

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



ECOLE DOCTORALE: SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE
L'ENVIRONNEMENT (ED-SEV)

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Année : 2012 N° d'ordre : 27

DIVERSITE ET CAPACITES DE REGENERATION NATURELLE DU PEUPEMENT LIGNEUX DANS LES SYSTEMES AGRAIRES DU BASSIN ARACHIDIER EN ZONE SOUDANO-SAHELIENNE (REGION DE KAFFRINE, SENEGAL)

Thèse présentée et soutenue publiquement le 15 décembre 2012
pour obtenir le

Doctorat en Biologie-Physiologie et Productions Végétales

Spécialité : ECOLOGIE, AGROFORESTERIE

par :

Charles BAKHOUM

- Président :** M. Aliou GUISSÉ, Professeur titulaire, UCAD (Sénégal)
- Rapporteurs :** M. Paul Marie NDIAYE, Chargé d'enseignement, UCAD (Sénégal)
M. Malainy DIATTA, Maître de recherche, ISRA (Sénégal)
- Examineurs :** M. Dominique MASSE, Directeur de recherche, IRD (Sénégal)
M. Claude NANKAM, Chercheur invité, World Vision
(Bureau régional, Sénégal)
- Directeurs de thèse :** M. Léonard Elie AKPO, Professeur titulaire, UCAD (Sénégal)
M. Babou NDOUR, Chargé de recherche, ISRA (Sénégal)

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

mon père Mathieu et à ma mère Monique Diouf pour le soutien qu'ils m'ont apporté depuis mes premiers pas à l'école ;

mon épouse Marie Cleophas NDONG et nos enfants Jean Waly, Victor Diogoye et Mathieu Guedj pour la patience d'avoir supporté ces périodes fréquentes d'absence.

AVANT-PROPOS

Au terme de ces études, je tiens à remercier tout d'abord Dieu, le Miséricordieux de m'avoir donné la santé, le courage et la patience de réaliser cette thèse.

Je remercie chaleureusement World Vision Sénégal à travers la directrice nationale Esther Lehmann Sow et le directeur des opérations Alex Whitney pour m'avoir permis de continuer ma formation et pour son soutien financier et logistique. Mes remerciements à Eric Toumieux et Jean Gabriel Carvalho respectivement ancien directeur national et directeur des opérations de World Vision Sénégal au moment où je débutais cette formation en 2008.

Ce travail a été effectué dans le cadre des projets de « gestion de la régénération naturelle par les agriculteurs » de World Vision Sénégal. Il a bénéficié de l'appui financier du Gouvernement Australiens (AUSAID) à travers World Vision Australie, qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements.

Je prie au Professeur Léonard Elie Akpo, directeur du laboratoire d'Ecologie végétale et Eco-hydrologie de la Faculté des Sciences et Techniques (UCAD) qui m'a accueilli et au Docteur Babou Ndour, chercheur à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) respectivement directeur et codirecteur de cette thèse de trouver ici l'expression de ma sincère gratitude. Ils ont toujours fait preuve d'une grande disponibilité et d'une grande rigueur scientifique.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance au Professeur Aliou G'UISSE pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider ce jury.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur Dominique MASSE qui malgré ses multiples occupations à accepter de juger ce travail

Qu'il me soit permis d'adresser mes remerciements à Messieurs Malainy DIATTA et Paul Marie NDIAYE, pour avoir accepté de lire ce document et d'être les rapporteurs malgré vos multiples occupations. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je remercie le Docteur Claude Nankam du bureau régional de World Vision International qui a bien voulu accepter d'être membre de ce jury. Sa présence dans ce jury est pour moi un grand honneur.

Tous mes remerciements au Directeur et corps enseignants de l'Ecole Doctorale Sciences de la Vie, de la Santé et de l'Environnement (ED SEV) pour l'attention qu'ils ont portée à ma formation.

Je remercie Koko Marwusi AMOUZOU, ingénieur en statistiques, qui m'a beaucoup aidé dans les traitements statistiques. J'ai beaucoup apprécié sa disponibilité. Mes remerciements à Emile C. Agbangba pour l'appui dans la préparation des articles publiés.

Je remercie Martin Damas Nzalé et Patrice Diatta, coordonnateurs de projets de « gestion de la régénération naturelle par les agriculteurs » à World Vision Sénégal pour la facilitation de mes travaux.

Ces remerciements sont également adressés à tout le personnel de la base de World Vision à Kaffrine en particulier aux responsables de programmes et projets qui ont fait preuve de beaucoup de compréhension lors de mes nombreuses absences.

Je remercie Jean-Pierre Vadelorge et la défunte Françoise Vadelorge ainsi que les sœurs de la congrégation de Saint Thomas de Villeneuve au Sénégal et plus particulièrement sœur Marie Luc pour leurs immiments encouragements et leur grande disponibilité tout au long de mon cursus secondaire et universitaire.

Je dois par ailleurs remercier mes frères et sœurs qui m'ont toujours témoigné un sincère respect. Qu'ils soient tous assurés de mes sentiments les plus profonds.

Que ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse, et qui n'ont pas été cités, soient assurés de ma reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

<i>DEDICACES</i>	i
<i>AVANT-PROPOS</i>	ii
TABLE DES MATIERES	1
SIGLES ET ABREVIATIONS	6
LISTE DES TABLEAUX.....	8
LISTE DES FIGURES.....	9
ABSTRACT	10
INTRODUCTION GENERALE	11
CHAPITRE I : ZONE DE L'ETUDE	14
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	14
1.1.1. Choix de la zone d'étude	14
1.2. CONDITIONS PEDOCLIMATIQUES.....	16
1.2.1. La géologie, le relief et les sols	16
1.2.2. La pluviométrie et les températures	17
1.2.3. Les vents	19
1.3. RESEAU HYDROGRAPHIQUE	19
1.4. LA VEGETATION	19
1.5. LA POPULATION ET SES ACTIVITES	20
1.5.1. La population.....	20
1.5.2. Les activités socio-économiques	21
REFERENCES	23
CHAPITRE II : LA REGERENATION NATURELLE DE L'ARBRE : ETAT DES CONNAISSANCES	26
RESUME	26
ABSTRACT	26
INTRODUCTION	27
2.1. DYNAMIQUE DE LA VEGETATION LIGNEUSE ET DE LA REGENERATION NATURELLE DE L'ARBRE	28
2.1.1. Etat des lieux	28
2.1.2. Espèces ligneuses utilisées dans le reboisement	30
2.2. GESTION DE LA REGENERATION NATURELLE DE L'ARBRE	31
2.2.1. Apport de la régénération naturelle de l'arbre.....	32
2.2.1.1. Le microclimat	32
2.2.1.2. Le sol.....	32

2.2.1.3.	L'alimentation humaine	34
2.2.1.4.	L'alimentation animale.....	34
2.2.1.5.	La pharmacopée	35
2.2.1.6.	Le bois de service et de chauffe	36
2.2.1.7.	L'artisanat et l'industrie.....	36
2.3.	DISCUSSION - CONCLUSION	37
	REFERENCES	38
CHAPITRE III : DIVERSITE DU PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS		46
	RESUME	46
	ABSTRACT	46
	INTRODUCTION	47
3.1.	METHODES D'ETUDE	47
3.1.1.	Echantillonnage et inventaire.....	47
3.1.2.	Traitement des données.....	47
3.2	RESULTATS.....	48
3.2.1.	Diversité floristique	48
3.2.1.1.	Composition floristique	48
3.2.1.2.	Fréquence des espèces.....	51
3.2.2.	Etat actuel du peuplement.....	53
3.2.2.1.	Les indices de diversité.....	53
3.2.2.2.	Structure du peuplement ligneux.....	53
3.3	DISCUSSION	56
3.4	CONCLUSION	57
	REFERENCES	58
CHAPITRE IV : TYPOLOGIE DU PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS		62
	RESUME	62
	ABSTRACT	62
	INTRODUCTION	63
4.1.	METHODES D'ETUDE	63
4.1.1.	Echantillonnage et inventaire.....	63
4.1.2.	Traitement des données.....	64
4.2.	RESULTATS.....	64
4.2.1.	Principaux groupes de terroirs	64
4.2.2.	Caractéristiques des groupes de terroirs	66

4.2.2.1.	Composition	66
4.2.2.2.	Structure du peuplement par groupes identifiés.....	67
4.2.2.3.	Dénomination du peuplement	72
4.3.	DISCUSSION - CONCLUSION	73
	REFERENCES	75
CHAPITRE V : REGENERATION NATURELLE DU PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS		78
	RESUME	78
	ABSTRACT	78
	INTRODUCTION	79
5.1.	METHODES D'ETUDE	79
5.1.1.	Echantillonnage et inventaire.....	79
5.1.2.	Traitement des données.....	80
5.2.	RESULTATS.....	80
5.2.1.	Typologie du peuplement ligneux	80
5.2.2.	Caractéristiques des jeunes plants.....	80
5.2.2.1.	Variabilité selon les familles	80
5.2.3.	Structure des jeunes plants.....	81
5.2.3.1.	Distribution selon la grosseur.....	81
5.2.3.2.	Distribution selon la hauteur.....	82
5.2.4.	Distribution dans les terroirs	82
5.2.4.1.	Fréquence	82
5.2.4.2.	Distribution selon la grosseur et la hauteur	83
5.3.	DISCUSSION	85
5.4.	CONCLUSION	87
	REFERENCES	87
CHAPITRE VI : IMPORTANCE DES COMBRETACEES DANS LE PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS		91
	RESUME	91
	ABSTRACT	91
	INTRODUCTION	92
6.1.	METHODES D'ETUDE	92
6.1.1.	Echantillonnage et inventaire.....	92
6.1.2.	Traitement des données.....	93
6.2.	RESULTATS.....	93

6.2.1.	Fréquences de présence des espèces	93
6.2.2.	Structure du peuplement	94
6.2.2.1.	La densité.....	95
6.2.2.2.	Le recouvrement	95
6.2.3.	Structure selon la grosseur et selon la hauteur	96
6.2.3.1.	Répartition selon la grosseur.....	96
6.2.3.2.	Répartition selon la hauteur.....	99
6.2.4.	Régénération du peuplement	101
6.3.	DISCUSSION	102
6.4.	CONCLUSION	104
	REFERENCES	104
CHAPITRE VII : PERCEPTIONS PAYSANNES DU PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS		108
	RESUME	108
	ABSTRACT	108
	INTRODUCTION	110
7.1.	METHODES D'ETUDE	110
7.1.1.	Choix des villages cibles et du panel de répondants	110
7.1.2.	Traitement des données.....	111
7.2.	RESULTATS.....	112
7.2.1.	Répartition des espèces ligneuses dans les terroirs.....	112
7.2.2.	Espèces menacées dans les terroirs	114
7.2.3.	Espèces ligneuses préférées dans les terroirs.....	115
7.2.4.	Régénération naturelle des espèces ligneuses	118
7.3.	DISCUSSION	119
7.4.	CONCLUSION	122
	REFERENCES	122
CHAPITRE VIII : DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALES.....		125
8.1.	DISCUSSION	125
8.1.1.	Evolution de l'arbre dans le milieu.....	125
8.1.2.	Capacités de régénération naturelle	128
8.2.	CONCLUSION	129
8.3.	PERSPECTIVES.....	131
	REFERENCES	132
ANNEXES.....		135

ANNEXE 1 : LISTES DES TERROIRS.....	136
ANNEXE 2 : LISTES DES ABREVIATIONS DES ESPECES.....	137
ANNEXE 3 : PUBLICATIONS	138
ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE DE L'ENQUÊTE DE PERCEPTION PAYSANNE	143

SIGLES ET ABREVIATIONS

AFC	: Analyse Factorielle des Correspondances
AFRENA	: Agroforestry Research Networks for Africa
AHDIS	: Action Humaine pour le Développement Intégré au Sénégal
ANAMS	: Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal
ANSD	: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
ARI	: Initiatives de Reverdissement en Afrique
AT	: Aménagement des Terroirs
AUSAID	: Australian Agency for International Development
BAME	: Bureau d'Analyse Macro-Economique
BPS	: Bureau Pédologique du Sénégal
C	: Carbone
CILSS	: Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CIRAD	: Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement
CNRF	: Centre National de Recherches Forestières
CONSERE	: Conseil Supérieur des Ressources Naturelles et de l'Environnement
CORAF	: Le Conseil Ouest et Centre africain pour la recherche et le développement agricoles.
CR	: Communauté Rurale
CRESA	: Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture
CSE	: Centre de Suivi Ecologique
CSPRO	: Census and Survey Processing System
CTA	: Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale
CV	: Coefficient de variation
CRDS	: Centre de Recherches et de Documentation du Sénégal
DEA	: Diplôme d'Etudes Approfondies
DEFCCS	: Direction des Eaux, Forêts, Chasse et Conservation des sols
DRPF	: Direction des Recherches sur les Productions Forestières
E.I.S.M.V	: Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires
ED SEV	: Ecole Doctorale Sciences de la Vie, de la Santé et de l'Environnement
EDS	: Enquête Démographique et de Santé
ENAC	: Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit
ENCR	: Ecole Nationale des Cadres Ruraux
ENSA	: Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture
EPFL	: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FIDA	: Fonds International de Développement Agricole
FMNR	: Farmers Managed Natural Regeneration
FST	: Faculté des Sciences et Techniques
GRN	: Gestion des Ressources Naturelles
GTZ	: Coopération Technique Allemande

Ha	: hectare
ICRAF	: International Center for Research in Agroforestry
IFPRI	: The International Food Policy Research Institute
IRAT	: Agronomie et Ressources Naturelles en Régions Tropicales
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement
ISE	: Institut des Sciences de l'Environnement
ISRA	: Institut Sénégalais de recherches agricoles
IVI	: Importance Value Index
LUCC	: Land-use and land-cover change
m ² /ha	: mètre carré par hectare
MEPN	: Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
N	: Azote
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ORSTOM	: Office de la Recherche Scientifique et des Techniques Outre-Mer
P	: Phosphore
PAER	: Plan d'Action Environnemental Régional
Pe	: Pluie
PFS	: Politique Forestière du Sénégal
PREVINOBA	: Projet de Reboisement Villageois du Nord-Ouest du Bassin Arachidier
Q mm/j	: Quantité en millimètre par jour
RASPA	: Revue Africaine de Santé et de Productions Animales
RNA	: Régénération Naturelle Assistée
SALWA	: Semi-Arid Low Lands of West Africa
SFLEI	: Senegal Food and Livelihood Enhancement Initiative
SODEVA	: Société de Développement et de Vulgarisation Agricole
SPSS	: Statical Package for Social Science
SRSD	: Service Régional de la Statistique et de la Démographique
SUT	: Système d'Utilisation des Terres
T	: Température
TDI	: Transformational Développement Indicators
UCAD	: Université Cheikh Anta Diop
UICN	: Union International pour la Conservation de la Nature
UNESCO	: Organisation des Nations-Unies pour l'éducation, la science et la culture
WVI	: World Vision International
WVS	: World Vision Sénégal

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de jours de pluies par an et quantités de pluies tombées.....	18
Tableau 2. Répartition spatiale de la population.....	21
Tableau 3. Evolution des prélèvements dans la région.....	22
Tableau 4. La flore ligneuse inventoriée en fonction des communautés rurales	48
Tableau 5. Variation des paramètres de la flore suivant les communautés rurales.....	53
Tableau 6. Variation des paramètres de la structure du peuplement ligneux suivant les communautés rurales	54
Tableau 7. Valeurs propres et Inerties des 10 premiers facteurs axes	65
Tableau 8. Effectifs et fréquences des 5 espèces les plus représentées	67
Tableau 9. Paramètres de structure du peuplement ligneux	67
Tableau 10. Répartition des classes de diamètre à la base	69
Tableau 11. Répartition des classes de hauteur	71
Tableau 12. Importance écologique des 5 espèces les plus représentées	72
Tableau 13. Fréquences de présence des espèces en fonction des terroirs	93
Tableau 14. Variation des paramètres de végétation des espèces suivant les terroirs	94
Tableau 15. Variation de l'importance, de la densité et du taux de régénération en fonction des espèces ligneuses.....	101
Tableau 16. Variation des espèces les plus fréquentes selon le système d'utilisation des terres.	113
Tableau 17. Espèces à faible fréquence de citation	113
Tableau 18. Fréquences de citation des principales causes de menaces des espèces ligneuses...	115
Tableau 19. Variation de la fréquence des espèces les plus préférées selon le système d'utilisation des terres.....	117

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation de la zone d'étude (DEFCCS/CSE, 1996).....	15
Figure 2. Tendances évolutives de la pluviométrie (1958- 2008) (Source : ANAMS, 2009)	18
Figure 3. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude. (Source : ANAMS, 2009)	19
Figure 4. Fréquence des espèces les plus présentes	52
Figure 5. Définition des groupements par l'analyse factorielle des correspondances (AFC)	66
Figure 6. Courbes de distribution du diamètre à la base.....	69
Figure 7. Courbe de distribution de la hauteur.....	70
Figure 8. Importance spécifique des 5 espèces les plus représentées	72
Figure 9. Fréquences des familles les plus représentées.....	80
Figure 10. Taux de régénération des espèces les plus représentées	81
Figure 11. Distribution des jeunes plants selon la grosseur	82
Figure 12. Distribution des jeunes plants selon la hauteur	82
Figure 13. Fréquences en jeunes plants dans les terroirs	83
Figure 14. Distribution des jeunes plants selon la grosseur en fonction des terroirs	84
Figure 15. Distribution des jeunes plants selon la hauteur en fonction des terroirs	85
Figure 16. Répartition des fréquences par classe de diamètre à la base	97
Figure 17. Variation de la distribution des 4 espèces les mieux représentées en fonction des classes de diamètre à la base	98
Figure 18. Diamètre moyen à la base des 4 espèces les plus représentés en fonction des terroirs	98
Figure 19. Répartition des fréquences par classe de hauteur.....	100
Figure 20. Variation de la distribution des 4 espèces les mieux représentées en fonction des classes de hauteur	100
Figure 21. Distribution de jeunes plants selon la grosseur	102
Figure 22. Distribution de jeunes plants selon la hauteur.....	102
Figure 23. Répartition des fréquences des 10 espèces les plus citées.....	112
Figure 24. Fréquences de citation des 10 espèces les plus menacées dans les terroirs.....	114
Figure 25. Fréquences des 10 espèces les plus préférées dans les terroirs	116
Figure 26. Techniques dans la pratique de la RNA	119

Doctorat en Biologie – Physiologie et Productions végétales

Spécialité : Ecologie et Agroforesterie

Nom et Prénoms du candidat : Charles BAKHOUM

Titre de la thèse : DIVERSITE ET CAPACITES DE REGENERATION NATURELLE DU PEUPELEMENT LIGNEUX DANS LES SYSTEMES AGRAIRES DU BASSIN ARACHIDIER EN ZONE SOUDANO-SAHELIENNE (REGION DE KAFFRINE, SENEGAL)

Date et lieu de soutenance : le 15 décembre 2012 à la FST/UCAD Dakar.

Jury : Président : M. Aliou GUISSÉ, Professeur titulaire, UCAD (Sénégal)
Directeurs de thèse : M. Léonard Elie AKPO, Professeur titulaire, UCAD (Sénégal)
M. Babou NDOUR, Chargé de recherche, ISRA (Sénégal)
Examineurs : M. Paul Marie NDIAYE, Chargé d'Enseignement, UCAD (Sénégal)
M. Malainy DIATTA, Maître de recherche, ISRA (Sénégal)
M. Dominique MASSE, Directeur de recherche, IRD (Sénégal)
M. Claude NANKAM, Chargé de recherche, World Vision
(Bureau régional, Sénégal)

ABSTRACT

The continued degradation of woody vegetation in agricultural systems requires restoration attempts and / or rehabilitation of ecosystems. In order to make these successful initiatives, investigations should focus on factors affecting on the identification and selection of target species to regenerate. This work studies the diversity of woody stand and its abilities to regenerate, which are determined from an inventory, counts and a perception survey.

Woody flora contains 75 species in 59 genera and 33 families dominated by Combretaceae (9 species), Mimosaceae (8 species) and Caesalpiniaceae (7 species). The stand is *Combretum glutinosum* with distinction from lands of *Piliostigma reticulatum* and *Combretum glutinosum* marked by an irregular relief, lands of *Guiera senegalensis* and *Combretum glutinosum* with a regular relief (flat). *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* and *Cordyla pinnata* are the most frequent species. The observed density is much lower than the calculated density distribution showing a very heterogeneous distribution. The demographic structure is indicative of a young population. The parameters of the flora and woody vegetation indicate that the level of organization of the population is not similar in the lands. The diversity regresses due to human actions and the deterioration of climate conditions. The natural regeneration is largely dominated by the family of Combretaceae (*Combretum glutinosum* and *Guiera senegalensis*), followed by Caesalpiniaceae (*Piliostigma reticulatum*). The regeneration capacities vary depending on land under the influence of topography gradients and recovery. The farmers's perception confirms that the woody stand is quite diverse with a large dominance of *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* and *Piliostigma reticulatum*. The abuse, bushfires, drought and inappropriate farming practices are the main causes of threats to species. The practice of natural regeneration is through discharges protection, natural seedlings and seed trees.

Keywords : Flora - vegetation - species - seedlings - organization

INTRODUCTION GENERALE

Dans les zones aride et semi-aride, la faible pluviométrie, la mauvaise répartition des pluies et les défrichements incontrôlés pour l'agriculture et l'énergie principalement, ont des conséquences désastreuses sur le sol et partant sur la production agricole (Payne *et al.*, 1987 cité par Silvakumar, 1991 ; Chamard, 1993 ; Diallo *et al.*, 2011).

Au Sénégal et dans le bassin arachidier en particulier, les systèmes agro forestiers traditionnels qui intégraient l'arbre, l'animal et les cultures annuelles permettant une production soutenue ont été abandonnés dans la plupart des cas au profit de la monoculture de l'arachide (révolution verte, cité par Bakhom, 1995 ; Niang, 1990 ; Sanogo, 2000).

Cette monoculture avec ses corollaires de pratiques culturelles inadaptées (déboisement puis dessouchage pour faciliter la mécanisation) a été à l'origine de l'état de dégradation actuelle du couvert ligneux (Niang, 1992 ; Diatta, 1998). Le rythme de régression des formations ligneuses dû au mode d'exploitation des ligneux, aux défrichements agricoles, aux feux de brousse et aux pratiques pastorales non durables serait de 40 000 ha/an pour les forêts et 18 000 ha/an dans les autres terres boisées (FAO, 2010).

Fontanel (1986) en se référant sur la carte comparative d'occupation des sols de 1970 et 1983, de la zone de Thyssé Kaymor (Sud du bassin arachidier), indique que la surface occupée par la végétation spontanée est passée de 62% à 34%. Les défrichements ont couvert environ 30 à 45% de la surface totale de la communauté rurale de Kaymor.

L'accroissement continu de la population de la région de Kaffrine (2% par an) se traduit par une densification de plus en plus importante de l'occupation humaine qui se manifeste par une demande croissante en terres de culture, une réduction voire un abandon de la jachère.

Les écosystèmes se trouvent donc de plus en plus menacés et fragilisés par la dégradation continue des ressources ligneuses entraînant la disparition des espèces nobles et la raréfaction des produits de cueillette (Touré, 2002 ; Kossi *et al.*, 2009).

Au Sénégal, les combustibles ligneux représentent 60% du bilan énergétique du pays, plus de 80% de la consommation énergétique totale des ménages et plus de 4 millions de m³ de bois sont prélevés tous les ans pour satisfaire les besoins en énergies des populations (CSE/MEPN, 2005). La désertification n'est donc pas un mal qui vient du dehors, mais résulte d'une détérioration par le dedans, c'est un phénomène de dégradation progressive (BONFILS, 1987).

Il est généralement reconnu que la végétation ligneuse joue plusieurs rôles dans les systèmes agraires dont les plus déterminants sont écologique, alimentaire, agronomique et socioculturel (Akpo et Grouzis, 1996a ; Larwanou *et al.*, 2006 ; Akpo et Grouzis, 1996b ; Bakhom *et al.*, 2001). Compte tenu de ces différentes vertus, des tentatives de restauration et/ou de réhabilitation des écosystèmes ont été initiés par l'Etat et ses partenaires au développement (ONG notamment...). Le reboisement a mobilisé beaucoup de ressources financières et humaines. Les méthodes conventionnelles de reboisement ont montré leurs limites durant les trente dernières années.

De ce constat, de nouvelles approches ont émergées à partir des années 90 dont la régénération naturelle qui occupe une place prépondérante au Sénégal :

- dans les recherches agro forestières (AFRENA, 1991; Sall, 1996 ; Diouf, 2001 ; Samba *et al.*, 2000, ENSA-Agroconsult, 1998 ; DRPF, 1989) ;
- et écologiques (Akpo, 1992 ; Akpo et Grouzis, 1996b ; Diatta *et al.*, 2007).

Les résultats très encourageants obtenus après plusieurs années d'investigations méritent d'être plus élargies en mettant l'accent sur la diversité et les capacités de régénération naturelle du peuplement ligneux dans les systèmes agraires du bassin arachidier en zone soudano-sahélienne.

Deux (2) objectifs spécifiques ont été fixés et consistent à :

- 1) Examiner l'état actuel, les types et les capacités de régénération naturelle du peuplement ligneux ;
- 2) Connaître l'appréciation des populations sur la répartition spatiale, la dynamique évolutive des principales espèces ligneuses et les facteurs déterminants ; les préférences localisées des espèces dans les terroirs et les critères sous-jacents ; la perception des populations de la régénération naturelle.

Ils permettent de mieux appréhender les facteurs influant et aider à une identification et un choix objectif des espèces à régénérer ; de mettre à la disposition des projets de développement des éléments permettant d'asseoir une stratégie de restauration et/ou de réhabilitation des écosystèmes basée sur des connaissances réelles.

Des inventaires floristiques et des relevés de végétation ont permis d'établir les caractéristiques des terroirs, la diversité du peuplement ligneux et l'importance de la régénération naturelle.

Les enquêtes de perception ont permis de comparer les résultats des inventaires de la végétation ligneuse avec les avis des populations sur la répartition, l'évolution, les préférences localisées des espèces et sur la régénération naturelle dans les terroirs. Ils serviront de base pour d'autres actions de recherche orientées vers une meilleure gestion dans les systèmes agraires et permettront aux agents de développement d'opérer des options pour la pratique de la régénération naturelle dans la zone de l'étude.

Après une introduction générale qui expose la problématique et les objectifs, la première partie traite du cadre régional (situation géographique, conditions pédoclimatiques, réseau hydrographique, végétation, la population et ses activités) et de l'état des connaissances sur la régénération naturelle de l'arbre. La seconde partie présente respectivement les méthodes d'étude, les résultats et discussions relatifs à la diversité, à la typologie, à la régénération naturelle du peuplement ligneux, à l'importance des Combrétacées et à la perception paysanne. Enfin la dernière partie est réservée à la discussion et conclusion générales.

CHAPITRE I : ZONE DE L'ETUDE

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'étude est réalisée au Sénégal, pays situé en Afrique de l'Ouest entre les latitudes 12°30 N et 16°30 N et les longitudes 12°10 W et 17°30 W. Il est limité au Nord et au Nord-Est par la Mauritanie, à l'Est et au Sud-Est par le Mali, au Sud par la Guinée Konakry et la Guinée Bissau et à l'Ouest par l'océan atlantique.

Le pays couvre une superficie de 196 720 km² et compte 14 régions administratives.

Le relief est composé essentiellement de plaines monotones, drainées autrefois par de larges rivières : le Sine, le Saloum et le Ferlo aujourd'hui asséchées. Les reliefs marquants du pays sont les falaises de Thiès qui culminent à plusieurs dizaines de mètres de haut dans l'Ouest du pays et les premiers contreforts du Fouta Djallon dans le Sud-Est culminant à 500 mètres d'altitude.

Il existe deux unités structurales que sont le Bassin sédimentaire secondaire et tertiaire, couvrant la majeure partie du pays, et les terrains anciens, affleurant à l'Est (Maignien, 1965).

La disposition zonale des grands domaines phytogéographiques est sous la dépendance des hauteurs de pluie qui augmentent du Nord au Sud. Les paysages et les ressources naturelles sont assez diversifiés.

1.1.1. Choix de la zone d'étude

Cette étude est circonscrite dans des terroirs du bassin arachidier, localisés dans les anciens départements de Kaffrine et de Koungheul qui constituent l'actuelle région de Kaffrine située entre les longitudes 15°86' W et 14°58' E et les latitudes 14°74' N et 13°74' S (figure 1¹).

Ils abritent les 10 communautés rurales d'intervention des programmes de développement de World Vision Sénégal en particulier le projet de gestion de la régénération naturelle par les agriculteurs (FMNR²).

Pour le choix de la zone, deux (2) critères ont été retenus. Il s'agit notamment :

- de la dégradation progressive de la végétation ligneuse (Touré, 2002) ;
- du niveau d'adoption de la régénération naturelle assistée (RNA) qui est faible dans cette partie Sud-Est du bassin arachidier alors que les opportunités existent (WVS, 2008).

Érigée en région par la loi 2008 – 14 du 18 mars 2008, Kaffrine est située au centre du Sénégal, dans le bassin arachidier. La région couvre une superficie de 11 181 km² soit 7% du territoire national.

¹ Lors de la collecte des données, Kaffrine n'était pas encore érigé en région et Birkelane était chef lieu de communauté rurale

² Farmers Managed Natural Regeneration (gestion de la régénération naturel par les agriculteurs)

Elle est limitée :

- au Nord par le département de Gossas (arrondissement de Colobane) et le département de Linguère (Ranch de Dolly et arrondissement de Barkédji) ;
- au Sud par la République de Gambie et le département de Nioro (arrondissements de Paos Koto et de Médina Sabakh) ;
- à l'Est par le département de Koupentoum ;
- à l'Ouest par le département de Kaolack (arrondissement de Koumbal).

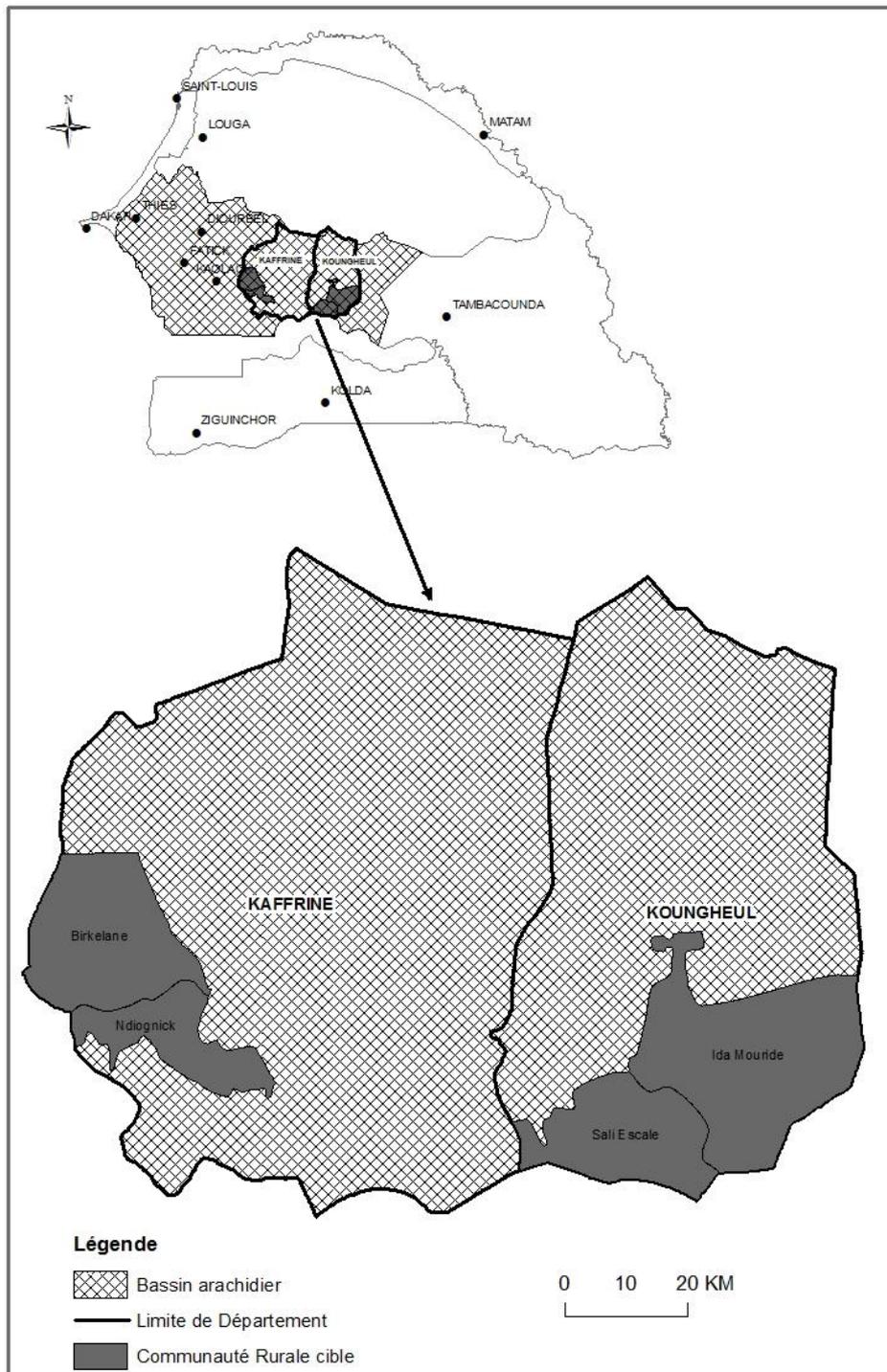


Figure 1. Localisation de la zone d'étude (DEFCCS/CSE, 1996)

1.2. CONDITIONS PEDOCLIMATIQUES

Le Sénégal comprend trois régions climatiques liées à un gradient pluviométrique (PFS, 2005 ; Diatta *et al.*, 1998) :

- **Le domaine sahélien** au Nord de l'isohyète 500 mm comprend une zone Nord sahélienne à pluviométrie inférieure à 300 mm et une zone Sud sahélienne à pluviométrie comprise entre 300 et 500 mm.
- **Le domaine soudanien** au Sud de l'isohyète 500 mm jusqu'à 1200 mm. Il est subdivisé en zone Nord soudanienne, entre 500 et 800 mm, et la zone Sud soudanienne entre 800 et 1200 mm.
- **Le domaine sub-guinéen** à pluviométrie supérieure à 1200 mm est localisé au Sud-Est sur une faible portion du territoire. Ce régime pluviométrique a tendance à baisser avec le déficit pluviométrique persistant depuis environ trois décennies, ce qui s'est traduit par un glissement des isohyètes vers le Sud.

La zone de l'étude est localisée dans le domaine soudanien et plus précisément en zone Nord soudanienne équivalent à un climat tropical de type soudano-sahélien caractérisé par deux saisons. Une saison des pluies allant de juin - juillet à octobre et une saison sèche de 8 à 9 mois (Sarr, 2009).

1.2.1. La géologie, le relief et les sols

Le paysage d'ensemble de la région de Kaffrine repose sur un matériau géologique constitué d'un grès argileux ou argiles sableuses du Continental Terminal.

On note sur ce matériau la présence d'une cuirasse ferrugineuse anciennement formée et dont l'état de démantèlement est plus ou moins avancé.

Il en résulte des corniches dominant des vallées, des pentes noyées sous des blocs et gravillons ferrugineux et des surfaces d'étendues variables jonchées de débris de cuirasse de toute dimension (Dubois, 1971).

La région de Kaffrine est située dans la zone Centre-Ouest du Sénégal marquée par un relief relativement plat et à faible altitude, entre 20 et 50 m environ avec trois grandes unités géomorphologiques (Kairé, 1999) :

- le plateau (partie la plus haute) ;
- le glacis (du bord du plateau jusqu'à la vallée correspond à la zone des cultures sèches) ;
- la vallée (les zones inondables).

Des études ont montré que cette zone pédoclimatique Centre-Ouest est essentiellement caractérisée par des sols ferrugineux tropicaux qui se divisent en lessivés sous l'effet des eaux ou non lessivés, des sols hydromorphes et halomorphes selon la classification française (Sarr, 2008 ; Atlas national du Sénégal, 2006).

Un autre type de classification, subdivise les sols de notre zone d'étude en « Dior », « Deck » et en « Dior-Deck » ou « Deck-Dior » suivant la prédominance de la partie Deck ou Dior.

Les « Dior » se rapportent aux sols dont les 40 premiers centimètres sont dominés par les classes texturales sableuses et sablo limoneuses avec moins de 10% d'argile.

Les « Deck » correspondent aux sols dominés par les classes texturales limono-argileuses, limono-argilo-sableuses, argilo-sableuse et argilo-limoneuses avec ainsi un taux relativement important d'argile. Les « Dior-Deck » sont caractérisés par une texture sablo-limoneuse (avec plus de 10% d'argile), ou limoneuse très sableuse (avec moins de 15 % d'argile) dominante sur les 40 premiers centimètres. Quant aux « Deck-Dior », ils correspondent aux sols à classes texturales limono-sableuses, limoneuses et aux limons très sableux (avec plus de 15 % d'argile) dans les 40 premiers centimètres (BPS, 1998).

Thiaw (2009) précise que les sols rencontrés sont marqués par la dominance de la fraction sableuse. Il a identifié deux types de structures (massive et fragmentaire) des sols :

- la structure massive va le plus souvent avec les sols dont la fraction argile limon domine la fraction sableuse ;
- le contraire est observé pour la structure fragmentaire qui est retrouvée dans des sols à fraction sableuse plus importante avec néanmoins de l'argile et du limon.

Les taux de matière organique sont faibles dans ces sols. Ce qui suppose un appauvrissement continu des sols. Ceci peut être dû à plusieurs facteurs dont la disparition progressive de la végétation.

L'importance du rôle de la plante sur la fertilité des sols a été déjà énoncée par Akpo (1992) qui montre que le taux de matière organique est de 1,5 à 5 fois plus important sous ombrage que dans une zone découverte. Duchaufour (2001) précise que c'est l'apport annuel de litières lors de la chute des feuilles qui renouvelle périodiquement le stock de matière organique existant en surface. Il indique que lorsque le sol forestier est couvert d'herbes, cette végétation herbacée intervient ainsi à hauteur de 40 à 50% de la litière sous la forme de matière organique.

