. Généralités sur le sorgho**

### **3.1. Botanique et classification des espèces cultivées**

Le sorgho cultivé genre *Sorghum*, espèce *bicolor*, sous-espèce *bicolor* est une plante monocotylédone annuelle appartenant à la famille des poacées (anciennement dénommées Graminées) et à la tribu des Andropogonées (tout comme le maïs, le mil et la canne à sucre). Cœst une espèce diploïde à nombre chromosomique de base  $n=10$ . En Afrique, *Sorghum bicolor ssp. Bicolor* est en contact avec une sous-espèce annuelle de sorgho sauvage *Sorghum bicolor spp. verticilliflorum* à même nombre chromosomique avec laquelle il se croise spontanément. Les formes hybrides issues de cette interfertilité ont eux-mêmes le statut de sous- espèce sous le nom de *Sorghum bicolor spp. drummondii*. La race bicolor est considérée comme la première race du sorgho domestiquée notamment parce quœlle présente un certain nombre de caractères peu évolués (Chantereau *et al.*, 2013). Selon ce dernier, , En Afrique, on dénombre également les sorghos de race guinea qui dominant dans les aires les plus humides

de la culture du sorgho comme dans la zone sud soudanienne et nord guinéenne de l'Afrique de l'Ouest ; les sorghos de race caudatum présents en Ethiopie, au Soudan, au Tchad et au Nigeria ; les sorghos de la race durra présents dans les régions sèches (Maghreb, Asie mineure, Inde) ou des cultures de contre-saison traditionnelles (vallées du Sénégal et Niger, bassin du lac Tchad) car ils sont tolérants à la sécheresse et à la chaleur ; et enfin les sorghos de race Kafir originaires d'Afrique australe qui est considérée comme la plus récente de toutes.



**Figure 1** : Morphologie d'une plante de sorgho (Larousse multimédia 2016).

### ***3.2. Origine et Diffusion***

Le sorgho serait originaire d'Afrique. Il aurait accompagné les premiers agriculteurs d'un Sahara humide et verdoyant, il y a près de 18 000 ans. Il est cultivé depuis fort longtemps en Afrique et en Asie, et sa culture s'étend à toutes les zones tropicales et tempérées. Le sorgho est principalement cultivé dans les zones de climat Soudano-Sahélien. Il est la céréale la plus cultivée au Burkina Faso. Au Sénégal la culture du sorgho sous pluie est essentiellement pratiquée dans le Centre-Sud et le Sud-Est. Le sorgho est cultivé en décrue au Nord Cameroun et dans les autres Etats du Bassin du lac Tchad et le long de la Vallée du fleuve Sénégal (MAE, 2001). Des nombreuses données archéologiques et botaniques désignent la zone soudano-sahélienne au sud-est du Sahara comme l'aire vraisemblable de la domestication du sorgho. Dans cette vaste région, la moyenne vallée du Nil en Nubie et au Soudan se distingue (Chantereau *et al* 2013).

### ***3.3. Ecologie***

La prédominance des cultures de sorgho s'explique en partie par la grande diversité variétale de la plante et son adaptabilité aux faibles précipitations (200-600 mm), aux sols marginaux et aux températures élevées observées au Sahel (MAE, 2001). Le sorgho valorise très bien l'eau et les éléments minéraux du sol. Il préfère les sols se réchauffant rapidement, lourds et

profonds ; il est moins adapté aux sols sensibles à la battance (RMT BIOMASSE, 2013). Le sorgho supporte des sols à pH variant entre 5,0 et 8,5, et il tolère davantage la salinité que le maïs (House, 1987).

### **3.4. Techniques et contraintes de production**

#### **3.4.1. Techniques de production**

Selon la région, les techniques de production prennent en compte le respect de la date de semis, la préparation du sol, la fertilisation, les conditions de semis, le démariage, l'entretien, le sarclage et le buttage (Vom Brocke *et al.*, 2010).

#### **3.4.2. Contraintes de la production**

Dans un grand nombre de pays en développement, les politiques de soutien des prix du sorgho, parfois établies depuis longtemps, ont été réduites ou abandonnées, suite à la dégradation des marchés. Dans certaines régions, les oiseaux ravagent les cultures, surtout à la phase de remplissage des graines. Une autre contrainte importante est le *Striga*, une plante parasite qui se fixe sur les racines du sorgho d'où elle puise son eau et ses éléments nutritifs, réduisant ainsi la croissance et le développement de cultures, le rendement, et pouvant même aller à la mort de la plante. Les moisissures des graines et pourritures des tiges causent des pertes importantes, surtout dans les régions où les cultivars améliorés ont été adoptés. Les insectes sont une contrainte dans plusieurs régions (punaises des panicules, la cécidomyie, foreurs des tiges et mouches des pousses) et causent des pertes importantes (FAO, 1995).

Le sorgho est généralement cultivé dans des conditions difficiles : sols peu fertiles, pluviométrie faible et irrégulière, etc. La pression démographique a entraîné une diminution de la période de jachère et conséquemment de la fertilité des sols. Ces conditions, couplées à la faiblesse de l'intensification sont responsables des baisses de rendements enregistrés dans certains pays tels que le Nigeria, Niger, Mali, (CMA/AOC, 2004).

#### **3.4.3. Potentiel de rendement du sorgho**

Le sorgho possède un potentiel de rendement élevé, comparé à ceux du riz, du blé et du maïs. On a relevé dans les champs d'essai des rendements qui dépassent 11000 kg /ha avec des rendements supérieurs à la moyenne variant entre 7000 et 9000 kg/ha lorsque l'eau n'est pas un facteur limitant (House, 1987). Selon la même source, dans les zones où le sorgho est couramment cultivé, on obtient de 3000 à 4000 kg/ha dans les meilleures conditions et seulement de 300 à 1000 kg/ha si l'approvisionnement en eau devient limitant.

#### **3.4.4. Importance économique**

Le sorgho est la cinquième céréale mondiale, en termes de volume de production et de surfaces cultivées après le maïs, le riz, le blé et l'orge. En 2011, dans le monde, 54 millions de tonnes de sorgho ont été produites et 35 millions d'hectares de sorgho ont été cultivés. En 2012, la production du sorgho en Afrique était de 23 350 064 tonnes pour une superficie totale mise en culture de 23 142 595 hectares (FAO, 2012). Sur le plan mondial, les principaux pays producteurs sont l'Inde, le Nigéria, les États-Unis, le Mexique et l'Argentine (Harold et Tabo, 2015). Au Sahel, le sorgho et le mil occupent les premières places. Ces deux cultures occupent ensemble 50 à 70% des superficies cultivables. Les rendements grains du sorgho sont en général faibles en Afrique. Selon FAO (2016), les rendements moyens sont de 0,4t/ha au Niger, 0,7t/ha au Sénégal, 1,07t/ha au Burkina Faso et de 1,2t/ha au Nigéria.

En Afrique, la céréale est généralement consommée à l'état de grain ou réduite en farine. Elle permet d'obtenir de l'alcool et des boissons traditionnelles comme le dolo au Burkina Faso. Dans les pays européens, on se sert principalement du sorgho fourrager pour l'alimentation des animaux. Le sorgho est aussi utilisé pour la fabrication d'agro carburants comme le bioéthanol (Libertalia, 2013). Le grain du sorgho est utilisé en alimentation humaine et animale ; les résidus de récoltes tels que la tige et les feuilles sont utilisés pour l'alimentation du bétail ; les tiges sont récoltées et stockées comme foin ou soit consommés sur pieds par les animaux en pâturage. Dans certaines régions, on utilise les tiges comme matériau de construction, et les résidus, après la récolte des panicules, peuvent servir des combustibles (House, 1987). La situation particulière du sorgho est grandement liée à son statut de culture de subsistance pour le petit paysannat des zones tropicales à faible pluviométrie (Chantereau *et al.*, 2013).

#### **IV. Influence des parcs agroforestiers sur les cultures annuelles**

Les systèmes agroforestiers ont un grand potentiel de diversification des ressources alimentaires et des sources de revenus. Ceux-ci peuvent améliorer la productivité des terres, stopper et inverser la dégradation des terres grâce à leur capacité à fournir un microclimat favorable et une couverture permanente, à améliorer la teneur en carbone organique et la structure du sol, à accroître l'infiltration et à améliorer la fertilité et l'activité biologique des sols (Nair *et al.*, 2009). L'effet de la distribution des précipitations sur l'alimentation en eau des cultures annuelles dans ces systèmes agro sylvicoles et la compétition pour la lumière ont été mentionnés comme facteurs pouvant considérablement affecter les niveaux de rendement

des cultures (Boffa *et al.*, 2000 ; Baker *et al.*, 2003 ; Nikiema, 2005 ; Zomboudré *et al.*, 2005). Toutefois, ce système de production présente des avantages considérables en ce sens que les producteurs y bénéficient des ressources financières que génèrent la production des arbres (Gnanglè *et al.*, 2012 cités par Saidou *et al.*, 2012). En ce qui concerne les parcs agroforestiers à karité, Saidou *et al.*, (2012) a observé une influence négative des arbres de karité sur les rendements en grains et pailles du maïs. Kater *et al.*, (1992) ont attribué les réductions de rendement des cultures sous les karités à l'intensité de l'ombrage et au fort taux d'humidité lequel pouvant induire des maladies fongiques sous ombrage.

## Chapitre II- Matériel et Méthodes d'étude

### 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 au sud du Tchad. Située entre 8° 54 36 de latitude Nord, et 17° 33 00 de longitude Est, la région du Mandoul est située au sud du pays, elle est frontalière de la République Centrafricaine. 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. Elle est traversée par une route nationale principale qui joint les frontières Est-Ouest. Le canton Koumra est situé dans le Département du Mandoul Oriental, et au cœur de la région du Mandoul. Il compte environ 42 villages (World Vision, 2015).

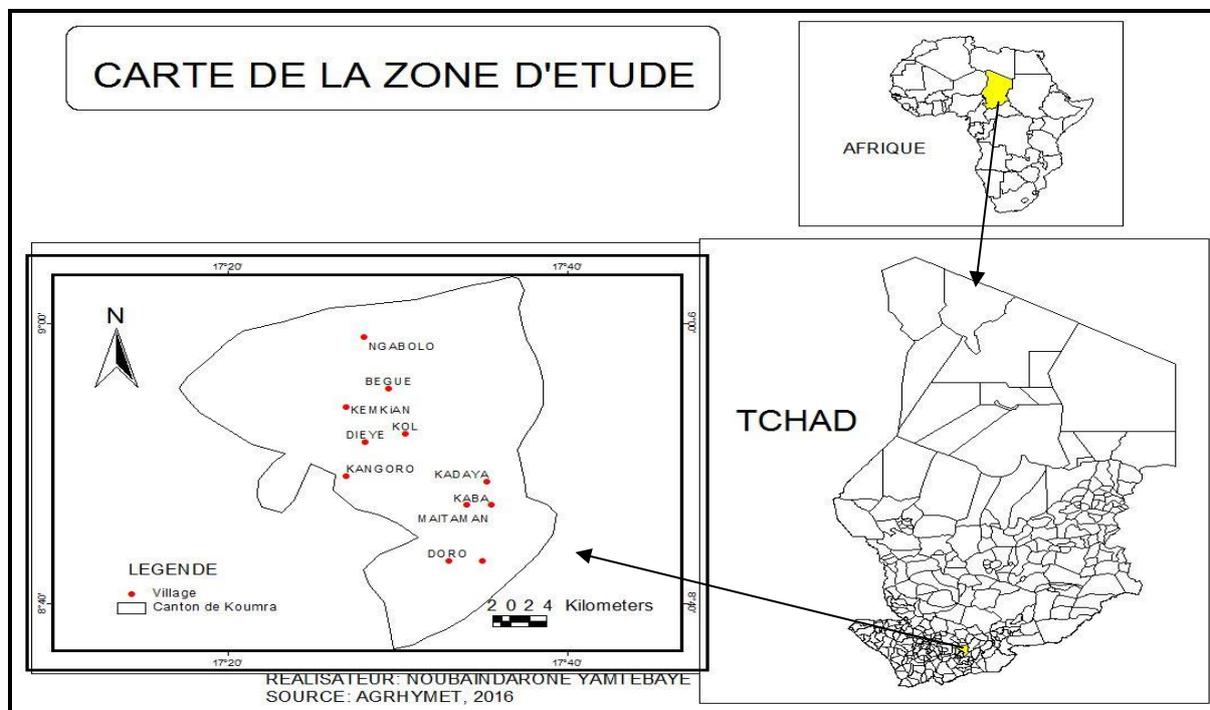


Figure 2 : Carte de la zone d'étude

### 2.2. Généralités sur la zone d'étude

#### 2.2.1. Démographie

La région du Mandoul compte 637 086 habitants (INSEED, 2009). Les groupes ethnico-linguistiques principaux sont les Sar Madjingaye, les Mbaï, les Nar et les Daï. À ces groupes, s'ajoutent aussi les Toumak de Goundi qui ont joué un rôle important dans l'histoire de cette région avant, pendant et après l'arrivée des colons au Tchad. Le canton Koumra compte 42

villages avec une population totale environ 99546 habitants (World Vision, 2015) et est constitué d'une population composée en majorité des jeunes valides qui sont des potentiels mains d'œuvre pour la production agricole. Les phénomènes sociaux tels que l'alcoolisme, la prostitution, l'exode rural, la pandémie du VIH/SIDA, l'excision, l'analphabétisme gangrènent cette jeunesse. En plus de cela, les conflits agriculteurs-éleveurs sont récurrents et entraînant ainsi des morts d'homme chaque année à cause des divagations des animaux dans les champs et le surpâturage. Face à ces situations les dispositions ont été prises par le gouvernement à travers les autorités locales pour la gestion de ces conflits et la cohabitation pacifique entre agriculteurs-éleveurs.