1.2.2. La pluviométrie et les températures

L'analyse de la série pluviométrique 1958-2008 montre que la pluviométrie moyenne interannuelle est de 640 ± 171 mm. Le coefficient de variation est de 27%. Les précipitations minimales ont été enregistrées au cours des années 1979 (408 mm), 1980 (443 mm) et 1983 (437 mm) et les plus élevées en 2006 (910 mm) et 1999 (895 mm).

La comparaison des précipitations annuelles à la pluviométrie moyenne interannuelle permet de dégager qu'une année sur deux est sèche (soit 47%). Elle permet d'identifier par ailleurs l'année de rupture de la série à 1967 (figure 2).

Ainsi, deux périodes peuvent être considérées :

- la première période qui va de 1958 à 1967, est caractérisée par des années dont la pluviométrie est globalement supérieure à la pluviométrie moyenne interannuelle : il s'agit de la période humide. La pluviométrie moyenne est de 729 ± 182 mm soit une variation de 25% ;
- la seconde période, de 1968 à 2008, est caractérisée par une succession d'années (23) à pluviométrie déficitaire. La pluviométrie moyenne interannuelle est de 619 ± 162 mm. La variation est de 15% par rapport à la période précédente.

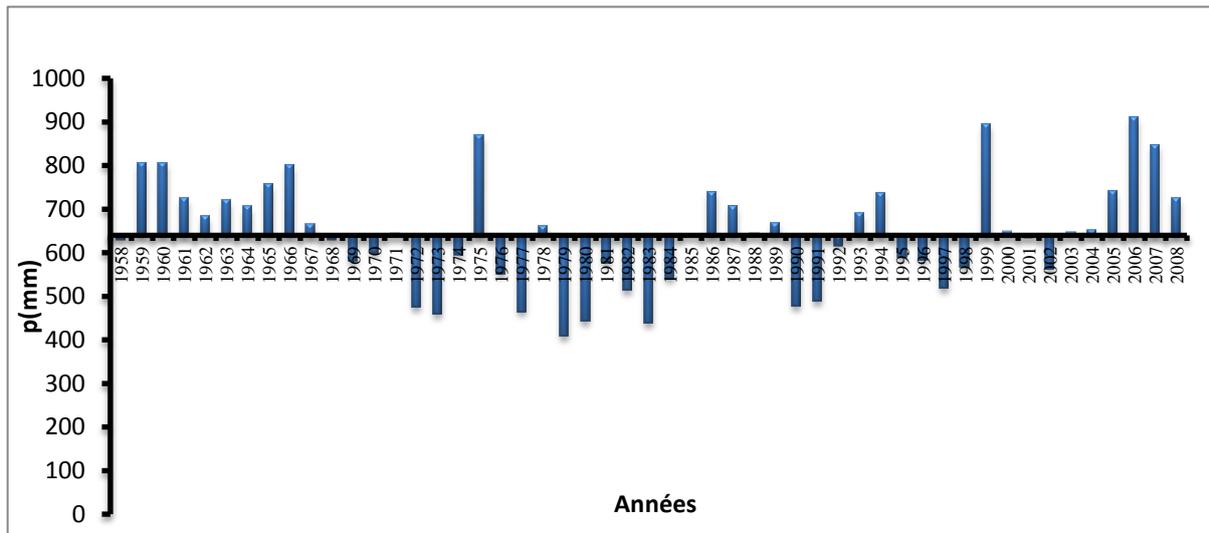


Figure 2. Tendances évolutives de la pluviométrie (1958- 2008) (Source : ANAMS, 2009)

Le nombre de jours de pluie par an en moyenne est identique pour les trois chroniques et égal à 45 jours. La quantité d'eau enregistrée par jour de pluie est de 14,53 mm pour toute la chronique, de 14,04 pour la seconde période et 16,55 mm pour la première période (tableau 1).

Tableau 1. Nombre de jours de pluies par an et quantités de pluies tombées

Zone d'étude	Période	Nombres de jours de pluies				Q mm/j ³
		Moy	CV (%)	Min	Max	
	1958 à 1967	45	18,1	31	61	16,55
	1968 à 2008	45	25,8	28	93	14,04
	1958 à 2008	45	24,4	28	93	14,53

A nombre de jours de pluie égaux, la pluviométrie d'une période est corrélée à la quantité d'eau par jour enregistrée.

La saison des pluies commence en mai et prend fin en octobre (Figure 3). Pendant cette période, on observe une tendance des pluies supérieure à celle des températures ($P_e > 2T$).

Les valeurs de températures souvent élevées sont observées en saison sèche (période pendant laquelle $P_e < 2T$). Entre octobre et fin février, elles tournent autour de 28°C en moyenne : c'est la saison sèche froide et autour de 31,17°C entre mars et début juin : c'est la saison sèche chaude.

Les températures moyennes minimales et maximales mensuelles sont respectivement de 18,2°C (janvier) et 40,7°C (avril). La température moyenne annuelle est de 29,6°C.

Les mois de juillet, août et septembre constituent la période humide car cumulant 84,7% des précipitations. Le pic est atteint au mois d'août (le plus pluvieux), il reçoit à lui seul 37,1% des précipitations annuelles.

³ Quantité moyenne de pluie enregistrée par jour

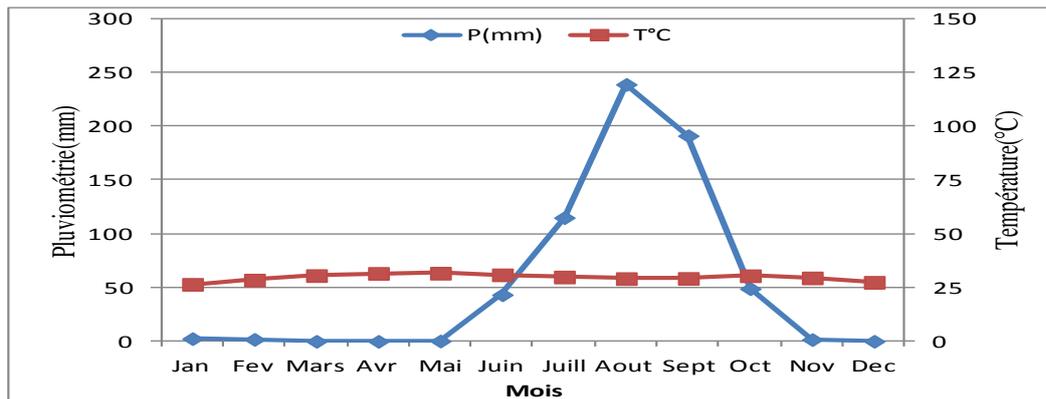


Figure 3. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude. (Source : ANAMS, 2009)

1.2.3. Les vents

Trois types de vents soufflent dans la région :

- les alizés, vents chargés d'humidité qui sévissent de Décembre à mi-février ;
- l'harmattan, vent dominant dans la région, de direction Nord-Est et Sud-Ouest qui souffle de Février à Mai. Il est asséchant le jour et froid la nuit. Le vent est à l'origine de l'érosion éolienne ;
- la mousson, masse d'air chargée d'humidité, se fait sentir dès le mois de juin. Elle souffle du Sud au Nord et apporte les pluies.

1.3. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le système hydrographique de la région est composé du bras du Saloum, cours d'eau salée qui s'étend sur une partie du département de Birkelane ; à l'Ouest de l'ancien cours d'eau du Baobolong, affluent du fleuve Gambie, qui s'assèche dans sa partie aval en milieu de saison sèche. Douces en saison des pluies, les eaux deviennent saumâtres à salées en saison sèche (PAER Kaffrine, 2011).

Les affluents du Baobolong traversent d'Est en Ouest le département de Malem Hoddar et l'arrondissement de Katakél dans le département de Kaffrine, permettant aux populations de s'adonner au maraîchage avec la présence de bas-fonds propices à cette activité (Touré, 2002).

Le réseau hydrographique comprend aussi des mares temporaires et de petites vallées alimentées par les eaux de pluie. Il s'agit de points d'eau qui servent à l'abreuvement du bétail et qui s'assèchent en saison sèche.

1.4. LA VEGETATION

La répartition de la végétation est en grande partie liée à la pluviométrie. La faiblesse des pluies et la variabilité dans la distribution sont des facteurs déterminants dans le contrôle de la modification de la flore et de la végétation (Ozer *et al.*, 2010 ; Hulme *et al.*, 2001).

L'occupation progressive des sols par les activités agricoles est aussi une cause importante de modification de la végétation (Diallo *et al.*, 2011 ; Diatta *et al.*, 1998).

Veyret (2007) désigne sous le terme de savane un ensemble de formations composées essentiellement de plantes herbacées appartenant à la famille des graminées et plus ou moins parsemée d'arbres et d'arbustes. Les paysages de savanes sont très diversifiés.

Dans la zone d'étude, il existe quatre types de savanes : herbeuse, arbustive, arborée et boisée (Ndao, 2001).

La savane herbeuse est caractérisée la quasi-absence d'arbre et d'arbustes. Elle se trouve principalement dans le Nord de la région de Kaffrine, dans les zones à sol très peu profond (cuirassé) ou très sèches.

La composition floristique est marquée par la prédominance d'espèces appartenant aux familles des *Poaceae*, *Cyperaceae* et *Acanthaceae*. Parmi les quelques ligneux présents, les espèces de *Combretum* et *Guiera* sont bien représentées.

La savane arbustive est composée d'un tapis quasi continu de hautes graminées avec des arbustes disséminés. Il existe la savane arbustive fermée (taux de recouvrement compris entre 15 et 25 %), et la savane arbustive ouverte (taux de recouvrement compris entre 5 et 15 %). La réserve sylvo-pastorale du Saloum au Nord de la région et les zones cuirassées du Sud-Est (vers Kounghoul) abritent ce type de végétation. Les espèces des genres *Combretum* (*Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*) et *Guiera* sont prédominantes dans la savane arbustive.

La savane arborée est marquée par un tapis quasi continu avec des arbres et arbustes dispersés dont le couvert ne dépasse pas 25% de la superficie. Elles sont devenues rares dans la région. La forêt classée de Paté est l'une des dernières reliques avec certaines zones comprises entre Boulel et Gnibi. Dans cette zone de savane arborée quelques pieds de *Pterocarpus erinaceus* sont rencontrés.

La savane boisée comporte un tapis quasi continu avec une densité importante des arbres de 8 à 20 m de haut et arbustes formant un couvert généralement clairsemé sur 25 à 50% de la superficie. Seule une zone de savane boisée existe dans l'extrême Sud de la région dans les dépressions et le long des vallées fossiles, à la frontière avec la Gambie. Il s'agit de la forêt de Dankou qui continue en territoire gambien. Les espèces qui y dominent sont : *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia macroptera*, *Bombax costatum*, *Combretum glutinosum*.

La région de Kaffrine compte treize forêts classées et deux réserves sylvo-pastorales.

1.5. LA POPULATION ET SES ACTIVITES

1.5.1. La population

Les données démographiques proviennent des projections du recensement général de la population et de l'habitat de 2002. Ces données portent essentiellement sur la population résidente (tableau 2).

La population de la région est estimée en 2011 à 572 735 habitants, soit 4,5 % de celle du Sénégal avec une densité de 51 habitants au km² contre 65 habitants au km² à l'échelle nationale. Cette population majoritairement rurale (plus de 88%) est inégalement répartie sur les quatre départements de la région.

Tableau 2. Répartition spatiale de la population

Département	Population (hbts)	%	Superficie (km ²)	Densité (hbts/km ²)
Kaffrine	203 687	36	2716	75
Koungheul	165 060	29	4237	39
Birkelane	109 348	19	1122	97
Malem Hodar	94 640	17	3106	30
Région	572 735	100	11 181	51

Source : Service Régional de la Statistique et de la Démographie (SRSD) de Kaffrine, 2011

La population est composée de 51% de femmes. La région de Kaffrine a une population relativement jeune. En 2010, près de 60% de la population avait moins de 20 ans. Chez ces moins de 20 ans il y a presque égalité de genre avec 49,96% de filles contre 50,04% de garçons.

Les personnes âgées de 60 ans et plus ne représentent que 4,6% de la population avec une prédominance des femmes.

Au plan ethnique, les Wolof sont dominants. La population est majoritairement musulmane (99%) et le reste est composé de catholiques et autres confessions.

1.5.2. Les activités socio-économiques

Les secteurs d'activités dominants dans la région sont l'agriculture, l'élevage, la foresterie, l'artisanat et le commerce.

La région de Kaffrine occupe une place primordiale dans la production agricole sénégalaise. Elle est la deuxième région productrice de céréales au Sénégal (221 038 Tonnes) durant la campagne 2010-2011 et la première productrice d'arachide pendant la même campagne avec 23,48 % de la production nationale. Cependant du fait de l'appauvrissement des sols et de la baisse de la pluviométrie, il est noté une baisse progressive des rendements agricoles. La pauvreté des sols est accentuée avec la pression anthropique sur les terres cultivables et l'abandon de la jachère.

Dominée essentiellement par les cultures pluviales, la moyenne annuelle des superficies emblavées varient entre 350 à 400 000 hectares.

Ces cultures pluviales sont constituées principalement d'arachide, de céréales (mil, sorgho, maïs, riz de plateau) mais également de coton, de sésame et de niébé.

En dehors de ces cultures, les populations s'adonnent aux activités maraîchères dans les bas-fonds et autour des forages (Conseil régional Kaffrine, 2011).

L'élevage est un secteur dynamique et vital tout comme l'agriculture pour l'économie régionale. Ces dernières années, il est devenu une activité très lucrative et se positionne au second rang après l'agriculture. En outre, il contribue notablement à la sécurité alimentaire des populations.

Il existe deux formes d'élevage dans la région. L'élevage extensif qui comprend deux types :

- **P'élevage pastoral** basé sur la transhumance et pratiqué par les bergers peulhs ;
- **P'élevage sédentaire** particulièrement pratiqué par les cultivateurs sérères qui entretiennent d'importants troupeaux dont le fumier sert de fertilisants pour l'agriculture.

L'élevage naisseur qui concerne la production laitière et la pratique de l'embouche paysanne.

Le cheptel est composé de bovins, de petits ruminants, d'équins et de volaille.

En dépit de leur importance dans l'économie régionale, les activités pastorales peuvent présenter des impacts négatifs sur l'environnement et les ressources naturelles.

A ce titre, on peut noter :

- la surcharge et le piétinement des pâturages dans les aires pourvues en forages ;
- déboisement lié à l'aménagement des haies mortes pour protéger les cultures ;
- émondage ;
- les coupes abusives et les émondages non contrôlés ;
- la destruction d'aires protégées du fait de la diminution des pâturages.

L'exploitation forestière concerne la production de bois d'œuvre, de charbon de bois, le bois de chauffe, la récolte des produits de cueillette et des produits destinés à la fabrication d'articles façonnés (artisanat). Cependant la production de charbon de bois est interdite dans la région depuis 1997 et l'exploitation de bois d'œuvre est aussi clandestine.

Les produits de cueillette occupent une place importante dans les échanges au niveau des marchés hebdomadaires dit « loumas » (tableau 3).

Tableau 3. Evolution des prélèvements dans la région

Produits \ Année	Pain de singe (kg)	Fruit de jujubier (kg)	Gomme Mbeb (kg)
2009	396 925	1 270	2200
2010	716 979	13 360	475
Total	1 113 904	14 630	2675

Source : Inspection Régionale des Eaux et forêts de Kaffrine, 2011

L'exploitation des ligneux en zone aménagée procure des revenus importants aux populations riveraines des massifs aménagés. Dans le cadre de l'aménagement de la forêt de Dankou, les populations organisées en comités villageois et inter villageois de gestion ont exploité en 2011 (janvier- septembre) sept cent quatre vingt dix (790) quintaux de charbon de bois pour une valeur marchande de 5 521 000 F CFA.

L'artisanat joue un rôle important dans le développement de la région. Les filières les plus représentées sont l'ébénisterie, la poterie, la vannerie, la menuiserie métallique et la teinture.

Son importance se justifie en particulier à travers la fabrication de matériel agricole eu égard à la place prépondérante de la production arachidière de la région au niveau national, ainsi que pour les autres filières céréalières.

Cependant le secteur de l'artisanat reste confronté au manque de financement, à la difficulté d'écoulement des produits fabriqués et au faible niveau de formation des artisans.

Quant au commerce, il permet essentiellement l'écoulement des productions agricoles en particulier celles de l'arachide et du mil. Les produits forestiers de cueillette (pain de singe, fruit de jujubier, fruits de tamarinier,...) et le bétail occupent une place de choix dans cet échange.

Dans le département de Birkelane, le sel exploité par les habitants des villages riverains du bras de mer du Saloum est un autre produit important commercialisé.

L'exploitation de ce produit témoigne d'une salinisation croissante des terres et par conséquent d'une diminution des terres arables et disparition progressive de la flore et de la faune.

Il existe de nombreux marchés hebdomadaires appelés « loumas » pour la commercialisation de ces produits dont les plus remarquables sont ceux de Birkelane, de Gniby, Malem Hodar et Missirah Wadène. Ils servent aussi aux populations pour leur approvisionnement en aliments de base.

REFERENCES

1. **AFRENA., 1991** - Propositions de recherches agroforestières pour le système du bassin arachidier du Sénégal, ICRAF, pp. 76-78.
2. **Akpo L. E., 1992** - Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques, Thèse de doctorat de 3^e cycle en Biologie végétale, option écologie, FST, UCAD, pp. 129 – 137.
3. **Akpo L. E., Grouzis, M., Gaston, A., 1993** – Pluviosité et productivité des herbages de l'aire pastorale de Wiidu Thiengoli (Nord-Sénégal). Estimation des charges fréquentielles. Rev. Elev. Med. Pays trop. 46, 4, pp. 687 – 701.
4. **Akpo L.E. et Grouzis M., 1996a** – Interaction arbre/herbe en zones arides et semi-arides d'Afrique : état des connaissances. Estratto dalla « Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale », Istituto Agronomico per l'Oltremare, FIRENZE, Volume 90 (1), pp. 96-105.
5. **Akpo L. E. et Grouzis M., 1996b** - Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). Webbia 50 (2) : pp. 247-263.
6. **Atlas National du Sénégal, 2006** - Les types de sols.101 p.
7. **Bakhoum C., 1995** - Influence du *Sterculia setigera* del « Mbep » sur les rendements des cultures annuelles (arachide, mil, sorgho) au Sud-Est du bassin arachidier du Sénégal, Mémoire de DEA, ISE, Faculté des Sciences et Techniques, UCAD, Sénégal, 1 p.
8. **Bakhoum C., Samba A.N.S., Ndour B., 2001** - *Stercula setigera* Del. : effet sur les cultures. Ann. For. Sci. 58 : 207–215.
9. **Bonfils M., 1987** - Halte à la désertification au Sahel, Guide méthodologique, Editions Karthala (Paris, France), CTA, Pays-Bas, 31p, 134 p.
10. **Bureau de Pédologie du Sénégal, 1998** - Etude semi détaillée des sols du bassin arachidier (zone Kaffrine). *Rapport INP*. 83 p.
11. **Chamard, C. P., 1993** -“Environnement et développement, Références particulières aux Etats sahéliens Membres du CILSS”. Sécheresse, Science et Changement Planétaire, vol VI, n°1, pp.17 – 18.
12. **Conseil Régional, 2011** – Plan d'Action Environnemental Régional de Kaffrine 2012-2014, Sénégal, pp. 12-20.
13. **Conseil Régional, 2003** -Additif Plan d'Action Forestier de la Région de Kaolack 2003 – 2007, Sénégal, pp. 7-8.
14. **CSE, 2005** - Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, pp. 16-136.
15. **CSE, 2009** - Annuaire sur l'Environnement et les Ressources Naturelles du Sénégal. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature, des Bassins de Rétention et des Lacs artificiels, Deuxième Edition Mai 2009, Dakar. 68 p.

16. **Diallo H, Bamba I, Barima S, Sadaïou Y, Visser M, Ballo A, Mama A, Vranken I, Maïga M, Bogaert J. 2011** - Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse*, **22**(3): 97-107.
17. **Diatta M., Grouzis M., Faye E., 1998** – Typologie de la végétation ligneuse en zone soudanienne. *Bois et forêts des tropiques*, N° 257 (3) : 23-32, 25 p.
18. **Dubois J.P., 1971** - L'émigration des sérères vers la zone arachidière orientale. Contribution à l'étude de la colonisation agricole des Terres Neuves du Sénégal. ORSTOM, Dakar. 204 p.
19. **Duchaufour P., 2001** - Introduction à la science du sol, végétation, environnement. 6ème ed. de l'Abrégé de pédologie. 331 p.
20. **FAO, 2010** – Evaluation des Ressources Forestières Mondiales. Rapport national, Sénégal, pp. 10-11.
21. **FIDA Afrique, 2010** - Regional Project Implementation Workshop in Western et Central Africa, Dakar – Sénégal, pp. 1-3.
22. **Fontanel P., 1986** – Etat des végétations de parcours dans la Communauté rurale de Kaymor (Sud-Sénégal, Saloum). Effets de la pression anthropique dans les différents milieux et capacités de récupération. D.S.P. N° 28. Montpellier, France, CIRAD-IRAT, 41 p.
23. **Hulme M, Doherty R, Ngara T, New M, Lister D. 2001** - African climate change : 1900-2100. *Clim. Res.*, **17**: 145-68.
24. **Kaïré M., 1999** - La production ligneuse des jachères et son utilisation par l'homme au Sénégal, Université de Provence, Aix-Marseille I, 116 p.
25. **Kossi A., Bellefontaine R., Kokou K., 2009** – Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse* 20 : 394-6.
26. **Kossi A., Bellefontaine R., Kokou K., 2009** – Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse* 20 : 394-6.
27. **Larwanou, M., M. Abdoulaye and C. Reij., 2006** - Etude de la régénération naturelle assistée dans la Région de Zinder (Niger): Une première exploration d'un phénomène spectaculaire. Washington, D.C.: International Resources Group for the U.S. Agency for International Development, pp. 1 – 36.
28. **Maignien R., 1965** - Carte pédologique du Sénégal au 1/1 000 000 – Notice explicative. ORSTOM-Dakar.
29. **MEPN, 2005** - Politique forestière du Sénégal, 2005 – 2025, Documents annexes (version finale), pp. 3 -8.
30. **Ndao, M. 2001** - Etude d'une zone test du département de Kaffrine (SENEGAL). Caractérisation du sol et de son occupation - Spatialisation des résultats. Travail de diplôme du Cycle Postgrade en Sciences de l'Environnement: EPFL, Lausanne.
31. **Niang A., 1992** - Les blocages de l'agroforesterie au Sénégal, Composante Aménagement des terroirs (AT), Centre Sahel – Université Laval, pp.6-23.
32. **Niang M. M., 1990** - Contribution à la connaissance et à la valorisation des systèmes agro forestiers traditionnels au Sud du bassin arachidier (Sénégal) –Cas du système à parc à *Cordyla pinnata* Lepr.

- Mémoire d'obtention d'un diplôme d'ingénieur des eaux, forêts et chasse, Institut National de Développement Rural, Centre Universitaire de Dschang, Cameroun, 2 p.
33. **Olivry J. C., 1983** - Le point en 1982 sur la sécheresse en Sénégal et aux îles du Cap Vert. Examen de quelques séries de longue durée (débits et précipitations). *Cah. ORSTOM, sér. hydrol., vol. XX, n°1* : pp. 47-69.
 34. **Ozer P., Hountondji YC., Niang AJ., Karimoune S., Manzo OL., Salmon M., 2010** – Désertification au Sahel : historique et perspectives. BSGLG 54 pp. 69-84.
 35. **Pieri C., 1990** - Les bases agronomiques de l'amélioration et du maintien de la fertilité des terres de savanes au Sud du Sahara. In Savanes d'Afrique, terres fertiles? Ministère français de la Coopération et du Développement /CIRAD. Montpellier, 10-14 décembre 1990. Pp. 43-73.
 36. **Sall P. N., 1996** - Les parcs agroforestiers au Sénégal, Etat des connaissances et perspectives, rapport de consultation, Réseau de recherche agro forestière pour les zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest (SALWA).
 37. **Sanogo D. épouse Diaité, 2000** - La haie vive dans le Sud bassin arachidier du Sénégal : adoption et conséquences agro-écologiques. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle de Biologie Végétale- Faculté des Sciences et Techniques – UCAD – Sénégal ; 1p.
 38. **Sarr O., 2009** - Caractéristiques des ligneux fourragers dans les parcours communautaire de Lour Escalé (Région de Kaffrine centre-Sénégal). Mémoire de DEA en Biologie végétale, option écologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, p. 3.
 39. **Sarr W., 2008** - Effet de la déforestation et des changements d'utilisation des terres des réserves sylvopastorales de Mbégoué et Dolly (Sénégal) sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et le stock de carbone (C). *Mémoire DEA, FST, UCAD (Sénégal)*. 74 p.
 40. **Silvakumar M. V. K., 1991** - Drought Spells and drought Frequencies in West Africa. I.C.R.I.S.A.T Sahelian Center B.P. 12404, Niamey, Niger, Research Bulletin numéro 13. pp. 1 -18, pp. 154 – 160.
 41. **Thiaw A., 2009** - Contribution à la caractérisation bio pédologique de la région de kaffrine (zone centrale-Ouest du Sénégal. *Mémoire DEA, FST, UCAD (Sénégal)*. 69 p.
 42. **Touré A., 2002** - Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone Nord soudanienne au Sénégal, Thèse N° 2585, Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), pp I-3-11, II-4 p.
 43. **World Vision Sénégal, 2008** - Rapport sur la situation de référence du projet d'amélioration de la situation alimentaire et des revenus au Sénégal. pp. 19-23.

CHAPITRE II : LA REGENERATION NATURELLE DE L'ARBRE : ETAT DES CONNAISSANCES⁴

RESUME

La synthèse des acquis publiés dans le présent article fait le point sur les investigations menées sur la régénération naturelle de l'arbre en zone aride et semi-aride d'Afrique de l'Ouest. Les résultats obtenus montrent que, même si la menace des écosystèmes est ancienne, les recherches/actions menées dans le domaine sont relativement récentes. Il est reconnu qu'il existe une régression du peuplement ligneux liée aux actions anthropiques (déboisement, surpâturage, feu de brousse) et aux aléas climatiques (sécheresse). Les connaissances actuelles ont démontré les multiples rôles de la régénération naturelle de l'arbre pour les services (fertilité du sol, lutte anti érosive, ombrage, ...), et les productions (ligneuses, pastorales, médicinales, ...)

Il existe cependant, dans certaines régions, une dynamique d'adaptation, à travers le développement des systèmes agroforestiers à petite et à grande échelle par les paysans grâce à la protection et à la gestion de la régénération spontanée.

Mots clés : Espèces ligneuses, dynamique, gestion, régression, paysan

ABSTRACT

The synthesis of acquired published in this article focuses on the investigation of natural regeneration of tree in arid and semi-arid West Africa. The results showed that, even if the threat on ecosystems was ancient, research / actions in that were relatively recent. It was recognized that there was a regression of ligneous related to human activities (deforestation, overgrazing, bush fire) and weather conditions (drought). Current knowledge showed the multiple roles of natural regeneration of tree for services (soil fertility, anti erosion, shading ...) and outputs (timber, grazing, medicinal ...). There were, however, in some regions, a dynamic adaptation through the development of agroforestry systems in small and large scale farmers through the protection and management of spontaneous regeneration.

Keywords: woody species, dynamics, management, regression, peasant

⁴ Journal of Asian Scientific Research 2(12):820-834, 2012

INTRODUCTION

Sénégal, certains auteurs dont Péliissier (1966), Giffard (1974), Lericollais (1989) ont longtemps et régulièrement décrié la menace sur les écosystèmes du fait d'une exploitation anarchique pour des fins agricoles et énergétiques notamment. Malgré la préservation dans les champs de certaines espèces utiles, telles que *Cordyla pinnata* et *Faidherbia albida* respectivement dans le Sud et le Nord bassin arachidier, l'abattage systématique de plusieurs autres et le passage des feux de brousse ne favorisent pas le maintien du couvert végétal, encore moins sa reconstitution. Seules quelques espèces d'arbustes ayant un bon potentiel de régénération se développent dans les zones de cultures.

Les premières études sur la régénération naturelle de l'arbre dans le bassin arachidier menées par le Centre National de Recherches Forestières (CNRF) de l'ISRA datent de 1987 et portent sur l'étude :

- des facteurs physiques et socio-économiques utiles en vue d'un aménagement agroforestier (Samba, 1988). A l'issue de cette étude, un plan d'aménagement a été proposé pour le parc à *Faidherbia albida* dans la zone Centre-Ouest du bassin arachidier;
- des différentes composantes du rendement mil et arachide menée dans les parcs à *Faidherbia albida* (zone Centre-Ouest) et à *Cordyla pinnata* (zone Sud) pour évaluer l'effet de ces espèces sur les productions agricoles (1988/89) ;
- de la régénération naturelle dans le parc à *Faidherbia albida* menée dans la zone Centre-Ouest en 1989 (AFRENA, 1991).

Sall (1996) avait fait l'état des lieux sur les parcs agroforestiers au Sénégal et dégagé des perspectives de recherches.

Ces travaux attestent que les écosystèmes forestiers sont fortement dépendants des facteurs naturels et de l'action anthropique. *Faidherbia albida* et *Cordyla pinnata* produisent de la litière qui augmente la matière organique du sol. La régénération naturelle de *Faidherbia albida* bien qu'importante dans la zone Centre-Ouest est compromise par la suppression des rejets lors des récoltes et des travaux pré-culturaux.

D'autres études agroforestières ont permis d'élargir et d'approfondir ces travaux précédents.

Samba *et al.* (2000), Diouf (2001) ont permis de mieux appréhender l'influence des différents facteurs (mode de régénération, distance par rapport au village, embocagement) sur la densité et la hauteur de la régénération naturelle dans des parcs à *Faidherbia albida*, *Adansonia digitata* et *Borassus aethiopicum* du bassin arachidier du Sénégal.

Au Mali, l'élaboration et la mise en œuvre d'une stratégie de gestion durable en zone semi aride a nécessité des recherches sur les facteurs influant sur la régénération naturelle dans les parcs (Cissé, 1991a, b).

Il ressort de ces travaux que la densité de la régénération naturelle varie avec :

- le Système d'utilisation des Terres (SUT). La densité est plus forte dans les champs de brousse (236 pieds/ha) que dans les champs de case ;
- le type de sol : 200, 197 et 182 pieds/ha respectivement sur sol sablo-limoneux, sablo-limono-argileux et sablo-argileux. Elle est beaucoup plus faible sur sol sableux (90 pieds/ha) et
- l'itinéraire technique : elle est plus forte dans les champs cultivés manuellement (63 pieds/ha) que dans ceux travaillés à la charrue (9 pieds/ha) (Cissé, 1995).

Pour les espèces jugées utiles, la densité à l'hectare est plus élevée dans les champs de brousse (39) contre environ 12 dans les champs de cases et les jachères.

Les travaux réalisés au Niger dans la région de Maradi (Toudou *et al.*, 2008) et au Sénégal (Douma *et al.* 2007) corroborent ces résultats.

Une étude sur le reverdissement par la régénération naturelle avec l'utilisation des images satellitaires a permis de conclure que, dans les plaines de Séno (région de Bankass au Mali), les zones où la densité des arbres est moyenne à élevée (40 à 50) dans les champs couvrent une superficie de 450.800 ha. Dans les années 70, la densité à l'hectare qui était relativement faible a significativement augmenté à partir des années 90 avec l'engagement des producteurs et l'appui des ONG telles que SOS Sahel et Sahel ECO (Reij et Tappan, 2011).

Une étude menée au Burkina Faso, sur l'état de dégradation des peuplements ligneux en zone soudanienne de *Azizelia africana*, *Bombax costatum*, *Boswellia dalzielii* et *Pterocarpus erinaceus*, montre qu'en milieu naturel, les jeunes plants, face à la sécheresse, aux feux de brousse et aux déprédateurs, survivent difficilement (Ouédraogo *et al.*, 2006). Ainsi, ces auteurs pensent que la réussite de la restauration de ces quatre espèces doit passer nécessairement par une meilleure connaissance de leurs différents modes de régénération mais aussi par la protection des jeunes pousses.

Les travaux menés dans le Plateau Central du Burkina Faso par Ouédraogo *et al.* (2008), sur la réhabilitation des terres dégradées militent en faveur de la régénération naturelle. Elles montrent que la régénération naturelle est plus développée dans les parcelles de cultures aménagées que celle non aménagées.

Au Niger, dans zone de Zinder, une étude d'exploration de l'échelle de la Régénération Naturelle Assistée (RNA), ses impacts et la motivation des paysans à protéger et gérer les jeunes pousses a donné des résultats intéressants. En effet, les zones soumises à la RNA couvrent environ un million d'hectare. La crise écologique des années 70 et 80 a poussé les producteurs à mieux s'approprier la RNA. Cette pratique a sensiblement amélioré le bien être social des populations par l'augmentation des productions agricoles du fait de la restauration du couvert végétal (Larwanou *et al.* 2006a). Des travaux conduites toujours au Niger ayant mis l'accent sur la structure et la dynamique de la végétation ont montré que les arbustes avec leur régénération naturelle sont des indicateurs potentiels de changement (Lawesson, 1990; Mische, 1991). Au Sahel, l'arbre joue un grand rôle, notamment en termes d'adaptation aux changements climatiques.

Dans les zones aride et semi-aride, la physionomie des formations végétales est influencée par ces changements (Diarra, 1985) et l'action de l'homme (Diatta *et al.* 1998 ; Akpo et Grouzis, 1996b).

2.1. DYNAMIQUE DE LA VEGETATION LIGNEUSE ET DE LA REGENERATION NATURELLE DE L'ARBRE

2.1.1. Etat des lieux

Les investigations menées en Afrique de l'Ouest dans différents pays montrent que les avis sont partagés.

Giffard (1974) constate que la couverture arborée avait régressé depuis trente ans dans toutes les régions au Sénégal. Elle avait même parfois disparu dans certaines zones sous l'effet de la péjoration climatique et de l'action de l'homme. Les domaines sahéliens, soudanien et guinéen étaient marqués par un endémisme spécifique.

Samba *et al.*, 2000, considèrent dans une étude au Centre-Nord du bassin arachidier dans le parc à *Faidherbia albida*, que 42% des espèces inventoriées ne pourront pas résister aux conditions écologiques et aux activités humaines et connaîtront une diminution dans le temps (*Ficus platyphylla*, *Aphania senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*...), certaines seront stables (*Piliostigma reticulatum*, *Adansonia digitata*, *Faidherbia albida* ...) et d'autres auront une évolution croissante (*Guiera senegalensis*, *Zizyphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*...).

Boffa (2000) considère que les données quantitatives dont on dispose pour évaluer l'évolution de la régénération naturelle de l'arbre du point de vue de la densité, de la composition par âge et de l'extension dans l'espace sont limitées.

Dans les paysages ruraux et selon les systèmes d'utilisation des terres, la densité a généralement diminué de façon importante, au cours des dernières décennies (Akpo *et al.*, 2004), particulièrement depuis les sécheresses des années 70 (Tappan *et al.*, 2004 ; Nicholson, 2000).

Actuellement, une dominance d'arbres âgés et une absence de régénération naturelle pour plusieurs espèces sont constatées (Albergel *et al.*, 1985 ; Dembélé, 1996). Cette situation est accentuée par les défrichements pour les activités agricoles avec l'augmentation de la population (Cabrera *et al.*, 2008), l'exploitation anarchique du bois d'œuvre et de service (Faye *et al.*, 2008) et la sécheresse (Diallo *et al.*, 2011). Il s'en suit une régénération naturelle très aléatoire (Gijsbers *et al.*, 1994) pour la plupart des espèces, notamment la reproduction par semis naturels (Ouédraogo *et al.*, 2006) et aussi celle végétative (Vincke *et al.*, 2010).

Dans le terroir de Sob au Centre-Nord du bassin arachidier du Sénégal, la densité des arbres dans les champs est passée de 10,7 individus à l'hectare en 1965 à 8,3 en 1985 (Lericollais, 1989).

Des recherches effectuées par l'ORSTOM à Fété Olé au Nord du Sénégal indiquent que la strate ligneuse, après une mortalité moyenne de 20 % en 1970-1973, nécessiterait probablement, pour se régénérer, une dizaine d'années dans des conditions de protection totale.

Là où la mortalité a atteint 50 %, il faudrait 30 ans de protection totale pour ramener les peuplements ligneux au niveau de production d'avant 1970.

Au Sénégal, Ndour et Sène (1992), Louppe *et al.* (1994), Sall (1996), estiment que la presque totalité des études conduites dans les parcs agro forestiers du bassin arachidier ont montré une baisse drastique de la densité à l'hectare des arbres, la disparition de plusieurs espèces, le vieillissement des parcs caractérisé par une quasi-absence de la régénération naturelle.

Les principales causes de cette dégradation citées sont : la sécheresse (Tiffen et Mortimore, 2002), les pratiques culturales inadaptées, le surpâturage et les feux de brousse (Vincke, 1995 ; Diatta *et al.*, 1998).

A coté de ces travaux qui mettent en exergue une régression de la régénération naturelle de l'arbre, certains auteurs argumentent que les projets de développement en gestion des ressources naturelles (GRN) ont permis localement une dynamique des peuplements ligneux qui atténue la dégradation de la végétation (Botoni et Reij, 2009) inversant ainsi la tendance constatée par endroit (Olsson *et al.*, 2005).

Au Sahel, dans des régions à fortes densités de population, des formations naturelles disparues sont progressivement remplacées par des systèmes agro-forestiers : Zinder et Maradi au Niger (Toudou *et al.*, 2008), Nord du Plateau Central du Burkina Faso (Ouedraogo *et al.*, 2008), dans la plaine du Gondo au Mali (SahelECO., 2008).

La comparaison des photos aériennes de 1975 avec des images satellitaires de haute résolution de 2005 pour les mêmes zones au Niger montre une forte augmentation des densités d'arbres dans les champs (15 à 20 fois plus d'arbres en 2005 qu'en 1975). Le reverdissement est évalué à au moins cinq millions hectares avec 200 millions d'arbres (Reij *et al.*, 2009).