### **2.2.2. Milieu physique**

#### **2.2.2.1. Sols et végétation**

Les sols de la zone d'étude sont de types ferrugineux tropicaux (ORSTOM, 1965) ; 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* Linnaeus autour des agglomérations.

#### **2.2.2.2. Climat**

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 hiver, les précipitations sont plus faibles qu'en été avec deux types de vents dominants : L'harmattan qui souffle de nord-est au sud-ouest et la mousson de sud-ouest vers le nord Est. 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.

### **2.2.2.3. Hydrographie**

Le réseau hydrographie de la zone d'étude est composé d'une rivière qui prend sa source dans le fleuve Mandoul qui a donné le nom à la région, un marigot qui traverse la grande partie du canton Koumra en se jetant dans le fleuve PENDE. Pendant la période de crue, ces cours d'eau constituent des lieux de dépôt des limons et donc une zone propice pour les cultures maraichères très exploitée par les villages riverains.

### **2.2.2.4. Pluviométrie**

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. Les moyennes de pluviométrie pour les cinq dernières années sont résumées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau I : La pluviométrie des cinq dernières années dans la région du Mandoul**

Année	2011	2012	2013	2014	2015	Moyenne de 5 ans (mm)
Moyenne annuelle (mm)	1065	1246	1162	1076	949	<b>1099</b>

Source : (SISAAP, 2016)

## **2.3. Activités économiques**

### **2.3.1. Agriculture**

Dans le canton Koumra, l'agriculture est la principale activité et la source des revenus de la majorité de la population. 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. On note la pratique des cultures d'appoint. Il s'agit de : la patate douce, le sésame, le taro, le haricot qui génèrent également des revenus supplémentaires aux producteurs.

### **2.3.2. Elevage**

L'élevage des bovins est dominant dans la zone, car la majorité des producteurs utilisent la traction animale pour le labour. L'élevage des ovins, caprins et de la volaille est également pratiqué un peu partout dans les villages et celui des camelins est à signaler. Il faut dire que l'élevage est la deuxième source des revenus après agriculture car pendant la campagne

agricole, ce sont les revenus de l'élevage qui servent à employer la main d'œuvre agricole pour les travaux de sarclage et récoltes des champs. L'élevage est associé à l'agriculture à cause de la force de traction animale pour le labour et les déchets qui sont utilisés pour la fertilisation organique des parcelles peu fertiles. L'élevage est du type sédentaire pour les agriculteurs entre tant les éleveurs nomades pratiquent l'élevage du type transhumant qui occasionne souvent des conflits entre agriculteurs-éleveurs.

### **2.3.3. Commerce**

Le commerce est la troisième source des revenus dans le canton Koumra ; il est pratiqué en majorité par les femmes qui développent des petites activités génératrices des revenus telles que la vente des denrées alimentaires, la vente de la beurre du karité, les petits commerces des ingrédients et la vente des boissons locales et les produits maraichers tels que la laitue, les aubergines, la tomate, patates douces etc.. Les hommes pratiquent le commerce des matériaux de construction tels que le sable, les briques cuites et la vente des bois d'œuvre et les taxis moto sont moyens courants dans cette zone. Les échanges commerciaux se font à travers les marchés hebdomadaires autour de la ville de Koumra entre autres les marchés de Peni, Koko, Bessada, Bedaya, Koumra etc.

### **2.4. Matériel d'étude**

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.

### **2.5. Méthode de l'étude**

#### **2.5.1. Collecte des données**

Pour mettre en œuvre cette étude, nous avons utilisé la méthodologie d'enquête socio-économique à l'échelle des exploitations agricoles. La même méthode a été utilisée pour la collecte des données sur les trois objectifs spécifiques de cette étude. 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. Le questionnaire comprend quatre sections et prend en compte tous les trois objectifs de l'étude. Ces sections sont : Les caractéristiques sociodémographiques qui captent les informations de base sur les enquêtés, la caractérisation

des systèmes agroforestiers existants dans le canton de Koumra ; les performances des parcs agroforestiers sur la production du sorgho et l'importance socio-économique des parcs agroforestiers à karité.

### **2.5.2. Echantillonnage**

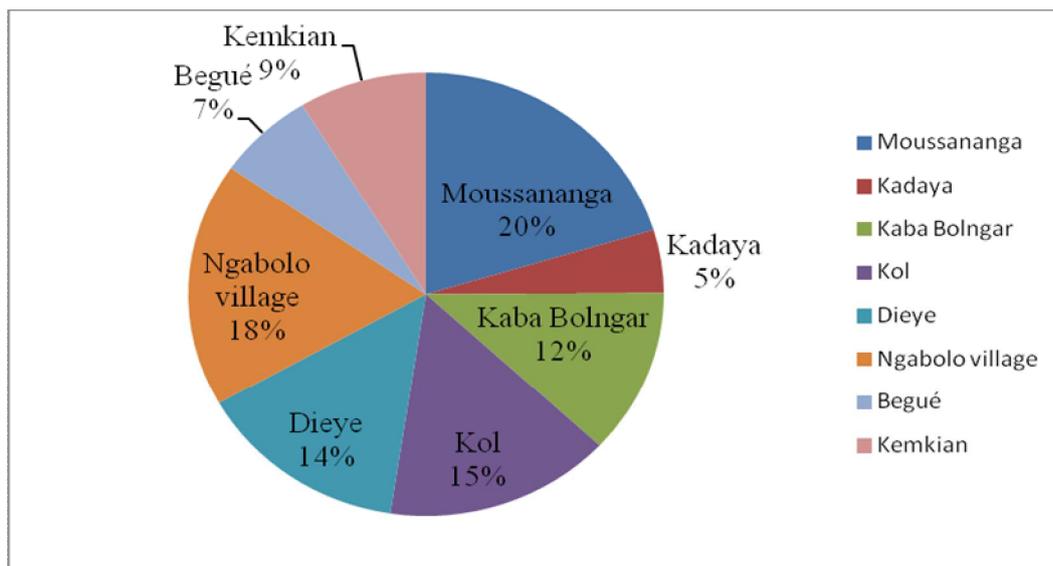
Pour mettre en œuvre cette enquête, nous avons procédé à l'échantillonnage en grappe à deux degrés sur l'ensemble de population concernée par cette étude. Le premier degré est le choix des villages à enquêter et le deuxième degré concerne le choix des ménages à interroger. La taille de l'échantillon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

$$n = \frac{t^2 \times p(1-p)}{e^2} \quad (\text{Giezendanner, 2012})$$

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 parmi les 2921 ménages 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.

### **2.5.3. 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 3). 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 3 : Proportion des ménages enquêtés par village**

#### **2.5.4. 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.

#### **2.5.5. Observation directe des parcs agroforestiers**

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

## **2.6. 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.

## Chapitre III. 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 4). Ceux qui n'ont jamais été alphabétisés sont 15% parmi la population de la zone d'étude.

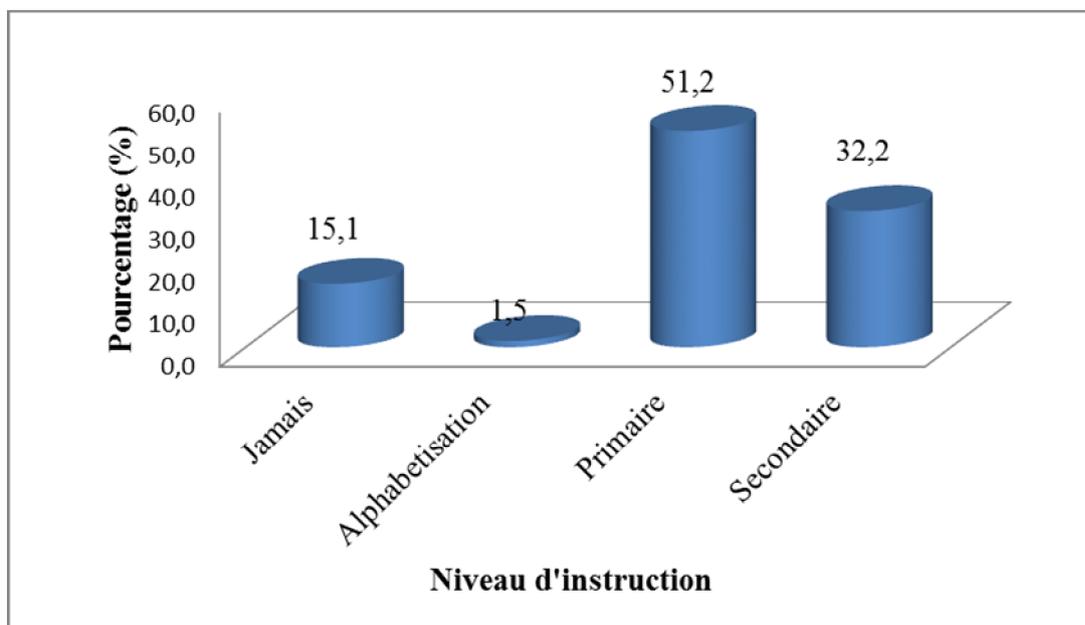
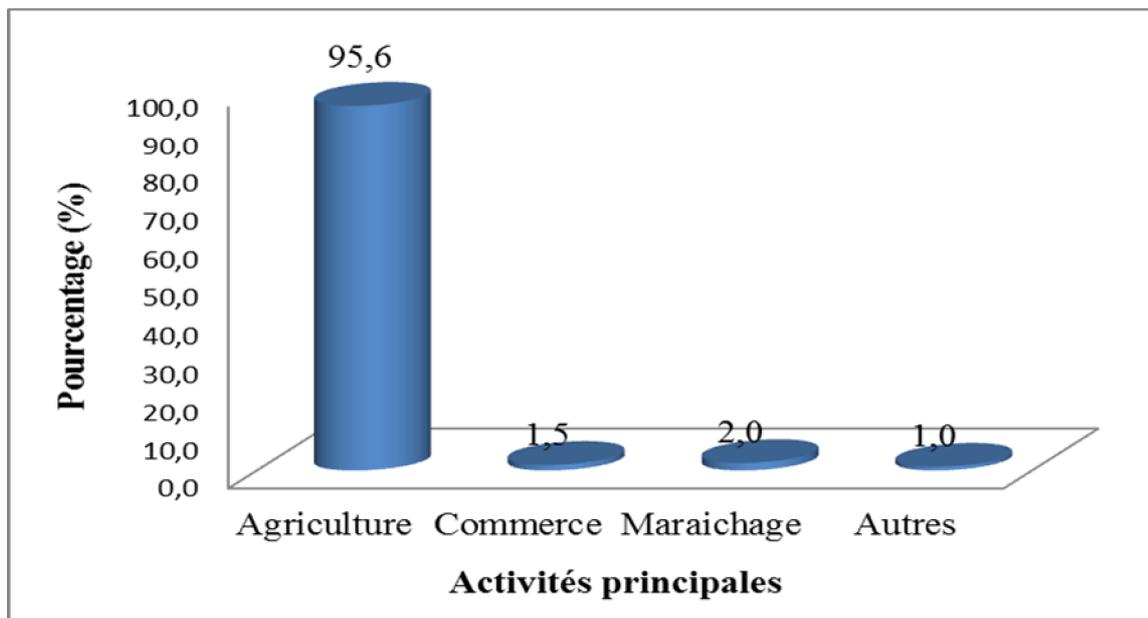


Figure 4 : Répartition des enquêtés par niveau d'instruction

### 3.2. Pratiques paysannes

#### 3.2.1 Activités agricoles

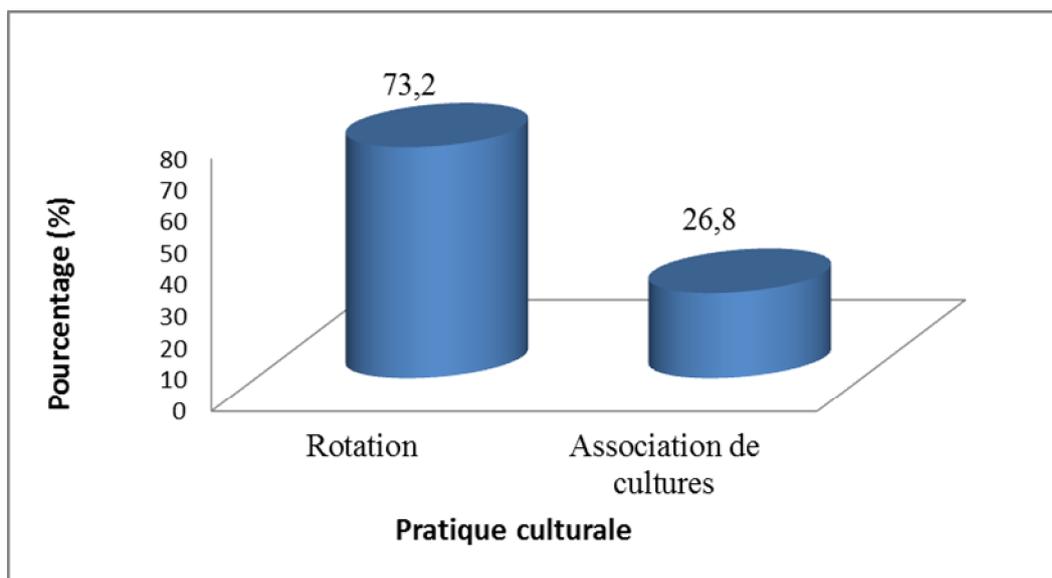
L'analyse de la figure 5 montre que la majorité des chefs d'exploitation (95,6%) pratiquent l'agriculture pluviale comme leur principale activité de subsistance. Le système de cultures irriguées ou maraichage ainsi que le commerce sont moins développés et ne constituent pas les activités prioritaires 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 5 : Répartition des producteurs par activité**

#### 3.2.2 Techniques culturales

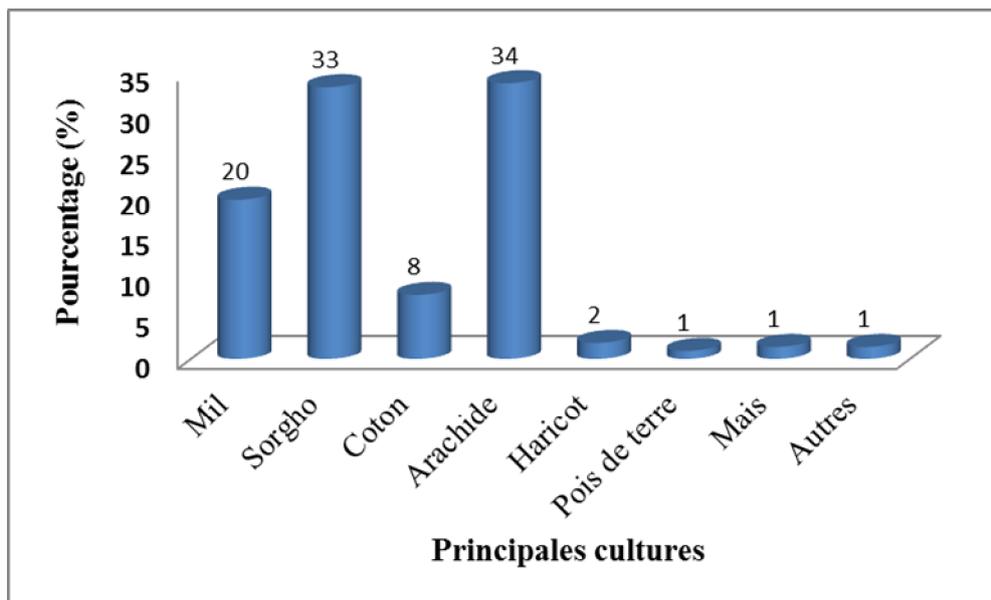
Selon les résultats de nos investigations, 73,2% des producteurs pratiquent la rotation culturale comme mode de gestion de la fertilité des terres agricoles dans cette localité. D'après les analyses des questions ouvertes sur ce sujet, les répondants ont fait le point sur les types de spéculation qui 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 6 : Pratique culturelle de la zone d'étude**

### ***3.2.3. Cultures pratiquées durant les cinq dernières années dans les systèmes agroforestiers***

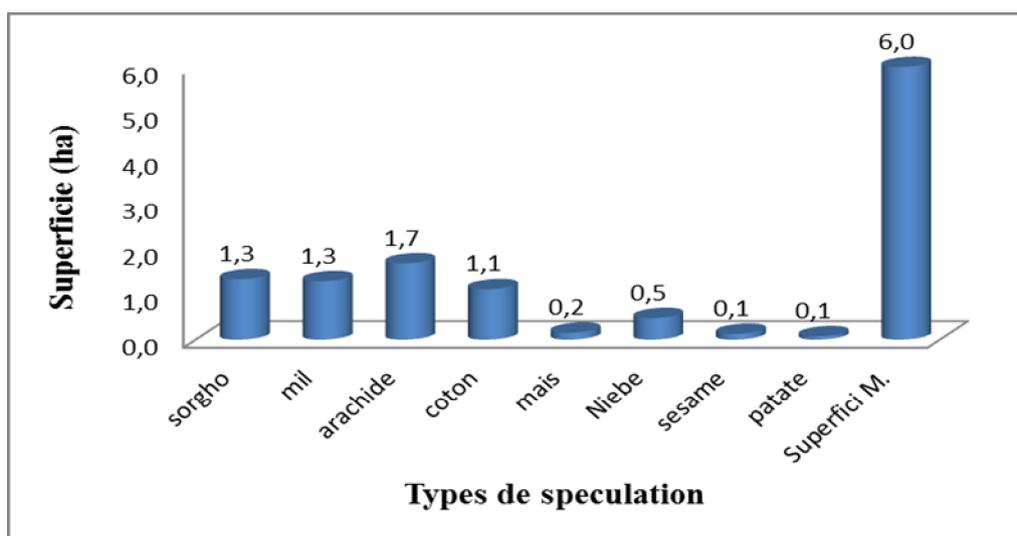
L'examen de la figure 7 montre que l'arachide et le sorgho sont les principales cultures pratiquées par les producteurs dans le canton Koumra avec des taux respectifs de 34% et 33,% des pratiquants. La culture du coton est pratiquée par très peu des agriculteurs (8%) ce dernier temps. Elle est très exigeante en ce qui concerne le suivi des itinéraires techniques et le prix de vente de fibre du coton a chuté à la usine de dégrainage 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 de karité.



**Figure 7 : Principales cultures pratiquées durant les cinq dernières années**

### 3.2.4. Superficie des exploitations agricoles

L'analyse de la figure 8 montre que la superficie moyenne des cultures pluviales est de 6 ha par producteur. Les superficies moyennes du sorgho, mil, arachide et coton varient de 1ha à 1,7 ha. La superficie d'une spéculacion n'a jamais atteint 2 ha par producteur ; on remarque aussi que les exploitants agricoles pratiquent la diversification des cultures dans cette localité. Les cultures d'appointe telles que le Maïs, niébé, sésame et patate ont chacune une superficie moyenne de moins d'un hectare par spéculacion.



**Figure 8 : Les superficies moyennes des cultures/producteur**

### 3.3. Caractérisation des parcs agroforestiers existants dans le canton de Koumra

#### 3.3.1. Les arbres dominants dans les exploitations agricoles

Selon les résultats des enquêtes, les 99,5% chefs d'exploitation agricole ont signalé la présence d'arbres dans leurs champs. Les analyses ont également montré que les espèces ligneuses telles que : *Faidherbia albida* ; *Parkia biglobosa* ; *Ziziphus mauritiana* ; *Khaya senegalensis* et *Anogeissus leiocarpus* sont souvent présentes dans les exploitations agricoles. Parmi elles, le *Vitellaria paradoxa* est l'espèce des ligneux la plus dominante (93%) dans les exploitations agricoles (Figure 9). Ce qui prouve une fois de plus que le parc à karité est le plus dominant dans cette zone.

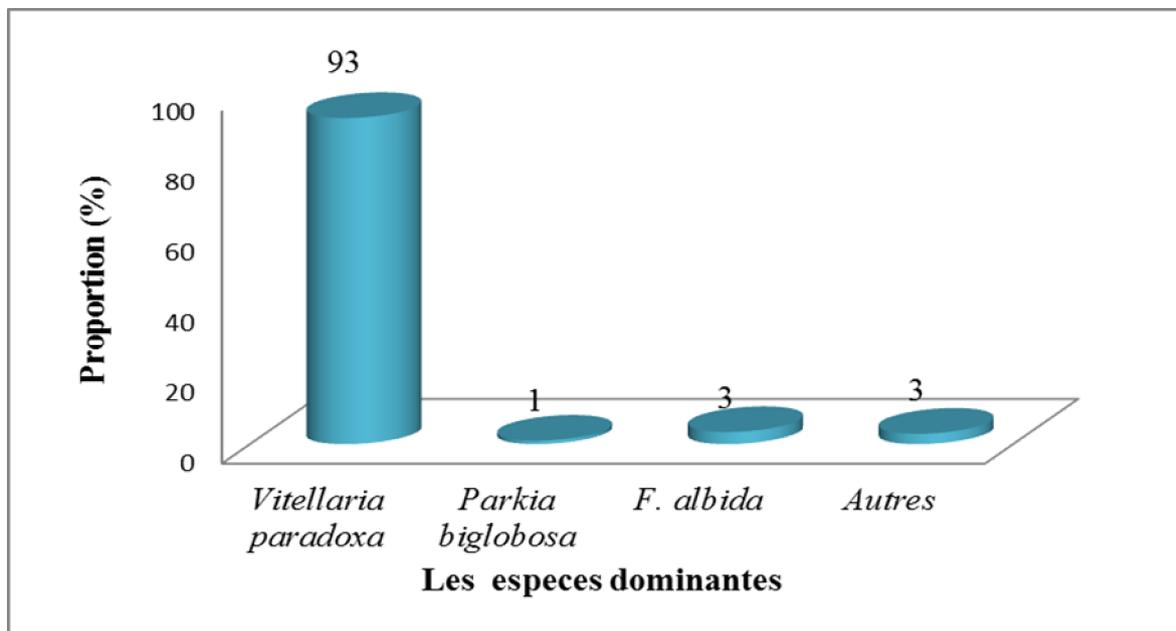
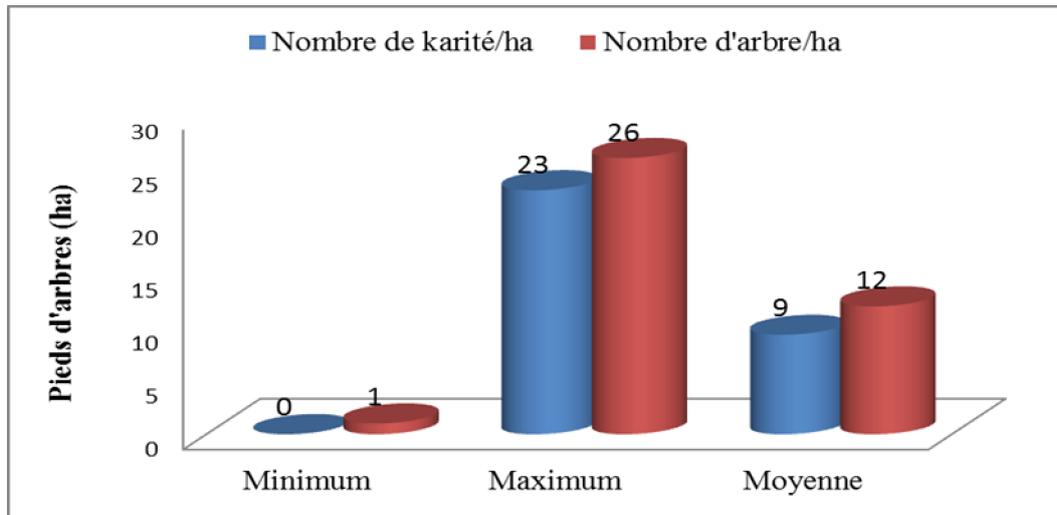


Figure 9 : Les espèces d'arbres dominants dans les exploitations agricoles

#### 3.3.2. La densité d'arbres à l'hectare

L'analyse de la figure 10 montre que la densité moyenne d'arbres à karité est de 9 pieds/ha avec un effectif variant de 0 à 23 pieds à l'hectare. L'effectif de tout arbre confondu varie de 1 à 26 pieds dans un hectare d'exploitation agricole avec une moyenne de 12 pieds arbres/ha. Le nombre de pieds de karité varie d'un village à un autre et d'une exploitation agricole à une autre. Dans un hectare de parcelle ; l'effectif des espèces ligneuses autres que le karité varie de 1 à 3 pieds avec une moyenne de 3 pieds. On constate également dans la figure 10 que, 95,1% des producteurs enquêtés pratiquent la méthode de défrichement amélioré pour

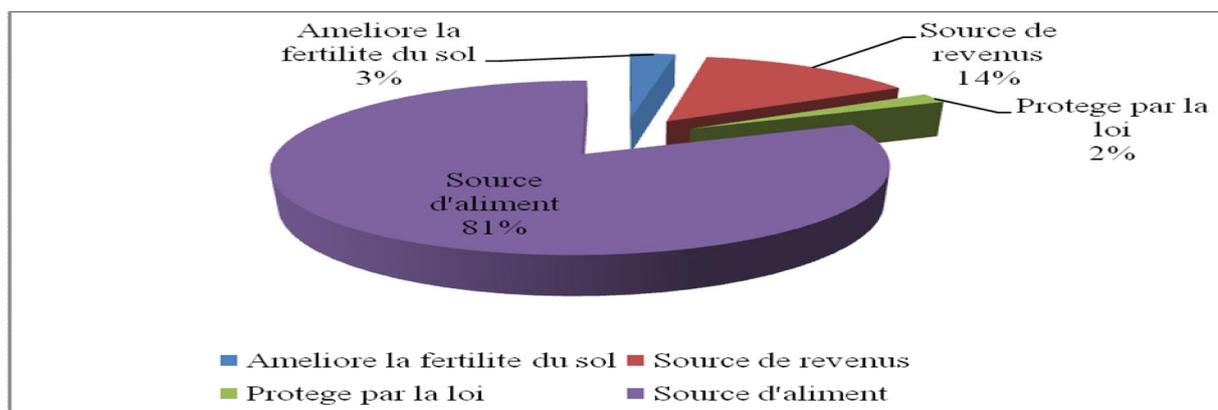
entretenir les arbres dans leurs exploitations agricoles ; l'âge moyen des arbres à karité estimé par les producteurs est de 62 ans.