Si les dimensions de la régénération naturelle sont moins impressionnantes au Sénégal en termes d'échelles, le développement d'initiatives locales existe dans certaines localités (Dieye *et al.*, 2008).

Au Sénégal, le PREVINOBA (Projet de Reboisement Villageois du Nord-Ouest du Bassin Arachidier) avec le développement de son volet recherche - action dans le département de Tivaouane, la densité à l'hectare de 9 arbres avant l'intervention du projet est passée à 27 de par l'adoption de la régénération naturelle assistée (RNA) par les populations (Diallo, 1992).

Chez la plupart des espèces ligneuses qui connaissent une régression dans le milieu semi-aride (Diallo *et al.*, 2011 ; Dieye *et al.*, 2008) et aride (Vincke *et al.*, 2010 ; Akpo et Grouzis, 1996b) le potentiel de régénération existe, mais se sont les perturbations environnementales et certains facteurs intrinsèques aux espèces qui compromettent leurs modes de reproduction. Les hommes et les animaux, la mécanisation, la baisse et la variabilité de la pluviométrie, la cueillette prématurée des fruits, les déprédateurs (termites, sautereaux) et la vieillesse des sujets sont des contraintes majeures à la régénération (Sene, 2000 ; Diouf, 2001).

Au Sénégal et au Burkina Faso, les travaux de Lawesson (1990), Diatta (1998) et Nouvellet (1992) montre que l'évaluation de la densité des espèces multicaules telles que *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*, *Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis* et *Heeria insignis*, est parfois difficile pour savoir si plusieurs jeunes plants émergents appartiennent à la même souche. Il existe là une incertitude car l'idéal serait de travailler par souche.

2.1.2. Espèces ligneuses utilisées dans le reboisement

Des recherches conduites au Sénégal ont justifié le choix de certaines espèces dans les initiatives de repeuplement local. Il s'agit de *Faidherbia albida* (Samba *et al.*, 2000 ; CNRF/ISRA, 1997 ; CNRF/ISRA, 1998), *Balanites aegyptiaca* (Akpo et Grouzis, 1996b) *Acacia raddiana* (Akpo et Grouzis, 1996b), *Acacia tortilis*, *Acacia nilotica* (ISRA/AHDIS, 1998), *Maerua crassifolia* (Diatta *et al.*, 2007 ; Houmey V.K., 2012) dans la Centre-Nord du bassin arachidier et au Ferlo. *Combretum glutinosum* (ENSA-AGROCONSULT, 1998), *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* (Dossa *et al.*, 2009 ; Kizito *et al.*, 2006), *Zizyphus mauritiana* (ENSA-AGROCONSULT 1998) sont recommandées aussi au Centre-Nord, au Sud-Est et Sud-Ouest du bassin arachidier.

Cordyla pinnata (Samba, 1997) et *Parkia biglobosa* (ISRA/AFRICARE, 1998) sont privilégiées dans le Sud du bassin arachidier.

Le choix des espèces est guidé par leurs usages multiples notamment dans l'alimentation, la pharmacopée, le bois de chauffe, de service, le fourrage, et la fertilité des sols (Sene, 1994 ; Bakhoum, 1995 ; Akpo et Grouzis, 1996a ; Bakhoum *et al.*, 2001 ; Akpo, *et al.*, 2003). Les rôles que jouent certaines espèces dans le rétablissement de l'équilibre écologique (Kizito *et al.*, 2006 ; Apko, 1992) et sur la vie sociale et économique des populations confèrent à ces dernières un privilège de préservation délibérée (Abdoulaye et Ibro, 2006).

Dans le Centre-Nord du bassin arachidier du Sénégal, *Adansonia digitata*, *Zizyphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica* pour leur rôle économique (fruitiers) ; *Faidherbia albida*, *Celtis integrifolia* et *Guiera senegalensis* pour leur fonction fertilisante, *Faidherbia albida* et *Celtis integrifolia* prisées dans l'alimentation du bétail sont protégés (Samba *et al.*, 2000).

Au Niger dans les terroirs, des espèces comme *Faidherbia albida*, *Adansonia digitata*, *Ficus platyphylla*, *Prosopis africana*, et *Piliostigma reticulatum* présentant certaines vertus sont protégées et partant, épargnées de toute forme d'exploitation anarchique (Baoua, 2006).

Dans les zones aride et semi-aride, *Faidherbia albida*, *Guiera senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Moringa oleifera*, *Zizyphus mauritiana*, *Gardenia sp* et *Combretum aculeatum* contrairement à *Aphania senegalensis*, *Sclerocarya birrea*, *Diospyros mespiliformis*, *Ficus iteophylla* et *Parinari macrophylla* sont les espèces qui n'ont généralement pas de difficultés de régénération naturelle (Toudou *et al.*, 2008 ; Dieye *et al.*, 2008 ; Sahel ECO, 2008 ; Ouédraogo *et al.*, 2008).

2.2. GESTION DE LA REGENERATION NATURELLE DE L'ARBRE

Au Sénégal, Ndour (1997) et Fall (1999), ont définis plusieurs opérations à mener pour la pratique de la régénération naturelle afin de mieux répondre à la dégradation du peuplement ligneux. Il s'agit successivement du repérage, de la taille, du tuteurage, du marquage des jeunes plants, de l'installation de grilles en fer et de gabions qui les protègent.

Ces opérations doivent nécessairement être accompagnées d'un entretien (désherbage) autour de la régénération pendant et après la saison de pluies pour éviter les attaques par les termites et la concurrence pour l'eau et les éléments nutritifs du sol.

Clavreul, (2003) indique que l'arbre était bien intégré dans le système agraire mais à cause de la monoculture de l'arachide les paysans ont dessouché beaucoup d'arbres qui étaient utiles laissant la place au vent avec ses effets sur le sol et les cultures. A Fandène (Sénégal), la gestion de l'arbre dans le parc à *Borassus aethiopicum* est régie par un code de conduite scrupuleusement respecté par les populations. Aussi l'exploitation des produits du rônier suit des règles bien précises qui fixent l'âge, la période et même les sujets à exploiter.

La protection du peuplement ligneux notamment *Faidherbia albida* (Kadd) et *Combretum glutinosum* (Ratt) lors de la mise en œuvre du projet PREVINOBA (1986 - 1999) au Sénégal s'était inscrit dans une dynamique de restauration de l'équilibre des écosystèmes. Elle a contribué ainsi au développement des productions agricole et pastorale.

Au Niger dans les régions de Maradi et Zinder, les paysans entretiennent et protègent les espèces ligneuses du terroir suite à la crise écologique des années 70 et 80. Cela explique la forte densité ligneuse actuellement constatée (Larwanou *et al.*, 2006a). Dans la région de Bankass (Mali), et sur le plateau central du Burkina Faso, des résultats semblables sont observés (SahelECO, 2008 ; Ouédraogo *et al.*, 2008).

Au Sahel, les actions favorisant la régénération naturelle assistée sont le labour superficiel ou grattage, le labour de fin d'hivernage, le paillage du champ, le parcage des animaux et l'épandage manuel de graines forestières utilisées lors que le champ est dépourvu d'arbres. La pratique de la gestion de l'arbre dans les champs fait appel à différents types de coupe en fonction des objectifs recherchés.

Il s'agit de l'élagage ou ébranchage, recépage ou abattage, émondage ou gaulage et l'écimage. Les périodes de taille ou de coupe des arbres favorables correspondent à la période dormante et après la fructification (Samaké *et al.*, 2011).

2.2.1. Apport de la régénération naturelle de l'arbre

2.2.1.1. Le microclimat

L'arbre contribue à tempérer l'évapotranspiration et la température en zone aride (Le Houerou, 1979) ; Niang, 1992). Akpo et Grouzis (1993) attestent que sous *Acacia tortilis* au Nord du Sénégal, en milieu de journée et en plein feuillage, le rayonnement global peut être réduit à hauteur de 80%.

L'arbre joue un rôle modérateur sur les amplitudes thermiques journalières par une élévation des minima et un abaissement des maxima (Belsky *et al.*, 1989 ; Dancette et Niang, 1979).

En saison sèche et en période de feuillaison, l'évapotranspiration potentielle est réduite de moitié (50%) ; elle est ramenée à 10% pendant la saison des pluies dans un parc à *Faidherbia albida* de 25 à 30 individus à l'hectare (Schoch, 1966).

La régénération naturelle de l'arbre peut jouer l'effet brise-vent d'après certaines observations faites en zone semi-aride par la réduction des risques liés aux vents violents de saison des pluies et aux vents érosifs de saison sèche (Michels *et al.*, 1998 ; Banzaf *et al.*, 1992 ; Sanogo, 2000).

Une étude menée dans le Nord du Burkina Faso a montré que la présence de 6 arbres/ha commence déjà à influencer la vitesse des vents (Leenders, 2006).

Le développement des systèmes agroforestiers avec des densités de 20 à 80 arbres/ha et plus a diminué la vitesse des vents (Ouédraogo *et al.*, 2008). Ils permettent en outre la fixation du sable, et réduisent également la température des sols limitant ainsi l'évaporation et l'évapotranspiration (Reij *et al.* 2009).

Cependant au Sud du Sénégal, les travaux d'Akpo (1992) attestent que l'arbre, à forte densité, peut inhiber la production de la strate herbacée en interceptant une grande partie du rayonnement absorbable. L'accroissement de la production herbacée sous ombrage peut aussi être dû à une réponse adaptative des espèces herbacées à l'ombrage.

Dans la région de Zinder au Niger, les producteurs affirment qu'à coté des arbres, le milieu est plus humide et la chaleur moindre. La présence des arbres dans leurs terroirs leur rend plus à l'aise du point de vue de l'esthétique du paysage et du bien-être.

La régénération naturelle est synonyme d'ombre et crée des microclimats. Les arbres constituent un pilier important dans l'adaptation aux changements climatiques dans la région semi-aride (Botoni et Reij, 2009).

Les travaux de Kizito *et al.* (2006) montrent que *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* contribuent à l'amélioration des régimes microclimatiques (vitesse du vent et l'évaporation réduits) avec une plus grande teneur en eau du sol dans leur voisinage.

2.2.1.2. Le sol

Selon Schmid (1960), la végétation arborée ou arbustive est capable de reconstituer le sol après épuisement. Elle mobilise, en effet, les réserves minérales préexistantes, enrichit les horizons supérieurs en matière organique, améliore leurs propriétés physiques, augmente leur teneur en azote et élimine certaines espèces adventices dont la concurrence est redoutable pour les plantes cultivées.

L'arbre de par ses fonctions de protection et de production constitue l'ossature du système agro forestier. Il protège le sol, les plantes annuelles et les animaux contre un excès de facteurs abiotiques : énergie cinétique des eaux, pression des vents, forte insolation.

Grâce à son enracinement profond, l'arbre améliore la fertilité du sol en faisant remonter en surface des éléments nutritifs du sous-sol, par le biais du feuillage et des branches morts (Akpo, 1992).

Les résidus d'arbustes de *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* peuvent libérer des éléments nutritifs dans le milieu (C, P et N) selon la composition des résidus et à partir d'une certaine période d'incubation en laboratoire : 62 jours pour *Piliostigma reticulatum* et 76 à 90 jours pour *Guiera senegalensis*. Cependant le carbone (C) est beaucoup plus facilement libéré avec les résidus de ces deux espèces que le phosphore (P) et encore moins l'azote (N). Les quantités libérées de N et P par les résidus ne sont pas toujours suffisantes pour les besoins des cultures annuelles. Il faut, par conséquent, un rajout de minéraux ou autres éléments nutritifs (Dossa *et al.*, 2009 ; Lufafa *et al.*, 2008).

Les communautés microbiennes sous les arbustes de *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* sont plus diversifiées, moins stressées, et semblent avoir plus de potentiel pour conduire la décomposition des résidus que celles du sol hors couvert des ces deux espèces d'arbustes qui dominant dans le Sahel (Diedhiou *et al.*, 2009).

Jusqu'à une profondeur de 1,10 m, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* arbustes indigènes en zone semi aride ne concurrencent pas avec les cultures annuelles pour l'eau. Ces deux espèces extraient de préférence l'eau de la partie inférieure à 1,10 m et même au-delà de la profondeur maximale mesurée de 3,5 m. Elles confèrent un impact positif sur le régime d'humidité en association avec les cultures annuelles grâce à l'amélioration de la recharge en eau durant la saison des pluies. L'association cultures-arbustes, pour ces deux (2) espèces, aboutit à une réduction de l'évaporation du sol (Kizito *et al.*, 2007).

D'après FIDA AFRIQUE (2010), la régénération naturelle permet la protection des terres de cultures à travers la lutte contre l'érosion éolienne et hydrique et contribue à l'amélioration de la fertilité des sols. L'adoption massive de la RNA favorise l'augmentation de la productivité des terres de cultures par le rehaussement de la fertilité et la protection des sols.

Une étude d'ENSA-AGROCONSULT (1998) au Centre-Nord du bassin arachidier révèle que sur le plan physique, outre « l'effet parasol », *Combretum glutinosum* protège le sol grâce à l'action exercée par son système racinaire. Toutefois, cette espèce n'a pas une influence sur la fertilité organique des sols.

Les arbres dans les champs produisent de la litière qui augmente la matière organique des sols. *Faidherbia albida* est d'un grand apport en fertilité. Une étude à Dosso au Niger a montré que la biomasse annuelle d'un parc de 40 à 50 arbres /ha restitue au sol 100 kg d'azote, 18 kg de calcium, 20 kg de manganèse et 2 kg de potassium (Ounténi., 1993).

Des études menées sur des arbres dispersés dans les champs en zones aride et semi-aride ont démontré que ceux-ci améliorent la fertilité du sol par apports de matière organique (phosphore, bases échangeables, etc...). Il s'agit de *Faidherbia albida* (Kamara et Haque, 1992), *Prosopis sp.* (Agarwal, 1980) et *Acacia .sp.* (Belsky *et al.*, 1993) pour les espèces fixatrices d'azote ; *Parkia biglobosa* (néré) et *Vitellaria paradoxa* (karité) (Kater *et al.*, 1992; Tomlinson *et al.*, 1995) comme espèces non fixatrices d'azote et d'autres espèces (Campbell *et al.*, 1994).

D'une façon générale, sous l'arbre les constituants chimiques du sol indiquent des concentrations significatives plus élevées notamment en C, N, P (Akpo, 1993 ; Belsky *et al.*, 1989) en Ca, Mg, P (Isichei et Muoghalu, 1992).

2.2.1.3. L'alimentation humaine

En 1974, Giffard affirme qu'au Sénégal, le peuplement forestier joue un rôle alimentaire de premier ordre dans toutes les régions, particulièrement dans la zone sahélo soudanienne où les populations sont composées en majorité de pasteurs transhumants qui tout au long de la période sèche sont à la recherche de pâturages et de points d'eau.

Elles trouvent les légumes nécessaires pour leur alimentation dans la forêt sous forme de feuilles et de fleurs qu'elles consomment parfois fraîches, le plus souvent bouillies et incorporées au mil ou au riz. Parmi les espèces fournissant ces produits, on peut retenir : *Adansonia digitata*, *Cadaba farinosa*, *Capparis corymbosa*, *Cassia tora*, *Crataeva religiosa*, *Grewia mollis*, *Salvadora persica*, *Tamarindus indica*.

Il a aussi étudié certaines espèces qui présentent une valeur alimentaire ou qui offrent un intérêt économique pour les paysans. Il s'agit de *Anacardium occidentale*, *Balanites aegyptiaca*, *Borassus aethiopicum*, *Cordyla pinnata*, *Elaeis guineensis*, *Parinari macrophylla*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica* ainsi que *Sterculia setigera*, arbre producteur de la gomme « M'bepp » utilisée comme additif dans la préparation du couscous (à partir du mil) aliment de base en milieu rural au Sénégal.

Cordyla pinnata est toujours maintenue dans les champs au moment des défrichements car les fruits constituent un appoint alimentaire en début de saison des pluies. Les fruits en juin-juillet, sont ramassés par les paysans sous les arbres pour les manger frais ou cueillis et incorporés aux céréales en substitution de la viande après les avoir débités en lanières qu'ils font sécher au soleil.

L'arbre tient une place de choix dans les stratégies de sécurisation alimentaire des paysans. Les espèces fertilisantes comme *Faidherbia albida*, *Piliostigma reticulatum*, *Prosopis africana* contribuent à améliorer les productions agricoles, notamment les cultures vivrières (mil, sorgho), principales sources d'alimentation des habitants.

Sur le plan nutritionnel, la qualité de l'alimentation s'améliore avec l'intensification et la diversification agricole. Les zones à cuvette apparaissent comme celles où il y a une alimentation variée et riche en raison de la présence de fruitiers et de légumes (Toudou *et al.*, 2008).

Une étude réalisée au Mali sur les espèces ligneuses et leurs usages, confirment le rôle de diverses espèces dans l'alimentation des populations, en particulier dans l'équilibre nutritionnel du menu quotidien. Parmi ces espèces, on retrouve plus particulièrement *Vitellaria paradoxa* (karité) et *Adansonia digitata* (baobab) appréciées respectivement pour la forte teneur en huile de ses noix et les feuilles qui entrent dans la préparation de sauces qui accompagnent le tô de mil ou de sorgho. *Tamarindus indica* (tamarinier), *Parkia biglobosa* (nééré), *Lannea microcarpa*, *Saba senegalensis* et *Sclerocarya birrea* jouent un rôle non négligeable dans l'alimentation pour les paysans les plus démunis (Diop *et al.*, 2005).

2.2.1.4. L'alimentation animale

Dans la flore forestière des zones aride et semi-aride, les légumineuses représentent une source alimentaire de premier ordre pour le cheptel domestique. A côté d'elles, les autres espèces, locales ou introduites, après la sécheresse des années 70, sont presque toutes appréciées.

Les rameaux, les jeunes pousses, les fleurs apportent un complément de vitamines et d'oligo-éléments dans la ration. Le feuillage, gorgé de sève en fin de saison sèche, époque du débourrement des bourgeons, rend plus facile l'assimilation des graminées sèches par les ruminants.

Par la présence d'éléments nutritifs que les graminées ne peuvent offrir, l'arbre contribue à la nourriture quantitative et qualitative des animaux (Niang, 1992).

Au Niger, l'amélioration de la couverture ligneuse grâce à la régénération contribue à l'amélioration en fourrage de qualité pendant la saison sèche. Les feuilles et gousses de certaines espèces telles que *Piliostigma reticulatum*, *Faidherbia albida* ont une grande valeur nutritive. Les gousses de *Faidherbia albida* sont même très commercialisées (Larwanou *et al.*, 2006a).

Au Burkina Faso, des investigations ont montré que les investissements en GRN ont permis d'augmenter significativement la disponibilité des résidus de cultures (notamment les céréales) au champ. Les quantités totales de fourrages stockées sont estimées à 3,84 tonnes pour les unités de production avec aménagements et 2,87 t pour celles sans aménagements (Ouédraogo *et al.*, 2008 ; Kaboré et Reij, 2004 ; Reij *et al.* 2005).

Akpo (1992) précise que dans le système d'exploitation, l'arbre améliore les conditions d'élevage par l'accroissement de la production de la strate herbacée (production, matière azotée digestible, énergie) mais aussi par son action propre (production de feuilles, apport de matière verte pendant 9 mois de l'année).

2.2.1.5. La pharmacopée

En Europe, pendant des siècles, la médecine utilisait exclusivement les « simples » comme remèdes; à l'époque de Rabelais. Les étudiants en chirurgie herborisaient et visitaient les boutiques des apothicaires pour examiner les fruits, les feuilles, les gommes, les semences. Le premier jardin botanique fut créé à Montpellier par Henry IV en 1596 à cause de l'intérêt que la Faculté montrait pour les plantes médicinales. Les comptoirs établis sur la côte africaine envoyèrent en Europe jusqu'au début du XXe siècle d'importants lots de feuilles, de racines et d'écorces pour des fins médicinales (Giffard, 1974).

L'UNESCO, dans une étude publiée en 1961 sur les plantes médicinales des régions arides, estime que certaines essences ligneuses pourraient être utilisées dans la lutte contre l'extension des déserts ou pour la restauration des sols tout en permettant d'obtenir des alcaloïdes, des huiles essentielles ou des gommes médicinales. De ce point de vue, la gomme à *Sterculia setigera*, est demandée par l'industrie pharmaceutique.

Concernant l'utilisation des produits ligneux et non ligneux au Sénégal, Kerharo et Adam (1974) ont analysé plusieurs plantes médicinales du point de vue toxicité. *Combretum glutinosum* était l'espèce la plus prescrite par les thérapeutes.

Combretum micranthum, diurétique puissant, était exportée (environ 30 T de rameaux séchés par an). Le lavage de la tête avec les décoctions préparées à partir de racines de *Guiera senegalensis*, de feuilles vertes de *Pterocarpus erinaceus* ou de rameaux de *Mitragyna inermis* permettent de lutter contre les migraines.

Au Mali, la majorité des espèces ligneuses des Monts Mandingues sont utilisées dans la pharmacopée (Sow et Anderson, 1996).

Acacia nilotica est appréciée dans le traitement de la dysenterie et des maux de dents alors que *Leptadenia hastata* est préconisée par les femmes pendant l'accouchement (Diop *et al.*, 2005).

2.2.1.6. Le bois de service et de chauffe

Le bois de service est utilisé notamment dans la confection de poteaux, de perches, de pieux et de piquets servant dans les constructions résidentielles, la fabrication de clôtures et de greniers (Diop *et al.*, 2005). *Borassus aethiopum*, *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum*, *Piliostigma reticulatum* et *Azadirachta indica* constituent entre autres les principales sources d'approvisionnement pour ces usages.

Le bois constitue toujours la principale source d'énergie domestique en milieu rural, en particulier pour la cuisson des aliments. La disponibilité de bois de chauffe est d'une importance capitale dans les ménages ruraux.

Au Sénégal, les combustibles ligneux représentent 60% du bilan énergétique du pays. La prépondérance du bois et du charbon dans la consommation énergétique domestique se traduit par une forte pression sur les ressources ligneuses (CSE/MEPN, 2005).

Plusieurs espèces ligneuses dont *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*, *Cordyla pinnata*, *Zizyphus mauritiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Azadirachta indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Diospyros mespiliformis* et *Ficus gnaphalocarpha*, etc. sont très utilisées comme bois de chauffe (Rocheleau *et al.*, 1994).

L'intérêt accordé au *Guiera senegalensis* est lié sans doute à sa grande disponibilité dans certains milieux aride et semi-aride qu'à une véritable préférence par les populations comme combustible ligneux (Diop *et al.*, 2005).

2.2.1.7. L'artisanat et l'industrie

Selon Giffard (1974), le bois représente un élément noble de l'arbre. Souvent une classification entre les espèces forestières basée exclusivement sur leurs utilisations dans l'ébénisterie, dans la menuiserie, dans la construction et dans diverses industries consommatrices de ce matériau est faite par les usagers.

Pour certaines espèces, l'usage fait des autres parties de l'arbre (feuilles, fruits, écorce, racines, sève, exsudats) est en général méconnu. Pour d'autres espèces, par contre, beaucoup de ces produits accessoires sont très utilisés dans l'artisanat africain.

Au Sénégal, l'écorce d'*Adansonia digitata* dont les fibres permettent de confectionner des cordages a fait l'objet d'une exploitation dans presque tous les villages et d'une commercialisation contrôlée portant sur 10 à 20 T/an dans les années 1970.

Le bois de *Cordyla pinnata* présente le plus d'intérêt pour l'industrie dans les contrées à longue saison sèche de l'Ouest africain.

Les cendres du bois, la décoction des feuilles, de l'écorce et surtout des racines de *Combretum glutinosum* fournissent des teintures très appréciées par les populations.

Cette espèce est également très utilisée comme bois de service pour la fabrication d'outils divers de maisons et de clôtures (ENSA - Agroconsult, 1998).

Les ardoises des talibés sont des tablettes en bois de *Balanites aegyptiaca*. L'encre qu'ils utilisent pour calligraphier les sourates est un mélange de poudre de charbon de *Balanites aegyptiaca*, de gomme et d'eau (Clavreul, 2003).

2.3. DISCUSSION - CONCLUSION

Dans les zones aride et semi-aride d'Afrique de l'Ouest, le constat le plus accepté reste la régression du peuplement ligneux à cause d'une exploitation anarchique par les populations (Khresat *et al.*, 1998) et des aléas climatiques (Diallo *et al.*, 2011 ; Ouédraogo, 2006). La production de rejets et de graines en qualité et en quantité suffisante pour assurer la régénération naturelle de nombreuses espèces est ainsi compromise. Cette situation dépend des caractéristiques productives propres à chaque espèce.

Il existe cependant (Etude Sahel) des tendances positives dans certaines régions qui montrent une dynamique d'adaptation qui se justifie par les rôles multiples de la régénération naturelle de l'arbre (Reij *et al.*, 2009).

Les agriculteurs ont investi dans le développement de systèmes agro forestiers à petite et à grande échelle en particulier dans les régions de Zinder et Maradi au Niger et la plaine du Seno au Mali à forte densité de populations. Les arbres n'ont pas été plantés, mais sont le résultat de la protection et de la gestion de la régénération spontanée par les agriculteurs. Ces derniers reconnaissent les multiples impacts de ce reverdissement. Les arbres font partie du système de production et ont permis une plus forte intégration de l'agriculture, de l'élevage et de la foresterie (Toudou *et al.*, 2008, Larwanou *et al.*, 2006a).

Lorsque certaines conditions sont réunies, il est possible d'amener les paysans à investir dans les arbres au niveau des champs et à transformer les terroirs et les systèmes de production à grande échelle (Reij, 2011).

La tendance positive de la dynamique évolutive des peuplements ligneux dans certaines régions des milieux aride et semi-aride est soutenue par le recrutement d'individus issus de la régénération naturelle. L'étude sur la régénération naturelle de l'arbre permet de comprendre le fonctionnement et la dynamique des systèmes de productions à base d'arbres, afin d'asseoir des stratégies de restauration et/ou de réhabilitation des écosystèmes essentiellement avec des espèces autochtones (Akpo et Grouzis, 1996b ; Diatta *et al.*, 2007 ; Larwanou et Saadou, 2006). La régénération naturelle est une opportunité qui nécessite une attention particulière afin d'assurer la pérennité des parcs agroforestiers. La promotion des parcs agro forestiers qui constituent des systèmes d'utilisation des terres plus productive sur le plan économique et plus stable sur le plan écologique, permet une gestion optimale des terres à travers l'interaction arbres-cultures-animaux. Cette dernière est un facteur d'autosuffisance alimentaire par l'augmentation de la productivité et la diversification des produits grâce à la fertilité des sols améliorée par l'apport en matière organique, la présence de la rhizosphère et l'accumulation d'éléments nutritifs sous les arbres (Samaké, 2011 ; Diedhiou *et al.*, 2009).

La gestion durable des arbres doit passer par une responsabilisation des paysans par rapport aux arbres dans leurs champs, une diffusion et leur formation sur les meilleures méthodes de gestion.

L'agroforesterie repose essentiellement sur des expériences de terrain et des connaissances qui peuvent se situer hors du contexte scientifique. La recherche scientifique a certes contribué à la connaissance et à l'amélioration d'espèces et de techniques agroforestières, mais c'est d'abord sur le terrain qu'on retrouve les pratiques et le savoir agroforestier (Rocheleau *et al.*, 1994).

Il existe encore un fossé entre la science et les pratiques des populations d'une part, et les résultats plus pointus de la recherche scientifique d'autre part qu'il est nécessaire de combler.

C'est dans cette dynamique que l'adaptation aux changements climatiques et une gestion durable respectueuse de l'environnement par les populations en milieux aride et semi-aride peuvent être bâties à partir des acquis existants.

Si les prévisions au Sahel pour les changements climatiques et la production agricole sont respectivement une augmentation des températures de 3°C, une diminution de la pluviométrie de 20% et une baisse des rendements agricoles de 20% d'ici 2050, il est important de bâtir des stratégies d'adoption des acquis de la recherche en matière de GRN (Reij *et al.*, 2009).

Il ressort de cette synthèse des connaissances sur la régénération naturelle de l'arbre que les investigations doivent être poursuivies :

- sur l'état actuel des peuplements ligneux à travers la diversité floristique, la structure de l'arbre afin de déterminer leurs importances dans les zones aride et semi-aride ;
- pour examiner les types de peuplement ligneux et leurs caractéristiques dans les milieux aride et semi-aride ;
- pour évaluer d'avantages les capacités de régénération des espèces dans les terroirs des zones aride et semi-aride ;
- pour acquérir plus d'informations pertinentes sur les espèces autochtones et leurs utilisations ;
- pour une meilleure appropriation de la perception des producteurs sur l'état actuel des ligneux axé sur la dynamique et la gestion des espèces afin de proposer des modèles de gestion plus durable respectueuse de l'environnement.

REFERENCES

1. **Abdoulaye T., et Ibro G., 2006** - Analyse des impacts socio-économiques des investissements dans la gestion des ressources naturelles: étude de cas dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabéry au Niger. », Etude Sahélienne, CRESA, Niamey.
2. **AFRENA., 1991** - Propositions de recherches agroforestières pour le système du bassin arachidier du Sénégal, ICRAF, pp. 76-78.
3. **Agarwal R. K., 1980** - Physico-chemical status of soils under khejri (*Prosopis cineraria* Linn.). In : Mann H.S. and Saxena S.K. (eds), Khejri (*Prosopis cineraria*) in the Indian Desert, Central Arid Zone Resarch Institute, Jodhpur, India, pp. 33-37.
4. **Akpo L. E., 1992** - Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques, Thèse de doctorat de 3^e cycle en Biologie végétale, option écologie, FST, UCAD, pp. 129 – 137.
5. **Akpo L.E., 1993** – Influence de l'arbre sur la composition minérale de la strate herbacée d'une phytocénose sahélienne au Nord-Sénégal (Afrique occidentale). Annali di Botanica, , LI, 21-32.
6. **Akpo L. E. et Grouzis M., 1993** - Etude comparée de la phénologie de la strate herbacée sous et hors couvert ligneux en milieu sahélien. Webbia, 42 : pp. 387-401.
7. **Akpo L. E., Coly I., Sarr D., Ngom D. et S. Ndao, 2004** - Modes d'utilisation des terres et diversité floristique dans le terroir de la Néma en zone Semi-aride (Sénégal, Afrique de l'Ouest). Journal of agriculture and environment for international development, Vol. 98, No. ¾, pp. 165-180.
8. **Akpo L.E. et Grouzis M., 1996a** – Interaction arbre/herbe en zones arides et semi-arides d'Afrique : état des connaissances. Estratto dalla « Rivista di Agricoltura

Subtropicale e Tropicale », Istituto Agronomico per l'Oltremare, FIRENZE, Volume 90 (1), pp. 96-105.

9. **Akpo L. E. et Grouzis M., 1996b** - Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia* 50, 2 : 247-263.
10. **Akpo L.E., Banoïn M. et Grouzis M., 2003** – Effet de l'arbre sur la production et la qualité fourragères de la végétation herbacée : bilan pastoral en milieu sahélien. *Revue Méd. Vét.*, 2003. 154, 10, 619-628.
11. **Albergel J., Carbonnel J.P., Grouzis M., 1985** – Sécheresse au Sahel : incidences sur les ressources en eau et les productions végétales. *Cash. ORSTOM, sér. Hydrol.*, vol. XXI, 1 : 3-19.
12. **Bakhoum C., 1995** - Influence du *Sterculia setigera* del « Mbep » sur les rendements des cultures annuelles (arachide, mil, sorgho) au Sud-Est du bassin arachidier du Sénégal, Mémoire de DEA, ISE, Faculté des Sciences et Techniques, UCAD, Sénégal, 1 p.
13. **Bakhoum C., Samba A.N.S., Ndour B., 2001** - *Sterculia setigera* Del. : effet sur les cultures. *Ann. For. Sci.* 58 : 207–215.
14. **Banzaf J., Leh-Iner O., Buerkert A., Serafini P. G., 1992** - Soil tillage and windbreak effects on millet and cowpea: 1. Wind speed, évaporation and wind erosion. *Agronomy Journal* 84 : pp. 1059-1060.
15. **Baoua, I. 2006** - Analyse des impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles sur le secteur élevage dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabéry au Niger» Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA), Niamey, Etude Sahélienne.
16. **Belsky A. I, Mwonga S. M. & Duxbury IM., 1993** - Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agro forestry System*, 24: pp. 1-19.
17. **Belsky A. J., Amundson R. G., Duxbury J. M., Riha S. J., Ali A. R., Mwonga S. M., 1989** - The effects of trees on their physical, chemical and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology*, 26: pp. 1005-1024.
18. **Boffa J. M., 2000** - Les parcs agro forestiers en Afrique de l'Ouest: clés de la conservation et d'une gestion durable, *Unasylya* 200, Vol. 51 ; pp. 12-13.
19. **Botoni E. et Reij C., 2009** - La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel: L'impact des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles. Amsterdam, the Netherlands: Comité Permanent Inter-états de Lutte Contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) and Vrije University Amsterdam, pp. 26-33.
20. **Cabrera V.A., Saura-Mas S., Lioret F., 2008** – Effect of fire frequency on species composition in a mediterranean shrubland. *Ecoscience* 15 : 519-28.
21. **Campbell B. M., Frost P., King 1. A., Mawariza M. & Mhlanga L., 1994** – The influence of trees on soil fertility on two contrasting semi-arid soil types at Matopos, Zimbabwe. *Agroforestry Systems*, 28: pp. 163-172.
22. **Cissé, M. I., 1995** - Les parcs agroforestiers du Mali : état des connaissances et perspectives pour leur amélioration. Bamako : ICRAF. Rapport AFRENA n°93 ; 53 p.
23. **Cissé M. I., 1991a** - Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de la régénération naturelle pour accroître le couvert ligneux dans les champs au Sahel : résultats des évaluations effectuées au Mali du 23 janvier au 2 février 1991. Rapport de consultation, Care International. 66 p. + annexes.

24. **Cissé M. I., 1991b** - Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de la régénération naturelle pour accroître le couvert ligneux dans les champs au Sahel : résultats des évaluations effectuées au Mali et au Niger. Rapport de consultation, Care International. 34 p. + annexes.
25. **Clavreul J. Y., 2003** - Petites Histoires d'arbres en Afrique, les arbres : un moyen efficace de lutte contre la pauvreté, CTA, Pays-Bas, pp. 45-108.
26. **CNRF/ISRA, 1998** – Projet SALWA (Semi Arid Low Land of West Africa). Rapports internes d'activités, Bassin arachidier, Sénégal.
27. **CNRF/ISRA, 1997** – Projet Agroforestier de Diourbel. Rapports internes d'activités, Sénégal.
28. **Cuenca R., J. Selker J., Dick R.P., 2007** - Soil water balance of annual crop–native shrub systems in Senegal's Peanut Basin: The missing link. *Agricultural water management* 90 : 137 – 148.
29. **Dancette C., Niang M., 1979** - Rôle de l'arbre et son intégration dans les systèmes agraires au Sénégal. I.S.R.A., 16 p.
30. **Dembélé F., 1996** – Influence du feu et du pâturage sur la végétation et la biodiversité dans les jachères en zone soudanienne-Nord du Mali. Cas des jeunes jachères du terroir de Missira (Cercle de Kolokani). Thèse de doctorat, université de Droit, d'Economie et des Sciences, Aix-Marseille III.
31. **Diallo H., Bamba I., Barima S., Sadaïou Y., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maïga M., Bogaert J., 2011** – Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse* vol. 22 n° 3, avril-juin, pp. 97-107.
32. **Diallo O. M., 1992** - Analyse d'une activité du PREVINOA : la régénération naturelle assistée des espèces locales, 66 p.
33. **Diarra M., 1985** – Opération de développement intégré du Kaarta (ODIK) vue à travers les terroirs de Diaman Konkan et de Kourgue. Une étude de la conservation des ressources naturelles dans le cadre des Opérations de Développement Rural (O.D.R) du Mali. Thèse de doctorat, Université de Caen.
34. **Diatta S., S. Douma, V. K. Houmey, M. Banoin et L. E. Akpo, 2007** - Potentiel de régénération d'un ligneux fourrager (*Maerua crassifolia* FORSK.) en zone sahélienne, *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales (RASPA)*, Vol.5, N°1-2, E.I.S.M.V. de Dakar, pp. 23-28.
35. **Diatta M., Grouzis M., Faye E., 1998** – Typologie de la végétation ligneuse en zone soudanienne. *Bois et forêts des tropiques*, N° 257 (3) : 23-32.
36. **Diedhiou S., Dossa E.L., Badiane A.N., Diedhiou I., Sene M., Dick R.P., 2009** - Decomposition and spatial microbial heterogeneity associated with native shrubs in soils of agro ecosystems in semi-arid Senegal. *Pedobiologia* 52 : 273—286.
37. **Dieye P.N., Dieng C., Kairé M., Ndiaye J. P., Ndione C. M., Sène A., 2008** - Impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles au Sénégal. *Etude Sahel Sénégal*, synthèse des études de cas. Dakar, ISRA- BAME.
38. **Diop M., Kaya B., Niang A. et Olivier A., 2005** - Les espèces ligneuses et leurs usages : les préférences des paysans dans le Cercle de Ségou, au Mali. ICRAF Working Paper no. 9. Nairobi : World Agroforestry Centre, pp. 10-18.