**Figure 10 : la densité d'arbres/ha dans les exploitations agricoles**

### 3.3.3. Raisons de préservation des arbres dans les champs

On observe dans la figure 11 que 81% des producteurs ont entretenue 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 11 que dans le canton de Koumra, la majorité des producteurs ignorent l'importance agronomique de l'arbre dans les exploitations agricoles. L'arbre a de l'importance agronomique et environnemental capital : Il protège le sol contre l'érosion hydrique et éolienne, améliore la fertilité des sols etc. mais ces avantages agronomiques n'ont pas été évoqués par les producteurs de cette localité.



**Figure 11 : Raisons de maintien d'arbres dans les exploitations agricoles**

### 3.3.4. Les systèmes agroforestiers existants dans le canton de Koumra

D'après les résultats de l'étude, 99% des exploitants agricoles pratiquent le système agrosylvicole (Figure 12), c'est-à-dire l'association des arbres aux cultures annuelles. Ce système agroforestier est pratiqué par la majorité des agriculteurs par rapport aux autres systèmes impliquant la foresterie tels les systèmes agro-sylvo-pastoral et sylvo-pastoral.

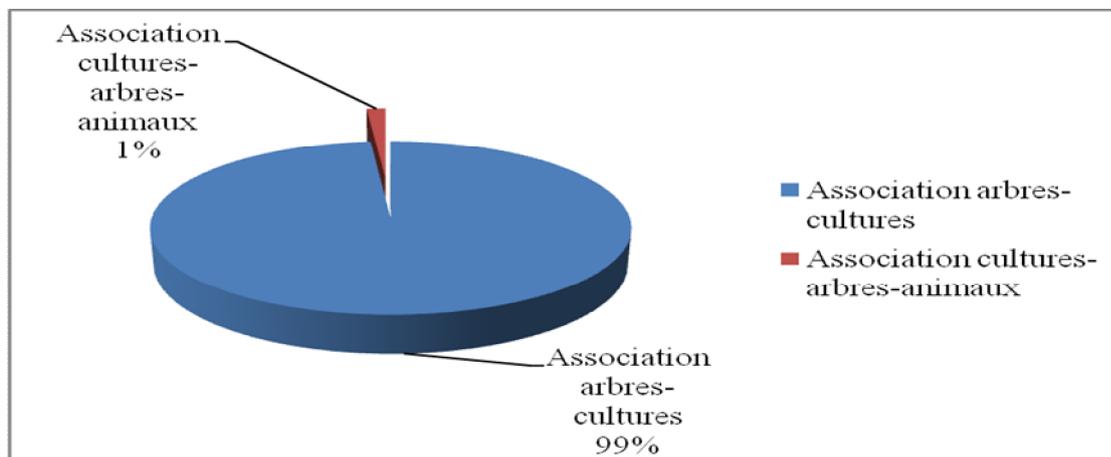


Figure 12 : Pratique des systèmes agroforestiers

### 3.4. L'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 13) 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.

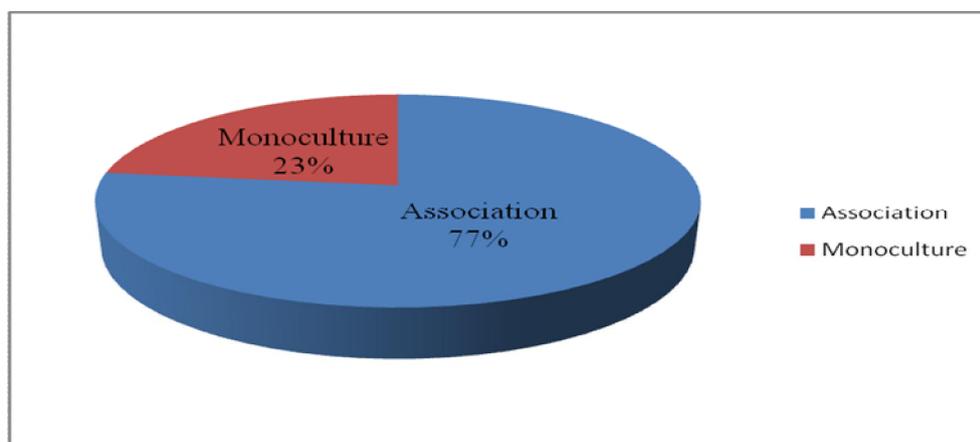


Figure 13 : Systèmes de culture du sorgho

### 3.4.2. Types de spéculation 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 14). Très peu parmi eux associent le sorgho au coton et au pois de terre dans la localité d'étude. Bien que les proportions des producteurs qui associent les deux dernières cultures au sorgho sont statiquement insignifiantes ; elles font partie quand même des cultures associées au sorgho dans le Canton de Koumra.

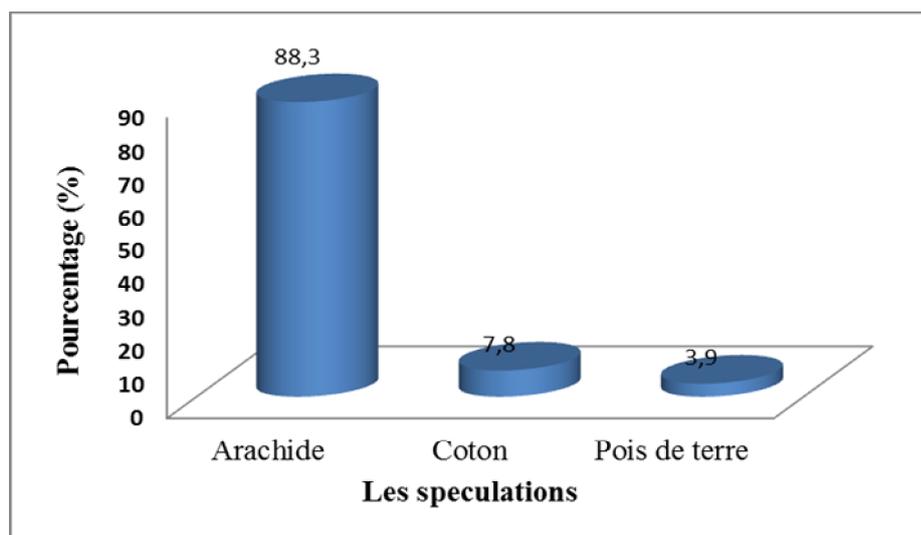


Figure 14 : Cultures associées au sorgho dans le Canton Koumra

### 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 15). 11,7% seulement des répondants affirment que le sorgho croit bien sous le houppier du karité.

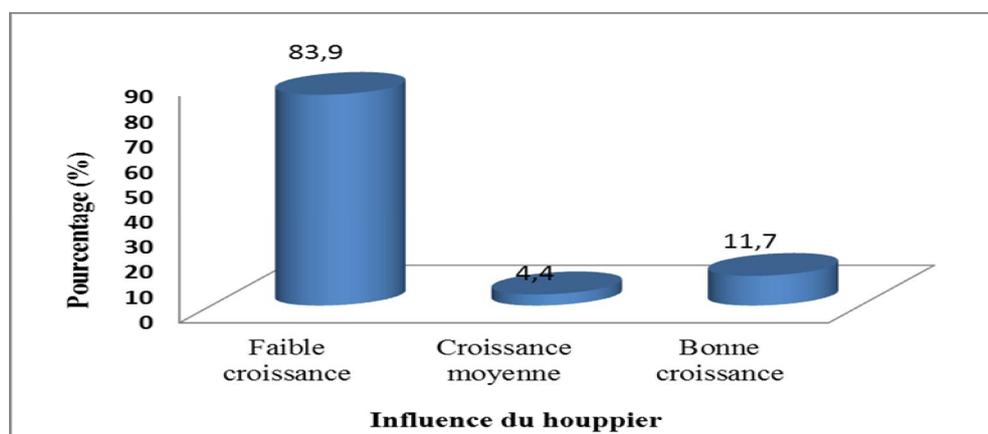


Figure 15 : Influence du houppier de karité sur la croissance du sorgho

### 3.4.4. Influence du houppier de karité sur l'épiaison du sorgho

L'examen de la figure 16 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.

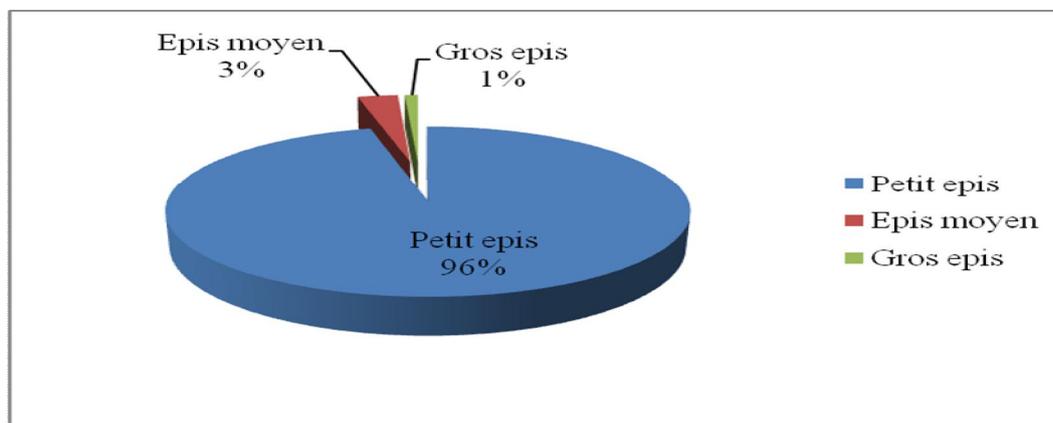


Figure 16 : Influence du houppier de karité sur l'épiaison du sorgho

### 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 17). Cette baisse de rendement en grain est estimée à 128 kg à l'hectare (Tableau II) pour 9 pieds de karité/ha. Cela signifie que si les pieds du sorgho sous les houppiers du karité produisaient de rendement en grain comme ceux en dehors du houppier, on aurait pu gagner 128 kg de plus sur le rendement total à l'hectare. Cette baisse de rendement du sorgho sous le houppier du karité a été constatée par l'ensemble des producteurs du canton de Koumra qui pratiquent souvent cette association sorgho-karité.

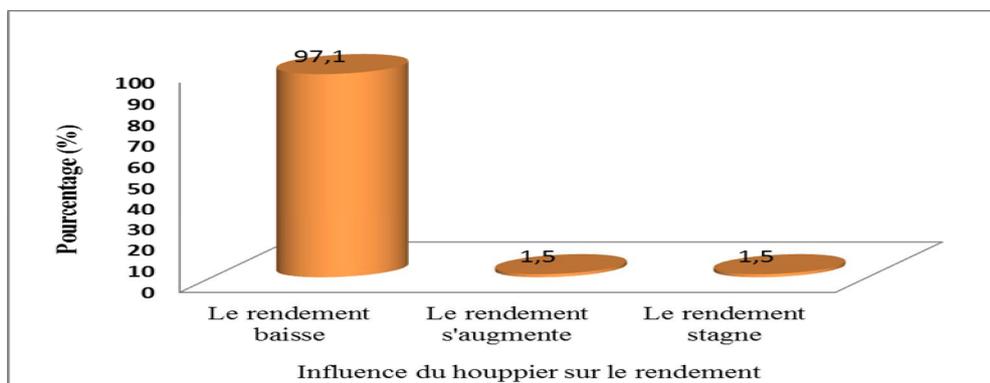


Figure 17 : Influence du houppier de karité sur le rendement en grain du sorgho

### 3.4.6. Evaluation du rendement du sorgho sous le houppier du karité

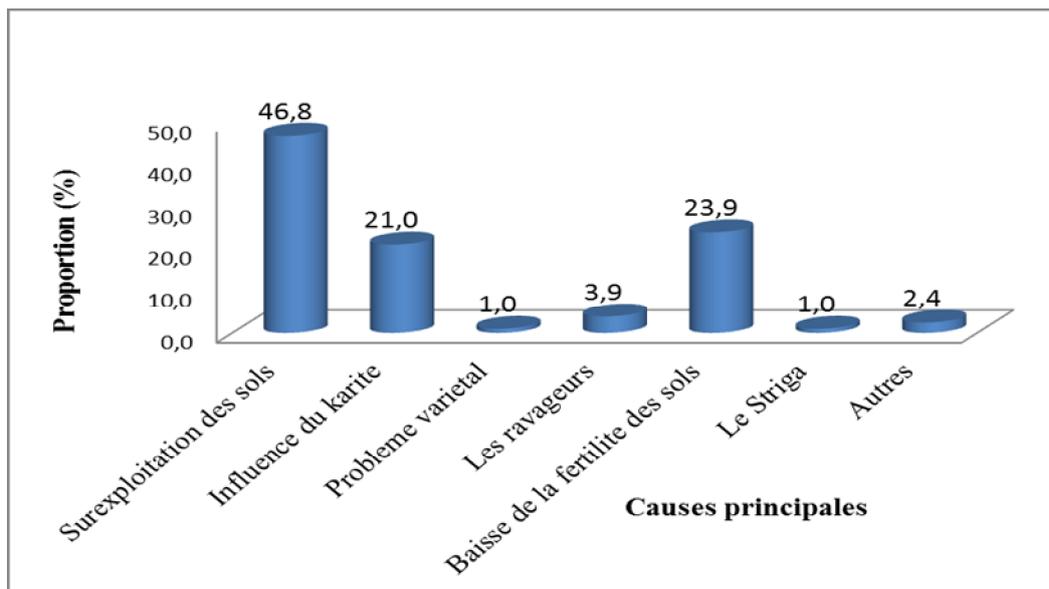
Selon les résultats des investigations de cette étude (Tableau II), les répondants ont estimé une perte de 128 kg du rendement en grains du sorgho pour 9 pieds du karité en moyenne à l'hectare à cause de l'influence de son houppier. Selon eux, cette perte du rendement varie en fonction de la densité 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 le piépiason du sorgho.

**Tableau II : Estimation de la perte du rendement du sorgho sous les houppiers/ha**

Estimation de rendement	Moyenne
Estimation de perte de rendement en grain sous le houppier/ha	128 kg
Rendement du sorgho estimé en kg/ha en 2015	467 kg

### 3.5. Principale cause de baisse de rendement du sorgho

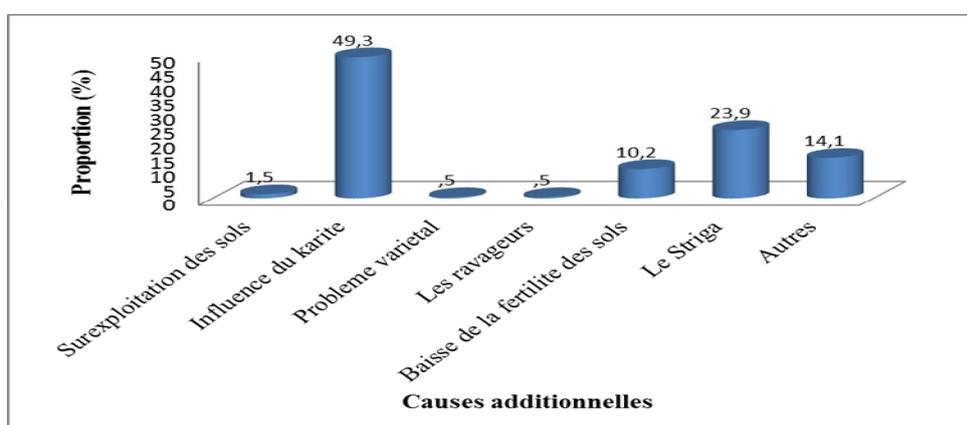
Parmi les principales causes de baisse de rendement du sorgho, 46,8% des producteurs ont énumérés la surexploitation des sols contre 23,9% des producteurs qui ont mentionné la baisse de la fertilité des sols (Figure 18). Cette baisse de la fertilité des sols est la conséquence de la surexploitation des 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* (Figure 16). Cependant, 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. Toutefois, il faut noter qu'à l'exception de la mauvaise répartition de la pluviométrie, ces causes semblent moins importantes au vu de l'observation des itinéraires techniques.



**Figure 18 : Principales causes de baisse de rendement en grain du sorgho**

### 3.6. Les causes additionnelles de la baisse de rendement du sorgho

L'analyse de la figure 19 montre que 49,3% des exploitants agricoles ont mentionné l'influence du houppier du karité comme une cause additionnelle de la baisse du rendement du sorgho. 23,9% ont plutôt avancé comme la cause secondaire de baisse du rendement du sorgho, le l'attaque du *Striga hermonthica* ; 14,1% ont avancé d'autres causes telles que : la mauvaise pluviométrie, le retard dans le labour, les maladies fongiques ainsi que les autres attaques. Bien que les autres causes aient été énumérées par les producteurs, la surexploitation des sols (Figure 18) et l'influence du karité (Figure 19) restent les majeures causes de la baisse de rendement du sorgho dans cette localité.



**Figure 19 : Causes additionnelles de la baisse de rendement en grain du sorgho**

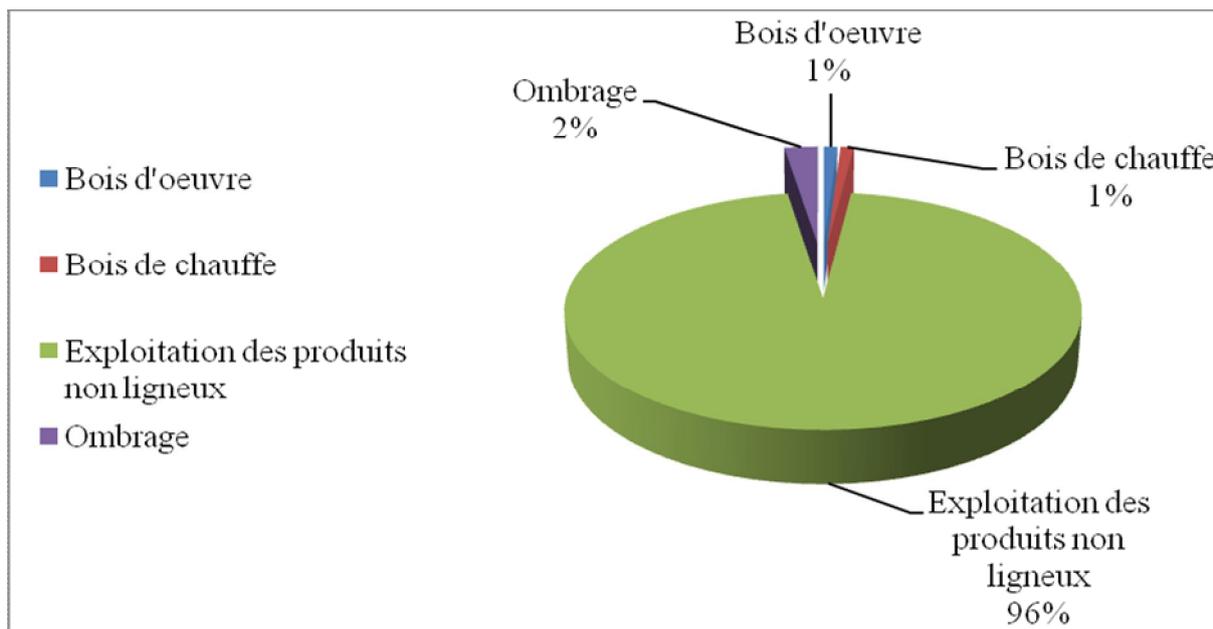
### ***3.7. Les difficultés rencontrées par les producteurs dans les systèmes agroforestiers à karité***

Selon les analyses des données sur les questions ouvertes administrées aux exploitants agricoles, plusieurs difficultés ont été énumérées quand à l'association des cultures annuelles avec les parcs agroforestiers à karité. La difficulté principale est la baisse de rendement des cultures annuelles sous le houppier du karité à l'exception de la culture du coton. A cause du micro-climat qui regne sous les arbres, les mauvaises herbes de la famille de Ciperacées empêchent un bon développement des plantes ; on note ainsi des attages du sogho par les maladies fongiques sous les karités du fait que les germes de celles-ci se développent sous les feuilles de karités qui se décomposent lentement. Les exploitants agricoles ont énuméré comme difficulté le piétinement des cultures par les collecteurs des fruits du karité ; ce piétinement empêche un bon développement des espèces telles que le haricot, l'arachide. Au sud du Tchad en général et dans le canton de Koumra en particulier, il n'y a aucune réglementation en ce qui concerne l'accès aux produits non ligneux du karité. L'exploitation des fruits du karité n'est pas seulement l'affaire du propriétaire terrien seul mais pour toute la communauté ; ce qui n'est pas bénéfique pour les exploitants agricoles. Dans les champs à forte densité de karité, les rendements des cultures sont presque médiocres à cause du manque de rayonnement.

### **3.8. Importance socio-économiques des parcs agroforestiers à karité**

#### ***3.8.1. Types d'exploitation du karité***

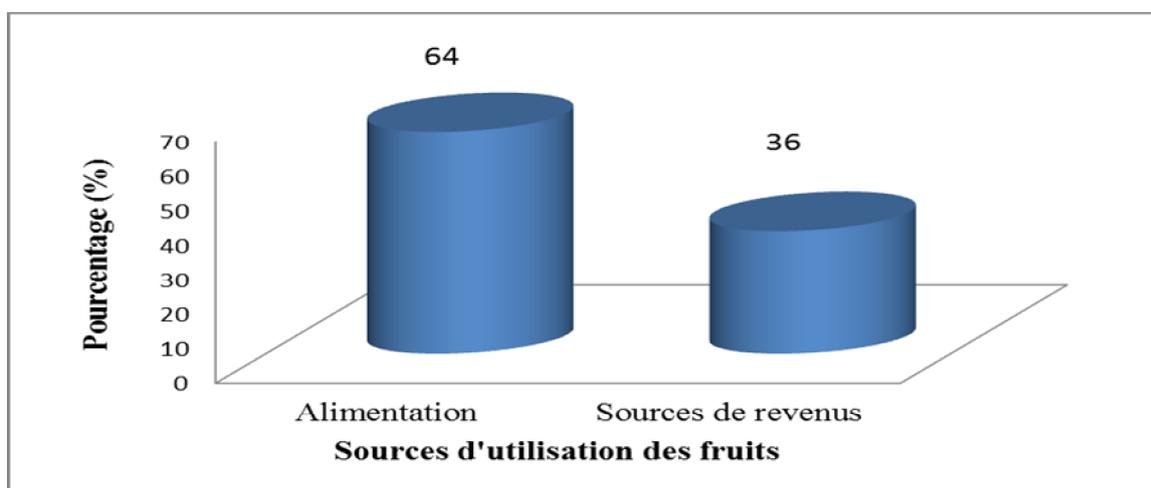
L'analyse de la figure 20 montre que 96% des agriculteurs protègent les parcs agroforestiers à karité pour des raisons d'exploitation fruitière c'est-à-dire la valorisation des produits non ligneux du karité. Les fruits du karité sont consommés et transformés en beurre de karité très utilisé dans l'alimentation ; ils sont aussi utilisés dans la fabrication des savons de toilette et de linge très appréciés dans la région de cette étude. Étant donné que le karité est une espèce protégée, l'exploitation de bois de chauffe se fait uniquement sur le karité mort ; l'exploitation de bois d'œuvre est quasiment inexistante.



**Figure 20 : Les domaines d'exploitation du karité**

### 3.8.2. Utilisation des fruits du karité dans les exploitations agricoles

Selon les résultats de l'étude, on observe dans la figure 21 que 64,% des exploitants agricoles utilisent les fruits du karité pour la consommation ou l'alimentation de la famille ; 36% utilisent les fruits comme leurs sources de revenus en apportant les noix au marché pour la commercialisation. La collecte des fruits du karité est faite en majorité par les femmes (82%) suivis des enfants (17,1). C'est une tâche attribuée aux femmes et aux enfants dans cette localité.