39. **Diouf B., 2001** - Etude de la Régénération Naturelle Assistée des espèces associées aux cultures annuelles dans les parcelles agro forestières du projet GERT (Gestion de l'Espace et des Ressources Naturelles du Terroir). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux agricoles, Département des Productions Végétales, Ecole Nationales des Cadres Ruraux de Bambey (ENCR), Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique, Sénégal, pp. 15-17.
40. **Dossa E.L., Khouma M., Diedhiou I., Sene M., Kizito F., Badiane A.N., S.A.N. Samba S.A.N., Dick R.P., - 2009** - Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma* 148 : 251–260.
41. **Douma S., Diatta S., Banoin M., Kaboret-Zoungrana C. et Akpo L.E. 2007** - Caractérisation des terres de parcours sahéennes : typologie du peuplement ligneux de la Station expérimentale sahéenne de Toukounouss au Niger ; *J. Sci. Vol. 7*, N° 4, 14p.
42. **ENSA – AGROCONSULT, 1998** - Etude de l'impact de la régénération naturelle assistée de *Combretum glutinosum* sur les écosystèmes cultivés, PREVINOPA, DEFCS, MEPN, Sénégal, pp. 4-22.
43. **Fall B., 1999** - Cours agroforesterie ENCR.
44. **Faye E., Diatta M., Samba A.N.S., Lejoly J., 2008** – Usages et dynamique de la flore ligneuse dans le terroir villageois de Latmingué (Sénégal). *Journal des Sciences et Technologies* 7 : pp. 43-58.
45. **FIDA Afrique, Novembre 2010** - Regional Project Implementation Workshop in Western et Central Africa, Dakar – Sénégal. <http://www.fidafrique.net/article1249.html> Date le 12 déc. 2010.
46. **Giffard P. L., 1974** - L'arbre dans le paysage sénégalais, sylviculture en zone tropicale sèche, Centre Technique Forestier Tropical, Dakar, Sénégal, pp. 82-105, 153, 185, 203, 209, 275, 291.
47. **Gijsbers H.J.M., Kessler J.J., Knevel M.K., 1994** – Dynamic and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahelian region (Province of Passore, Burkina Faso). *For Ecol Manage*, 64:1-12.
48. **Houmey V.K., 2012** - Drageonnage et caractéristiques nutritionnelles d'un ligneux fourrager, sahéen, *Maerua crassifolia* Forsk., pour le développement de l'élevage. Thèse de Doctorat en Ecologie et Agroforesterie, EDSEV, UCAD, Dakar (Sénégal), pp. 62 – 66.
49. **Isichei, A.O. and Muoghalu, J.I. 1992** - The effects of tree canopy cover on soil fertility in a Nigerian savanna. *Journal of Tropical Ecology* 8, 329-338.
50. **ISRA/AFRICARE, 1998** – Projet NRBAR. Rapports internes d'activités, département de Kaolack, Sénégal.
51. **ISRA/AHDIS, 1998** – Projet NRBAR. Rapports internes, département de Bambey, Sénégal.
52. **Kaboré and Reij., 2004** - The Emergence and Spreading of an Improved Traditional Soil and Water Conservation Practice in Burkina Faso. EPTD Discussion Paper 114. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
53. **Kamara C. S. & Haque L., 1992** - *Faidherbia albida* and its effects on Ethiopian highland vertisols. *Agro forestry Systems* 18: pp. 20-28.
54. **Kater L. J. M., Kanté S. & Budelman A., 1992** - Karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) associated with crops in South Mali. *Agro forestry Systems*, 18: pp. 95-102

55. **Kerharo J. et Adam J. G., 1974** - *La pharmacopée sénégalaise traditionnelle - Plantes médicinales et toxiques*. Vigot Frères – Paris.
56. **Khresat SA., Rawajfih Z., Maohammad M., 1998** – Land degradation in north-wester Jordan : causes and processes. *Journal of Arid Environments* 39 : 623-9.
57. **Kizito F., Sene M., Dragila M.I., Lufafa A., Diedhiou I., Dossa E., Cuenca R., J. Selker J., Dick R.P., 2007** - Soil water balance of annual crop–native shrub systems in Senegal’s Peanut Basin: The missing link. *Agricultural water management*, 90 : 137 – 148.
58. **Kizito F., Dragila M., Sene M., Lufafa A., Diedhiou I., Dick R.P., Selker J.S., Dossa E., Khouma M., Badiane A., Ndiaye S., 2006** - Seasonal soil water variation and root patterns between two semi-arid shrubs co-existing with Pearl millet in Senegal, West Africa. *Journal of Arid Environments* 67 : 436–455.
59. **Larwanou M. et Saadou, 2006** - Evaluation de la flore et de la végétation dans les sites traités et non dans les régions de Tahoua, Maradi et Tillabéry. Centre Régional d’Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA), Niamey, Etude Sahélienne.
60. **Larwanou, M., M. Abdoulaye and C. Reij., 2006a** - Etude de la régénération naturelle assistée dans la Région de Zinder (Niger): Une première exploration d’un phénomène spectaculaire. Washington, D.C.: International Resources Group for the U.S. Agency for International Development, pp. 1-36.
61. **Larwanou M., Saadou M. et Hamadou S., 2006b** - Les arbres dans les systèmes agraires en zone sahéenne du Niger : mode de gestion, atouts et contraintes. *Tropicultura*, Vol 24 N°1, pp. 14-18.
62. **Lawesson, J.E., 1990** - Sahelian woody vegetation in Senegal. *Vegetation* 86, 161–174.
63. **Leenders J.K., 2006** - Wind Erosion Control with Scattered Vegetation in the Sahelian Zone of Burkina Faso. PhD Thesis Wageningen University and Research Centre, pp. 26-28, 89-90.
64. **Le Houerou, 1979** - Le rôle des arbres et arbustes dans les pâturages sahéens. Compte rendu du colloque sur « le rôle des arbres au Sahel » tenu du 5 au 10 novembre à Dakar (Sénégal), CRDI. pp. 19-32.
65. **Lericollais A., 1989** - La mort des arbres à Sob, en pays Sereer (Sénégal). In *Tropiques, Lieux et Liens*, p. 187-197. Éditions ORSTOM, Paris.
66. **Louppe D., Ndour B. et Samba A. N., 1994** - Influence de *Faidherbia albida* sur l’arachide et le mil au Sénégal ; in PELTIER R. 1996 les Parcs à *Faidherbia* Cahiers Scientifique n° 12 (CIRAD/ORSTOM/CORAF) 311 p.
67. **Lufafa A., Diedhiou I., Ndiaye N.A.S., Sene M., Kizito F., Dick R.P., Noller J.S., 2009** - Allometric relationships and peak-season community biomass stocks of native shrubs in Senegal’s Peanut Basin. *Journal of Arid Environments* 73 :260–266.
68. **Lufafa A., Bolte J., Wright D., Khouma M., Diedhiou I., Dick R.P., Kizito F., Dossa E., Noller J.S., 2008** - Regional carbon stocks and dynamics in native woody shrub communities of Senegal’s Peanut Basin. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128 : 1–11.
69. **Michels K., Lamers J. K. A. & Buerkert A., 1998** - Effects of windbreak species and mulching on wind erosion and millet yield in the Sahel. *ExpI.Agric.*, 34 : pp. 451-462.

70. **Miehe S., 1991** - Inventaire et suivi de la végétation dans les parcelles pastorales à Widou Thingoly. Résultats des recherches effectuées de 1988 à 1990 et évaluation globale provisoire de l'essai de pâturage contrôlé après une période de dix ans. Travaux effectués dans le cadre du projet GTZ. Office allemand de la coopération technique, GTZ/Eschborn, 108p.
71. **Mohamed A. E., Stigter C. L. & Adam H. S., 1995** - Moving sand and consequences on and near a severely desertified environment and a protective shelterbelt. *Arid soil research and rehabilitation*, 9 : 4, pp. 426-433.
72. **Ndour B., 1997** - Formation des groupements de femmes partenaires d'ADHIS sur les techniques de régénération assistée du Kad (*Faidherbia albida*).
73. **Ndour B. et Sène, M., 1992** - Rapport annuel recherche d'accompagnement projet agroforestier de Diourbel.
74. **Niang A., 1992** - Les blocages de l'agroforesterie au Sénégal, Composante Aménagement des terroirs (AT), Centre Sahel – Université Laval, pp. 6-23.
75. **Nicholson, S., 2000** - Land surface processes and Sahel climate. *Review of Geophysics* 38, 117–139.
76. **Nouvellet Y., 1992** – Evolution d'un taillis de formation naturelle en zone soudanienne du Burkina Faso (fascicule 1). Thèse Doc. Sci. Bot. Trop., Université Paris VI, France 209 p.
77. **Olsson L., L. Eklunch, and J. Ardö, 2005**. A recent greening of the Sahel-trends, patterns and potential causes. *Journal of Arid Environments* 63: 556-566.
78. **Ouédraogo S., Belemvire A., Maiga A., Sawadogo H., 2008** - Evaluation des impacts biophysiques et socioéconomiques des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au Nord du Plateau Central du Burkina Faso. Etude Sahel Burkina Faso, rapport de synthèse.
79. **Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K., Guinko S., 2006** – Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse* ; 17 (4) : 485-91.
80. **Ounténi I., 1993** – Les parcs agroforestiers du Niger. Document de travail ICRAF.
81. **Pélissier P., 1966** - Les paysans du Sénégal, les civilisations agraires du Cayor à la Casamance, Dakar – Paris, 27 p.
82. **Reij C., Tappan G., 2011** - Initiatives de Reverdissement en Afrique. Centre de Coopération Internationale, VU University Amsterdam (Pays-Bas). Mise à jour, n°4, pp.1-7.
83. **Reij C., 2011** - Initiatives de Reverdissement en Afrique (ARI) : établir un lien entre l'adaptation et le changement climatique, la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la biodiversité ; Note d'information.
84. **Reij C., Tappan G., Smale M., 2009** - Agro environmental Transformation in the Sahel, Another Kind of "Green Revolution". The International Food Policy Research Institute (IFPRI), pp.7-8.
85. **Reij C., Tappan G. and Belemvire A., 2005** - Changing land management practices and vegetation in the Central Plateau of Burkina Faso (1968-2002). *Journal of Arid Environments* 63 (3), November: 642-659.
86. **Rocheleau D. F., Weber, A. Field-Juma, 1994** - Agroforesterie en Afrique tropicale sèche, 40 p + annexes.

87. **SahelECO, 2008** - Gestion paysanne de la régénération naturelle dans la zone de l'association Barahogon au Mali. Bamako.
88. **Sall P. N., 1996** - Les parcs agroforestiers au Sénégal, Eta des connaissances et perspectives, rapport de consultation, Réseau de recherche agro forestière pour les zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest (SAWA).
89. Samaké O., Dakouo J.M., Kalinganire A., Bayala J., Koné B., 2011 – Régénération Naturelle Assistée, Gestion des arbres champêtres au Sahel. Bamako : ICRAF. Manuel techniques No 16, pp. 7-22.
90. **Samba A. N. S., Sène A., Thomas I., 2000** - Régénération des ligneux dans le parc à *Acacia albida*. CNRF, ISRA, Sénégal, pp. 3 – 23.
91. **Samba A.N.S., 1997** - Influence de *Cordyla pinnata* sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical et sur le mil et sur l'arachide dans un système agro forestier traditionnel au Sénégal, Thèse du grade de Philosophae doctor (Ph.D.), Département des Sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec, Canada, pp. 140-146.
92. **Samba A.N.S., 1988** - Étude des facteurs physiques et socio-économiques utiles à l'établissement d'un plan d'aménagement agroforestier. Cas de Khayes, Communauté Rurale de Thiénaba. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Direction des Recherches sur les Productions Forestières, Dakar, Sénégal.
93. **Sanogo D. épouse Diaité, 2000** - La haie vive dans le Sud bassin arachidier du Sénégal : adoption et conséquences agro-écologiques. Thèse de doctorat de 3ème cycle de Biologie Végétale- Faculté des Sciences et Techniques – UCAD – Sénégal.
94. **Schmid M., 1960** - Influence de la végétation sur la composition du sol : rapport du sol et de la végétation - Masson et Cie – Paris.
95. **Schoch P.G., 1966** – Influence sur l'évaporation potentielle d'une strate arborée au Sénégal et conséquences agronomiques. *Agronomie tropicale*, 11: 1283-1290.
96. **Sène A., 2000** - Dynamique et gestion paysanne des parcs agroforestiers dans le bassin arachidier (Sénégal), édition IRD, pp.186-199.
97. **Sène A., 1994** - Étude socio-économique des systèmes à parc dans le bassin arachidier : cas de *Sterculia setigera* et *Cordyla pinnata*. Mémoire de confirmation à l'ISRA.
98. **Sow, M. et Anderson, J. 1996** - Perceptions and classification of woodland by Malinké villagers near Bamako, Mali. *Unasyuva*, n° 186.
99. **Tappan G.G., Sall M., Wood E.C., Cushing M., 2004** - Ecoregions and land cover trends in Senegal. *Journal of Arid Environments* 59, 427–462.
100. **Tiffen M., Mortimore M., 2002** - Questioning desertification in dry land sub-Saharan Africa. *Natural Resources Forum* 26, 218–233.
101. **Tomlinson O. H., Teklehaimanot Z., Traoré A. & Olapade E., 1995** – Soil amelioration and root symbioses of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. In West Africa. *Agro forestry Systems* 30: pp. 146-157.
102. **Toudou A.T., Tahirou A., Amoukou I.A, Baoua I., Nomao Dan Lamso N.D., Yadji G., Ibro G., Larwanou M., Diarra M., Saadou M., Attama S., Yamba B., 2008** – « Plus de gens, plus d'arbres » : la transformation des systèmes de production au Niger et les impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles. Etude Sahel Niger, rapport de synthèse. Niamey, Université Abdou Moumouni, CRESA.

103. **Vincke C., Diedhiou I., Grouzis M., 2010** - Long term dynamics and structure of woody vegetation in the Ferlo (Senegal). *Journal of Arid Environments* 74 : 268–276.
104. **Vincke, C., 1995** - La dégradation des systèmes écologiques sahéliens. Effets de la sécheresse et des facteurs anthropiques sur l'évolution de la végétation ligneuse du Ferlo (Sénégal). Mémoire de fin d'étude. Université catholique de Louvain, Belgique. 82p.

CHAPITRE III : DIVERSITE DU PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS⁵

RESUME

La diversité floristique du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier est étudiée à partir des paramètres écologiques. La flore ligneuse renferme 75 espèces avec une dominance de trois (3) familles (Combrétacées, Mimosacées et Césalpiniciées) représentées par plus de six (6) espèces. Les relevés des quatre communautés rurales ciblées indiquent : 31 espèces pour Ndiognick, 43 pour Birkelane, 46 pour Saly Escale et 48 pour Ida mouride. La densité moyenne globale est de 17 pieds/ha et varie selon les communautés rurales : 7 individus/ha pour Ndiognick, 9 individus/ha pour Birkelane, 18 individus/ha pour Ida mouride et 39 individus/ha à Saly Escale. Le recouvrement est plus faible dans les CR de Ndiognick et Birkelane car elles sont moins pourvues en espèces (*Cordyla pinnata*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum* et *Adansonia digitata*) ayant les cimes supérieures à 5m²/ha. Les paramètres retenus de la flore et de la végétation ligneuse indiquent que le niveau d'organisation du peuplement n'est pas semblable ainsi que la pression sur les ligneux dans les communautés rurales. La diversité du peuplement ligneux régresse à cause de l'action anthropique et de la détérioration des conditions climatiques.

Mots clés : Diversité floristique – Indice de diversité - indice d'impact – bassin arachidier - Sénégal

ABSTRACT

The diversity of the woody species of the groundnut basin lands is studied from the ecological parameters. The woody flora contains 75 species with a predominance of three (3) families (Combretaceae, Mimosaceae and Caesalpiniaceae) represented by more than six (6) species. The statements from the four targeted rural communities indicate: 31 species for Ndiognick, 43 for Birkelane, 46 for Saly Escale and 48 for Ida mouride. The overall average density is 17 individuals/ha and varies depending on the rural communities: 7 individuals/ha for Ndiognick, 9 individuals/ha for Birkelane, 18 individuals for Ida mouride and 39 individuals for Saly Escale. In Ndiognick and Birkelane Rural communities, the cover is lower because they are less provided in species (*Cordyla pinnata*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum* and *Adansonia digitata*) with summits higher than 5m²/ha. The flora and the woody vegetation selected parameters indicate that the level of organization of the woody species is not similar as well as the pressure on the woody species in the rural communities. The diversity of the wood species is reducing due to the anthropogenic action and the deterioration of the climate conditions.

Key words: Diversity floristic – diversity index - impact index – groundnut basin - Senegal

⁵Journal of Applied BioSciences 63 : 4674 – 4688, 2013

INTRODUCTION

Dans le bassin arachidier, les défrichements pour l'extension des terres cultivables et le pâturage ont contribué à la dégradation des forêts. En 1983, pour la Société de Développement et de Vulgarisation Agricole (SODEVA), avant 1993, toutes les terres cultivables du bassin arachidier seront exploitées sur la base du rythme de défrichement de l'époque (Niang, 1990).

La réintroduction de l'arbre dans le paysage agraire apparaît comme un des moyens de restauration de ces agro-systèmes dégradés pour améliorer le revenu des populations rurales (Bonkougou, 1985 ; Belsky *et al.*, 1993).

Ce travail examine après 19 ans d'exploitation, l'état actuel du peuplement ligneux à travers la diversité floristique, la structure de l'arbre afin de déterminer l'importance dans les différents terroirs.

3.1. METHODES D'ETUDE

3.1.1. Echantillonnage et inventaire

La méthode d'échantillonnage utilisée pour identifier les terroirs villageois retenus dans chaque communauté rurale pour l'inventaire floristique et les relevés de la végétation ligneuse, consiste à diviser la végétation ligneuse en unités de végétation. Chacune d'elles étant plus homogène que le massif entier de l'étendue de la communauté rurale. Cette subdivision a été effectuée sur la base de la carte d'occupation des sols (CSE, 2004).

Dans l'ensemble, 25 terroirs ont été déterminés à partir des unités de végétation selon plusieurs critères de pratiques culturelles (intensité de l'activité agricole, diversification, niveau de mécanisation, présence ou absence de la jachère, densité de l'arbre dans les champs). Dans chaque terroir, des transects de direction Est-Ouest et équidistants de 500 m ont été matérialisés. Sur chaque transect, tous les 500 m, des placettes de 50m x 50m ont été délimités dans les champs, les jachères et de 30m x 30m dans les forêts. Une cinquantaine de placettes ont ainsi été déterminées dans chaque terroir.

Un inventaire systématique des arbres et de la régénération naturelle c'est-à-dire plants juvéniles a été effectué dans les 1143 placettes de 262 ha.

Pour les arbres, les paramètres suivant ont été mesurés: 1) la hauteur totale (m) pour établir la structure du peuplement ; 2) le diamètre (cm) à la base du tronc à 30 cm du sol (car pour nombreux individus, les premières ramifications se situent au dessous de 1,30 m comme hauteur de mesure classiquement recommandée en foresterie) pour estimer la surface terrière ; 3) la distance (m) entre les arbres pour apprécier la distribution des individus et calculer la densité théorique ; 4) le diamètre du houppier pour évaluer le recouvrement.

3.1.2. Traitement des données

Nous avons étudié la flore ligneuse sur la base de 4 paramètres : la diversité floristique, l'indice de diversité de Shannon Weaver (1949), l'indice de régularité de Frontier et Viale (1992) ou indice d'équitabilité de Piélou (1966) et la fréquence. Variant en fonction du nombre d'espèces recensées et des effectifs de chacune d'elles, l'indice de Shannon permet de mesurer la variabilité de la composition spécifique dans chaque communauté rurale. Nous avons calculé l'indice de régularité commode pour comparer des milieux.

L'indice de diversité de Shannon et de régularité sont calculés respectivement à l'aide des

formules suivantes :
$$\bar{H}' = \sum_{i=1}^S \left(\left(\frac{n_i}{N} \right) * \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right) \right) \quad \text{et} \quad \bar{e} = \frac{\bar{H}}{H_{\max}} = \frac{\bar{H}}{\log_2 S}$$

avec n_i : nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces)

N : nombre total d'individus

L'état actuel du peuplement ligneux a été étudié à travers des paramètres de structure : la densité, la richesse spécifique, l'indice de dominance ou coefficient de « concentration de dominance » de Simpson, le recouvrement et la surface terrière.

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science) après la saisie des données en CSPRO (Census and Survey Processing System).

3.2 RESULTATS

3.2.1. Diversité floristique

3.2.1.1. Composition floristique

La flore de la zone d'étude est composée de 75 espèces ligneuses réparties en 59 genres et 33 familles. Cinq (05) familles sont les plus représentées : il s'agit des Combrétacées (9 espèces), Mimosacées (8 espèces), Césalpiniacées (7 espèces), Euphorbiacées et Moracées (4 espèces). Dix sept familles ne sont représentées que par une seule espèce. Seuls 7 genres sont représentés par plus d'une espèce : *Acacia* et *Combretum* (5 espèces), *Ficus* (4), *Grewia* (3), *Piliostigma*, *Zizyphus* et *Terminalia* (2) (tableau 4).

Le nombre de familles est variable en fonction des communautés rurales. Ida mouride est la plus pourvue avec 25 familles. Les CR de Birkelane et Saly Escalé renferment respectivement 23 et 21 familles et Ndiognick en compte 17.

La distribution des genres varie selon les communautés rurales. Ida mouride possède le plus fort effectif (41), suivi de Saly Escalé (37), Birkelane (36) et Ndiognick (26).

Sur la base de la composition floristique, les terroirs de la CR de Ndiognick comptent 31 espèces, ceux de Birkelane 43 espèces, Saly Escalé et Ida Mouride indiquent respectivement 46 et 48 espèces. Ces résultats montrent que la flore des CR du département de Kounghoul (Saly Escalé et Ida Mouride) est plus riche en espèces, genres et familles. L'analyse de la série 1958-2008 qui montre une pluviométrie moyenne interannuelle plus importante dans le département de Kounghoul avec 670 mm comparée à celle du département de Kaffrine avec 611 mm (ANAMS, 2009) pourrait expliquer en partie cette tendance.

Tableau 4. La flore ligneuse inventoriée en fonction des communautés rurales

Famille	Espèce	Communauté rurale			
		Birkelane	Ndiognick	Saly Escalé	Ida mouride
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>		+	+	+
	<i>Lannea acida</i>	+		+	+
	<i>Heeria insignis</i>		+	+	
Annonaceae	<i>Hexalobus monopetalus</i>	+		+	+
	<i>Annona sp</i>			+	+

Chapitre III : Diversité du peuplement ligneux des terroirs

Famille	Espèce	Communauté rurale			
		Birkelane	Ndiognick	Saly Escale	Ida mouride
Apocynaceae	<i>Baissea multiflora</i>				+
	<i>Adenium obesum</i>	+			
Arecaceae	<i>Borassus aethiopicum</i>	+	+		
Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i>	+	+		
	<i>Leptadenia hastata</i>	+			+
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>	+	+		
Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i>	+		+	+
Bombacaceae	<i>Adansonia digitata</i>	+	+	+	+
	<i>Bombax costatum</i>			+	+
Burseraceae	<i>Commiphora africana</i>	+			
Capparaceae	<i>Maerua angolensis</i>	+		+	+
	<i>Cadaba farinosa</i>	+			
	<i>Crataeva religiosa</i>			+	
Celastraceae	<i>Maytenus senegalensis</i>				+
Cesalpiniaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i>	+	+	+	+
	<i>Cordyla pinnata</i>	+	+	+	+
	<i>Tamarindus indica</i>	+	+		
	<i>Bauhinia rufescens</i>	+	+		+
	<i>Cassia siberiana</i>		+	+	+
	<i>Piliostigma tonninguii</i>			+	
	<i>Parkinsonia aculeata</i>				+
Combretaceae	<i>Combretum glutinosum</i>	+	+	+	+
	<i>Guiera senegalensis</i>	+	+	+	+
	<i>Combretum micranthum</i>			+	+
	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	+	+	+	+
	<i>Terminalia macroptera</i>	+		+	+
	<i>Combretum nigricans</i>	+	+	+	
	<i>Combretum aculeatum</i>	+			
	<i>Terminalia avicinoides</i>	+		+	+
<i>Combretum leucardii</i>			+		
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i>	+	+		+
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>				+
	<i>Euphorbia balsamifera</i>	+		+	+
	<i>Hymenocardia acida</i>				+
	<i>Securinega virosa</i>	+			
Fabaceae	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	+		+	+
	<i>Erythrina senegalensis</i>				+
Icaciniaceae	<i>Icacina senegalensis</i>		+	+	
Liliaceae	<i>Asparagus Pauli-Gulielmi</i>	+			
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	+		+	+
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	+	+	+	+
	<i>Ekebergia senegalensis</i>			+	

Chapitre III : Diversité du peuplement ligneux des terroirs

Famille	Espèce	Communauté rurale			
		Birkelane	Ndiognick	Saly Escale	Ida mouride
Mimosaceae	<i>Acacia macrostachya</i>	+	+	+	+
	<i>Acacia seyal</i>	+	+	+	+
	<i>Prosopis africana</i>	+	+	+	
	<i>Dichrostachys glomerata</i>	+		+	+
	<i>Acacia .nilotica var adansonii</i>	+	+		+
	<i>Acacia siberiana</i>	+	+		
	<i>Acacia senegal</i>			+	
	<i>Albizzia chevalieri</i>	+			
Moraceae	<i>Ficus sp</i>		+	+	+
	<i>Ficus iteophylla</i>	+			+
	<i>Ficus capensis</i>			+	
	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>		+		
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>				+
Opiliaceae	<i>Opilia celtidifolia</i>			+	
Poaceae	<i>Oxytenanthera abyssinica</i>				+
Polygalaceae	<i>Securidaca longipedunculata</i>	+	+	+	+
Rhamnaceae	<i>Zizyphus mauritiana</i>	+	+	+	+
	<i>Zizyphus gola</i>				+
Rubiaceae	<i>Feretia apodanthera</i>	+	+	+	+
	<i>Gardenia triacantha</i>			+	+
	<i>Mitragyna inermis</i>		+	+	
Sapindaceae	<i>Aphania senegalensis</i>				+
Sterculiaceae	<i>Sterculia setigera</i>	+		+	+
Tiliaceae	<i>Grewia bicolor</i>	+	+		+
	<i>Grewia tenax</i>			+	
	<i>Grewia villosa</i>			+	+
Ulmaceae	<i>Celtis intigrifolia</i>		+	+	+
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i>			+	
Total		43	31	46	48

Le signe + indique la présence de l'espèce dans la communauté rurale

La CR de Ida renferme 4 familles caractéristiques (Myrtaceae, Celastraceae, Poaceae et Sapindaceae). Saly Escale en comptent 2 (Verbenaceae et Opiliaceae) ainsi que Birkelane (Burseraceae et Liliaceae). La CR de Ndiognick ne comptabilise aucune famille caractéristique. Chacune de ces familles n'est représentée que par une espèce (tableau 4 et 6).

A l'instar des familles, la communauté rurale de Ndiognick ne renferme pas de genres caractéristiques. Celle de Saly Escale en compte 4 (*Vitex*, *Ekebergia*, *Crataeva* et *Opilia*). *Commiphora*, *Securinega*, *Cadaba*, *Albizzia*, *Adenium* et *Asparagus* sont les 6 genres caractéristiques de la CR de Birkelane. Ida mouride indique 8 genres (*Jatropha*, *Maytenus*, *Hymenocardia*, *Parkinsonia*, *Erythrina*, *Baissea*, *Oxytenanthera* et *Aphania*) (tableau 4 et 6).

Les espèces caractéristiques varient selon les communautés rurales. Birkelane compte 7 (*Commiphora africana*, *Combretum aculeatum*, *Securinea virosa*, *Cadaba farinosa*, *Albizzia chevalieri*, *Adenium obesum* et *Asparagus pauli-guilielmi*). Seule *Ficus gnaphalocarpa* est caractéristique de la CR de Ndiognick. *Opilia celtidifolia*, *Acacia senegal*, *Ekebergia senegalensis*, *Crataeva religiosa*, *Ficus capensis*, *Vitex doniana*, *Combretum leucardii* *Piliostigma thonningii*, *Grewia tenax* sont les 9 espèces fidèles à la CR de Saly Escale. Dans la CR de Ida mouride, 10 espèces caractéristiques sont identifiées : *Eucalyptus camaldulensis*, *Maytenus senegalensis*, *Hymenocardia acida*, *Parkinsonia aculeata*, *Erythrina senegalensis*, *Zizyphus gola*, *Baissea multiflora*, *Oxytenanthera abyssinica*, *Aphania senegalensis*, *Jatropha curcas* (tableau 4 et 6). La CR de Ndiognick se distingue par l'absence de famille et de genre caractéristiques. Celles d'Ida et Saly Escale sont plus riches en espèces caractéristiques.

Douze espèces (16%) indifférentes c'est-à-dire communes aux quatre communautés rurales sont recensées. Il s'agit de *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, *Cordyla pinnata*, *Securidaca longipedunculata*, *Zizyphus mauritiana*, *Azadirachta indica*, *Acacia seyal*, *Feretia apodanthera*, *Adansonia digitata* et *Anogeisus leocarpus*.

3.2.1.2. Fréquence des espèces

Cette fréquence indique la contribution à la composition floristique. La figure 4 indique la représentativité des 5 espèces les plus fréquentes de la flore ligneuse et la fréquence spécifique de chacune d'elle dans les quatre communautés rurales.

Le peuplement est dominé principalement par *Combretum glutinosum* qui représente près de la moitié de l'effectif (48,3%) suivie par *Acacia macrostachya* (10,3%), *Piliostigma reticulatum* (8,5%), *Guiera senegalensis* (6,3%) et *Cordyla pinnata* (5,2%) (figure 4A).

Combretum glutinosum est plus présente respectivement dans les CR de Ida mouride (67%) et Saly Escale (55%). A Birkelane et Ndiognick la fréquence spécifique de *Combretum glutinosum* n'atteint pas 20% (figure 4B). *Acacia macrostachya* n'est pratiquement identifié que dans la CR de Saly Escale avec une fréquence spécifique qui dépasse 20% (figure 4C). La fréquence spécifique de *Piliostigma reticulatum* est en dessous de 10% dans les CR de Saly et Ndiognick. La fréquence maximale est observée dans Birkelane (14%) (figure 4D). *Guiera senegalensis* est fortement représenté dans Birkelane (36%), tandis que dans les autres CR, sa fréquence spécifique est inférieure à 6% (figure 4E). *Cordyla pinnata* est plus présente dans la CR de Ndiognick, suivi de celle de Saly Escale et Ida mouride. La fréquence spécifique est très faible (2,3%) dans la CR de Birkelane (figure 4F).

La fréquence spécifique de *Combretum glutinosum* est liée à sa forte présence dans la forêt de Koungheul (89,8%) CR de Ida mouride et dans le domaine protégé de Mousdalifa (65,1%) CR de Saly Escale. *Acacia macrostachya* occupe le second rang à cause de sa présence remarquable dans le domaine protégé (28,4%). La fréquence spécifique de *Guiera senegalensis* est liée à sa forte représentativité dans la forêt (60,7%) et dans la jachère des CR de Birkelane et Ndiognick. La faible variation de la fréquence spécifique de *Piliostigma reticulatum* entre CR est liée à une répartition assez homogène dans les champs et les jachères avec une légère dominance dans la jachère de Birkelane. *Cordyla pinnata* justifie sa présence par la préservation dans les champs en particulier à Ndiognick à cause de ces multiples usages.

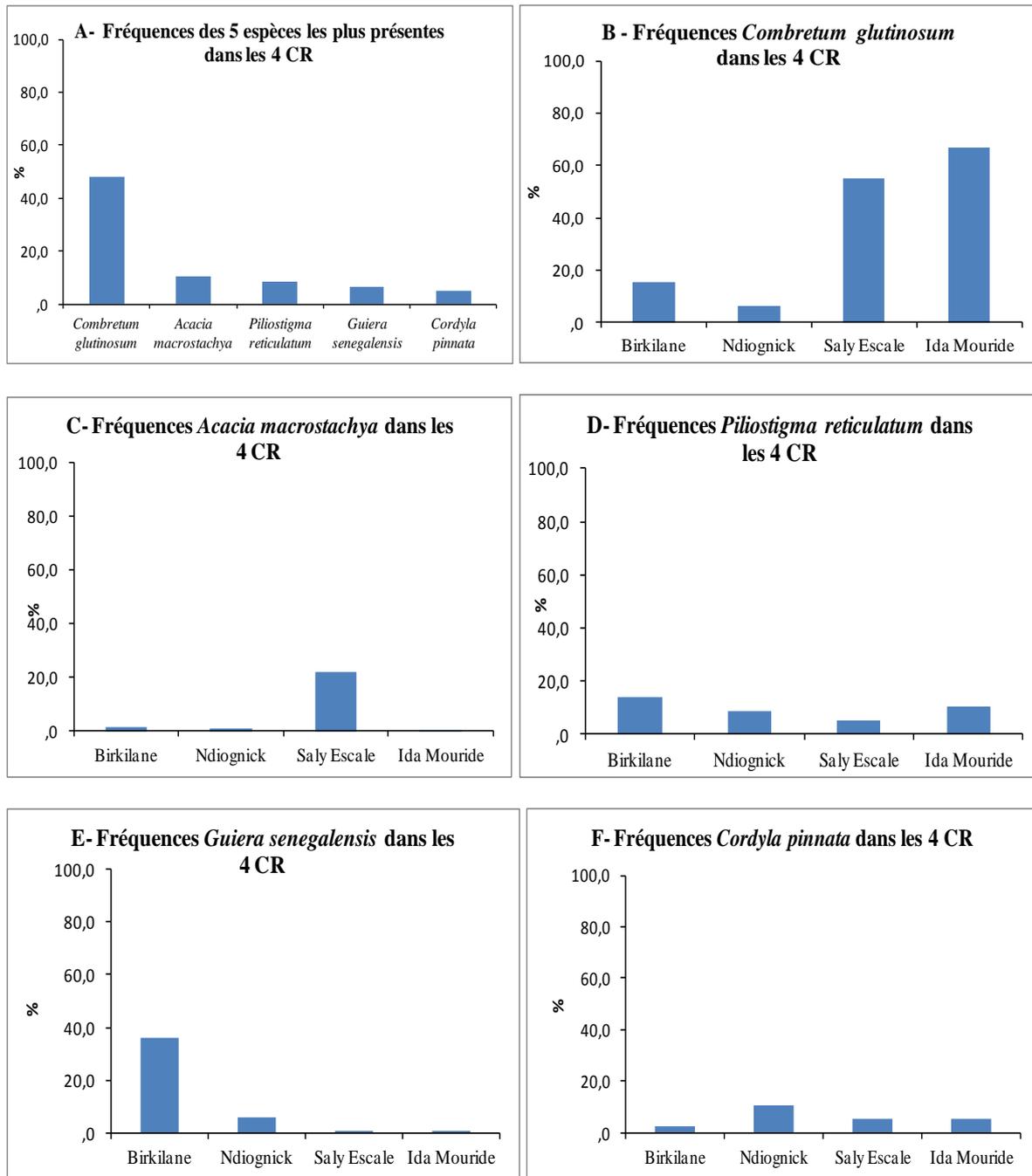


Figure 4. Fréquence des espèces les plus présentes

A coté de ces espèces fréquentes, notons la présence d'espèces qu'on peut qualifier de rares à cause des fréquences très faibles (inférieures à 0,5%). Elles sont au nombre de 55 espèces et les plus rares sont *Combretum leucardii*, *Heeria insignis*, *Leptadenia hastata*, *Grewia villosa*, *Ficus iteophylla*, *Vitex doniana*, *Erythrina senegalensis*, *Zizyphus gola*, *Securinega virosa*, *Baissea multiflora*, *Cadaba farinosa*, *Ekebergia senegalensis*, *Crataeva religiosa*, *Ficus capensis*, *Acacia senegal*, *Albizzia chevalieri*, *Adenium obesum*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Oxytenanthera abyssinica*, *Asparagus Pauli-Guilielmi*, *Opilia celtidifolia*, *Aphania senegalensis*.

3.2.2. Etat actuel du peuplement

3.2.2.1. Les indices de diversité

L'indice de diversité de famille est de 3,1 dans la CR de Ndiognick, 2,4 dans Birkelane, 1,9 dans Saly Escale et 1,5 dans Ida mouride. Les CR de Saly et Ida ont un indice semblable et le plus faible. Ndiognick indique l'indice le plus élevé suivi de Birkelane. L'indice de régularité de famille varie proportionnellement à l'indice de diversité dans les quatre communautés rurales.

L'indice de diversité de genre varie en décroissant de 3,9 pour Ndiognick, 3,1 pour Birkelane, 2,2 pour Saly Escale et 1,9 pour Ida mouride. Comme la diversité de famille, celle de genre est comparable à Saly et Ida alors qu'à Birkelane et Ndiognick une différence est observée. L'indice de régularité obéit à la même tendance que l'indice de diversité de genre (tableau 5).

Ces résultats témoignent d'un niveau d'organisation du peuplement ligneux identique dans les CR de Ida mouride et Saly Escale et faible comparé à celles de Birkelane et Ndiognick qui indiquent des valeurs plus élevées. La comparaison des valeurs des indices montre que Ndiognick bien qu'ayant la richesse floristique la plus faible a le niveau d'organisation le plus stable. La richesse floristique n'influe pas forcément de façon positive sur la stabilité du peuplement.

Dans la CR de Birkelane et Ida Mouride, l'indice de Shannon est respectivement de 3,40 et 2,23. Dans celle de Saly Escale, cet indice est de 2,36 et 3,52 pour la CR Ndiognick. Les CR de Birkelane et Ida mouride bien qu'ayant des indices de Shannon différents, présentent une richesse spécifique équivalente. Les CR Saly Escale et Ndiognick répondent aussi à cette tendance.

L'indice de régularité est de 0,63 dans la CR de Birkelane, 0,71 dans Ndiognick, 0,43 dans Saly Escale et 0,40 dans Ida mouride. Les CR de Birkelane et Ndiognick ont un indice de régularité comparable alors que leur richesse spécifique est différente (tableau 5 et 6).

Tableau 5. Variation des paramètres de la flore suivant les communautés rurales

Paramètres	Valeurs			
	Birkelane	Ndiognick	Saly Escale	Ida Mouride
Richesse floristique	43	31	46	48
Indice de diversité de famille	2,4	3,0	1,9	1,5
Indice de régularité de famille	0,5	0,7	0,4	0,4
Indice de diversité de genre	3,1	3,9	2,2	1,9
Indice de régularité de genre	0,6	0,8	0,4	0,4
Indice de Shannon	3,403	3,516	2,357	2,230
Indice de régularité	0,627	0,710	0,427	0,399

3.2.2.2. Structure du peuplement ligneux

La structure du peuplement est étudiée par les paramètres suivants : densité, recouvrement, surface terrière, richesse spécifique, indice de dominance, familles, genres et espèces caractéristiques.