**Figure 21 : Utilisation des fruits de karité dans les exploitations agricoles**

### **3.8.3. Estimation de revenus annuels du karité par exploitation agricole**

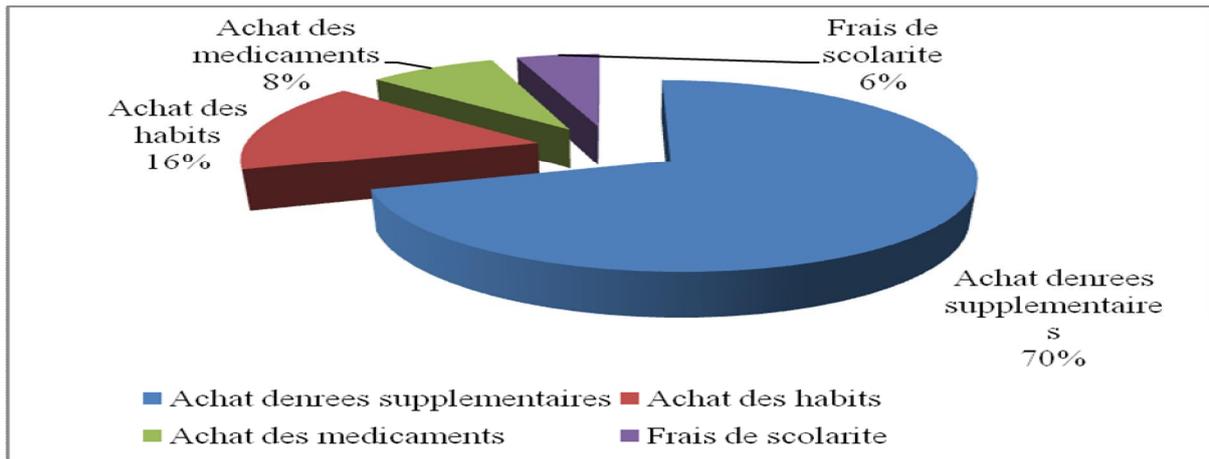
L'analyse du tableau ci-dessous montre que le karité génère en moyenne un revenu annuel de 23856 FCFA par exploitant agricole. Cette estimation des revenus n'est pas exhaustive à cause de l'exploitation communautaire des produits non-ligneux du karité. L'analyse du tableau précédent (II) avait montré une perte de rendement du sorgho de l'ordre de 128 kg/ha en moyenne à cause de l'influence du karité dispersé dans le champ. Par ailleurs, nous avons fait les analyses de prix annuel des denrées alimentaires et surtout le sorgho dans les marchés hebdomadaires de Koumra et Koko à l'aide des données collectées auprès des femmes commerçantes. Il ressort de cette analyse que 100 kg du sorgho coûte en moyenne 10.000 FCFA sur ces marchés. Bien que l'évaluation du revenu de karité ne soit pas exhaustive, on observe que ces revenus dépassent largement le coût du rendement du sorgho perdu à cause du karité.

**Tableau III : Analyse des revenus du karité et de rendement en grain du sorgho**

<b>No</b>	<b>Rubriques</b>	<b>Moyenne</b>
01	Revenu annuel total du karité / exploitant agricole	23856 FCFA
02	Estimation de perte de rendement en grain du sorgho sous le houppier/ha	128 kg
03	Valeur monétaire du rendement du sorgho perdu/ha à cause du houppier de karité	12800 FCFA
04	Prix moyen annuel de 100 kg de sorgho dans le canton de Koumra.	10000 FCFA

### **3.8.4. Utilisation des revenus du karité par les exploitants agricoles**

On observe dans la figure 22 que 70% des agriculteurs utilisent les revenus du karité pour l'achat des denrées supplémentaires et 16% l'utilisent pour les besoins vestimentaires de la famille (Figure 22), ce qui répond bien aux besoins financiers des exploitants agricoles. Ceux qui utilisent les revenus du karité pour payer la scolarité des enfants et les soins médicaux sont insignifiants. Les revenus du karité servent à acheter les denrées supplémentaires dans le canton de Koumra.



**Figure 22 : Utilisation des revenus du karité par les chefs d'exploitations agricoles**

## Chapitre IV. Discussions

### 4.1. Caractéristiques socio-démographiques 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. Caractérisation des parcs agroforestiers dans le canton de Koumra

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 ICRAF, (2008) 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 parcs agroforestiers du canton koumra est riche en strate ligneuse ; les espèces qui les composent sont essentiellement le *Faidherbia albida*, le *Parkia biglobosa*, le *Ziziphus mauritiana*, le *Khaya senegalensis*, le *Anogeissus leiocarpus* Avec toutefois le *Vitellaria paradoxa* (92,7%) comme l'espèce ligneuse la plus dominante dans les exploitations agricoles. La densité des arbres maintenus dans les champs varie d'un village à un autre mais la taille moyenne dans la zone d'étude est de 12 pieds/ha. Le nombre de pieds de toute espèce confondue varie de 1 à 26/ha avec un âge moyen de 62 ans. Cela explique que les parcs agroforestiers dominés par les karités sont vieux et les exploitants actuels sont en majorité des héritiers car 78% des répondants ont acquis leurs terres par héritage. Ainsi le nombre de pieds d'arbres à maintenir est indépendant des exploitants héritiers du fait qu'il est

interdit dans le pays de coupé le karité. 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 (PROFOR, 12). 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 INSAH, (2002) 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. Dans le canton de Koumra, l'association arbres-cultures est le seul système agroforestier pratiqué par les exploitants agricoles (99%). Ce résultat infirme notre hypothèse de départ qui stipule qu'il existe divers systèmes agroforestiers dans cette localité. 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 (FAO, 2011). 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 (FAO, 2015). Les travaux de PROFOR (2012) et König (2007), ont montré que l'arbre contribue à la réduction de la pauvreté et amélioration de la sécurité alimentaire, renforcement de la protection contre les chocs climatiques (adaptation), et contribution à l'atténuation des effets du changement climatique par le stockage du carbone dans les arbres et dans les sols agricoles.

### **4.3. L'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 céréaliers 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 Lawane *et al.*, (2010) qui affirme que 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 Naitormbaide *et al.* (2010) et Lawane *et al.*, (2010) qui affirment 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 (CMA/AOC, 2004) évoqués par (46,8%) des répondants de cette étude. Cette surexploitation des terres agricoles est la conséquence de l'expansion démographique de la population Tchadienne en générale et celle du Canton Koumra en particulier ces dernières années. Les terroirs sont saturés entraînant une insuffisance des terres agricoles dans la localité. Des résultats donnant les raisons de la baisse de rendement de cultures ont été mis en évidence par d'autres auteurs : Lawane *et al.*, (2010) a 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, etc.). Il y a aussi les ennemis de la culture du sorgho et du mil, parmi lesquels le *Striga hermonthica* 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 comme disait Lawane *et al.*, (2010). Néanmoins, ces faibles

rendements du sorgho sont confirmés par les travaux de FAO(2016) qui ont évoqués le faible rendement 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. Par contre, les producteurs (11,7%) qui pensent autrement, c'est-à-dire à la bonne croissance du sorgho sous le houppier du karité justifient cela par le fait que l'arbre doit être taillé pour permettre à l'air et le soleil de rayonner afin de faciliter la photosynthèse des cultures. 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 sorgho 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 grain du sorgho baisse sous le houppier du karité. Cela a été constaté par 97,1% des exploitants agricoles. Cette baisse de rendement en grain 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. En effet, des observations similaires ont été faites sur une culture du maïs associée au karité où les rendements avaient considérablement baissé dans les parcelles sous houppier (Saidou et al., 2012). Selon cet auteur, l'effet de l'ombrage réduit considérablement l'intensité lumineuse sous les arbres.

#### ***4.4. Importance socio économique des parcs agroforestiers à karité***

Nonobstant l'impact négative de parc à karité sur la production du sorgho dans la zone d'étude reconnue par les producteurs eux-mêmes, on note quand même, la majorité d'entre eux (95,6%) maintiennent volontairement les arbres à karité dans les champs. Ce qui prouve une stimulation derrière ces types de décisions dont entre autres la valorisation de fruits de l'arbre. Ainsi, 64,4% des producteurs exploitent les fruits de karité pour des raisons alimentaires. Et selon eux, les fruits de karité constituent des sources alimentaires importantes pendant les périodes de soudures et sont consommés par hommes, femmes et enfants. Ces avantages ont été relevés par PROFOR, (2012) qui a montré que le karité fournit aux populations rurales des fruits nutritifs pendant les « périodes de vaches maigres » de l'année. Ils sont les sources de revenus de 35,6% des producteurs. Les fruits de karité sont directement consommés, et les noix sont transformées en beurre de karité qui sert dans l'alimentation humaine et transformé en produits cosmétiques comme le savon toilette et savons de linge, pommade etc. La récolte des noix du karité est un travail des femmes (82%) et des enfants (17,1%), L'implication des femmes dans la collecte et la valorisation des noix du karité est la caractéristique la plus marquante du produit. Le karité est un des rares biens détenant une valeur économique importante qui demeure jusque-là sous le contrôle des femmes dans cette zone d'étude. L'importance économique du karité a été montrée par ICRAF, (2008) qui a relevé que le karité revêt une grande importance économique pour les populations locales puisque les produits ligneux et non-ligneux de cet arbre peuvent être vendus sur les marchés locaux et internationaux. Parmi les répondants, 70% utilisent les revenus du karité pour l'achat des denrées supplémentaires. Or, Chaque année, le karité génère un revenu moyen de 23856 FCFA/producteur alors que son influence entraîne une baisse de rendement du sorgho en grain de 128 kg/ha en moyenne ; et que la superficie moyenne annuelle du sorgho est autour d'un hectare/agriculteur dans cette zone. Ces revenus issus de karité peuvent bien compenser le manque à gagner engendré par la baisse de rendement. Ce qui permet d'accroître les revenus des ménages et de contribuer à leur sécurité alimentaire. Sur le marché, le prix moyen annuel de 100kg de sorgho est de 10000 FCFA, alors les revenus permettraient d'acheter 239 kg de sorgho, ce qui dépasse largement la perte de rendement estimé à l'hectare. Ces valeurs sont suffisantes pour justifier le maintien des arbres à karité dans les exploitations agricoles. Les analyses des revenus annuels du karité par exploitant agricole n'ont pas été complètes du fait que dans les villages enquêtés, le droit d'usage des fruits du karité ne s'applique pas en fonction du régime de la propriété foncière ;

tous les membres de la communauté ont le droit d'usage sur tous les pieds des karités, cette pratique a rendu difficile l'analyse exhaustive des revenus annuels par exploitant. Bien que le droit d'usage des fruits appartient à la collectivité, la présence de karité dans les champs est plutôt bénéfique pour l'agriculteur qui le maintient car rien n'est perdu ; son influence négative sur les cultures annuelles est compensée par les revenus de ses fruits qu'ils génèrent. L'avantage économique du karité peut être réellement valorisé que lorsque le droit d'usage de ses fruits varie en fonction du régime de la propriété foncière. Les avantages socio-économiques énumérés ici sont semblables aux résultats de recherche de FAO, (2015) ; Gnanglè *et al.*, (2012) cités par Saidou *et al.*, (2012) qui ont montré que le système agroforestier présente des avantages considérables en ce sens que les producteurs y bénéficient des ressources financières que génèrent la production des arbres.

## Conclusion générale

Les parcs agroforestiers font partie des paysages Ouest-Africain et dont le Tchad ; au sud du pays, le paysage est caractérisé par le parc agroforestier où certains arbres sont sélectionnés et maintenus dans les exploitations agricoles. Cette contribution confirme que le *Vitellaria paradoxa* domine le paysage au sud du Tchad et est associé essentiellement aux cultures du sorgho ; mais les performances des parcs agroforestiers à karité sur le rendement du sorgho n'ont pas été étudiées dans cette zone. C'est pourquoi, cette étude s'est focalisée sur la caractérisation des systèmes agroforestiers existants dans le canton de Koumra ; les performances des systèmes agroforestiers sur la culture du sorgho en conditions de culture paysanne ; et les impacts socio-économiques des systèmes agroforestiers à base de karité. À l'issue de nos investigations, les résultats ont montré que l'association arbre-culture est le système agroforestier le plus dominant dans la zone d'étude. Cette association arbre-culture est dominée essentiellement par l'association sorgho-arbre à karité dans les parcs agroforestiers. La culture du sorgho est pratiquée souvent dans les parcs agroforestiers à base de karité. Ce résultat infirme notre hypothèse H1 qui suppose l'existence de plusieurs systèmes agroforestiers dans le canton Koumra. Le *Vitellaria paradoxa* est l'espèce ligneuse qui domine les exploitations agricoles au sud du Tchad ; cela a été confirmé par 92,7% des répondants de cette étude. Ce résultats nous amènent à conclure que le karité est l'espèce qui domine le paysage agroforestier au sud du Tchad en général et dans le canton Koumra en particulier. Les résultats de l'étude ont également montré que le houppier du karité a une influence négative sur la croissance, l'épiaison et le rendement en grain du sorgho dans le canton Koumra. Ces résultats sont également en désaccord avec l'hypothèse H2 de cette étude qui stipule que le rendement du sorgho s'améliore dans les systèmes agroforestiers à base de karité chez les producteurs. Toutefois des études approfondies méritent d'être conduites pour investiguer davantage sur cette question. Les parcs agroforestiers à base de 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 dans les systèmes agroforestiers à base de karité. Ces revenus servent à acheter les denrées alimentaires supplémentaires pour la consommation des ménages des chefs d'exploitations agricoles. Ainsi, notre hypothèse H3 sur les divers avantages socio-économiques des parcs agroforestiers à base de karité est vérifiée. 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 ; ce qui limite les analyses économiques dans cette étude. Aussi, l'étude n'a pas pu comparer les rendements du sorgho estimés par les producteurs avec ceux des champs témoins pour approfondir les analyses. Par ailleurs l'étude nous a permis de formuler des recommandations importantes pouvant aider les producteurs à améliorer la performance de gestion des systèmes agroforestiers à base de karité associé à la culture du sorgho :

- ✓ Elaborer et vulgariser des lois interdisant l'accès aux produits non ligneux des parcs à karité dans les parcelles d'autrui afin de garantir les avantages socio-économiques du karité aux propriétaires terriens uniquement ;
- ✓ Former les producteurs sur la gestion des revenus du karité pour le maintien d'un équilibre durable la relation baisse du rendement du sorgho-compensation par les revenus du karité ;
- ✓ Former les producteurs sur l'importance agronomique de l'arbre dans les exploitations agricoles et donc sur la gestion durable des terres ;
- ✓ Conduire des études approfondies dans le système agroforestier à karité de la zone afin de mieux comprendre son influence sur la culture du sorgho.

## **Bibliographie**

**Alexandre D.-Y.**, 2002. Initiation à l'agroforesterie en zone sahélienne. Les arbres des champs du Plateau Central au Burkina Faso. IRD Éditions et KARTHALA, 2002.196 p

**Anel B.**, 2009. De la multifonctionnalité de l'agriculture à l'agroforesterie : Le projet de mise en valeur de l'espace rural de la MRC du Rocher-Percé (février 2005 ó août 2009). Réalisations et réflexions. CLD du Rocher-Percé. 83 p.

**Baker T. R., Burslem D. F. R. P. et Swaine M. D.**, 2003. Association between tree growth, soil fertility and water availability at local and regional scales in Ghanaian tropical rain forest. J. Trop. Ecol., **19**: 109-125.

**Bene J. G., Beall H. W. and Coté A.**, 1977. Trees, food and people: Land management in the tropics, Ottawa International Development. Research Centre, 52 p

**Bezot P.**, 1963. L'amélioration des cultures céréalières au Tchad. L'agronomie tropicale. ORSTOM. Fonds documentaire. Extrait N° 1. 128-131 pp

**Boffa J. M., Taonda S. J. B., Dickey J. B. and Knudson D. M.**, 2000. Field-scale influence of karate (*Vitellaria paradoxa*) on sorghum production in the Sudan zone of Burkina Faso. Agrofor. Syst., **49**: 153-175

**Boffa J.-M.**, 2000. Les parcs agroforestiers en Afrique de l'Ouest: clés de la conservation et d'une gestion durable. Article. Unasylva 200, Vol. 51. 2000 ; disponible sur <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/x3989f/X3989f03.PDF>

**Chantereau J., Cruz J.-F., Ratnadass A. et Trouche G.** 2013. Le sorgho. Agricultures tropicales en poche. Versailles Cedex, France: Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. 245 p

**Cissé M. I.**, 1995. Les parcs agroforestiers du Mali: état des connaissances et perspectives pour leur amélioration. Rapport de consultation no 93. Réseau de recherche agroforestière pour les zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest (SALWA). DRFH/IER. Bamako. 53 p.

**CMA/AOC**, 2004. Note technique sur la filière mil/sorgho dans la zone CMA/AOC. 13 p,

**Diarassouba N., Kouablan E. K., NèGuessan K. A., Van D. P. et Sangare A., 2008.** Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire. Abijan, Cote d'Ivoire. Afrika focus-Volume 21, Nr.1, 2008-pp. 77-96

**Djekota C., Mouga M., Djimramadji A., Djelasse B., Mbayngone E., Dacko M. R., Rimgoto K. et Noubady D., 2014.** Potentiel karité au Tchad (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. subsp. paradoxa). Journal of Animal & Plant Sciences, 2014. Vol.23, Issue 3: 3646-3656 .

**Dubiez E., Peltier R., Peroches A. et Smith E., 1989.** Chap. 2-1. Appréhender la sylviculture tropicale dans sa complexité. Memento du forestier ; CIRAD/Projet MAKALA ; Kinshasa- RDC.52 p.

**Dugue, 1997.** Fiche technique : Amélioration des jachères de courte durée avec les légumineuses. Garoua-Cameroun. IRAD/DPGT/Sodecoton. 29 p.

**Fall B., Hamidou I., Niamaly N., Coulibaly K., Chantal K.-Z. et Malick L. S., 2001.** Manuel de cours en agroforesterie à l'intention des établissements d'enseignement supérieur du Sahel. 56 p.

**FAO, 2011.** La pratique de la gestion durable des terres. Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne. Application sur le terrain. 250 p

**FAO, 2015.** Promouvoir l'agroforesterie dans les politiques publiques - Guide pour les décideurs. Document de travail sur l'agroforesterie no 1. FAO, Rome, 36 p.

**Garrett H. E. G. and McGraw L., 2000.** Alley cropping practices. In Garrett, H.E., Rietveld, W.J. and Fisher, R.F. (red.), North American Agroforestry: An integrated science and practice. Madison, American Society of agronomy Inc. (chap. 6, p. 149-188).

**Gbemavo D. S. J. C., Glèlè K. R., Assogbadjo A. E., Katary A. and P. Gnanglè P., 2010.** Effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes coton-karité du Nord Bénin. Cotonou. TROPICULTURA, 2010, **28**, 4, 193-199.

**Guyot G., 1989.** Les effets microclimatiques des brise-vent et des aménagements régionaux. Techniques agricoles, 1170 (3-1989).

**Harmand J. M.**, 1994. Association de *Faidherbia albida* au système de cultures coton-sorgho, à Mouda. Eyog Matig Oscar, In : Analyse de la diversité des situations agricoles. Conséquences sur la programmation de la recherche. Projet Garoua 2. CIRAD-CA, IRA, IRZV. Montpellier : CIRAD-CA, 137 (1) (Colloques, n. (?)) ISBN 2-87614-176-0

**Harmand J. M.**, 1998. Rôle des espèces ligneuses à croissance rapide dans le fonctionnement biogéochimique de la jachère. Effet sur la restauration de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux, cas du Bassin de la Bénoué au Nord-Cameroun. Montpellier, CIRAD, département Forêt, 213 p.+annexes.

**House L. R.**, 1987. Manuel pour la selection du sorgho, Deuxieme edition. Andra Pradesh, Inde: ICRISAT. 229 p + annexe.

**ICRAF**, 2008. Gros Plans sur les Parcs Agroforestiers. Sahel Agroforesterie. Numero 11 & 12. 16 p.

**INSAH**, 2002. L'agroforesterie, un outil performant pour la gestion des ressources naturelles et la lutte contre la désertification au sahel : Bilan de dix années d'expérience en recherche/développement et perspectives, Bamako, Mali. 88 p.

**INSEED**, 2009. Résultats globaux et définitifs du Deuxième Recensement General de la Population et de l'Habitat. N'Djamena-Tchad. Ministère du Plan, de l'Economie et de la Coopération Internationale. 43 p

**Kalinganire A., Uwamariya A., Koné B., Larwanou M. et Dakouo J. M.**, 2007. Installation et gestion de plantations agroforestières. ICRAF Note technique no. 2. Nairobi : World Agroforestry Centre. Bamako-Mali. 52 p.

**Kater L. J. M., Kanté S. and Högberg P.**, 1992. Karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) associated with crops in South Mali. *Agrofor. Syst.*, **18**: 89-105.

**Konig D.**, 2007. Contribution de l'agroforesterie à la conservation de la fertilité des sols et à la lutte contre le réchauffement climatique au Rwanda. Département de Géographie, IfIN, Universität Koblenz, Universitätsstraße 1, D-56070 Koblenz, R.F.A. 6 p.

**Koutou M., Ouedraogo D., Nacro H. B. et Lepage M., 2007.** Déterminants de l'adoption du zaï forestier et perspectives de valorisation de la technique (province du Yatenga, Burkina Faso). Burkina-Faso-Ouagadougou. 10 p

**Lawane G., Souapibe P. S., Lenzemo V., Gnokreo F. et Djimasbeye N., 2010.** Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains et la lutte contre *Striga hermonthica* (Del.). L. SEINY-BOUKAR, P. BOUMARD. Savanes africaines en développement : innover pour durer. Garoua, Cameroun. CIRAD, 8 p.

**Loupe D. et Yossi H., 2000.** Les haies vives et défensives en zones sèche et sub-humide d'Afrique de l'Ouest. La jachère en Afrique tropicale. De la jachère naturelle à la jachère améliorée, le point des connaissances, C. Floret, R. Pontanier, John Libbey Eurotext, Paris pp. 293-309.

**Macauley H. et Tabo R., 2015.** Les cultures céréalières: riz, maïs, millet, sorgho et blé. Document de référence. Dakar, Sénégal. 37 p.

**Manssour A. M., Zoubeirou A. M., Noma D. L., Djibo E. S. et Ambouta J.- M. K., 2014.** Productivité de la culture du sorgho (*Sorghum bicolor*) dans un système agroforestier à base d'*Acacia senegal* (L.) Willd. au Niger. Niamey, Niger Journal of Applied Biosciences 82:7339 ó 7346

**Nair P. K. R B., Kumar M. and Nair V. D., 2009.** Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. J. Plant Nutr. Soil Sci. 2009, 172, 10623.

**Nair P.P.R., 1985.** Classification of agroforestry Systemes. Agroforestry Systems. Vol.3, N°2.P.97-128.

**Naitormbaide M., François Lompo F., Gnankambary Z., Ouandaogo N. et Sedogo M. P., 2010.** Les pratiques culturelles traditionnelles appauvrissent les sols en zone des savanes du Tchad. International Journal of Biological and Chemical Sciences. ITRAD, Moundou-Tchad. 4(4): 871-881,

**Nikiema A., 2005.** Agroforestry parkland species diversity: uses and management in semi-arid West Africa (Burkina Faso). PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands.

**ORSTOM**, 1965. Carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000. Note explicative. Paris en France. 120 p.

**PROFOR**, 2012. Investir dans les arbres et la restauration des paysages en Afrique. Washington- Etats Unis d'Amérique. 14 p.

**Saidou A., Balogoun I., Kone B., Gnangle C. P. et Aho N.**, 2012. Effet d'un système agroforestier à karité (*Vitellaria paradoxa c.f. gaertn*) sur le sol et le potentiel de production du maïs (*Zea maize*) en zone Soudanienne du Bénin. Cotonou au Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci 6(5): 2066-2082

**Salissou A.**, 2012. 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. Niher-Niamey. 78 p

**Samake O., Joseph M. D., Antoine K., Bayala J. et Bréhima K.**, 2011. Régénération naturelle assistée et Gestion des arbres champêtres au Sahel. ICRAF Technical Manual No. 16. Nairobi: World Agroforestry Centre. 22 p.

**Schoeneberger M. M.**, 2009. Agroforestry working trees for sequestering carbon on agricultural lands. Agroforestry Systems, vol. 75, n° 1, p. 27-37.

**Shelton H. M.**, 2000. Légumineuses fourragères tropicales dans les systèmes d'agroforesterie. Unasylva 200, Vol. 51,8 p.

**Simard J.**, 2012. L'Agroforesterie, une avenue de développement durable pour l'agriculture Québécoise ? Essai présenté au CUFÉ en vue de l'obtention du grade de maîtrise en environnement(M.Env). Longueuil, Québec-Canada. 107 p.

**SISAAP**, 2016. Rapport sur la pluviométrie quinquennale de la région du Mandoul. Tchad-Koumra. Délégation régional de l'agriculture du Mandoul. 2 p.

**Vom Brocke K., Trouche G., Weltzien E., Clarisse P., Barro B.-K., Goze E. and Chantereau J.**, 2010. Participatory variety development for sorghum in Burkina-Faso: Farmer's selection and Farmer's criteria. International Crops Research Institute for the Semi-Arid. Bamako-Mali. Topics Field crops Research 119(2010) 183-194.

**World Vision**, 2015. Rapport annuel du Programme de développement intégré de Koumra. Tchad-Koumra. 32 p.

**Yossi H., Kaya B., Traoré C. O., Niang A., Butare I., Levasseur V. et Sanogo D., 2006.** Les haies vives au Sahel. Etat des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement. ICRAF Occasional Paper no. 6. Nairobi: World Agroforestry Centre. 15p.