Tableau 6. Variation des paramètres de la structure du peuplement ligneux suivant les communautés rurales

Paramètres	Valeurs			
	Birkelane	Ndiognick	Saly Escale	Ida Mouride
Densité (individus/ha)	9,26	7,16	39,30	18,26
Surface terrière (m ² /ha)	4,19	2,77	8,05	3,24
Recouvrement (m ² /ha)	183,29	151,92	475,76	329,94
Richesse spécifique moyenne	3,8	4,7	4,8	4,4
Familles caractéristiques	2	0	2	4
Genres caractéristiques	6	0	4	8
Espèces caractéristiques ⁶	7,0	1,0	9,0	10,0
Indice de dominance	2,4	0,8	20	9,6
Espèces indifférentes ⁷	12			

La dominance se définit par l'importance d'une espèce en fonction de la surface ou du volume qu'elle occupe. Elle varie selon les communautés rurales : 0,8 dans Ndiognick, 2,4 dans Birkelane, 9,6 dans Ida mouride et 20 dans Saly Escale. Il est nettement plus élevé à Saly Escale et plus faible à Ndiognick (tableau 6).

a) Densité

La densité est le rapport entre l'effectif d'une espèce et la superficie totale des placettes inventoriées. La densité moyenne globale est de 17 pieds/ha. Elle varie selon les communautés rurales. Elle est de 7 pieds/ha pour Ndiognick, 9 pieds/ha dans pour Birkelane, 18 pieds/ha pour Ida mouride et 39 pieds/ha Saly Escale (tableau 6). Ceci montre que les terroirs de la CR de Saly Escale sont densément plus peuplés. Ceux de Ndiognick sont les moins pourvus en nombre d'individus à l'hectare.

La densité des espèces varie en fonction des communautés rurales. Seules deux espèces (*Combretum glutinosum* et *Acacia macrostachya*) ont une densité par communauté rurale supérieure ou égale à 9 pieds/ha. *Acacia macrostachya* n'atteint cette densité que dans la CR de Saly Escale et *Combretum glutinosum* a une densité de 22 pieds/ha dans la même CR et 12 pieds/ha dans celle d'Ida mouride. Les densités les plus élevées dans les CR de Birkelane et de Ndiognick sont de 3 pieds/ha pour respectivement *Guiera senegalensis* et *Securidaca longipedunculata*. Dans l'ensemble, la densité des espèces par CR est relativement faible.

b) Recouvrement

Le recouvrement ligneux d'un arbre est la projection verticale de la surface de la couronne de l'arbre au sol. Il indique la portion du sol couverte par le feuillage de l'arbre. Le recouvrement total des relevés est de 278,05 m²/ha soit 2,78% de la surface des sites de l'étude. Cette faible valeur reflète donc l'état d'ombrage produit par les arbres. Notons que sur les 75 espèces rencontrées, seules 4 présentent des valeurs de recouvrement supérieures à 5 m²/ha. Elles représentent 65% du recouvrement total.

⁶ Espèce fidèle à une communauté rurale

⁷ Espèces communes aux quatre communautés rurales

Il s'agit de *Cordyla pinnata* (29,69 m²/ha), de *Combretum glutinosum* (20,58 m²/ha), *Piliostigma reticulatum* (7,37 m²/ha) et *Adansonia digitata* (7,09 m²/ha). La nature de *Cordyla pinnata*, espèce de grande taille (couvert important) et parmi les 5 espèces plus représentées justifie cette valeur de son recouvrement.

L'analyse du recouvrement selon les communautés rurales montre une forte variabilité. La valeur évolue de 151,91 m²/ha pour la CR de Ndiognick, 183,29 m²/ha pour Birkelane, 329,94 m²/ha pour Ida mouride à 475,76 m²/ha pour la CR de Saly Escalé (tableau 6).

La surface de l'ombrage produit par les arbres de la CR de Saly Escalé est 3,1 fois plus que celle produit par les arbres de la CR de Ndiognick. Tout se passe comme si la forte pression exercée sur le peuplement ligneux dans la CR de Ndiognick témoignage du faible recouvrement des espèces.

c) Surface terrière

La surface terrière appelée encore recouvrement basal, est la somme des surfaces des troncs des arbres à 0,30 m. Pour une espèce, elle correspond à la somme des surfaces des différents individus de l'espèce. La valeur moyenne est de 4,371 m²/ha avec une variabilité suivant les CR. Elle est de 2,77 m²/ha pour la CR de Ndiognick; 3,24 m²/ha pour Ida mouride ; 4,19 m²/ha pour Birkelane et 8,05 m²/ha pour la CR de Saly Escalé (tableau 6). La valeur de la surface terrière de Saly Escalé est presque 3 fois celle de Ndiognick, 2,5 fois la valeur de Ida mouride et 2 fois celle de Birkelane. Seuls deux espèces (*Cordyla pinnata* et *Adansonia digitata*) ont une surface terrière supérieure à 1 m²/ha aussi bien par CR que pour l'ensemble du peuplement.

Les espèces *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis* qui se distinguent par leurs fréquences significatives ont les valeurs de leurs surfaces terrières très faibles (inférieur à 1m²/ha). Tout se passe comme si pour ces 4 espèces leur forte fréquence est inversement proportionnelle à la grosseur de leurs troncs.

d) Mesure d'impact

Pour déterminer l'impact du mode l'utilisation du peuplement ligneux, nous avons calculé un indice d'impact basé sur le rang moyen obtenu par communauté rurale. Le principe consiste à attribuer des notes allant de 1 à 4 aux valeurs des paramètres retenus pour la flore et la végétation (tableau 5 et 6). La note 1 correspond à la valeur minimale du paramètre et 4 pour la valeur maximale.

Nous avons ensuite procédé à l'addition des points obtenus par les différents paramètres pour une même communauté rurale. Le total des points obtenus pour chacune des modalités est enfin divisé par la somme des points distribués (9 x 4) + (9 x 3) + (9 x 2) + (9 x 1), soit 90. Pour différentes modalités de paramètres retenus, la valeur maximale de l'indice d'impact ne peut excéder 0,4 (40%). Plus la valeur de cet indice est faible, plus forte est la pression.

On peut alors comparer les différents milieux (communautés rurales) entre eux ou suivre l'évolution temporelle d'un même type de milieu.

Les CR de Ndiognick et Birkelane ont obtenu respectivement 18,9% et 22,2%. Les valeurs ont évolués dans la CR de Ida mouride (25,6%) et Saly Escalé (33,3%). La valeur de l'indice d'impact est nettement plus élevée dans la CR de Saly Escalé. La valeur de l'indice plus faible à Ndiognick est indicatrice une pression forte sur le peuplement ligneux.

3.3 DISCUSSION

Ce travail examine les caractéristiques du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier à travers des paramètres écologiques.

Les résultats attestent qu'à nombre d'espèces par relevé identique, deux peuplements peuvent présenter des structures différentes (Barbault, 1992). A indice de diversité semblable, deux peuplements peuvent avoir une physionomie différente.

Sur la base de l'indice de Shannon, de l'indice de régularité et de la richesse spécifique, la diversité spécifique qui les associe, apparaît être adaptée pour sérier les peuplements (Akpo, 1998).

La dominance est un paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement. Elle revêt un certain intérêt, car conditionne en partie l'organisation fonctionnelle du peuplement (Ramade, 2003). La dominance et la diversité sont inversement proportionnelles comme illustré par les résultats du calcul de ces paramètres. Les espèces caractéristiques qui sont généralement peu fréquentes ou rares, révèlent par leur présence une spécificité écologique du biotope (Akpo, 1998 ; Ramade, 2003).

Les résultats de cette étude montrent que le peuplement ligneux est en régression dans sa diversité. Dans la zone d'étude, les données pluviométriques collectées font apparaître une évolution régressive avec une forte variabilité interannuelle. Celle-ci a été noté par de nombreux auteurs (Sarr, 2009 ; Touré 2002 ; Batterbury *et al.*, 2001; Hulme, 2001). La série 1958-2008 montre qu'une année sur deux est sèche. Gareyane (2008) indique qu'une succession de deux années ou plus de sécheresse modérée est dramatique pour la végétation. Une étude sur la caractérisation des sols et de son occupation menée dans la zone a montré que la partie plus au Sud-Est à la quelle appartiennent les CR de Ida mouride et Saly Escalé est plus densément peuplée et plus riche en espèces (Ndao, 2001).

Au Sénégal et en Afrique de l'Ouest, la régression pluviométrique a été observée indiquant un début de sécheresse depuis les années 1970 (Ozer *et al.*, 2010). Cette baisse de la pluviométrie avec des périodes sèches a créé beaucoup de modifications dans les différentes zones agro climatiques de l'Afrique occidentale et orientale (Diatta *et al.*, 2001). Dans bassin arachidier, une telle situation a eu pour effet la mort de ligneux sur pied dont les espèces les plus touchées sont entre autres *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum*, *Prosopis africana*, *Sclerocarya birrea*. L'aridité croissante du climat pourrait causer cette mortalité par une réduction de la disponibilité en eau et en nutriments limitant le fonctionnement physiologique des arbres (Kossi *et al.*, 2009). Une réduction des systèmes de défense de l'arbre contre les attaques pathologiques pourrait être entraînée par une activation de stress physiologique causé par le prolongement des périodes de chaleur et l'assèchement du milieu (Wardell *et al.*, 2003). Ainsi les espèces les plus sensibles à la sécheresse régressent voire disparaissent progressivement. Une telle situation confirme que la contrainte climatique majeure n'est pas seulement la faiblesse des précipitations, mais la variabilité dans la distribution qui constitue des facteurs déterminants dans le contrôle de l'écosystème sahélien, de la modification de la flore et de la végétation (Ozer *et al.*, 2010 ; Hulme *et al.*, 2001 ; Darkoh, 2003). Ce sont les espèces comme *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia macrotachya* et *Cordyla pinnata* qui apparaissent plus résistantes à ce choc climatique, sont plus représentées dans le milieu.

Si plusieurs études ont montré les impacts de la sécheresse sur la flore, les activités humaines sont susceptibles d'être porteuses de la succession végétale et de la dégradation du milieu (Dembélé, 1996, Khresat *et al.*, 1998 ; Diallo *et al.*, 2011).

Les feux de brousse, l'exploitation abusive (charbon de bois, bois d'œuvre, de service et bois de chauffe, mutilation des ligneux fourragers, produits non ligneux), les défrichements/pratiques culturelles inadaptées pourraient expliquer en partie ce phénomène. La coupe abusive de bois a été soulignée comme un facteur important dans la dynamique régressive des ligneux (Faye *et al.*, 2008). En Afrique tropicale avec l'augmentation de la population, la durée de la jachère est réduite voire absente par endroit entraînant une dégradation de la végétation et de façon irréversible (Kio, 1981).

La colonisation de l'espace augmente dans la zone d'étude, liée à la croissance démographique et aux besoins en terres cultivables entraînant l'envahissement des terres « vierges » (Ba *et al.*, 2004 ; Touré, 2002). Dans le bassin arachidier, lors des défrichements ne sont préservées dans les champs certaines espèces à usages multiples (Akpo, 2004). Au cours des défrichements en Afrique tropicale pour la mise en culture, plusieurs arbres sont abattus. Malgré la préservation de quelques arbres utiles dans les champs, l'élimination des autres et l'action des feux ne favorisent pas la reconstitution de la végétation (Kio, 1981; Dembélé, 1996). Seuls les arbustes sont capable de se régénérer assez rapidement conduisant à une modification de la végétation dans sa structure et sa composition (Nasi, 1994 ; Fournier *et al.*, 2001).

Les données bibliographiques portant sur les travaux de Trochain (1940) et Adam (1965) donnent une idée sur la richesse de la forêt de la zone d'étude à cette époque. Dans sa contribution à l'étude de la végétation au Sénégal, Trochain (1940) indique que le climax était une savane arborée colonisée par les espèces dominantes comme *Khaya senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Pterocarpus erinaceus* et *Cordyla pinnata*. Aujourd'hui, cette savane arborée au Sud se dégrade et à l'état de lambeaux cédant progressivement la place à la savane arbustive marqué par la dominance des Combrétacées (*Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*), des Mimosacées (*Acacia macrostachya*) et des Césalpiniacées (*Piliostigma reticulatum*). Cette dégradation s'accompagne, souvent, d'une perte de diversité tant au niveau des genres que des espèces. L'évolution actuelle se caractérise, ainsi, par une baisse de la diversité biologique. Les jachères, qui présentaient une densification et une diversification végétale au fur et à mesure de leur "vieillesse", sont aujourd'hui plus rares (Touré, 2002). Cette évolution des paysages n'est pas l'exception de la zone étudiée. Des évolutions identiques sont notées en Afrique tropicale (Kossi *et al.*, 2009).

3.4 CONCLUSION

La diversité du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier est identifiée. Les paramètres retenus de la flore et de la végétation indiquent que le niveau d'organisation du peuplement n'est pas semblable ainsi que la pression sur les ligneux. De façon générale, le peuplement ligneux connaît des menaces en particulier d'ordre anthropique (exploitation abusive, pratiques culturelles inadaptées, feux de brousse) qui pèsent sur le milieu.

Les résultats obtenus montrent que la réduction de la diversité suit un gradient allant de l'Ouest (département de Kaffrine) vers l'Est (département de Kougheul). Les paramètres analysés pour la flore et la végétation ligneuse indiquent des différences dans la gestion du peuplement des communautés rurales qui se traduit par des particularités dans la physionomie. Le constat est que l'équilibre écologique de la flore et de la végétation est perturbé par l'action anthropique (agricole, pastorale, exploitation). La pression sur les ressources ligneuses ne cesse d'augmenter dans les régions soudanienne et sahélienne.

L'augmentation de la population, l'action anthropique aggravent la réduction de la diversité amorcée par le facteur naturel (sécheresse) depuis plusieurs années.

Il serait intéressant de poursuivre les investigations afin de préciser les conditions écologiques de *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis*.

L'étude de l'influence de *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis* sur les rendements des cultures annuelles (mil arachide et maïs) est à investir compte tenu de leur présence remarquable dans les champs.

Il faudrait des études éco physiologiques sur *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis* pour bien cerner leurs interactions avec les cultures annuelles.

Les investigations méritent d'être poursuivies par une étude comparative de l'évolution du peuplement ligneux (CR de Birkelane, Ndiognick, Ida mouride et Saly Escalé) sous l'effet des facteurs anthropiques, climatique et topographique dans le temps afin de proposer des solutions de gestion durable.

Des actions doivent être entreprises pour la préservation des espèces qui sont encore bien présentes dans le milieu avec l'appui des structures du développement. *Pterocarpus erinaceus* et *Cordyla pinnata*, espèces à usages multiples, le développement de leur production en pépinière doit être encouragé et soutenu.

REFERENCES

1. **Adam, J.G., 1965** - Généralités sur la flore et la végétation du Sénégal. Extrait des études sénégalaises N°9, fascicule 3. C.R.D.S., Sénégal.
1. **Akpo L. E., 1993** - Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques. Orstom éd., Paris, 93F2 :174 p.
2. **Akpo L. E., 1998** - Effet de l'arbre sur la végétation herbacée dans quelques phytocénoses au Sénégal selon le gradient de variation climatique, Thèse de doctorat d'état en sciences naturelles, option écologie, *Faculté des sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar*. 51p.
3. **Akpo L. E., Coly I., D. Sarr, Ngom and Ndao S., 2004** - Modes d'utilisation des terres et diversité floristique dans le terroir de la Néma en zone Semi-aride (Sénégal, Afrique de l'Ouest). *Journal of agriculture and environment for international development*, Vol. 98, No. ¾.
4. **Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal (ANAMS), 2009** – Données pluviométriques au Sénégal (stations météorologique de Kaolack et Kounghoul)
5. **Atlas National du Sénégal, 2006** - Les types de sols.101p.
6. **Ba M., Touré A., Reenberg A., 2004** – Mapping land use dynamics in Senegal. Case studies from Kaffrine Departments. Sahel-Sudan Environmental Research Initiative (SEREIN) Working Paper 45 : 1-33.
7. **Barbault R., 1992** – Ecologie du peuplement : structure, dynamique et évolution. Masson, Paris.
8. **Batterbury, S. and Warren, A., 2001** - The african Sahel 25 years after the great drought : assessing progress and moving towards new agendas and approaches. *Global Environmental Change* 11 : 1 - 8. Pergamon, Elsevier.

9. **Belsky A. I, Mwonga S.M. & Duxbury IM., 1993** - Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agroforestry System*, 24: 1-20.
10. **Bonkougou, E.G., 1985** - *Acacia albida Del.*, a multipurpose tree for arid and semi-arid zone.
11. **CSE, 2005** - Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, pp. 16-136.
12. **CSE, 2004** – Carte d'occupation du sol par communauté rurale (Sénégal).
13. **Darkoh M.B.K., 2003** – Regional perspectives on agriculture and biodiversity in dry lands of Africa. *Journal of Arid Environments* 54 : 261-79.
14. **Dembélé F., 1996** – Influence du feu et du pâturage sur la végétation et la biodiversité dans les jachères en zone soudanienne-Nord du Mali. Cas des jeunes jachères du terroir de Missira (Cercle de Kolokani). Thèse de doctorat, université de Droit, d'Economie et des Sciences, Aix-Marseille III.
15. **Diallo H, Bamba I, Barima S, Sadaïou Y, Visser M, Ballo A, Mama A, Vranken I, Maïga M, Bogaert J. 2011** - Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse*, 22(3): 97-107.
16. **Devineau J. L., Lecordier C., Vuattoux R., 1984** – Evolution de la diversité spécifique du peuplement ligneux dans une succession préforestière de colonisation d'une savane protégée des feux (Lamto, Côte d'Ivoire). *Candollea*, 39 (1) 103, 103-133 p.
17. **Diatta S., 2008**- Modes de Propagation d'un ligneux fourrager sahélien, *Maerna crassifolia forsk.*, Thèse de doctorat en biologie végétale (3^e cycle), option écologie, FST, UCAD, Sénégal, pp. 16-25.
18. **Diatta M., Faye F., Grouzis M., Perez P., 2001** – Importance de la haie vive isohypse sur la gestion de l'eau du sol et le rendement des cultures dans le bassin versant de Thyssé-Kaymor, Sénégal. *Sécheresse* 12 : pp. 15-24.
19. **Diouf B., 2001** - Etude de la Régénération Naturelle Assistée des espèces associées aux cultures annuelles dans les parcelles agro forestières du projet GERT (Gestion de l'Espace et des Ressources Naturelles du Terroir), Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux agricoles, Département des Productions Végétales, Ecole Nationales des Cadres Ruraux de Bambey (ENCR), Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique, Sénégal.
20. **Douma S., Diatta S., Banoïn M., Kaboret-Zoungrana C. et Akpo L.E. 2007** - Caractérisation des terres de parcours sahéliennes : typologie du peuplement ligneux de la Station expérimentale sahélienne de Toukounouss au Niger ; *J. Sci. Vol. 7*, N° 4 (2007) 1 – 16 p.
21. **Faye E., Diatta M., Samba ANS., Lejoly J., 2008** – Usages et dynamique de la flore ligneuse dans le terroir villageois de Latmingué (Sénégal). *Journal des Sciences et Technologies* 7 : pp. 43-58.
22. **Fournier A., Floret C., Gnahoua GM, 2001** – Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. In : Ch.Floret Ch, Pontanier R. Jachère en Afrique tropicale. Montrouge (France) : éditions John Libbey Eurotext.
23. **Gareyane, 2008** – La sédentarisation des nomades dans la région de Gao. Révélateur et déterminant d'une crise multidimensionnelle au Nord Mali. Thèse de doctorat, université Jean Moulin Lyon 3, Lyon, France.

24. **Hulme, M., 2001-** Climatic perspectives on sahelian dessication : 1973 - 1998. *Global Environmental Change* 11 : 19 - 29. Pergamon, Elsevier.
25. **Hulme M., Doherty R., Ngara T., New M., Lister D., 2001** – African climate change : 1900-2100. *Clim Res* 17 : 145-68.
26. **Indge B., 2004** – La biologie de A à Z, 1100 entrées, des exemples et des conseils pour réviser, Sciences sup., DUNOD.
27. **Kaïré M., 1999** - La production ligneuse des jachères et son utilisation par l'homme au Sénégal. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 116 p.
28. **Kio OPR., 1981** – Stratégie de conservation des forêts en Afrique tropicale. Compte rendu de colloque du 27 Avril au 01 Mai 1981 à Ibadan, Nigéria.
29. **Kossi A., Bellefontaine R., Kokou K., 2009** – Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse* 20 : 394-6.
30. **Khresat S.A., Rawajfih Z., Maohammad M., 1998** – Land degradation in north-wester Jordan : causes and processes. *Journal of Arid Environments* 39 : 623-9.
31. **MEPN, 2005** - Politique forestière du Sénégal, 2005 – 2025, Documents annexes (version finale), pp. 3 -7.
32. **Nasi R., 1994** – La Végétation du centre régional d'endémisme soudanien au Mali. Etude de la forêt de Monts Mandingue et essai de synthèse. Thèse de doctorat, université de Paris-Sud XI.
33. **Ndao M., 2001** - Etude d'une zone test du département de Kaffrine (SENEGAL). Caractérisation du sol et de son occupation - Spatialisation des résultats. Travail de diplôme du Cycle Postgrade en Sciences de l'Environnement: EPFL, Lausanne.
34. **Niang M. M., 1990** - Contribution à la connaissance et à la valorisation des systèmes agro forestiers traditionnels au Sud du bassin arachidier (Sénégal) – Cas du système à parc à *Cordyla pinnata* Lepr. Mémoire d'obtention d'un diplôme d'ingénieur des eaux, forêts et chasse, Institut National de Développement Rural, Centre Universitaire de Dschang, Cameroun, 2 p.
35. **Ozer P., Hountondji YC., Niang AJ., Karimoune S., Manzo OL., Salmon M., 2010** – Désertification au Sahel : historique et perspectives. *BSGLg* 54 pp. 69-84
36. **Ramade F., 2003** - Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale, 3^e édition, DUNOD, Paris, pp. 289 - 315.
37. **Saporta G., 2006** - Probabilités, Analyse des données et statistique, Editions Technip.
38. **Sarr O., 2009** – Caractéristiques des ligneux fourragers dans les parcours communautaire de Lour Escalé (Région de Kaffrine centre-Sénégal). Mémoire de DEA en Biologie végétale, option écologie, FST/UCAD (Sénégal), 3 p.
39. **Sarr W., 2008** - Effet de la déforestation et des changements d'utilisation des terres des réserves sylvopastorales de Mbégué et Dolly (Sénégal) sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et le stock de carbone (C). *Mémoire DEA, FST, UCAD (Sénégal)*. 74 p.
40. **Scet, 1966** – Aménagement des vallées du Bas-Saloum et du sine Pakala. Etude pédologique : vallée de la Néma. Société Centrale pour l'équipement du territoire-Coopération, 26 p.
41. **Seme, 1988** – Etat de l'environnement. Edition 1988. Secrétariat d'état auprès du Ministère chargé de l'environnement, Paris, 348 p.
42. **Thiaw A., 2009** - Contribution à la caractérisation bio pédologique de la région de Kaffrine (zone centrale-Ouest du Sénégal. *Mémoire DEA, FST, UCAD (Sénégal)*. 69 p.

43. **Touré A., 2002** - Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone Nord soudanienne au Sénégal, Thèse N° 2585, Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), pp I-3-11, II-4 p.
44. **Traoré S.B., Reyniers F. N., Valksmann M., Koné B., Sidibé A., Yoroté A., et al., 2000** – Adaptation à la sécheresse des écotypes locaux de sorghos du Mali. Sécheresse 11 : 227-37.
45. **Trochain J., 1940** - Contribution à l'étude de la végétation au Sénégal. Larose, Paris.
46. **Wardell D.A., Reenberg A., Tettrup C., 2003** – Historical footprints in contemporary land use systems/forest cover change in savannah woodlands in the Sudano-Sahelian zone. Global Environment Change-Human and Policy Dimensions 13 : 235-54.

CHAPITRE IV : TYPOLOGIE DU PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS⁸

RESUME

Dans les terroirs villageois du bassin arachidier, nous avons établi le type de peuplement ligneux. Il s'agit d'un peuplement à *Combretum glutinosum* avec deux formations végétales identifiées selon le gradient de topographie et deux groupements végétaux suivant le recouvrement. La flore ligneuse renferme 75 espèces qui sont plus représentées dans la formation végétales II en particulier dans le groupement végétal IIB. *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Cordyla pinnata* sont les espèces les plus fréquentes dans le peuplement ligneux. La densité observée (17 arbres à l'hectare) est nettement inférieure à la densité calculée (445 arbres à l'hectare) attestant une distribution très hétérogène du peuplement. La forte variabilité du coefficient de variation associé à la distance moyenne entre deux arbres l'illustre. La structure démographique du peuplement est caractérisée par des proportions élevées des faibles valeurs de diamètre à la base indiquant un peuplement essentiellement jeune.

Mots clés : Espèces - Formation végétal – groupement végétal- bassin arachidier – Sénégal

ABSTRACT

In the groundnut basin lands, we set up the type of woody species. It is a woody of *Combretum glutinosum* with two formations of vegetation identified depending on the gradient of topography and two vegetation groupings depending on the cover. The woody flora contains 75 species which are represented in the vegetation formation II especially in the vegetation grouping IIB. *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* and *Cordyla pinnata* are the most frequent species in the woody species. The density observed (17 trees per hectare) is definitely lower than the density calculated thus testifying for a very heterogeneous distribution of the woody species. The important variability of the coefficient of variation related to the average distance between two trees illustrates this. The demographic structure of the woody species is characterized by high proportions of the low values of the base diameter thus indicating a mostly young woody species.

Key words: Species - vegetation formation - vegetation grouping – groundnut basin - Senegal

⁸International Journal of Science and Advanced Technology, Vol. 2, N°2, 26-35, 2012

INTRODUCTION

La portée, l'ampleur spatiale des altérations de l'homme à la surface de la terre sont sans précédent. Les changements dans la couverture terrestre (caractéristiques biophysiques de la surface de la terre) et l'utilisation des terres sont parmi les plus importantes (Turner *et al.*, 1990 ; Lambin *et al.*, 1999). L'utilisation et l'occupation des terres sont si répandus que, lorsqu'elles sont agrégées au niveau mondial, affectent de manière significative les principaux aspects du fonctionnement du système Terre. Ils ont un impact direct dans le monde entier sur la diversité biotique (Sala *et al.*, 2000), contribuent au changement climatique local et régional (Chase *et al.*, 1999) ainsi qu'au réchauffement climatique mondial (Houghton *et al.*, 1999); ils sont la principale source de la dégradation des sols (Tolba et El-Kholy, 1992) et en modifiant les services écosystémiques, ils affectent la capacité des systèmes biologiques à répondre aux besoins de l'homme (Vitousek *et al.*, 1997). Ces changements aussi déterminent, en partie, la vulnérabilité des milieux et des personnes aux conditions climatiques, aux perturbations économiques ou sociopolitiques (Kasperson *et al.*, 1995).

L'utilisation des terres est devenue une force d'importance mondiale (Zhixin, 2007). Au Sénégal, des changements énormes dans les forêts, les terres agricoles, les cours d'eau, et l'air sont motivés par la nécessité de fournir de la nourriture, des fibres, de l'eau et de l'abri à la population à croissance rapide. Les terres cultivées, les pâturages, les plantations, et les zones urbaines ont fortement augmenté au cours des 20 dernières années (Paeth, 2006), accompagnées par de fortes augmentations de la consommation d'énergie, d'eau et d'engrais. De tels changements dans l'utilisation des terres ont permis aux populations locales de s'approprier une part croissante des ressources naturelles. Le Sénégal perd près de 80.000 hectares de sa végétation ligneuse naturelle chaque année entre 1981 et 1999, à la suite de défrichements agricoles (CONSERE, 1997). Les ressources végétales du Sénégal et en Afrique tropicale en général ont été affectées (Floret et Pontanier, 1991; Floret *et al.*, 1994. ; Maas, 1995). Une manifestation est la réduction immédiate de la densité de la végétation, la fragmentation et la réduction des superficies de forêts (Chatelain *et al.*, 1995, Hill et Curran, 2005 ; Cramer *et al.*, 2007). Les ressources ligneuses sont insuffisamment développées en raison de la coupe excessive des arbres qui conduisent à la perte d'espèces de valeur et la rareté de la nourriture sauvage. Le problème fondamental qui se pose aujourd'hui est de réintroduire des arbres dans le paysage agricole qui apparaît comme un moyen de restaurer ces agro-écosystèmes dégradés, de manière à améliorer les moyens de subsistance en milieu rural (Bonkoungou, 1985 ; Belsky *et al.*, 1993). L'étude des peuplements ligneux au Sénégal n'est pas bien documentée (Faye, 2010). Il est crucial de connaître l'état actuel de la végétation dans les zones perturbées tel que le bassin arachidier du Sénégal. L'objectif de cette étude était, par conséquent, d'examiner les types de peuplements ligneux et leurs caractéristiques dans le bassin arachidier au Sénégal.

4.1. METHODES D'ETUDE

4.1.1. Echantillonnage et inventaire

La méthode d'échantillonnage utilisée pour identifier les terroirs villageois retenus dans chaque communauté rurale pour l'inventaire floristique et les relevés de la végétation ligneuse, consiste à diviser la végétation ligneuse en unités de végétation.

Chacune d'elles étant plus homogène que le massif entier de l'étendue de la communauté rurale. Cette subdivision a été effectuée sur la base de la carte d'occupation des sols (CSE, 2004).

Dans l'ensemble, 25 terroirs ont été déterminés à partir des unités de végétation selon plusieurs critères de pratiques culturelles (intensité de l'activité agricole, diversification, niveau de mécanisation, présence ou absence de la jachère, densité de l'arbre dans les champs). Dans chaque terroir, des transects de direction Est-Ouest et équidistants de 500 m ont été matérialisés. Sur chaque transect, tous les 500 m, des placettes de 50m x 50m ont été délimités dans les champs, les jachères et de 30m x 30m dans les forêts. Une cinquantaine de placettes ont ainsi été déterminées dans chaque terroir.

Un inventaire systématique des arbres et de la régénération naturelle c'est-à-dire plants juvéniles a été effectué dans les 1143 placettes de 262 ha.

Pour les arbres, les paramètres suivants ont été mesurés: 1) la hauteur totale (m) pour établir la structure du peuplement ; 2) le diamètre (cm) à la base du tronc à 30 cm du sol (car pour nombreux individus, les premières ramifications se situent au dessous de 1,30 m comme hauteur de mesure classiquement recommandée en foresterie) pour estimer la surface terrière ; 3) la distance (m) entre les arbres pour apprécier la distribution des individus et calculer la densité théorique ; 4) le diamètre du houppier pour évaluer le recouvrement.

Pour apprécier le potentiel de régénération des espèces, nous avons identifié et inventorié les plants juvéniles c'est-à-dire ceux dont le diamètre à la base est inférieur ou égal à 3,5 cm. Pour cette régénération naturelle, seul le diamètre et la hauteur de la tige la plus haute sont mesurés. Les autres tiges et brins issus de la même souche sont comptés systématiquement.

4.1.2. Traitement des données

L'analyse factorielle des correspondances (matrice terroirs x espèces) a permis de définir les principaux groupes de terroirs et caractériser l'hétérogénéité du peuplement ligneux.

L'étude du peuplement ligneux a concerné principalement la composition et la structure. L'importance écologique des espèces a permis de définir le peuplement ligneux.

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science) après la saisie des données en CSPRO (Census and Survey Processing System).

4.2. RESULTATS

4.2.1. Principaux groupes de terroirs

Pour définir des groupes éventuels de terroirs et caractériser ainsi l'hétérogénéité du peuplement, la matrice 25 terroirs x 41 espèces a été soumise à une analyse factorielle de correspondance (AFC). Pour des soucis de réduction de la dimension de la matrice à soumettre à l'AFC, les 34 espèces ayant un effectif inférieur à 25 individus ont été exclues de l'analyse factorielle car leur fréquence est sensiblement égale à 0. Les valeurs propres des principaux axes extraits de l'analyse factorielle de correspondance indiquent que les 10 premiers facteurs expliquent 40% de l'information de la matrice, et que près du quart de l'information (22,53%) est captée par les cinq premiers axes (Tableau 7). Le premier axe absorbe 5,86% de la variation totale, le second 4,76% et le 3^{ème} axe capte 4,22%. Les valeurs semblent se stabiliser autour des trois premiers axes.

Tableau 7. Valeurs propres et Inerties des 10 premiers facteurs axes

Facteurs (Axes)	Valeur propre	Inertie (%)	Inertie totale (%)	Histogramme
F1	0,8491	5,86	5,86	
F2	0,6899	4,76	10,61	
F3	0,6123	4,22	14,84	
F4	0,5622	3,88	18,71	
F5	0,5537	3,82	22,53	
F6	0,5283	3,64	26,18	
F7	0,5	3,45	29,62	
F8	0,5	3,45	33,07	
F9	0,5	3,45	36,52	
F10	0,5	3,45	39,97	

Le plan formé par les axes F1 et F2 qui absorbe 10,61% de l'information a permis une représentation simple et en deux dimensions de la structure des données (figure 1). Il est le plan d'analyse retenu. La moyenne des contributions est de 2,1% pour les terroirs et de 7,1% pour les espèces ligneuses.

Par rapport à l'axe F1,

✚ les terroirs ayant de fortes contributions (supérieure à la moyenne) dans les abscisses positives sont : Bagana (5,92%), Maka Katal (4,2%), Koumbidia (4,1%) ; ceux ayant de fortes contributions dans les abscisses négatives sont : Fass Diebel (4%), Bossolel (2,3%), Forêt Birkilane (3,4%), Ndiamacolong (3,2%) et Boustane Koukoto (2,5%).

✚ deux espèces sont bien corrélées à ce facteur ; il s'agit de *Guiera senegalensis* (Gse, $r=0,77$) dans les abscisses positives et *Combretum glutinosum* (Cgl, $r=0,52$) dans les abscisses négatives qui portent pour cet axe 48,7% de l'information soit 30,9% et 17,8 respectivement.

Cet axe semble opposer les terroirs caractérisés par un relief irrégulier (des plateaux et bas fonds) dans les abscisses positives et ceux marqués par un relief plat dans les abscisses négatives. L'axe F1 distingue donc deux zones à topographie différente.

Par rapport à l'axe F2,

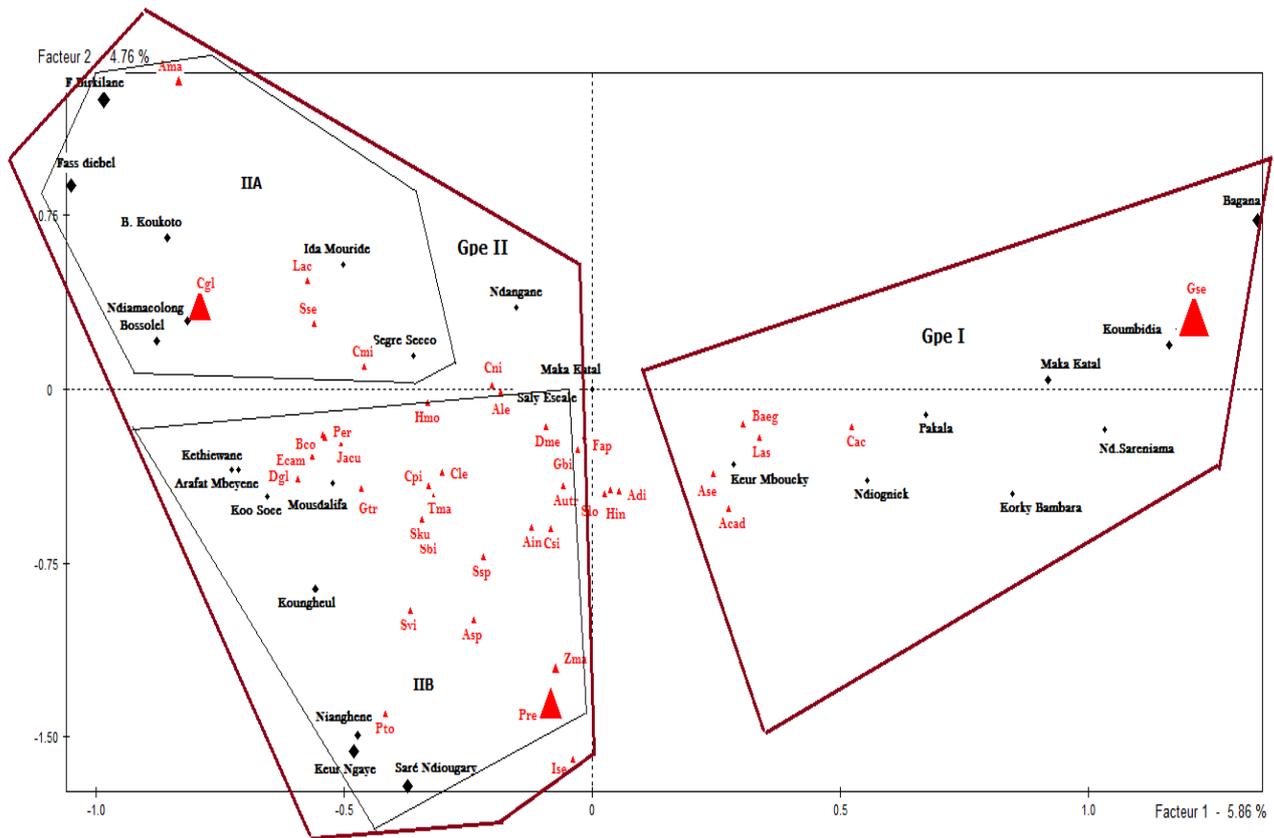
✚ l'analyse montre que les terroirs suivants contribuent fortement dans les ordonnées positives à la formation de cet axe : Forêt Birkilane (8,2%), Fass Diebel (4,2%), Bagana (2,6%), et Boustane Koukoto (2,1%) ; ceux ayant les contributions fortes dans les ordonnées négatives sont : Saré Ndiougary (9,2%), Keur Ngaye (9%), Nianghène (5,4%) et Forêt de Koungheul (2,9%)

✚ seule *Piliostigma reticulatum* (Pre, $r=0,47$) semble bien corrélée à cet axe avec une contribution de 28,9%.

L'axe F2 a séparé des terroirs à faible recouvrement et ceux à fort recouvrement. L'axe F2 représente un gradient de caractéristiques du peuplement ligneux.