**Zomboudré G., Zombré G., Ouedraogo M., Guinko S. et Macauley H. R., 2005.** Réponse physiologique et productivité des cultures dans un système agroforestier traditionnel: cas du maïs (*Zea mays L.*) associé au karité (*Vitellaria paradoxa Gaertn.*) dans la zone est du Burkina Faso. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., **9**(1): 75-85

### **Web graphie**

**Doyon N., Arel S., Yvon R. et Labrecque J., 2010.** Bande riveraine. Ministère de développement durable, de l'environnement et des parcs. Québec. 5 p: [http://www.cobamil.ca/sites/default/files/files/protection\\_bande\\_riveraine.pdf](http://www.cobamil.ca/sites/default/files/files/protection_bande_riveraine.pdf) (Page consultée le 12 Décembre 2016 à 23h)

**FAO, 1995.** L'économie mondiale du sorgho et du mil : Faits, tendances et perspectives. Rome, Italie : <http://www.fao.org/docrep/w1808f/w1808f02.htm> (Page consultée le 30 mars 2016 14h)

**FAO, 2012.** Statistiques. Rome, Italie : <http://Faostat.fao.org> (Page consultée le 05 avril 2016 à 19h)

**FAO, 2016.** Statistiques. Rome, Italie. <http://Faostat.fao.org> (Page consultée le 06 avril 2016 22h)

**Giezendanner F. D., 2012.** Taille d'un échantillon aléatoire et Marge d'erreur. Genève-Suisse. 22 p : [http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/IMG/pdf/taille-d\\_un-echantillon-aleatoire-et-marge-d\\_erreur-cms-spip.pdf](http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/IMG/pdf/taille-d_un-echantillon-aleatoire-et-marge-d_erreur-cms-spip.pdf) (Page consultée le 20 Juin 2016 à 22h)

**Harold M. et Tabo R., 2015.** Les cultures céréalières : riz, maïs, millet, sorgho et blé : [http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Events/DakAgri2015/Les\\_cultures;](http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Events/DakAgri2015/Les_cultures;) (Page consultée le 29 mars 2016 à 15h) ;

**Larousse multimédia, 2016 :** <http://www.larousse.fr> (Page consultée le 05-04-2016 à 21h)

**MAE (Ministère de l'agriculture et de l'élevage du Sénégal)**, 2001. La culture et la production du mil et du sorgho au Sénégal : bilan-diagnostic et perspectives : <http://hubrural.org/IMG/pdf/mil-sorgho-senegal.pdf> (Page consultée le 29 mars 2016 à 13h)

**Wikipedia**, 2016: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mandoul>( Consultee le 03 Aout 2016 a 16 h)

**RMT Biomasse**, 2013. Fiche de la culture du sorgho.7 p : [http://www.biomasse-territoire.info/fileadmin/documents/publications/energie\\_biomasse/RMT\\_biomasse/511-Fiche\\_culture\\_sorgho.pdf](http://www.biomasse-territoire.info/fileadmin/documents/publications/energie_biomasse/RMT_biomasse/511-Fiche_culture_sorgho.pdf) (Consulté le 20/12/2016 à 13h).

**Libertalia**, 2013. Conseil pour cultiver le sorgho, son utilisation. <http://www.libertalia.org/jardin/agriculture/le-sorgho.html> (Consulté le 31 Juin 2016 à 23 h)

## Annexe

### QUESTIONNAIRE D'ENQUETE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

#### I. Identification et caractéristiques sociodémographiques

<b>1.1</b> Date de l'enquête	í í í í í í .	<b>1.2</b> Nom de l'enquêteur	í í í í í í í í í .
<b>1.3</b> N° questionnaire	í í í í í í ...	<b>1.4</b> Canton	í í í í í í í í í í í í í
<b>1.5</b> Village	í í í í í í í í í í ..	<b>1.6</b> Nom de l'enquêté	í í í í í í í í í í
<b>1.7</b> âge de l'enquêté	í í í í í í í	<b>1.8</b> Sexe de l'enquêté	: 1=Femme, 2= Homme
<b>1.9</b> ethnie de l'enquêté : 1= sar, 2= Nar, 3= Pen, 4=Daye, 5=Mbaye, 6=Arabe, 7=Autres (Préciser 1.9.1 í í í í í í í í í í í í í í í í ..)			
<b>1.10</b>	Quel est le plus haut niveau de scolarité que vous avez eu? 1 = jamais ; 2=alphabétisation, 3 = primaire, 4 = secondaire, 5 = supérieur, 88 = Ne sait pas,		
<b>1.11</b>	Quel est votre activité principale ? 1= agriculture, 2= élevage, 3= commerce, 4= agro-éleveur, 5= artisanat, 6= maraichage, 7= autres (préciser 1.11.1 í í í í í í í í í í í í í )		
<b>1.12</b>	Depuis combien d'années pratiquez-vous cette activité ? í í í í í í í í í		
<b>1.13</b>	Quelle est votre statut matrimonial ? 1=célibataire, 2= marié monogame, 3= marié polygame, 4= veuf (ve), 5= divorcé(e)		
<b>1.14</b>	Est-ce vous recevez souvent la visite d'un agent vulgarisateur ? 1= Oui, 2= non		
<b>1.15</b>	Si oui, de quelle structure est-il ? 1= Etat, 2= ONG, 3= particulier		
<b>1.16</b>	Quelle est la nature de main d'œuvre que vous utilisée dans votre exploitation ? 1= familiale, 2= travailleurs agricoles, 3= entraide, 4= Main d'œuvre familiale et travailleurs agricoles, 5= autres à préciser		
<b>1.17</b>	Nombre de main d'œuvre familiale dans votre exploitation agricole í í í í í		
<b>1.18</b>	Quel est le type d'animaux que vous élevez dans l'exploitation ? 1=Bovins, 2= Ovins, 3=Caprins, 4=Volaille, 5= Bovins-Ovins, 6= Bovins-caprins, 7= Bovins volailles, 8=Ovins-Volailles, 9= Bovins-Ovins-Volailles, 10= autres		

## II. Caractérisation des systèmes agroforestiers existants

2.1. Quelle est la superficie totale de vos parcelles cultivées cette année ?.....

2.2. Parmi vos parcelles cultivées cette année, quelle est la superficie totale pour chacune de ces cultures ?

1= SORGHÓ í í í í HA, 2= MILÍ í í HA, 3= ARACHIDEÍ í í í .HA, 4= COTONÍ í í ..HA, 5= MAISÍ í í ..HA, 6= NIÉBÉÍ í í í ..HA, 7=SÉSAMEÍ í ..HA, 8= PATATESÍ í í í í HA, 9= AUTRES í í í í í í í HA

### Sources de revenus dans l'exploitation

2.3. Quel est votre activité principale ? 1 : agriculture, 2 : élevage, 3 : commerce, 4= exploitation forestière, 5= fonctionnaire, 6= maraichage, 7= autres (préciser, í í í í í ..,

2.4. Quelle est votre activité secondaire ? 1 : agriculture, 2 : élevage, 3 : commerce, 4= exploitation forestière, 5= fonctionnaire, 6= maraichage, 7= autres (préciser, í í í í í ..,

2.5. **Quels sont les revenus annuels de votre activité principale ?**

1 : agricultureí í í í í í í . FCFA 2 : élevageí í í í í í í .. FCFA, 3 : commerceí í í í í í í í í FCFA, 4=exploitation forestièreí í í í í í FCFA, 5=fonctionnaireí í í í í í í í FCFA, 6= Maraichageí í í í í í í í FCFA, 7= autres (préciser, í í í í í ..,

2.6. **Quels sont les revenus annuels de votre activité secondaire ?**

1 : agricultureí í í í í í í .FCFA 2 : élevageí í í í í í í ..FCFA, 3 : commerceí í í í í í í í í FCFA, 4=exploitation forestièreí í í í í í FCFA, 5=fonctionnaireí í í í í í í í FCFA, 6= Maraichageí í í í í í í í FCFA, 7= autres (préciser, í í í í í ..,

### Les moyens de production

2.7 . Quel est votre moyen de production ? 1=daba, 2= traction animale, 3= tracteur, 4=autres,

2.8 . Avez-vous reçu une fois de crédit scolaire ? 1= oui, 2= non

2.9 . oui, de quelle structure avez-vous reçu ce crédit ? 1= Etat, 2= ONG, 3= autres

### Système de culture

2.10. Faites-vous une association de cultures dans votre champ du sorgho ? 1= Oui, 2= Non ;

2.11. Si oui, quel type de culture associez-vous avec le sorgho ? 1= arachide, 2= coton, 3= niébé, 4= sésame, 5= pois de terre, 6=autresí í í í í í í í í í

### Composition du parc dans les champs (population et densité)

2.12 Existe-t-il d'arbres dans vos parcelles ? 1= Oui, 2= Non,

2.13 Si oui, quelles sont les espèces qui existent dans vos champs ? 1= karité, 2= néré, 3= *F. albida*, 4= *Borassus a.* 5= Daniella o. 6= *Tamarindus indica*, 7= *Ficus spp*, 8= Autres à préciserí í í í í í í í í í í í í í í í í í .

2.14 Quel est l'arbre le plus dominant dans le champ ? 1= karité, 2= néré, 3= *F. albida*, 4= *Borassus a.* 5= Daniella o. 6= *Tamarindus indica*, 7= *Ficus spp*, 8= Autres à préciserí í í í í í í í í í í í í í í í í í .

2.15 Dans votre parcelle d'Ø ha, quel est le nombre estimatif d'arbre le plus dominant ?.....pieds,

2.16 Quel est le nombre total d'arbres de toutes espèces confondues dans votre parcelle d'un hectare ?.....pieds

### **Incorporation d'arbres dans les exploitations**

2.17 D'où proviennent les arbres existants dans vos champs ? 1=Défrichement amélioré, 2 =Plantation, 3= autres

2.18 Quel est l'âge estimatif des arbres qui sont dans vos champs ?.....ans

2.19 Parmi les pratiques ci-dessous, lesquelles pratiquez-vous souvent dans votre exploitation agricole ? 1= association arbres- cultures 2= association arbres-animaux, 3= association cultures-arbres-animaux, 4= association cultures-animaux, 5=autresí í í í í í í í í í í í í

### **Modes de tenue foncière**

2.20 Travaillez-vous dans votre exploitation agricole combien de mois dans l'année ?.....mois

2.21 De quelle manière avez-vous acquis les terrains dont vous exploitez actuellement ? 1= héritage, 2= don, 3= location, 4= achat, 5= hypothèque, 6= autres (préciserí .)

### **Cultures annuelles associées aux parcs agroforestiers**

2.22 Quelle est votre principale culture les cinq dernières années ? 1= Mil, 2= Sorgho ; 3= coton, 4= arachide, 4= sésame, 5= patate douce, 6= haricot, 7= poids de terre, 8= Maïs, 9= autres (Préciser 8.1 í í í í í í í í í í )

2.23 Parmi les systèmes de cultures suivants, lequel pratiquez-vous dans votre exploitation agricole ? 1=monoculture, 2=association des cultures, 3=autres à préciser

2.24 Comment faites-vous pour améliorer la fertilité de vos parcelles ? 1= fertilisation organique (bouses des animaux, résidus des récoltes, compostí ), 2= fertilisation minérale, 3= fertilisation organo-minérale, 4= jachère, 5= jachère améliorée, 6= pas de fertilisation,

2.25 Pendant combien de temps laissez-vous votre parcelle en jachère ?.....ans

### III L'implication des systèmes agroforestiers à karité sur le rendement du sorgho

- 3.1 . Pour quelle raison laissez-vous les arbres à karité dans votre exploitation ? 1= améliore la fertilité des sols, 2= sources de revenus, 3= protégé par la loi, 4= ombrage, 5= raisons alimentaires, 6= plante médicinale, 7= Brise vent, 8= protège le sol contre l'érosion, 9= autres
- 3.2 .L'arbre à karité améliore-t-il la fertilité de votre sol ? 1= oui, 2= non
- 3.3 .Si oui, quelles sont les parties utiles à la fertilité du sol ? 1= racine, 2= feuilles mortes, 3= autres,
- 3.4 . rôle joue l'arbre à karité dans votre exploitation agricole ? 1=créé un microclimat, 2= Protection contre l'érosion, 3= brise vent, 4= améliore la fertilité du sol, 5= autres
- 3.5 .Quelle est l'influence du houppier du karité sur la croissance du sorgho ? 1= croissance faible, 2= croissance moyenne, 3= bonne croissance
- 3.6 .Quelle est l'influence du houppier du karité sur la formation de l'épi du sorgho ? 1= petit épis, 2= épis moyen, 3= gros épis, 4= autres
- 3.7 .Quel est le rendement du sorgho en grain sous le houppier du karité ? 1= le rendement baisse, 2= le rendement augmente, 3= le rendement stagne, 4= autres,
- 3.8 .Si le rendement en grain baisse, combien estimez-vous cette perte de ce rendement en grain du sorgho sous le houppier ?..... en kg /ha
- 3.9 .Quel était le rendement du sorgho à l'hectare en association avec le karité que vous avez obtenu l'année dernière ?.....sacs/Kg,
- 3.10 Comment appréciez-vous ce rendement par rapport aux cinq dernières années ? 1= en hausse, 2= en baisse, 3= stagne
- 3.11 Si le rendement baisse, selon vous quelle serait la principale cause de cette baisse de rendement du sorgho ? 1= surexploitation des sols, 2= influence du karité, 3= problème de variété, 4= les ravageurs, 5= baisse de fertilité des sols, 6= le striga, 7= autres í í í í í í ..,
- 3.12 Quelle serait la deuxième cause principale de baisse de rendement du sorgho ? 1= surexploitation des sols, 2= influence du karité, 3= problème de variété, 4= les ravageurs, 5= baisse de fertilité des sols, 6= le striga, 7= autresí í í í í í ..,
- 3.13 Quels sont les difficultés que vous rencontrées liées aux systèmes agroforestiers à base de karité ?.....

### 4 . Importance socio-économique des systèmes agroforestiers à karité

#### Contribution sociale des systèmes agroforestiers à base de karité