Deux groupes de terroirs sont ainsi identifiés, dans les abscisses positives (Gpe I) et dans les abscisses négatives (Gpe II) de l'axe F1. Les terroirs du groupe I apparaissent assez homogènes pour correspondre à un seul groupe. Les terroirs du groupe II se subdivisent en sous groupe IIA et IIB par rapport à l'axe F2. Le sous groupe IIA se trouvent répartis dans le cadran supérieur gauche des ordonnées positives composé des terroirs de Fass Diebel, Bossolel, Forêt Birkilane, Ndiamacolong, Boustane Koukoto et Ida mouride.

Le sous groupe IIB regroupe les terroirs du cadran inférieur gauche des ordonnées négatives constitué Saré Ndiougary, Keur Ngaye, Nianghène, Forêt de Koungheul, Mousdalifa, Arafat Mbayène, Koo Socé et Kethiéwane (figure 5).



Δ : espèces⁹ ◇ : terroirs

Figure 5. Définition des groupements par l'analyse factorielle des correspondances (AFC)

4.2.2. Caractéristiques des groupes de terroirs

4.2.2.1. Composition

Effectifs et fréquence des espèces

Le peuplement est dominé par 5 espèces selon les groupes de terroirs. *Combretum glutinosum* (53,1%) est l'espèce la plus présente dans le groupe de terroirs II avec un effectif de 2089 individus. Sa fréquence a triplée celle du groupe I. Dans le groupe II la forte fréquence est portée par les terroirs du sous groupe IIB (67,1%). *Acacia macrostachya* n'est pratiquement identifié que dans le groupe II avec une fréquence de 11,8% pour 465 individus alors que dans le groupe I elle est inférieure à 1%. C'est sa présence dans les terroirs du sous groupe IIB qui justifie cette fréquence. *Guiera senegalensis* a sa fréquence qui évolue de 4,3% (27 individus) dans le groupe I à 6,7% (262 individus) dans le groupe II où le sous groupe IIA renferme l'essentiel des individus de l'espèce. *Piliostigma reticulatum* présente un effectif de 155 individus dans le groupe I avec une fréquence de 24,6% et 233 individus dans le groupe II pour une fréquence seulement de 5,9%. L'espèce *Cordyla pinnata* compte 89 individus dans le groupe I et 148 individus dans le groupe II avec respectivement des fréquences de 14,1% et 3,8% (tableau 8).

⁹ Voir liste des abréviations en annexe

Tableau 8. Effectifs et fréquences des 5 espèces les plus représentées

Espèce	Groupe et sous groupes de terroirs									
	Gpe I		Gpe II		IIA		IIB		Ensemble	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
<i>Combretum glutinosum</i>	113	17,9	2089	53,1	204	18,2	1885	67,1	2202	48,3
<i>Acacia macrostachya</i>	3	0,5	465	11,8	9	0,8	456	16,2	468	10,3
<i>Piliostigma reticulatum</i>	155	24,6	233	5,9	154	13,7	79	2,8	388	8,5
<i>Guiera senegalensis</i>	27	4,3	262	6,7	237	21,1	25	0,9	289	6,3
<i>Cordyla pinnata</i>	89	14,1	148	3,8	75	6,7	73	2,6	237	5,2

La fréquence de *Combretum glutinosum* est liée à sa forte présence dans la forêt de Koungheul (89,8%) et dans le domaine protégé de mousdalifa (65,1%) localisés dans le groupe II et particulièrement dans le sous groupe IIB. *Acacia macrostachya* occupe le second rang à cause de sa présence remarquable dans le domaine protégé (28,4%). La fréquence de *Guiera senegalensis* est liée essentiellement à sa forte représentativité dans la forêt de Birkelane (60,7%) situé dans le groupe II. *Piliostigma reticulatum*, est plus représentée dans les terroirs du groupe II à cause de ses effectifs dans les champs (128 individus) et la jachère (105 individus). *Cordyla pinnata* justifie sa présence par la préservation dans les champs en particulier ceux du groupe II (117 individus) à cause de ces multiples usages. *Piliostigma reticulatum* et *Cordyla pinnata* ont la particularité de présenter plus d'individus dans le groupe II alors que leurs fréquences sont plus élevées dans le groupe I. Cela indique que les espèces composant le peuplement ligneux sont de façon générale plus densément représentées dans le groupe II en individus.

Outre les espèces susmentionnées, notons la présence d'espèces qu'on peut qualifier de rare dans la zone d'étude car ayant des fréquences très faibles (inférieures à 0,5%) qui sont au nombre de 55 espèces.

Les plus rares sont : *Combretum leucardii*, *Heeria insignis*, *Leptadenia hastata*, *Grewia villosa*, *Ficus iteophylla*, *Vitex doniana*, *Erythrina senegalensis*, *Zizyphus gola*, *Securinega virosa*, *Baissea multiflora*, *Cadaba farinosa*, *Ekebergia senegalensis*, *Crataeva religiosa*, *Ficus capensis*, *Acacia senegal*, *Albizzia chevalieri*, *Adenium obesum*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Oxytenanthera abyssinica*, *Asparagus Pauli-Guilielmi*, *Opilia celtidifolia*, *Aphania senegalensis*.

4.2.2.2. Structure du peuplement par groupes identifiés

Pour la description de la structure du peuplement, on a utilisé principalement la densité, le recouvrement, la surface terrière, la grosseur déterminée par le diamètre du tronc à la base et la hauteur des arbres et arbustes.

Tableau 9. Paramètres de structure du peuplement ligneux

Paramètres	Valeurs			
	Gpe I	Gpe II	IIA	IIB
Densité absolue (individus/ha)	7	23	11	40,5
Densité théorique (individus/ha)	208	521	253	718
Surface terrière (m ² /ha)	4,4	4,3	3,6	5,5
Recouvrement	198,6	321,1	208,5	483,6

a) La densité du peuplement

La densité absolue est le rapport entre l'effectif d'une espèce et la superficie totale des placettes inventoriées ; il s'ensuit que ce paramètre est fortement corrélé à la fréquence. Ainsi les ordres d'importances des espèces obtenus pour les fréquences sont maintenus.

La densité absolue varie selon les groupes de terroirs. Elle est de 7 pieds/ha pour le groupe I et 23 pieds/ha dans pour le groupe II dont 11pieds/ha et 40,5 pieds/ha respectivement pour les sous groupe IIA et IIB (tableau 9). C'est la présence des deux forêts classées (Koungheul et Birkelane) et du domaine protégée de Mousdalifa densément peuplés dans le groupe II qui explique cette différence entre la densité.

La distance moyenne entre deux arbres est de 6,94 m dans le groupe I ; 4,38 m dans le groupe II ; 6,28 m dans le sous groupe IIA et 3,74 m dans le sous groupe IIB avec respectivement des densités théoriques de 208 ; 521 ; 253 et 718 arbres à l'hectare. La densité calculée est très élevée par rapport à la densité absolue avec des coefficients de variations associés à ces distances moyennes très importants dont 155% (groupe I), 136% (groupe II), 253% (IIA) et 120,6% (IIB). Cette forte variabilité témoigne d'une distribution irrégulière de la végétation ligneuse (Akpo, 1993 ; Akpo *et al.*, 1996).

b) Le recouvrement

Le recouvrement ligneux d'un arbre étant la projection verticale de la surface de la couronne de l'arbre au sol, indique la portion du sol couverte par le feuillage de l'arbre.

Le recouvrement varie de 198,6 m²/ha dans le groupe I à 321,1 m²/ha dans le groupe II. Celui du sous groupe IIB (483,6 m²/ha) fait plus de 2 fois celui du sous groupe IIA (208,5 m²/ha) (tableau 9). Ces résultats confirment l'identification des deux sous groupes de terroirs selon un gradient de recouvrement suivant l'axe F2.

Le recouvrement varie selon les espèces dans les groupes et sous groupes de terroirs. Il est plus élevé pour *Combretum glutinosum*, et *Cordyla pinnata* dans le groupe II ; pour *Piliostigma reticulatum* et *Cordyla pinnata* dans le groupe I.

Dans le groupe II, c'est le sous groupe IIB qui a les plus forts recouvrements pour *Combretum glutinosum*, *Cordyla pinnata* et *Acacia macrostachya* et le sous groupe IIA détient la valeur la plus élevée pour *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*.

c) La surface terrière

La variabilité selon les groupes de terroirs est faible (4,4 m²/ha dans le groupe I et 4,3 dans le groupe II). Elle est remarquable selon les sous groupes de terroirs avec 3,6 m²/ha dans IIA à 5,5 m²/ha dans IIB (tableau 9). Seuls deux espèces (*Cordyla pinnata* et *Adansonia digitata*) ont une surface terrière supérieure ou égal à 1 m²/ha par groupe et sous groupe de terroirs.

Les espèces *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis* qui se distinguent par leurs fréquences significatives ont les valeurs de leurs surfaces terrières très faibles (inférieur à 1m²/ha). Tout se passe comme si pour ces 4 espèces leur forte fréquence est inversement proportionnelle à la grosseur de leurs troncs.

d) Répartition selon la grosseur

La grosseur des arbres et arbustes utilise le diamètre du tronc à la base. Le diamètre varie de 0,1 cm à 270,4 cm pour une moyenne de 14,3 cm.

La figure 6 de dispersion ci-dessous montre un étirement de la courbe de distribution vers la droite ceci explique que les faibles valeurs de diamètre occupent les proportions élevées. En effet la courbe de cumule des fréquences montre que plus de 80% des individus ont des diamètres à la base inférieurs à la moyenne (14,3 cm). De plus les valeurs des 3 premiers quartiles (25%, 50% et 75%) sont respectivement de 4 cm ; 6 cm et 10 cm. Autrement dit, 25% des individus ont un diamètre inférieur ou égal à 4 cm ; pour la moitié (50%) leur diamètre est d'au plus 6 cm et enfin les trois quart ont un diamètre inférieur ou égal à 10 cm.

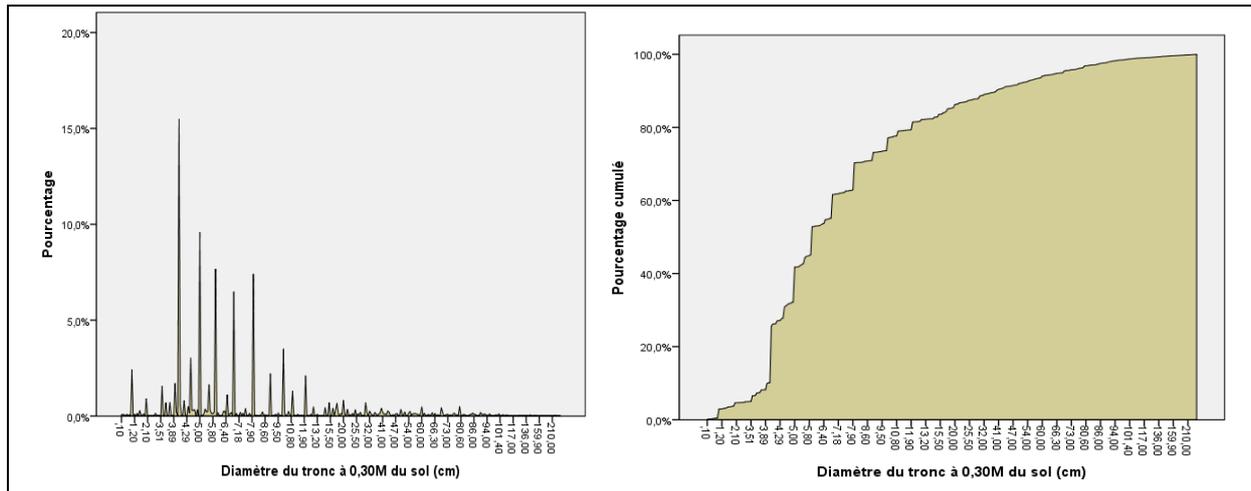


Figure 6. Courbes de distribution du diamètre à la base

Le tableau 10 ci-dessous montre que la proportion de jeunes arbres de diamètre compris entre 3,51 et 4,29 cm est la plus importante et semblable dans les groupes et sous groupes de terroirs. Elle varie de 23,2% dans le groupe I à 22% dans le groupe II. De façon générale, dans la classe de 4,3 cm à 5,8 cm ; 5,81 à 7,18 cm et 7,19 à 8,6 cm, les fréquences sont plus importantes dans le groupe II. On retrouve plus les arbres de gros diamètre dans les terroirs du groupe I en particulier ceux de la classe 60,1 à 99,9 cm.

Tableau 10. Répartition des classes de diamètre à la base

Classes de diamètre à la base	Fréquence (%) des classes selon les groupes/sous groupes				
	GpeI	GpeII	IIA	IIB	Ensemble
3,51 à 4,29 cm	23,2	22,0	20,4	22,6	22,2
4,3 à 5,8 cm	13,7	18,4	20,7	17,5	17,8
5,81 à 7,18 cm	10,6	17,9	11,0	20,6	16,9
7,19 à 8,6 cm	2,4	10,0	3,8	12,5	9,0
8,61 à 10,8 cm	5,9	7,0	4,5	8,0	6,9
10,81 à 13,2 cm	3,5	4,8	2,7	5,6	4,6
13,21 à 20 cm	5,1	3,8	3,3	4,0	4,0
20,1 à 32 cm	5,2	2,3	2,6	2,2	2,7
32,1 à 60 cm	9,4	4,4	7,1	3,3	5,1
60,1 à 99,9 cm	13,0	3,1	6,5	1,8	4,5
100 cm et +	3,7	1,0	1,9	0,7	1,4
moins de 3,51cm	4,4	5,1	15,6	1,0	5,0

Cordyla pinnata qui fait partie des 5 espèces les plus représentées dans le peuplement ligneux a la particularité d'avoir des individus de gros diamètre se situant en majorité dans les classes 60,1 à 99,9 cm (49,4%) et 32,1 à 32 cm (35%). *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Acacia macrostachya* sont essentiellement représentées dans les faibles classes de diamètres (3,51 à 4,29 cm ; 4,3 à 5,8 cm et 5,81 à 7,18 cm).

e) Répartition selon la hauteur

La hauteur des arbres et arbustes inventoriés dans les placettes varie de 0,10 à 30 m. La valeur moyenne obtenue est de 4,3 m pour un coefficient de variation de 72% ; soit une forte variation des valeurs. Notons que la médiane est de 3,50 m ; autrement dit 50% des arbres et arbustes ont une hauteur inférieure ou égale à 3,50 m. les valeurs des quartiles de 25% et 75% sont respectivement de 2,50 m et 4,75 m (figure 7).

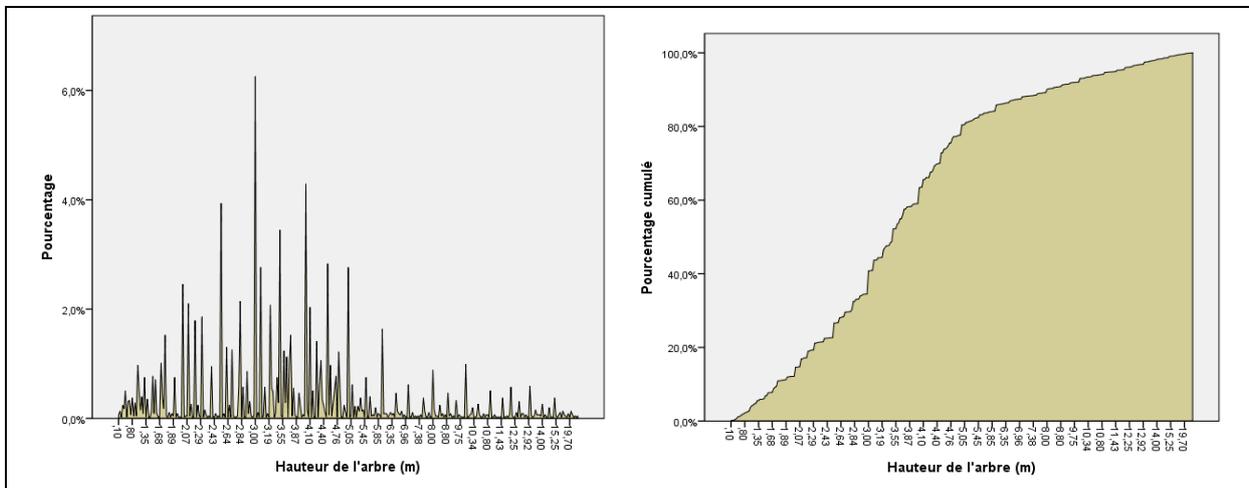


Figure 7. Courbe de distribution de la hauteur

Le tableau 11 montre que 4 classes renferment les plus gros effectifs. Il s'agit des classes de moins de 2 m ; 2 à 3,5 m ; 3,6 à 4,42 m et 4,43 à 7,9 m qui ont des fréquences respectivement de 12,7% ; 39,8%, 17,5% et 19,2%.

La distribution du peuplement ligneux rend certainement compte des différences de recrutements successifs dans les classes de hauteur : elle obéit à la loi polynomiale.

Tableau 11. Répartition des classes de hauteur

Classe de hauteur	Fréquence (%) selon les groupes/sous groupes de terroirs				
	GpeI	GpeII	IIA	IIB	Ensemble
moins d'2m	16,7	12,1	25,0	6,9	12,7
2 à 3,5m	36,0	40,4	43,3	39,3	39,8
3,6 à 4,42 m	5,7	19,4	6,8	24,4	17,5
4,43 à 7,9m	16,6	19,6	10,6	23,2	19,2
8 à 9,9 m	6,2	2,3	3,6	1,8	2,8
10 à 12,9 m	10,7	3,9	7,1	2,6	4,8
13 à 15,9m	6,7	1,6	2,7	1,1	2,3
16 à 19,9 m	1,1	0,4	0,8	0,2	0,5
20 à 24,9 m	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3
25m et plus	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0

L'analyse de la hauteur des 5 espèces selon les classes montrent que *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Acacia macrostachya*, *Piliostigma reticulatum* sont plus représentées dans la classe 2 à 3,5 m avec les fréquences respectives de 44,2% ; 76% ; 38,2% et 57%. *Cordyla pinnata* tire sa plus forte fréquence (47,5%) dans la classe 10 à 12,9 m.

Un test de corrélation montre que la relation entre la hauteur et le diamètre à la base est forte et significative. En effet les tests de corrélation de Pearson et Spearman sont significatifs au seuil de 1%. Le coefficient de corrélation de Pearson est de 80,8%.

f) La régénération du peuplement

Les plants juvéniles constituent la proportion la plus importante du peuplement, soit 47602

plants pour 4562 arbres. Cette proportion varie en fonction des espèces et du biotope (figure 8).

Ces jeunes plants sont essentiellement représentés par *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, et *Piliostigma reticulatum* dans les groupes de terroirs.

Trois espèces (*Lannea acida*, *Euphorbia balsamifera*, *Crataeva religiosa*) n'ont pas présenté de jeunes plants.

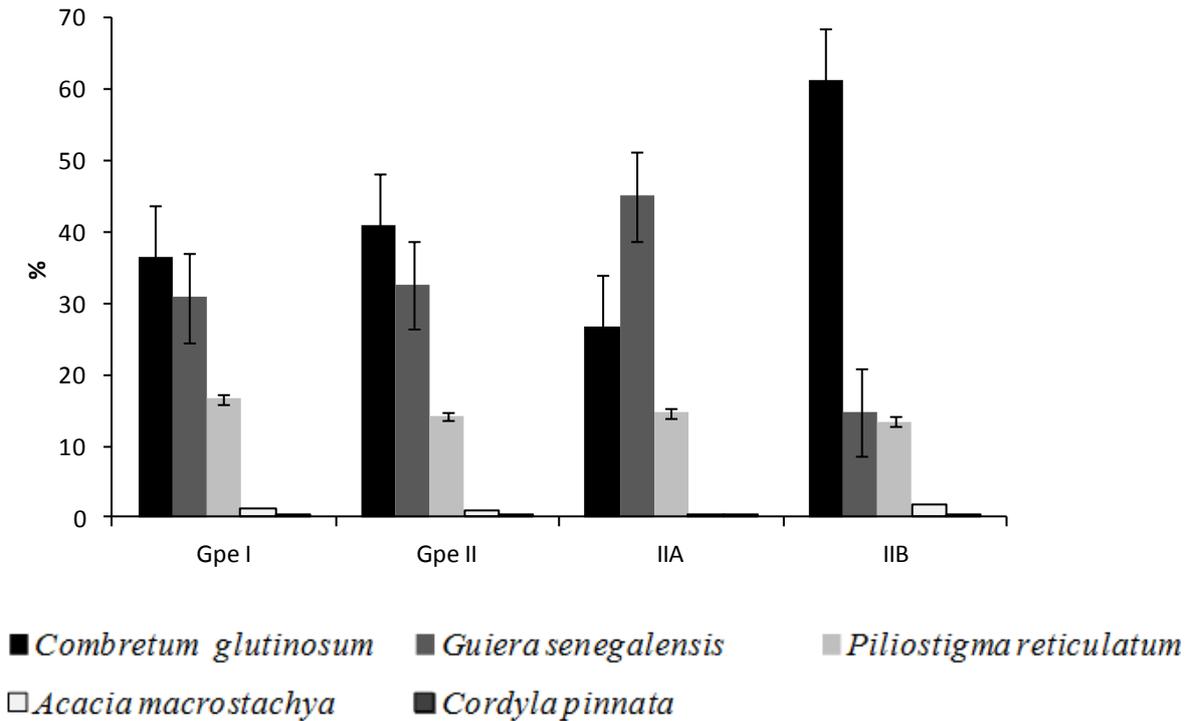


Figure 8. Importance spécifique des 5 espèces les plus représentées

4.2.2.3. Dénomination du peuplement

Nous avons utilisé l'importance écologique (Importance Value Index :IVI) de Curtis et McIntosh (1950) en calculant la contribution (%) de chaque espèce pour chacune des paramètres caractéristiques de la végétation (dominance relative, fréquence relative, densité relative, recouvrement, diamètre à la base et hauteur des arbres et arbustes) suivant les groupes et sous groupes de terroirs. Pour les paramètres diamètre et hauteur, nous avons choisi pour chacun d'eux la classe présentant la plus grande fréquence en moyenne pour l'ensemble des espèces inventoriées. Il s'agit de la classe 3,51 à 4,29 cm pour le diamètre (22,2%) et 2 à 3,5 m pour la hauteur (39,8%). Ensuite nous avons procédé à une addition des contributions des espèces aux différents paramètres. Les espèces les plus importantes sont celles qui présentent les valeurs les plus élevées (tableau 12).

Tableau 12. Importance écologique des 5 espèces les plus représentées

ESPECES	GpeI	GpeII	IIA	IIB	Ensemble
<i>Combretum glutinosum</i>	130,0	225,3	130,8	259,6	214,2
<i>Acacia macrostachya</i>	34,5	81,8	122,7	92,4	77,6
<i>Piliostigma reticulatum</i>	156,3	112,5	129,6	107,0	120,1
<i>Guiera senegalensis</i>	130,5	124,6	159,6	98,6	124,5
<i>Cordyla pinnata</i>	74,5	36,3	47,8	31,0	43,8

Dans l'ensemble, *Combretum glutinosum* présente la contribution la plus élevée quel que soit le paramètre considéré (214,2 points). Elle est suivie respectivement de *Guiera senegalensis* (124,5 points), *Piliostigma reticulatum* (120,1 points), *Acacia macrostachya* (77,6 points) et *Cordyla pinnata* (43,8 points). L'espèce *Combretum glutinosum* est largement dominante et peut être utilisée pour désigner le peuplement. Il s'agit d'un peuplement à *Combretum glutinosum*.

Selon les groupes de terroirs, il existe une variation de l'importance écologique permettant de déterminer deux types de formations végétales :

- le groupe de terroirs I est une formation végétale à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* ;
- le groupe de terroirs II est une formation végétale à *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*. Le groupe II se subdivise en groupement végétal à *Guiera senegalensis* (IIA) et à *Combretum glutinosum* (IIA).

4.3. DISCUSSION - CONCLUSION

Ce travail a pour objectif de définir le type du peuplement ligneux et ses caractéristiques dans les terroirs villageois au Sud-Est du bassin arachidier.

L'analyse de la série des données de pluviosité a permis de situer le climat de la zone marquée par une forte variation interannuelle de la pluviométrie. Elle indique le caractère semi-aride du climat puisqu'il est démontré que l'irrégularité des précipitations augmente lorsque la quantité annuelle des pluies diminue (Olivry, 1983 ; Akpo *et al.*, 1993). Autant au Sénégal qu'en Afrique de l'Ouest, la régression pluviométrique a été notée annonçant dès les années 1970 le début de la sécheresse (Traoré *et al.*, 2000 ; Ozer *et al.*, 2010).

Sur la base de l'analyse factorielle des correspondances (AFC), l'importance écologique des espèces indiquent un peuplement à *Combretum glutinosum*. Le peuplement est subdivisé en deux principales formations végétales grâce au gradient de topographie. La formation végétale I à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* est caractérisée par un relief irrégulier (plateau et bas fond) alors que la formation végétale II à *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* est marquée par un relief régulier (zone de plateau).

Les études antérieures illustrent cette différence sur le plan topographique (Kairé, 1999, Thiaw, 2009). Au Sénégal, on distingue divers types de végétation selon le gradient climatique et les conditions topo-édaphiques (MEPN, 2005 ; CSE, 2005).

La séparation de la formation végétale II en deux groupements végétaux selon de gradient de recouvrement confirme les travaux de Ndao (2001) qui montrent que la partie Sud de la zone d'étude où sont localisés les terroirs à fort recouvrement est plus densément peuplée.

Les sols de la zone d'étude ont des taux de matière organique faibles. Ce qui suppose un appauvrissement continu des sols (Thiaw, 2009).

Ceci peut être dû à plusieurs facteurs dont la disparition progressive de la végétation. Cet important rôle de la plante sur la fertilité des sols a été déjà énoncé par Akpo *et al.* en 1996. Ces auteurs montrent que le taux de matière organique est de 1,5 à 5 fois plus important sous ombrage que dans une zone découverte. Duchaufour (2001) précise que c'est l'apport annuel de litières lors de la chute des feuilles qui renouvelle périodiquement le stock de matière organique existant en surface. Les résultats de ces investigations permettent de dire que même si les sols sont pauvres en matière organique ceux du groupement végétal II peuvent être considéré comme moins pauvres à cause de l'importance du recouvrement.

Les formations et groupements végétaux définis peuvent être utilisés pour une planification de l'utilisation rationnelle de l'espace.

Chapitre IV : Typologie du peuplement ligneux des terroirs

La flore ligneuse de ces formations végétales renferme 75 espèces avec une dominance de trois (3) familles représentées par plus de six (6) espèces. Il s'agit des Combrétacées (9 espèces), Mimosacées (8 espèces), Césalpiniacées (7 espèces).

En effet depuis la bibliographie la plus ancienne sur la végétation (Trochain, 1940 ; Adam, 1965), la présence d'un sous-bois marqué par la dominance de la famille des combrétacées est soulignée dans la zone. Tout se passe comme si sous l'effet de la péjoration climatique et de l'action anthropique, le peuplement qui était très diversifié avec une présence remarquable des espèces à usages multiples comme *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum*, *Terminalia macroptera*, *Parkia biglobosa*, *Prosopis africana* est réduit à des formations végétales à *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*. Les études plus récentes confirment la prééminence de la famille des Combrétacées (Sanogo, 2000 ; Ndao, 2001 ; Touré, 2002).

L'analyse de paramètres de la flore et de la végétation montre que *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, et *Cordyla pinnata* sont les espèces les plus fréquentes dans le peuplement ligneux avec de légères variations dans le rang selon les formations et groupement de végétaux. Ces espèces plus fréquentes dans les terroirs peuvent ainsi être considérées comme jouant un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux de l'énergie.

Combretum glutinosum et *Guiera senegalensis* ont principalement colonisé le plateau sableux à structure fragmentaire alors que *Piliostigma reticulatum* trouve son site de prédilection au niveau des bas fonds sur sols argileux à structure massive (Sarr, 2011). Au niveau des versants (transition entre plateau et bas fonds, se retrouve ces trois espèces avec une fréquence légèrement plus élevée de *Combretum glutinosum*. La présence de *Cordyla pinnata* a été plus remarquable dans la formation végétale I.

La structure démographique du peuplement est caractérisée par des proportions élevées des faibles valeurs de diamètre à la base indiquant un peuplement essentiellement jeune. Cette situation semble montrer une perturbation. Tout se passe comme si pendant plusieurs années, nous avons assisté à une disparition des arbres en particulier ceux de taille moyenne. L'exploitation abusive et clandestine de ces arbres par les charbonniers dans les forêts et l'expansion de l'agriculture mécanisée ont conduit à l'élimination des arbres de taille moyenne laissant sur ces terres en densité faible les grands arbres et de nombreuses souches donnant la régénération naturelle abondante (Ndao, 2001).

Parmi les 75 espèces inventoriées, 14 sont rencontrées uniquement à l'état d'arbuste avec un diamètre à la base inférieur ou égal à 3,5 cm et sont rares. Ces espèces ne sont présentes que dans les champs et la jachère sauf *Asparagus pauli-guilielmi* rencontrée seulement dans la forêt de Birkelane. Il s'agit de *Securidaca longipedunculata*, *Maerua angolensis*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Hymenocardia acida*, *Maytenus senegalensis*, *Bauhinia rufescens*, *Acacia siberiana*, *Erythrina senegalensis*, *Oxytenanthera abyssinica*, *Asparagus pauli-guilielmi*, *Opilia celtidifolia*, *Zizyphus gola*, *Aphania senegalensis*, *Jatropha curcas*. Nos observations de terrain montrent que la plupart de ces espèces compte tenu de leur caractère buissonnant et épineux, rampant et sans usage multiples sont éliminés par les paysans lors de la préparation et des travaux champêtres.

Ces investigations méritent d'être poursuivies par une caractérisation des sols selon les formations et groupements végétaux identifiées afin de déterminer les différences dans leurs propriétés physique et chimiques.

Des recherches agroforestières doivent être menées afin de cerner l'influence de *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* sur les rendements des cultures annuelles (mil, arachide et maïs).

REFERENCES

1. **Akpo L. E., 1993** - Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques. Orstom éd.TDM, Paris, 174 p.
2. **Akpo L. E., Grouzis M., 1993** - Etude comparée de la phénologie de la strate herbacée sous et hors couvert ligneux en milieu sahélien. *Webbia*, 42 : pp.387-401
3. **Akpo L. E. & Grouzis, M., 1996** - Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia* 50 (2) : pp. 247-263.
4. **Belsky A. I, Mwonga S.M. & Duxbury IM., 1993** - Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understorey environments in tropical savannas. *Agroforestry System*, 24: 1-20. *FAO Forestry Genetic Resources Information*, 13 : 30-36.
5. **Bonkougou, E.G., 1985** - *Acacia albida Del.*, a multipurpose tree for arid and semi-arid zone. *FAO Forestry Genetic Resources Information*, 13 : 30-36.
6. **Chamard, C. P. (1993)** – “Environnement et développement, Références particulières aux Etats sahéliens Membres du CILSS”. Sécheresse, Science et Changement Planétaire, vol VI, n°1, pp.17-8.
7. **Chase R.A. Pielke T.G.F. Kittel R.R. Nemani and S.W. 1999** - Running, Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter. *Climate Dynamics*, 16, pp. 93–105.
8. **Chatelain C., Gautier L. & Spichiger R., 1995** - A recent history of forest fragmentation in south-western Ivory Coast. *Biodiversity and Conservation* 5: 37-53.
9. **CONSERE, 1997** -Expérience sénégalaise en matière de lutte contre la désertification, MEPN, Sénégal, 11p.
10. **Cramer J.M., Mesquita R.C.C. & Williamson G.B., 2007** - Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. *Biological Conservation* 137: 415-423.
11. **CSE, 2005** -Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, pp. 16-136.
12. **CSE, 2004** – Carte d'occupation du sol par communauté rurale (Sénégal)
13. **Deng Zhixin, 2007** - Vegetation dynamics in Oueme Basin Benin, West Africa. PhD Thesis, Univ. Bonn.
14. **Diatta S., Douma S., Houmey V. K., Banoin M. et Akpo L. E., 2007** - Potentiel de régénération naturelle d'un ligneux fourrager (*Maerua crassifolia* Forsk.) en zone sahélienne, *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, E.I.S.M.V. de Dakar, Vol.5, N°1-2, pp. 23-28.
15. **Diatta S., 2008** - Modes de Propagation d'un ligneux fourrager sahélien, *Maerua crassifolia forsk.*, Thèse de doctorat en biologie végétale (3^e cycle), option écologie, FST, UCAD, Sénégal, pp. 16-25.

16. **Diouf B., 2001** - Etude de la Régénération Naturelle Assistée des espèces associées aux cultures annuelles dans les parcelles agroforestières du projet GERT (Gestion de l'Espace et des Ressources Naturelles du Terroir), Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux agricoles, Département des Productions Végétales, Ecole Nationales des Cadres Ruraux de Bambey (ENCR), Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique, Sénégal.
17. **Faye Elhadji. 2010** - Diagnostic partiel de la flore et de la végétation des Niayes et du Bassin arachidier au Sénégal : application de méthodes floristique, phytosociologique, ethnobotanique et cartographique. Thèse de doctorat, université Libre de Bruxelles. 253 p.
18. **Floret C., Pontanier R. & Serpantié G., 1994** - La jachère en Afrique tropicale. Dossier MAB 16.UNESCO, Paris, 86 p.
19. **Floret C. & Pontanier R., 1991** - Recherches sur la dynamique de la végétation des jachères en Afrique tropicale. Atelier international "La jachère en Afrique de l'Ouest", Montpellier 2-5 déc. 1991. ORSTOM, Paris, France, 494 p.
20. **Hill J.L. & Curran P.J., 2005** - Fragment shape and tree species composition in tropical forest: a landscape level investigation. *African Journal of Ecology* 43: 35-43.
21. **Houghton R.A, J.L. Hackler and K.T. Lawrence, 1999** - The U.S. carbon budget. *Science*, 285, pp. 574-578.
22. **Kasperson J.X., Kasperson R.E., Turner B.L. II (Eds.), 1995** - Regions at Risk: Comparisons of Threatened Environments. United Nations Univ. Press, Tokyo. *International Journal of Science and Advanced Technology*.
23. **Lambin E.F., Baulies X., Bockstael N., Fischer G., Krug T., Leemans R., Moran E.F., Rindfuss R.R., Sato Y., Skole D., Turner B.L. II, Vogel C., 1999** - Land-use and land-cover change (LUCC): Implementation strategy. IGBP Report No. 48, IHDP.
24. **Maass J.M., 1995** - Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. in Bullock, Mooney et Medina (Eds) « Seasonally dry tropical forests » Cambridge University, pp. 399-422.
25. **MEPN, 2005** - Politique forestière du Sénégal, 2005 – 2025, Documents annexes (version finale), pp. 3 -7.
26. **Ndao, M. 2001** - Etude d'une zone test du département de Kaffrine (SENEGAL). Caractérisation du sol et de son occupation - Spatialisation des résultats. Travail de diplôme du Cycle Postgrade en Sciences de l'Environnement: EPFL, Lausanne.
27. **Ndiaye A.N.S., Sène A., Thomas I., 2000** - Régénération des ligneux dans le parc à *Acacia albida*, CNRF, ISRA, Sénégal, 4p.
28. **Niang A., 1992** - Les blocages de l'agroforesterie au Sénégal, Composante Aménagement des terroirs (AT), Centre Sahel – Université Laval, pp.6-23.
29. **Olivry J. C., 1983** - Le point en 1982 sur la sécheresse en Sénégal et aux îles du Cap Vert. Examen de quelques séries de longue durée (débits et précipitations). *Cab. ORSTOM, sér. hydrol., vol.XX, n°1* : pp47-69.
30. **Ozer P., Hountondji YC., Niang AJ., Karimoune S., Manzo OL., Salmon M., 2010** – Désertification au Sahel : historique et perspectives. BSGLG 54 pp. 69-84.
31. **Paeth, 2006** - The climate of tropical and northern Africa-a statistical – dynamical analysis of the key factors in climate variability and the role of human activity in future climate change. In *bonner Meteorologische Abhandlungen*, 61, 340 S.

32. **Ramade F., 2003** - Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale, 3^e édition, DUNOD, Paris, pp. 289 - 315.
33. **Sala O.E., Chapin F.S, Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M. and Wall D.H., 2000** - Biodiversity. *Science*, 287, pp. 1770–1774.
34. **Sarr W., 2008** - Effet de la déforestation et des changements d'utilisation des terres des réserves sylvo-pastorales de Mbégué et Dolly (Sénégal) sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et le stock de carbone (C). *Mémoire DEA, FST, UCAD (Sénégal)*. 74 p.
35. **Sarr W., 2011**. Rapport de prospection des sols dans la région de Kaffrine. World Vision Sénégal, pp. 1-7.
36. **Silvakumar M. V. K., 1991** -Drought Spells and drought Frequencies in West Africa. I.C.R.I.S.A.T Sahelian Center B.P. 12404, Niamey, Niger, Research Bulletin numéro 13. pp. 1 -18, pp. 154 – 160.
37. **Thiaw A., 2009** - Contribution à la caractérisation biopédologique de la région de Kaffrine (zone centrale-Ouest du Sénégal. *Mémoire DEA, FST, UCAD (Sénégal)*. 69 p.
38. **Tolba M.K., El-Kholy O.A. (Eds.), 1992** - The World Environment 1972–1992: Two Decades of Challenge. Chapman & Hall, London.
39. **Touré A., 2002** - Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone Nord soudanienne au Sénégal, Thèse N° 2585, Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), pp I-3-11, II-4p.
40. **Turner B.L. II, Clark W.C., Kates R.W., Richards J.F., Mathews J.T., Meyer W.B. (Eds.), 1990** - The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere Over the Past 300 Years. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
41. **Traoré S.B., Reyniers F. N., Valksmann M., Koné B., Sidibé A., Yoroté A., et al. 2000** – Adaptation à la sécheresse des écotypes locaux de sorghos du Mali. *Sécheresse* 11 : 227-37.
42. **Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J. and Melillo J.M., 1997** - Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277, pp. 494–499.

CHAPITRE V : REGENERATION NATURELLE DU PEUPELEMENT LIGNEUX DES TERROIRS¹⁰

RESUME

L'évaluation des capacités de régénération du peuplement ligneux dans une zone soudano-sahélienne au Sénégal est déterminée à partir de l'inventaire et du dénombrement. Pour apprécier le potentiel de régénération des espèces, un inventaire des plants juvéniles c'est-à-dire ceux dont le diamètre à la base est inférieur à 3,5 cm est effectué. Seuls le diamètre et la hauteur du jeune plant le plus haut sont mesurés. Les autres jeunes plants supposés appartenir à la même souche sont comptés systématiquement.

La régénération naturelle est fortement dominée par la famille des Combrétacées (*Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*), suivie de celle des Césalpiniacées (*Piliostigma reticulatum*). Les capacités de régénération varient selon les terroirs sous l'influence des gradients de topographie et de recouvrement selon l'analyse factorielle des correspondances (matrice terroirs x espèces) qui a permis de définir les principaux groupes de terroirs et caractériser l'hétérogénéité du peuplement ligneux.

Il existe une variabilité de la régénération naturelle selon la taille et une corrélation positive entre la hauteur et le diamètre à la base des jeunes plants.

Mots clés : Jeunes plants – renouvellement des espèces – topographie - recouvrement

ABSTRACT

The assessment of woody regeneration capacity in Sudano-Sahelian zone in Senegal was determined from the woods inventory and counting. To assess the regenerative potential of the species, an inventory of juvenile plants (basal diameter was less than 3.5 cm) was made. Only the diameter and the height of the highest seedling were measured. Other seedlings supposedly belonging to the same strain were systematically counted. The natural regeneration was strongly dominated by the family of Combretaceae (*Combretum glutinosum* and *Guiera senegalensis*), followed by the Caesalpiniaceae (*Piliostigma reticulatum*). Regeneration capacities varied depending on the lands under the influence of topography gradients and recovery according to a factorial correspondence analysis (soils x species matrix) which allowed the identification of the main groups of lands and to characterize the heterogeneity of the woody stand.

There was a variability of the natural regeneration by size and a positive correlation between the height and the basal diameter of seedlings.

Keywords: seedlings – renewal of species – topography – recovery

¹⁰ *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 2(7)271-280, 2012

INTRODUCTION

Dans les milieux semi-arides, les difficiles conditions climatiques constituent un des facteurs limitant de l'équilibre des écosystèmes. La distribution des ligneux est fortement liée aux pressions anthropiques qui compromettent la régénération (Boussim *et al.*, 1998; Gijssbers *et al.*, 1994; Vincke *et al.*, 2010).

Au Sahel, la baisse de la pluviométrie, les défrichements pour l'extension des zones de culture, ont largement contribué à la dégradation du milieu (Akpo *et al.*, 2004; Kizito *et al.*, 2007). Au Sénégal, des changements énormes dans les forêts, les terres agricoles, les cours d'eau, et l'air sont motivés par la nécessité de fournir de la nourriture, des fibres, de l'eau et de l'abri à la population à croissance rapide. Les terres cultivées, les pâturages, les plantations, et les zones urbaines ont fortement augmenté au cours des 20 dernières années, accompagnées par de fortes augmentations de la consommation d'énergie, d'eau et d'engrais (Bakhoum *et al.*, 2012 ; Paeth, 2006). Le niveau de régression de la végétation ligneuses est d'autant plus important au Sénégal que de nombreuses espèces sahéliennes sont localisées dans ces conditions climatiques difficiles (Touré, 2002 ; Diouf *et al.*, 2001).

Il s'avère important d'étudier les capacités de régénération naturelle des espèces ligneuses dans le bassin arachidier, zone fortement agricole et où le peuplement ligneux est menacé par les facteurs énumérés ci-dessus, en vue d'une meilleure préservation des quelques potentialités ligneuses qui restent.

La restauration et/ou la réhabilitation des écosystèmes préconisée comme solution nécessaire doit reposer sur les espèces autochtones (Diatta *et al.*, 2007; Akpo et Grouzis, 1996a) et en particulier sur leurs capacités de régénération naturelle (Reij et Tappan, 2011). Une connaissance réelle du potentiel de régénération naturelle des espèces ligneuses et des contraintes du milieu permet de mieux appréhender l'influence des différents facteurs sur la densité et la hauteur des jeunes plants (Samba *et al.*, 2000 ; Diouf, 2001) et de mettre à la disposition des projets de développement des éléments permettant d'asseoir une stratégie durable respectueuse de l'environnement (Reij *et al.*, 2009 ; Larwanou et Saadou, 2006)

Le présent travail se propose d'évaluer les capacités de régénération des espèces dans les terroirs du Sud-Est du bassin arachidier.

5.1. METHODES D'ETUDE

5.1.1. Echantillonnage et inventaire

Dans la zone d'étude, 25 terroirs ont été déterminés suivant les critères : intensité de l'activité agricole, diversification des activités, niveau de mécanisation, présence ou absence de la jachère et densité des arbres dans les champs. Dans chaque groupe, des transects de direction Est-Ouest et équidistants de 500 m ont été matérialisés.

Au niveau des transects espacés 500 m, des placettes de 50m x 50m ont été délimitées dans les champs, les jachères et de 30m x 30m dans les forêts. Environ (50) placettes ont ainsi été déterminées dans chaque terroir.

Dans les 1143 placettes de 262 ha, l'inventaire exhaustif des ligneux a été fait (Bakhoum *et al.*, 2012) et les jeunes plants ont été identifiés et dénombrés. Seuls le diamètre et la hauteur du jeune plant le plus haut sont mesurés. Les autres jeunes plants supposés appartenir à la même souche sont comptés systématiquement.

5.1.2. Traitement des données

Pour établir la régénération des espèces ligneuses, nous avons défini par « plant jeune plant », tout plant dont le diamètre du tronc à la base est inférieur ou égal à 3,5 cm, soit à 10 cm de circonférence (Akpo et Grouzis, 1996a).

L'étude du peuplement ligneux a concerné principalement la composition et la structure des jeunes plants globalement et en fonction des groupes de terroirs identifiés dans le chapitre sur la typologie à partir de l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

5.2. RESULTATS

5.2.1. Typologie du peuplement ligneux

La typologie du peuplement ligneux a permis de repérer quatre groupes de terroirs dont les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* et les terroirs à *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*. Ces derniers sont subdivisés en terroirs à *Guiera senegalensis* et terroirs à *Combretum glutinosum* (Bakhoum *et al.*, 2012).

5.2.2. Caractéristiques des jeunes plants

5.2.2.1. Variabilité selon les familles

Le peuplement ligneux composé de 33 familles comportant 59 genres et 75 espèces, est fortement dominé par celle des Combrétacées qui regroupe 72,5% des jeunes plants, suivie des Césalpiniacées avec 15,2%. Seules cinq autres familles, les Mimosacées (3,2%), Rhamnacées (2,1%), Anacardiacees (1,5%), Icacinacées (1,2%) et les Rubiacées (1,1%) ont des fréquences supérieures à 1% (figure 9).

Ces résultats attestent que même s'il existe une diversité des familles (33), les jeunes plants se concentrent dans celles des Combrétacées et des Césalpiniacées. Les espèces les mieux représentées dans ces deux familles semblent trouver des conditions assez favorables ou une stratégie d'adaptation dans le milieu d'étude.

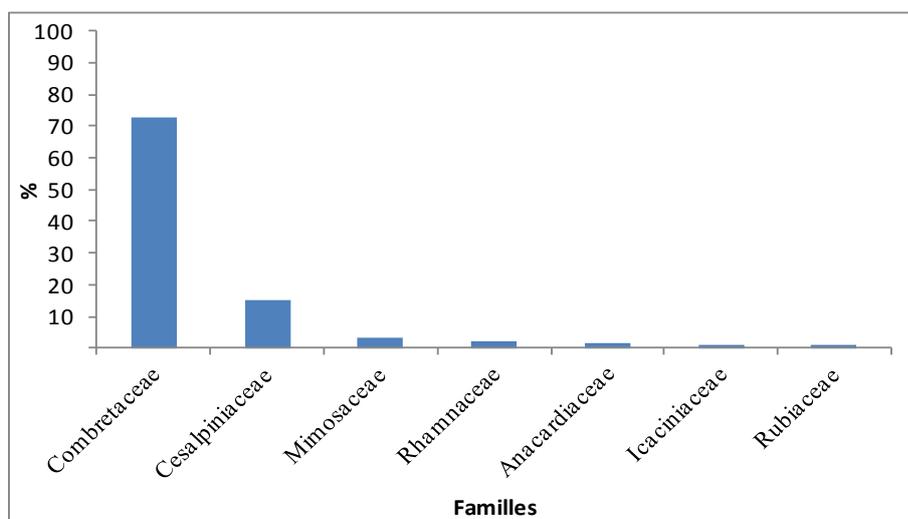
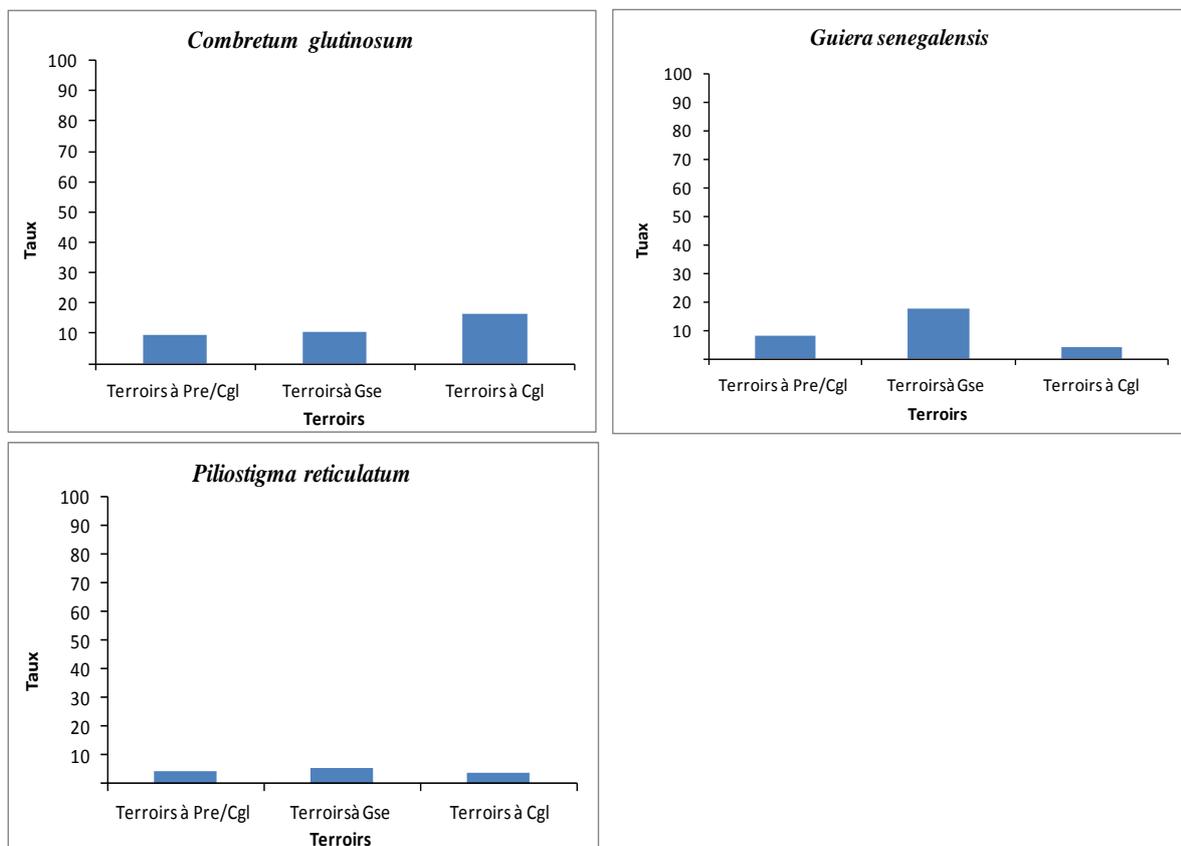


Figure 9. Fréquences des familles les plus représentées

Renouvellement des espèces

Le taux de régénération des espèces varie selon les familles. *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* (Combrétacées) et *Piliostigma reticulatum* (Césalpiniacées) se distinguent par leur taux de régénération plus élevés avec respectivement 36,3%, 29,4% et 13,6%.

Dans les terroirs, chacune de ces espèces indique son taux de régénération minimal dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* soit 9,4% pour *Combretum glutinosum*, 7,9% pour *Guiera senegalensis* et 4,3% pour *Piliostigma reticulatum*. Le taux maximal de *Guiera senegalensis* (17,4%) et *Piliostigma reticulatum* (5,7%) se retrouve dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et celui de *Combretum glutinosum* (16,6%) dans les terroirs du même nom. *Acacia macrostachya* et *Cordyla pinnata* faisant partie des 5 espèces les plus représentées à l'état adulte (Bakhoum *et al.*, 2012) indiquent des taux inférieurs à 1% (figure 10). Trois espèces (*Lanea acida*, *Euphorbia balsamifera*, *Crataeva religiosa*) n'ont pas présenté de jeunes plants.



(Cgl = *Combretum glutinosum* ; Pre = *Piliostigma reticulatum* ; Gse = *Guiera senegalensis*)

Figure 10. Taux de régénération des espèces les plus représentées

5.2.3. Structure des jeunes plants

5.2.3.1. Distribution selon la grosseur

L'examen de la distribution des jeunes plants par classe de diamètre montre que la classe 0,5 à 1 cm est la plus représentée avec une fréquence de 36,1%. Elle est suivie des classes 1,5 à 2 cm (18,1%), 1 à 1,5 cm (17,2%) et inférieure ou égale à 0,5 cm (12,1%). Les autres classes ont leurs fréquences en dessous de 10% (figure 11). Les résultats sur la distribution du diamètre à la base indiquent que les jeunes plants du peuplement ligneux se concentrent dans les premières classes.

Les rejets qui sont nombreux dans les champs mais coupés annuellement lors de la préparation pré hivernale et qui rejettent rapidement pourraient l'expliquer.

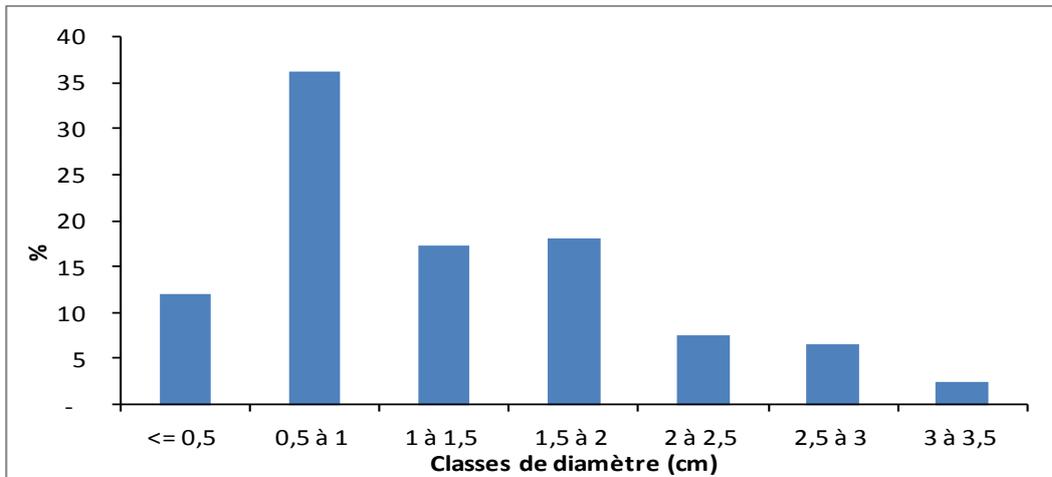


Figure 11. Distribution des jeunes plants selon la grosseur

5.2.3.2. Distribution selon la hauteur

Pour les hauteurs, s'est aussi la second classe (0,6 à 1,1 m) qui renferme plus d'individus avec une fréquence de 31,7%, suivie des classes 1,1 à 1,6 m (24,6%) et 0,1 à 0,6 m (24,4%). Ces trois premières classes réunissent 80,7% des jeunes plantes. Quand aux trois dernières classes, elles ne regroupent qu'une fréquence de 19,4% (figure 12). Le test de corrélation de Pearson montre que la relation entre la hauteur et le diamètre à la base des jeunes plants est forte et significative au seuil de 5%. Le coefficient de corrélation est d'au moins 71%. Autrement dit chaque paramètre peut expliquer l'autre.

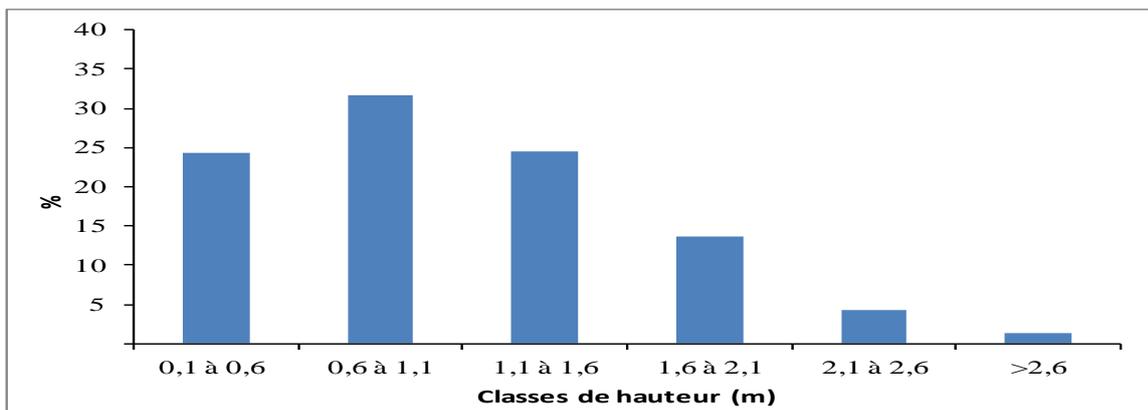


Figure 12. Distribution des jeunes plants selon la hauteur

5.2.4. Distribution dans les terroirs

5.2.4.1. Fréquence

Sur l'ensemble des jeunes plants, les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* renferme 27,9% des sujets sur une superficie de 92 hectares. Les terroirs à *Guiera senegalensis* indiquent 43,8% des jeunes plants pour 100 hectares et ceux à *Combretum glutinosum* comptent 28,3% dans 70 hectares.

Pour les individus mesurés, 28% sont dénombrés dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*. Les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum* renferment respectivement 42,2% et 29,8% des individus (figure 13).

Ces résultats montrent que les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum* renferment 72% des jeunes plants recensés dans le peuplement ligneux. La topographie et le recouvrement qui ont permis la détermination des terroirs semblent y jouer un rôle.

Si pour les jeunes plants, les terroirs à *Guiera senegalensis* comptent plus de sujets (42,2%), les individus adultes sont dominants dans les terroirs à *Combretum glutinosum* (61,6%) (Bakhoum *et al.*, 2012).

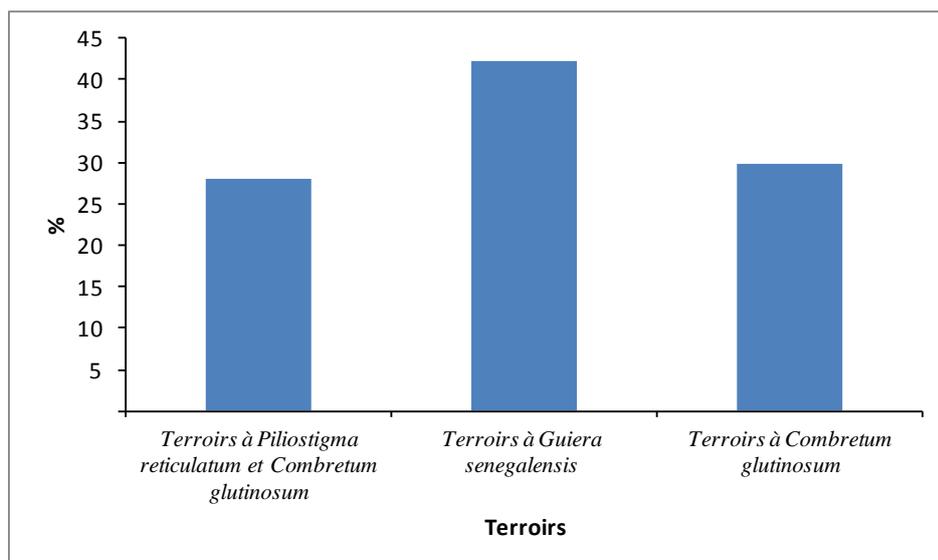


Figure 13. Fréquences en jeunes plants dans les terroirs

5.2.4.2. Distribution selon la grosseur et la hauteur

La répartition des jeunes plants selon le diamètre à la base en fonction des terroirs indique que les 2^e, 3^e et 4^e classes renferment l'essentiel des jeunes plants. Ces trois classes ont une fréquence de 74,3% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, 67,7% dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et 74% dans ceux à *Combretum glutinosum* (figure 14).

La distribution des plants juvéniles par classe de grosseur est uni-modale dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* et dans ceux à *Guiera senegalensis* avec un pic pour la classe 0,5 à 1 cm. Par contre elle est bi-modale dans les terroirs à *Combretum glutinosum*, avec un premier pic pour la classe 0,5 à 1 cm (41,7%). Le deuxième pic, moins important correspond à la classe 1,5 à 2 cm (20,1%).

La première classe (inférieure ou égale à 0,5 cm) est relativement peu représentée. La fréquence des jeunes plants dans les terroirs à partir de la 5^e classe est inférieure à 10%.

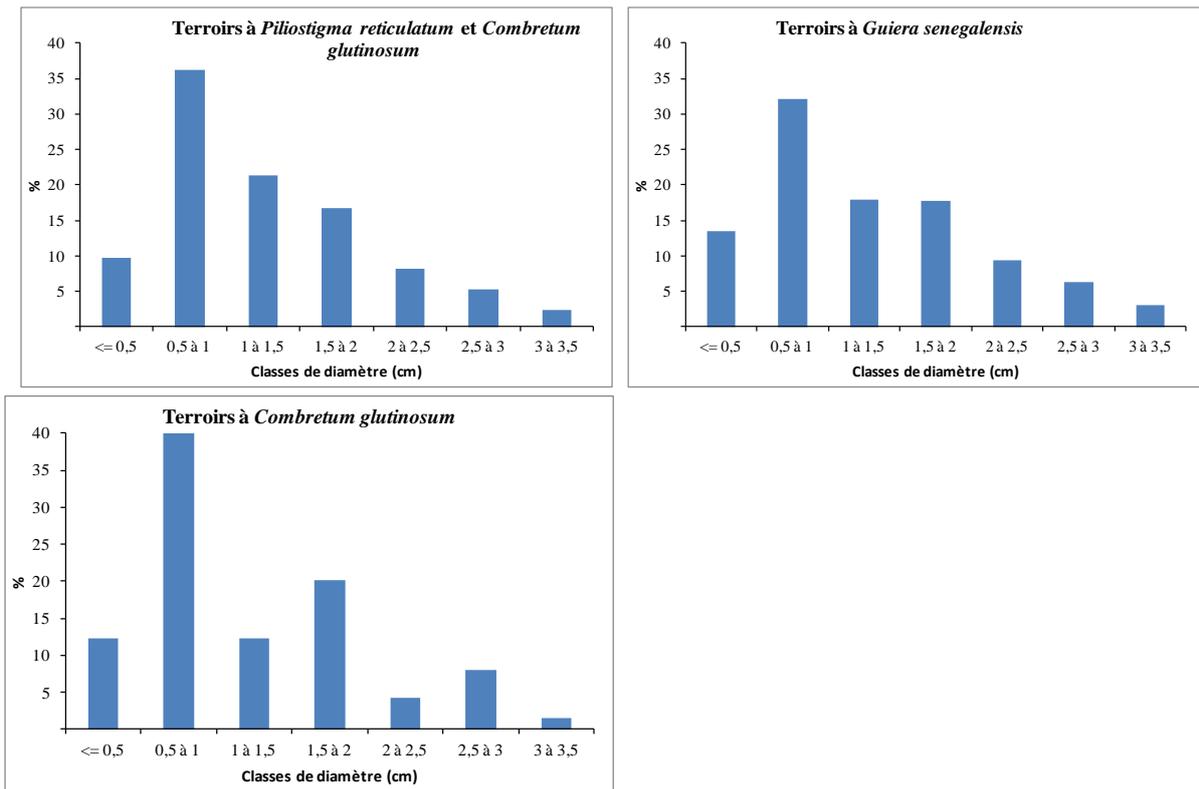


Figure 14. Distribution des jeunes plants selon la grosseur en fonction des terroirs

La distribution des plants juvéniles selon la hauteur montre que se sont les trois premières classes qui sont abondamment représentées en jeunes plants. Leur fréquence est de 84,6% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, 76,1% dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et 83,4% dans ceux à *Combretum glutinosum*.

La première classe 0,1 à 0,6 m présente plus de jeunes plants dans les terroirs à *Combretum glutinosum* (31,9%) que dans ceux à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* (21,7%) et à *Guiera senegalensis* (20,8%) (figure 15).

Pour les deux dernières classes (2,1 à 2,6 m et supérieure à 2,6 m), le nombre de jeunes plants recensés est faible (en dessous de 10%) dont 3% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, 8,3% dans ceux à *Guiera senegalensis* et 4,8% dans les terroirs à *Combretum glutinosum*. En comparant la répartition globale des jeunes plants selon la taille (grosseur et hauteur) avec celle dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, à *Guiera senegalensis* et à *Combretum glutinosum*, tout se passe comme si cette distribution est portée par les terroirs à *Guiera senegalensis* qui est plus densément peuplé en jeunes plants.

Le test de corrélation de Pearson est fort et significatif au seuil de 5% dans les terroirs entre le diamètre à la base et la hauteur.

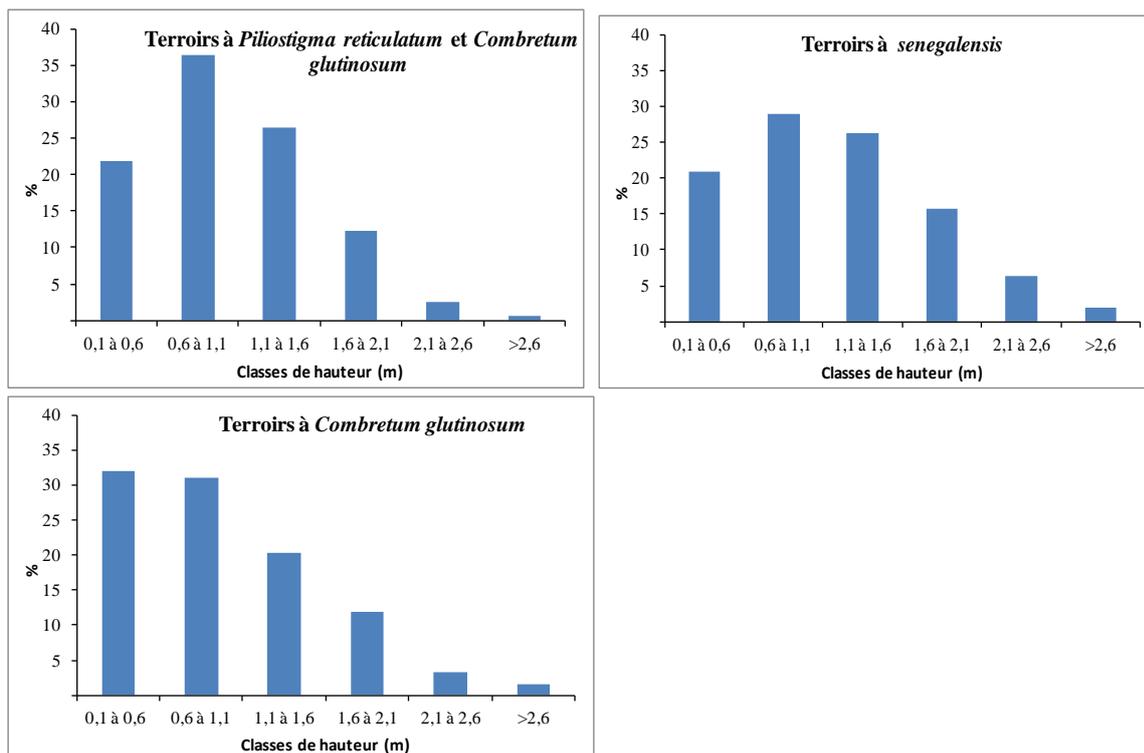


Figure 15. Distribution des jeunes plants selon la hauteur en fonction des terroirs

5.3. DISCUSSION

Dans la zone d'étude, pour les espèces multicaules telles *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, il est parfois difficile de savoir si plusieurs jeunes plants émergents appartiennent à la même souche. Il existe aussi une grande incertitude en supposant que chacun des nombreux jeunes plants comptés pourrait devenir un arbuste. De nombreux auteurs ayant travaillé dans des zones semi-arides ont soulevé cette difficulté (Lawesson, 1990 ; Nouvellet, 1992 ; Diatta *et al.*, 1998).

Pour ces raisons, afin d'éviter une surestimation du potentiel de régénération naturelle, les jeunes plants mesurés ont été utilisés dans le traitement des données.

La comparaison a permis de constater que les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum* sont respectivement plus pourvus en jeunes plants que les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*. Cela est lié en partie au facteur topographie (Vincke *et al.*, 2010 ; Poupon and Bille, 1974). Les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* sont caractérisés par un relief irrégulier (plateau et bas-fonds) favorisant l'érosion hydrique qui peut constituer une contrainte pour la survie des rejets et des semis naturels. Quant aux terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum*, ils sont marqués par un relief régulier (plat), milieu qui pourrait être propice au développement des rejets à cause de sa stabilité qui favoriserait l'infiltration de l'eau dans le sol. Dans des zones sahéliennes, le facteur topographie a été identifié comme participant à générer l'hétérogénéité du peuplement (Douma *et al.*, 2007, Vincke *et al.*, 2010).

Dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, il est constaté une activité agricole plus intense comparée aux terroirs à *Guiera senegalensis* et à *Combretum glutinosum*. La presque totalité des terres cultivables sont emblavées ce qui ne favorise pas la reconstitution de la végétation à travers la régénération naturelle (Wezel, 2000).

Le facteur anthropique constitue un déterminant sur la régénération naturelle (Touré, 2002 ; Sanogo, 2000 ; Gaze, 1998). L'une des causes essentielles de la modification de la végétation, est l'occupation progressive du sol par les cultures (Diallo *et al.*, 2011 ; Diatta *et al.*, 1998 ; Briske *et al.*, 2003). Seuls les arbustes qui sont capable de se régénérer assez rapidement conduisent à une modification de la végétation dans sa structure et sa composition (Nasi, 1994 ; Fournier *et al.*, 2001).

La séparation des terroirs à *Guiera senegalensis* et à *Combretum glutinosum* faite sur la base d'un gradient de recouvrement, a permis de démontrer que l'importance de la régénération naturelle est corrélée positivement à l'importance du recouvrement. Chacune des espèces *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum* indique plus de jeunes plants là où son recouvrement est plus important.

Ce résultat confirme la conclusion de Akpo et Grouzis (1996a) selon laquelle le couvert favorise la régénération des ligneux. L'arbre améliore les conditions édapho-climatique dans les zones arides et semi-arides d'Afrique (Dossa *et al.*, 2009 ; Iyamuremye *et al.*, 2000). Il agit favorablement sur les facteurs microclimatiques, améliore le stock d'eau, et la fertilité du sol, atténue l'évapotranspiration (Grouzis et Akpo, 1993 ; Akpo et Grouzis, 1996b ; Kizito *et al.*, 2007 ; Kizito *et al.*, 2006).

Les travaux de Diatta *et al.* (1998) et de Bakhoum *et al.* (2012) indiquent une dominance des rejets de souche c'est-à-dire un mode de reproduction essentiellement asexuée (végétative). Tout se passe comme s'il y a des difficultés de régénération par la voie sexuée. Dans d'autres milieux semi-arides, des études ont montré que la régénération végétative est connue souvent comme une stratégie d'adaptation face aux perturbations et aléas climatiques des espèces sexuées (Bellefontaine *et al.*, 2000 ; Kizito *et al.*, 2007). Cependant ce mode de reproduction, sous l'effet de l'érosion génétique, n'est pas favorable à la conservation et au maintien des populations végétales. Aussi la régénération par voie asexuée ne garantit pas une propagation spatiale à une échelle qui égalerait celle des graines (Ouédraogo *et al.*, 2006). Le mode de reproduction par voie végétative paraît traduire une pression sur le peuplement ligneux à travers différents facteurs (sécheresse, prédateurs, feux de brousse et autres actions anthropiques) (Diouf *et al.*, 2005).

Combretum glutinosum, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*, espèces plus représentées à l'état adulte (Bakhoum *et al.*, 2012), indiquent les taux de régénération les plus élevés avec un mode de reproduction essentiellement végétatif. Ce potentiel de régénération est lié à plusieurs facteurs :

- ces espèces existant fréquemment en rejets de souche très abondants dans les champs de culture, sont coupées chaque année lors du débroussaillage (Diedhiou *et al.*, 2009 ; Diack *et al.*, 2000) mais régénèrent vite (Dossa *et al.*, 2009) ;
- ces espèces ne sont pas dessouchées par les paysans à cause de leurs multiples usages (Boffa, 2000) ;
- malgré qu'elles sont appréciées par le bétail (Arbonnier 2002), elles ne constituent pas leur principal fourrage dans la zone d'étude ;
- la comparaison de l'évolution de la pluviométrie marquée par un déficit (Wang *et al.*, 2004 ; Hillel, 1998 ; Bakhoum *et al.*, 2012) à celle de la structure des jeunes plants, augure que *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*, développent les meilleures stratégies d'adaptation aux aléas climatiques.

Acacia macrostachya et *Cordyla pinnata* faisant partie des 5 espèces les plus représentées à l'état adulte sont menacées de disparition. La régénération naturelle de *Cordyla pinnata* est anéantie par la mécanisation de l'agriculture et la récolte précoce des fruits par les populations (Sène, 2000). *Acacia macrostachya* est très souvent éliminée dans les champs à cause de ses épines et ses petites branches recourbées vers de bas pouvant gêner la mécanisation agricole.

La corrélation positive entre le diamètre à la base et la hauteur indique que les jeunes plants les plus gros semblent être les plus hauts. Les trois espèces (*Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* et) qui régénèrent le mieux ne constituant pas le fourrage préféré des animaux sont épargnées souvent de la dent du bétail et poursuivent leur croissance normalement. Elle pourrait confirmer une étude en zone sahélienne, qui indique l'existence d'une corrélation négative entre la distribution de diamètre et de hauteur pour *Maerua crassifolia* (très appréciée par le bétail) liée au broutage des jeunes plants (Diatta *et al.*, 2007).

La typologie a permis de retrouver trois groupes de terroirs homogènes démontrant que la subdivision écologique ne correspond pas à celle administrative (quatre communautés rurales).

5.4. CONCLUSION

La régénération du peuplement ligneux présente une variabilité selon les familles, la taille et les terroirs. *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* sont les espèces qui présentent un bon potentiel de régénération. Leurs taux de régénération sont significatifs. Cette régénération naturelle est stimulée par leurs capacités d'adaptation aux perturbations et aléas climatiques (reproduction végétative) et leur mode de gestion dans les champs par les paysans. *Cordyla pinnata* et *Acacia macrostachya* qui font partie des 5 espèces à l'état d'arbres les représentées dans le milieu sont confrontées à des difficultés de régénération.

Des actions doivent être entreprises pour la sauvegarde des espèces à travers : a) la promotion de la régénération naturelle assistée dans les champs et la jachère ; b) la mise en œuvre d'une stratégie de gestion participative des forêts classées de Koungheul et Birkelane et du domaine protégé de Mousdalifa ; c) le développement de la production du *Cordyla pinnata* en pépinière.

Les investigations doivent être poursuivies pour une meilleure connaissance des différents modes et dynamique de la régénération des trois espèces les plus représentées en jeunes plants.

REFERENCES

1. Akpo L. E. & Grouzis, M., 1996a - Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia* 50 (2) : pp. 247-263.
2. Akpo L.E., Grouzis M., 1996b – Interaction arbre/herbe en zones arides et semi-arides d'Afrique : état des connaissances. Extrait de la « Rivista di Agricoltura Subtropicale et Tropicale », Istituto Agronomico per l'Oltremare, FIRENZE, Volume 90 (1), pp. 96-105.
3. Akpo L. E., Coly I., Sarr D., Ngom et Ndao S., 2004 - Modes d'utilisation des terres et diversité floristique dans le terroir de la Néma en zone Semi-aride (Sénégal, Afrique de l'Ouest). *Journal of agriculture and environment for international development*, Vol. 98, No. 3/4.

4. **Bakhoum C., Ndour B., Akpo L.E., 2012** - Typology of woody stands in Senegal: case of the Groundnut Basin. *International Journal of Science and Advanced Technology (ISSN 2221-8386)*, Volume 2 No 2 February, pp. 26-35, <http://www.ijst.com>. pp. 26-35.
5. **Bellefontaine R., Edelin C., Ichaou A., du Laurens D., Monsarrat A., Loquai C., 2000** – Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations des ligneux dans les zones semi-arides : protocole de recherches. *Sécheresse* 2000 ; 11 : 221-2.
6. **Boffa J.M., 2000** - Les parcs agroforestiers en Afrique de l'Ouest: clés de la conservation et d'une gestion durable. *Unasylva* 200, Vol. 51.
7. **Boussim J., Gampine D., Ilboudo J.B., 1998** – Etude des contraintes à la régénération naturelle de neuf espèces ligneuses du Burkina Faso. In : Ba A.T., Madsen J., Sambou B., eds. *Végétation et biodiversité au Sahel*. Danida : Aarhus (39) : 289-301.
8. **Briske, D.D., Fuhlendorf, S.D., Smeins, F.E., 2003** - Vegetation dynamics on rangelands: a critique of the current paradigms. *Journal of Applied Ecology* 40, 601–614.
9. **Diallo H., Bamba I., Barima S., Sadaïou Y., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maïga M., Bogaert J, 2011** – Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse* vol. 22 n° 3, avril-juin, pp. 97-107
10. **Diatta M., Grouzis M., Faye E., 1998** – Typologie de la végétation ligneuse en zone soudanienne. *Bois et forêts des tropiques*, N° 257 (3).
11. **Diatta S., Douma S., Houmey V. K., Banoïn M. et Akpo L. E., 2007** - Potentiel de régénération naturelle d'un ligneux fourrager (*Maerua crassifolia* Forsk.) en zone sahélienne, *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, E.I.S.M.V. de Dakar, Vol.5, N°1-2, pp. 23-28.
12. **Diack M., Sene M., Badiane A.N., Diatta M., Dick R.P., 2000** - Decomposition of a native shrub, *Piliostigma reticulatum*, litter in soils of semiarid Senegal. *Arid Soil Res. Rehabil.* 14, 205–218.
13. **Diedhiou S., Dossa E.L., Badiane A.N., Diedhiou I., Sene M., Dick R.P., 2009** - Decomposition and spatial microbial heterogeneity associated with native shrubs in soils of agroecosystems in semi-arid Senegal. *Pedobiologia* 52 : 273—286
14. **Diouf J.C., Akpo, L.E., Ickowicz, A., Lesueur, D., Chotte, J.L., 2005**. Dynamique des peuplements ligneux et pratiques pastorales au Sahel (Ferlo, Sénégal). Atelier 2: Agriculture et biodiversité. Actes de la Conférence Internationale sur la Biodiversité, Sciences et Gouvernances, Paris, 24–28 janvier 2005. MNHN, Paris, 319 p. + CDRom.
15. **Diouf, A., Lambin E.F., 2001**- Monitoring land-cover changes in semi-arid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal. *Journal of Arid Environments* 48, 129–148.
16. **Diouf B., 2001** - Etude de la Régénération Naturelle Assistée des espèces associées aux cultures annuelles dans les parcelles agroforestières du projet GERT (Gestion de l'Espace et des Ressources Naturelles du Terroir). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux agricoles, Département des Productions Végétales, Ecole Nationales des Cadres Ruraux de Bambey (ENCR), Sénégal, pp. 27-31.
17. **Douma S., Diatta S., Banoïn M., Kaboret-Zoungrana C. et Akpo L.E. 2007** - Caractérisation des terres de parcours sahéliennes : typologie du peuplement ligneux de la Station expérimentale sahélienne de Toukounouss au Niger ; *J. Sci. Vol. 7*, N° 4 (2007) 1 – pp. 14-16

18. **Dossa E.L., Khouma M., Diedhiou I., Sene M., Kizito F., Badiane A.N., S.A.N. Samba S.A.N., Dick R.P., - 2009** - Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma* 148 : 251–260
19. **Gaze S.R., Brouwer J., Simmonds L.P., Bromley J., 1998** - Dry season water use patterns under *Guiera senegalensis* L. shrubs in a tropical savanna. *Journal of Arid Environments* 40, 53–67.
20. **Gijsbers H.J.M., Kessler J.J., Knevel M.K., 1994** – Dynamic and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahelian region (Province of Passore, Burkina Faso). *For Ecol Manage*, 64 : 1-12.
21. **FIDA Afrique, Novembre 2010** - Regional Project Implementation Workshop in Western et Central Africa, Dakar – Sénégal. <http://www.fidafrique.net/article1249.html>, 12 décembre 2010.
22. **Fournier A., Floret C., Gnahoua GM, 2001** – Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. In : Ch.Floret Ch, Pontanier R. *Jachère en Afrique tropicale*. Montrouge (France) : éditions John Libbey Eurotext, pp.123-160.
23. **Francis R., 2011** - Turning deserts into food bowls. *World Vision. Focus*, pp. 22-23.
24. **Grouzis M., Akpo L.E., 1993** – Tree and grass interactions in Sahelina zone (Ferlo, north of Senegal). International conference on desert development “sustainable development for our common future”, Mexico city, Mexico, July 25-30 : 20 p.
25. **Hillel, D., 1998** - *Environmental Soil Physics*. Academic Press Publishers.
26. **Iyamuremye F., Gewin V., Dick R.P., Diack M., Sene M., Badiane A., Diatta M., 2000** - Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of native agroforestry plant residues in soils of Senegal. *Arid Soil Res. Rehabil.* 14, 359–371.
27. **Kizito F., Sene M., Dragila M.I., Lufafa A., Diedhiou I., Dossa E., Cuenca R., J. Selker J., Dick R.P., 2007** - Soil water balance of annual crop–native shrub systems in Senegal’s Peanut Basin: The missing link. *Agricultural water management* 90 : 137 – 148.
28. **Kizito F., Dragila M. Sene, M. Lufafa A., Dick R.P., Diedhiou I., Dossa, E. Khouma, M. Ndiaye S., Badiane A., 2006** - Seasonal soil water variation and root patterns among two semi-arid shrubs coexisting with Pearl millet in Senegal, West Africa. *J. Arid Environ.* 67, 436–455.
29. **Larwanou M. et Saadou, 2006** - Evaluation de la flore et de la végétation dans les sites traités et non dans les régions de Tahoua, Maradi et Tillabéry. Centre Régional d’Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA), Niamey, Etude Sahélienne.
30. **Lawesson E.J., 1990** – Sahelian woody vegetation in Senegal. *Vegetation* 86 : 161-174.
31. **Nasi R., 1994** – La Végétation du centre régional d’endémisme soudanien au Mali. Etude de la forêt de Monts Mandingue et essai de synthèse. Thèse de doctorat, université de Paris-Sud XI, 175p. + ann.
32. **Nouvellet Y., 1992** – Evolution d’un taillis de formation naturelle en zone soudanienne du Burkina Faso (fascicule 1). Thèse Doc. Sci. Bot. Trop., Université Paris VI, France, 209 p.
33. **Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K., Guinko S., 2006** – Diagnostic de l’état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse* ; 17 (4) : 485-91.

34. **Paeth, 2006** - The climate of tropical and northern Africa-a statistical – dynamical analysis of the key factors in climate variability and the role of human activity in future climate change. In *bonner Meteorologische Abhandlungen*, 61, 340 S.
35. **Poupon, H., Bille, J.C., 1974** - Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal: influence de la sécheresse de l'année 1972–1973 sur la strate ligneuse. *La Terre et la Vie* 28 : 49–75.
36. **Reij C., Tappan G., 2011** - Initiatives de Reverdissement en Afrique, Mise à jour, n°4
37. **Reij C., Tappan G., Smale M., 2009** - Agroenvironmental Transformation in the Sahel, Another Kind of “Green Revolution”, The International Food Policy Research Institute (IFPRI).
38. **Rinaudo T., Cunningham P., 2009** – Farmer managed natural regeneration (FMNR). *AgNotes*, pp. 1-9.
39. **Samba A.N.S., Sène A., Thomas I., 2000** - Régénération des ligneux dans le parc à *Acacia albida*, CNRF, ISRA, Sénégal, 4p.
40. **Sanogo D. épouse Diaité, 2000** - La haie vive dans le Sud bassin arachidier du Sénégal : adoption et conséquences agro-écologiques. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle de Biologie Végétale- Faculté des Sciences et Techniques – UCAD – Sénégal, pp.1-4
41. **Sène A., 2000** - Dynamique et gestion paysanne des parcs agroforestiers dans le bassin arachidier (Sénégal), édition IRD, pp.186-199.
42. **Touré A., 2002** - Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone Nord soudanienne au Sénégal, Thèse N° 2585, Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), pp I-3-11, II-4 p.
43. **Vincke C., Diedhiou I., Grouzis M., 2010** - Long term dynamics and structure of woody vegetation in the Ferlo (Senegal). *Journal of Arid Environments* 74 : 268–276.
44. **Vincke, C., 1995** - La dégradation des systèmes écologiques sahéliens. Effets de la sécheresse et des facteurs anthropiques sur l'évolution de la végétation ligneuse du Ferlo (Sénégal). Mémoire de fin d'étude. Université catholique de Louvain, Belgique. 82p.
45. **Wang X., Berndtsson R., Li X., Kang E., 2004** - Water balance change for a re-vegetated xerophyte shrub area. *Hydrol. Sci.* 49 (2) : 283–295.
46. **Wezel, A., 2000** - Scattered shrubs in Pearl millet fields in semiarid Niger. Effect on millet production. *Agroforestry Systems* 48, 219–228.

CHAPITRE VI : IMPORTANCE DES COMBRETACEES DANS LE PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS¹¹

RESUME

Il est établi que l'importance des Combrétacées varie dans les terroirs du bassin arachidier à partir d'un inventaire et dénombrement des arbres, arbustes et jeunes plants du peuplement ligneux. La famille est composée de 9 espèces réparties en 4 genres. Le genre *Combretum* est plus représenté (5 espèces), suivi de *Terminalia* (2 espèces), *Guiera* (1 espèce) et *Anogeissus* (1 espèce). *Combretum glutinosum* représente 85% de l'effectif (2202 individus). Elle est suivie de *Guiera senegalensis* avec 11,2% (289 individus). Les autres espèces ont une fréquence en dessous de 2%. La famille des Combrétacées témoigne d'un peuplement dont l'organisation fonctionnelle est essentiellement portée par *Combretum glutinosum*. La structure du peuplement (classes de diamètre à la base et de hauteur) indique qu'il est essentiellement jeune. Le potentiel de régénération est significatif pour *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* tandis que pour les autres espèces, il est compromis.

Mots clés : Espèce – structure – fréquence de présence – taux de régénération

ABSTRACT

It was established that the importance of Combretaceae varied in the Groundnut Basin lands from an inventory and a counting of trees, shrubs and seedlings in the woody stands. The family consisted of nine species in four genera. The genus *Combretum* was more represented (5 species), followed by *Terminalia* (2 species), *Guiera* (1 species) and *Anogeissus* (1 species). *Combretum glutinosum* represented 85% of the total size (2202 individuals). It was followed by *Guiera senegalensis* with 11.2% (289 individuals). The other species had a frequency below 2%. The family of Combretaceae reflected a population which functional organization was focused by *Combretum glutinosum*. The stand structure (basal diameter classes and height) indicated that it was mostly young. The regeneration potential was significant for *Combretum glutinosum* and *Guiera senegalensis* while for other species, it was compromised.

Keywords: species –structure - presence of species - regeneration rate

¹¹ *International Journal of Asian Social Science*, 2(8), pp. 1203-1221, 2012

INTRODUCTION

La végétation du bassin arachidier est une savane arborée (Nye et Greenland, 1960). La péjoration des conditions climatiques et l'action anthropique en particulier les défrichements pour l'extension des zones de cultures ont provoqués une dégradation progressive des ressources ligneuses (Touré, 2002 ; Sanogo, 2000; Coly *et al.*, 2011). Les écosystèmes se trouvent ainsi de plus en plus menacés et fragilisés.

Dans ce contexte, malgré une composition floristique encore assez diversifiée, le peuplement ligneux est actuellement dominé par les Combrétacées (Bakhoum *et al.*, 2012; Bakhoum *et al.*, sous presse).

Il apparaît nécessaire des actions de restauration et/ou de réhabilitation des écosystèmes dégradés à travers la réintroduction de l'arbre dans le paysage agraire afin de mieux conserver, améliorer et gérer les ressources existantes au bénéfice des populations rurales (Belsky *et al.*, 1993 ; Lawesson, 1990 ; Diack *et al.*, 2000).

Dans cette perspective, une bonne connaissance du milieu en particulier l'acquisition d'informations pertinentes sur les espèces autochtones s'impose (Agbangba *et al.*, 2011).

Le présent travail examine l'importance des Combrétacées dans les terroirs villageois du Sud-Est du bassin arachidier du Sénégal.

6.1. METHODES D'ETUDE

6.1.1. Echantillonnage et inventaire

Dans la zone, nous avons retenu 25 terroirs suivant les critères : intensité de l'activité agricole, diversification des activités, niveau de mécanisation, présence ou absence de la jachère et densité des arbres dans les champs. Dans chaque terroir, des transects de direction Est-Ouest et équidistants de 500 m ont été matérialisés. Au niveau des transects espacés 500 m, des placettes de 50m x 50m ont été délimitées dans les champs, les jachères et de 30m x 30m dans les forêts. Environ (50) placettes ont ainsi été déterminées dans chaque terroir.

Dans les 1143 placettes de 262 ha, l'inventaire exhaustif des ligneux a été fait (Bakhoum *et al.*, 2012) et les jeunes plants ont été identifiés et dénombrés.

Pour chaque arbre : 1) la hauteur totale (m) pour établir la structure du peuplement ; 2) le diamètre (cm) à la base du tronc à 30 cm du sol (car pour nombreux individus, les premières ramifications se situent au dessous de 1,30 m) pour estimer la surface terrière ; 3) la distance (m) entre les arbres pour apprécier la distribution des individus et calculer la densité théorique ; 4) le diamètre du houppier pour évaluer le recouvrement.

Pour la régénération naturelle, seuls le diamètre et la hauteur de la tige sont mesurés. Lorsque nous rencontrons plusieurs brins ou tiges au même point, le plus haut est mesuré et les autres sont comptés.

L'importance de la famille des Combrétacées est examinée dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum* qui ont été déterminées à partir de la typologie du peuplement (Bakhoum *et al.*, 2012).

6.1.2. Traitement des données

Les différents groupes de terroirs identifiés à partir de la typologie du peuplement ligneux dans le chapitre IV sont utilisés comme base de traitement et d'analyse des données collectées.

Nous avons étudié la flore ligneuse du peuplement des Combrétacées à partir de la fréquence de présence des espèces. La structure du peuplement a été étudiée à travers des paramètres de physionomie de la végétation et la structure selon la taille.

Pour établir la régénération des espèces ligneuses, nous avons défini par « jeune plant », tout plant dont le diamètre du tronc à la base est inférieur ou égal à 3,5 cm, soit à 10 cm de circonférence (Akpo et Grouzis, 1996).

6.2. RESULTATS

6.2.1. Fréquences de présence des espèces

La fréquence de présence varie selon les espèces et en fonction des terroirs (tableau 13). *Combretum glutinosum* indique les fréquences les plus élevées avec 29,7% dans les terroirs à *Combretum glutinosum*, 13,4% dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et 10,6% dans ceux à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*.

Elle est suivie de *Guiera senegalensis* avec 16,7% ; 5,2% et 3,5% respectivement dans les terroirs à *Guiera senegalensis*, ceux à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* et les terroirs à *Combretum glutinosum*.

La fréquence de présence de *Combretum glutinosum* plus élevée dans les terroirs qui portent le nom est lié à la forêt classée de Koungheul et au domaine protégé de Mousdalifa qui y sont localisés et fortement colonisés par cette espèce.

Quand à *Guiera senegalensis*, la forêt classée de Birkelane est porteur de sa fréquence de présence plus élevée dans les terroirs à *Guiera senegalensis*.

Toutes les autres espèces ont des fréquences de présence au plus 1,1% à l'exception de *Anogeissus leiocarpus* (4,4%) dans les terroirs à *Combretum glutinosum*, dans ceux à *Guiera senegalensis* (2,8%) et *Combretum micranthum* (4,1%) dans les terroirs à *Combretum glutinosum*.

Le peuplement est plus présent dans les terroirs à *Combretum glutinosum* (43%), suivi de ceux à *Guiera senegalensis* (36,3%) et terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* (19%).

Toutes les 9 espèces qui composent les Combrétacées ne sont présentes ni dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* (7 espèces), ni dans ceux à *Guiera senegalensis* (8 espèces) et à *Combretum glutinosum* (7 espèces).

Il semble exister une corrélation positive entre la fréquence de présence d'une espèce et le nombre d'individus recensés.

Tableau 13. Fréquences de présence des espèces en fonction des terroirs

Espèces	Terroirs					
	Terroirs à Pre/Cgl		Terroirs à Gse		Terroirs à Cgl	
	Ef	Fq (%)	Ef	Fq (%)	Ef	Fq (%)
<i>Combretum glutinosum</i>	113	10,6	204	13,4	1885	29,7
<i>Guiera senegalensis</i>	27	5,2	237	16,7	25	3,5
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	4	1,1	13	2,8	18	4,4
<i>Combretum nigricans</i>	0	0,0	4	0,7	3	0,9
<i>Combretum micranthum</i>	9	0,5	3	0,7	26	4,1

Espèces	Terroirs					
	Terroirs à Pre/Cgl		Terroirs à Gse		Terroirs à Cgl	
	Ef	Fq (%)	Ef	Fq (%)	Ef	Fq (%)
<i>Combretum leucardii</i>	0	0,0	0	0,0	2	0,3
<i>Terminalia macroptera</i>	3	0,8	6	1,2	0	0,0
<i>Terminalia avicinoides</i>	1	0,3	1	0,2	1	0,3
<i>Combretum aculeatum</i>	2	0,5	3	0,7	0	0,0
Peuplement	159	19,0	71	36,3	1960	43
Nombres d'espèces	7		8		7	

Ef = Effectif ; Fq = Fréquence; Cgl = *Combretum glutinosum* ; Pre = *Piliostigma reticulatum* ; Gse = *Guiera senegalensis*

6.2.2. Structure du peuplement

Les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, ceux à *Guiera senegalensis* et les terroirs à *Combretum glutinosum* sont caractérisés sur la base de paramètres de physionomie de la végétation (tableau 14).

Il n'est identifié qu'une espèce par relevé en moyenne dans les terroirs.

La dominance se définit par l'importance d'une espèce en fonction de la surface ou du volume qu'elle occupe. Une forte variation de l'indice est notée dans les terroirs.

Il est de 0,4 dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* ; 3,3 dans ceux à *Guiera senegalensis* et 57,3 dans les terroirs à *Combretum glutinosum*.

L'indice élevé dans les terroirs à *Combretum glutinosum* est lié à l'importance spécifique de l'espèce (67,1%) (Bakhoum et al., 2012). En effet, les observations de terrain attestent que la forêt classée de Koungheul et le domaine protégé de Mousdalifa qui y sont localisés sont majoritairement colonisés par cette espèce.

La dominance est un paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement. Elle conditionne en partie l'organisation fonctionnelle du peuplement. La dominance est inversement proportionnelle à la diversité, c'est-à-dire à une dominance élevée est associée une diversité faible (Akpo et al., 2004).

Seuls les terroirs à *Combretum glutinosum* possèdent une espèce caractéristique (*Combretum leucardii*). Une espèce caractéristique est généralement peu fréquente ou rare, elle révèle par sa présence une spécificité écologique du biotope (Akpo, 1998).

Cinq espèces (*Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum micranthum* et *Terminalia avicinoides*) sont présentes dans tous les terroirs.

Tableau 14. Variation des paramètres de végétation des espèces suivant les terroirs

Paramètres	Terroirs		
	Terroirs à <i>Piliostigma reticulatum</i> et <i>Combretum glutinosum</i>	Terroirs à <i>Guiera senegalensis</i>	Terroirs à <i>Combretum glutinosum</i>
Densité (individus/ha)	1,73	4,70	28,23
Surface terrière (m ² /ha)	0,22	0,32	0,79
Recouvrement (m ² /ha)	14,43	44,73	201,69
Richesse spécifique moyenne	1,09	1,18	1,25

Paramètres	Terroirs		
	Terroirs à <i>Piliostigma reticulatum</i> et <i>Combretum glutinosum</i>	Terroirs à <i>Guiera senegalensis</i>	Terroirs à <i>Combretum glutinosum</i>
Espèces caractéristiques ¹²	0	0	1
Indice de dominance	0,4	3,3	57,3
Espèces indifférentes ¹³	5		

6.2.2.1. La densité

La densité est le rapport entre l'effectif d'une espèce et la superficie totale des placettes inventoriées.

La densité absolue moyenne est de 10 individus à l'hectare avec une variation selon les terroirs.

Les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, ceux à *Guiera senegalensis* et les terroirs à *Combretum glutinosum* ont respectivement des densités de 1,73 ; 4,70 et 28,23 individus à l'hectare (tableau 14). Les terroirs à *Combretum glutinosum* sont densément plus peuplés.

Quant aux terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, la faible densité notée avec moins de deux individus à l'hectare pourrait être liée à l'intensité de l'activité agricole (beaucoup de terres emblavées) qui entraîne de nombreux défrichements et une forte pression sur les ligneux (Touré, 2002). Lors de ces défrichements ne sont préservées dans les champs que certaines espèces à usages multiples (Akpo *et al.*, 2004).

Combretum glutinosum présente la densité la plus élevée avec 8,42 individus à l'hectare dans le peuplement et 27,15 individus à l'hectare dans les terroirs à *Combretum glutinosum* suivie de *Guiera senegalensis*, 1,10 à l'échelle du peuplement et 2,37 individus à l'hectare dans ceux à *Guiera senegalensis*. Les 7 autres espèces ont moins d'un individu par hectare.

Ces résultats attestent que la densité du peuplement ligneux de 17 individus à l'hectare (Bakhoum *et al.*, 2012) est essentiellement portée par la famille des combrétacées (10 individus à l'hectare) et en particulier par *Combretum glutinosum* (8,42 individus à l'hectare) plus spécifiquement dans les terroirs qui portent le nom de l'espèce (27,15 individus à l'hectare).

6.2.2.2. Le recouvrement

Le recouvrement ligneux d'un arbre est la projection verticale de la surface de la couronne de l'arbre au sol. Il indique la portion du sol couverte par le feuillage de l'arbre.

Le recouvrement des combrétacées est de 75,73 m²/ha soit 27,23% du recouvrement global du peuplement ligneux de 278,1 m²/ha (Bakhoum *et al.*, 2012).

La variation des valeurs du recouvrement est élevée entre les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* (14,43 m²/ha), ceux à *Guiera senegalensis* (44,7 m²/ha) et les terroirs à *Combretum glutinosum* (201,7 m²/ha) (tableau 14).

Le recouvrement est assuré par *Combretum glutinosum* à 53%, 32,21% et 91,52% respectivement dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, dans ceux à *Guiera senegalensis* et à *Combretum glutinosum*.

¹² Espèce fidèle à une communauté rurale

¹³ Espèces communes aux quatre communautés rurales

Chapitre VI : Importance des Combrétacées dans le peuplement ligneux des terroirs

Guiera senegalensis a une contribution de 43,85% dans les terroirs à *Guiera senegalensis* mais elle est inférieure à 10% dans ceux à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* et à *Combretum glutinosum* où elle est surclassée par *Anogeissus leiocarpus* et *Combretum micranthum*.

L'espèce *Combretum glutinosum* est porteuse à 75,56% du recouvrement du peuplement des Combrétacées

Ces résultats démontrent que la famille des combrétacées contribue assez significativement au recouvrement du peuplement ligneux. Au sein des combrétacées, c'est *Combretum glutinosum* qui domine. Dans les terroirs à *Guiera senegalensis*, elle est surclassée par cette espèce qui est fortement représentée dans la forêt de Birkelane qui s'y trouve.

La surface terrière est très faible. Elle est de moins 1 m²/ha pour les Combrétacées et par espèce. Tout se passe comme si la fréquence de *Combretum glutinosum*, espèce la plus représentée des combrétacées est inversement proportionnelle à la grosseur du tronc.

6.2.3. Structure selon la grosseur et selon la hauteur

6.2.3.1. Répartition selon la grosseur

L'examen de la distribution des arbres et arbustes par classes de diamètre à la base montre que la classe inférieure ou égale à 4,7 cm est la plus représentée tant dans le peuplement que dans les terroirs (figure 16). Les trois premières classes réunissent dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, ceux à *Guiera senegalensis* et terroirs à *Combretum glutinosum* respectivement 73%, 79% et 68,2% des individus indiquant un peuplement assez jeune.

Pour la classe inférieure ou égale à 4,7 cm, seule 9,1% des individus (78) se retrouvent dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, tandis ceux à *Guiera senegalensis* indiquent 22% (189 individus) et les terroirs à *Combretum glutinosum* regroupent 68,9% soit 593 individus.

Les classes 5,9 à 7,1 cm et 4,7 à 5,9 cm indiquent respectivement 3,9 et 4% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, 13,6 et 25,2% dans les terroirs à *Guiera senegalensis*, 82,5% et 70,8% dans ceux à *Combretum glutinosum*.

Les individus à gros diamètres (supérieur ou égal 12 cm) à la base sont très faiblement représentés avec des fréquences inférieures à 10% dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum* à l'exception des terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* (17%). Dans ce dernier, l'intensité de l'activité agricole entraîne une élimination des jeunes arbres lors des défrichements et seuls quelques rares individus d'espèces à usages multiples sont préservés.

La structure des classes de grosseur des arbres et arbustes des 9 espèces de la famille des combrétacées semble s'ajuster à une loi exponentielle décroissante : cela témoigne d'un peuplement en équilibre écologique. Cependant cet équilibre est essentiellement porté par *Combretum glutinosum* comme l'illustre la figure 16 et figure 17A.

La répartition de la population de *Guiera senegalensis* (figure 17B) tend vers une loi lognormale avec une dominance des classes de faibles diamètres à la base.

Quant à *Anogeissus leiocarpus*, la répartition de sa population est plutôt marquée par un regroupement des individus dans la classe de gros diamètres supérieurs à 12 cm. La distribution de la population de *Combretum micranthum* de forme apparemment gaussienne, fait penser à un renouvellement déficient en particulier pour la classe 8,4 à 9,6 cm lié en particulier à l'action anthropique à cause de ses nombreux usages (figure 17C à 17D).

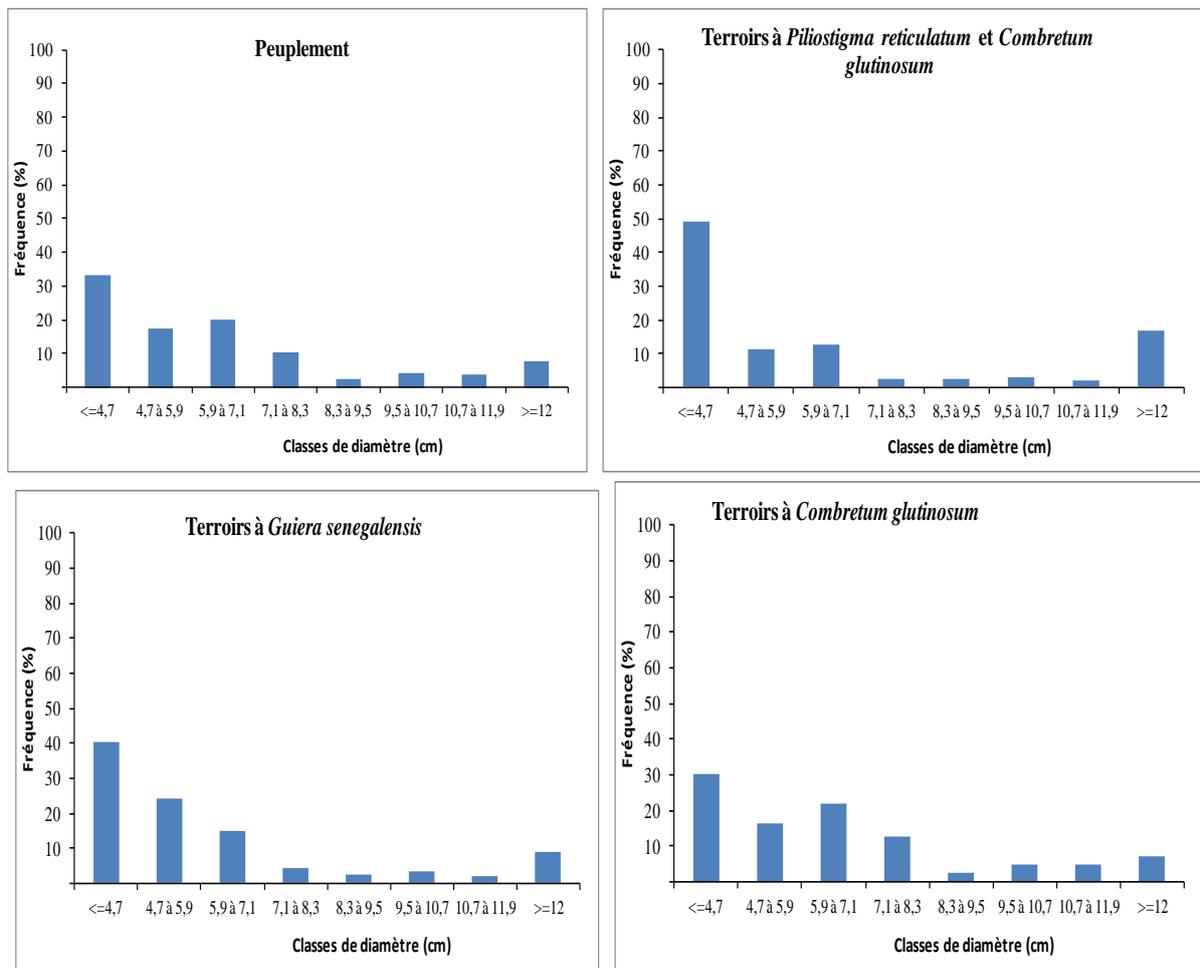
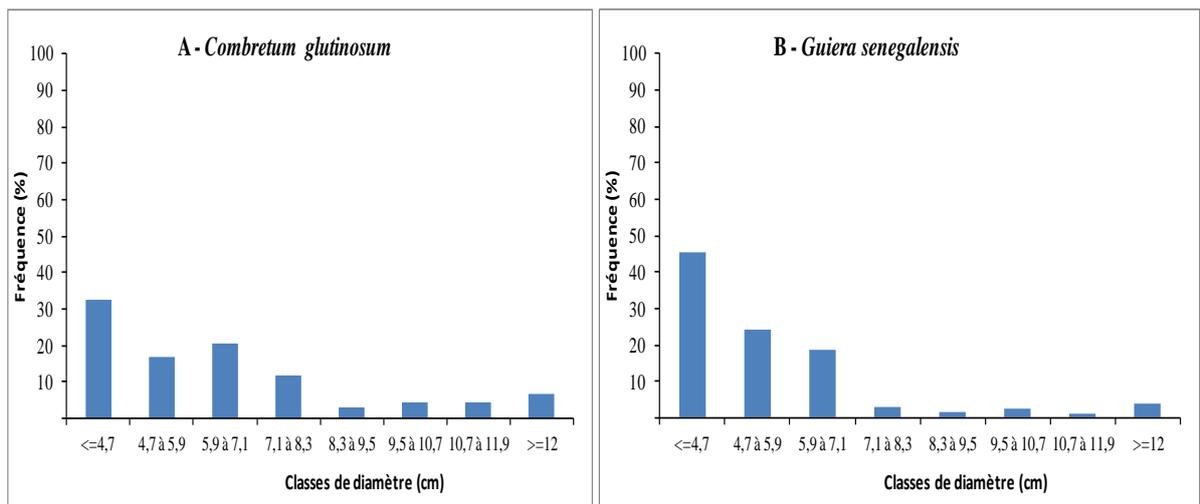


Figure 16. Répartition des fréquences par classe de diamètre à la base



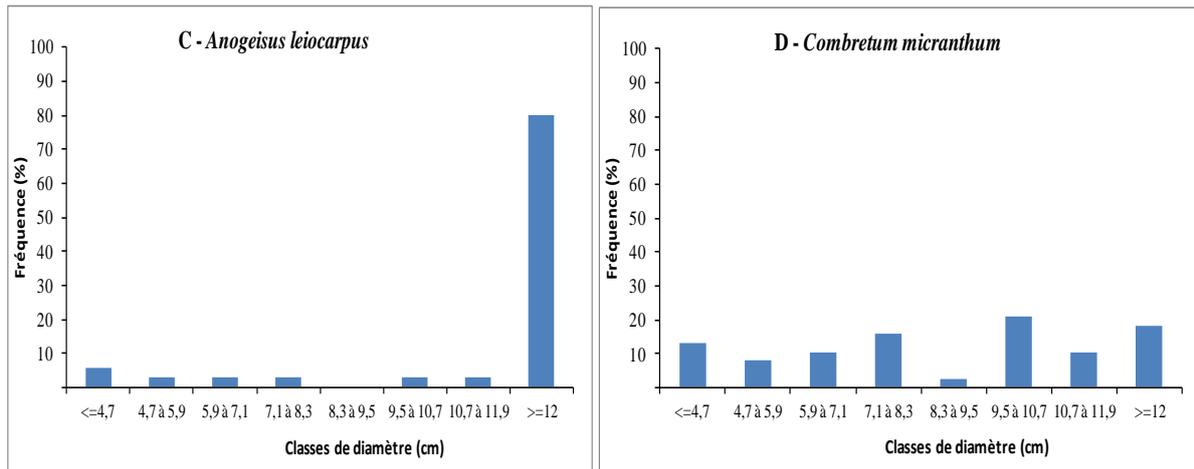
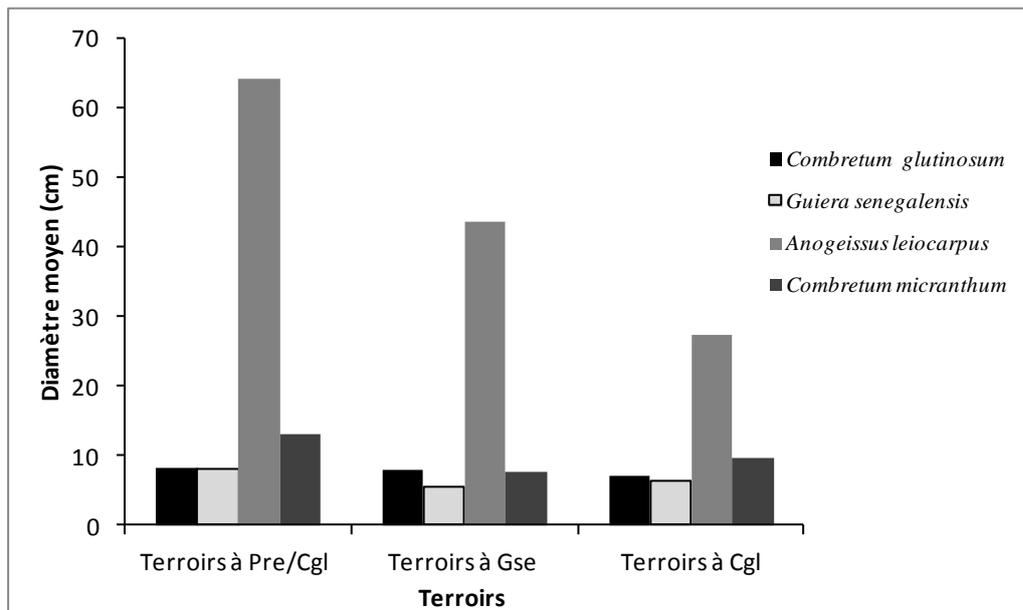


Figure 17. Variation de la distribution des 4 espèces les mieux représentées en fonction des classes de diamètre à la base

Nous avons procédé à la répartition du diamètre moyen à la base des 4 espèces les mieux représentées (*Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum* et *Anogeissus leiocarpus*) en fonction des terroirs. Les résultats (figure 18) montrent que ce paramètre est peu variable pour les trois premières espèces citées ci-dessus et avec de faibles valeurs au plus 13 cm pour *Combretum micranthum* dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*.

Quant à *Anogeissus leiocarpus*, les valeurs du diamètre sont nettement plus élevées que celles des trois autres espèces. Cette espèce se présente plus généralement dans le milieu à l'état d'arbre adulte avec un effectif plus important dans les champs/jachère que dans les forêts de la zone d'étude. La rareté de catégories inférieures pourrait être liée aux jeunes arbres qui sont généralement coupés lors de la préparation pré hivernale des champs, éliminés par les feux de brousse, ou que nous sommes en présence d'une population adulte ce qui n'est pas évident.



Pre = *Piliostigma reticulatum* Cgl = *Combretum glutinosum* Gse = *Guiera senegalensis*

Figure 18. Diamètre moyen à la base des 4 espèces les plus représentées en fonction des terroirs

6.2.3.2. Répartition selon la hauteur

La distribution des individus selon les classes de hauteur présente des variations dans les terroirs. Les individus de la classe inférieure ou égale à 1,5 m sont assez faiblement représentés avec au plus 5,2% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*. La classe 2,2 à 2,9 m est la mieux représentée dans les terroirs à l'exception de ceux à *Combretum glutinosum*. La quasi-totalité des individus ont des hauteurs compris entre 1,5 et 5 m (figure 19). Cela illustre bien le caractère assez arbustif de la plupart des individus.

Pour toutes les classes de hauteur, le nombre d'individus recensés dans les terroirs à *Guiera senegalensis* (456 individus) et dans ceux à *Combretum glutinosum* (1949 individus) est nettement plus élevé que dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* (159 individus). La différence est liée à la localisation des forêts de Koungheul et Birkelane ainsi que le domaine protégé de Mousdalifa densément peuplés dans les deux premiers groupes de terroirs.

La distribution des individus du peuplement des combrétacées paraît s'apparenter à la loi de Gauss mais avec des fréquences de hauteur relativement pas élevées en particulier pour les individus de la classe inférieure ou égale à 1,5 m ce qui ferait plutôt penser à un renouvellement déficient (figure 19).

La structure du peuplement est semblable à celle des terroirs à *Combretum glutinosum* confirmant que les individus de la famille des combrétacées y sont localisés essentiellement (figure 19).

La distribution des individus des 4 espèces les mieux représentées en fonction des classes de hauteur montrent que *Combretum glutinosum* est le porteur potentiel de la structure du peuplement. Chacune des trois autres espèces a une structure spécifique. *Guiera senegalensis* a une structure uni modale avec un pic très remarquable pour la classe 2,2 à 2,9 m. Cette espèce est essentiellement présente dans le milieu à l'état de jeune arbuste. Quant à *Anogeissus leiocarpus*, ces individus ont colonisé essentiellement la classe de hauteur supérieure à 5,7 m. Pour cette espèce, on peut penser à un renouvellement déficient car les autres classes inférieures sont très faiblement représentées et en particulier celle inférieure ou égale à 1,5 m et 3,6 à 4,3 m. La distribution de *Combretum micranthum* est marquée par une répartition des individus dans les différentes classes de hauteur à l'exception de celle inférieure ou égale à 1,5 m. Les fréquences sont faibles avec le maximum de 21,6% enregistré pour la classe 2,2 à 2,9 m (figure 20A à 20D).

Combretum micranthum existe dans le milieu à l'état d'arbustes car subissant une forte pression anthropique à cause de l'utilisation de ses feuilles pour un thé servant dans le petit déjeuner de la famille et comme fourrage pour les petits ruminants. Ses tiges sont utilisées par les populations comme armature de toits de cases et de grenier et comme bois de feu.

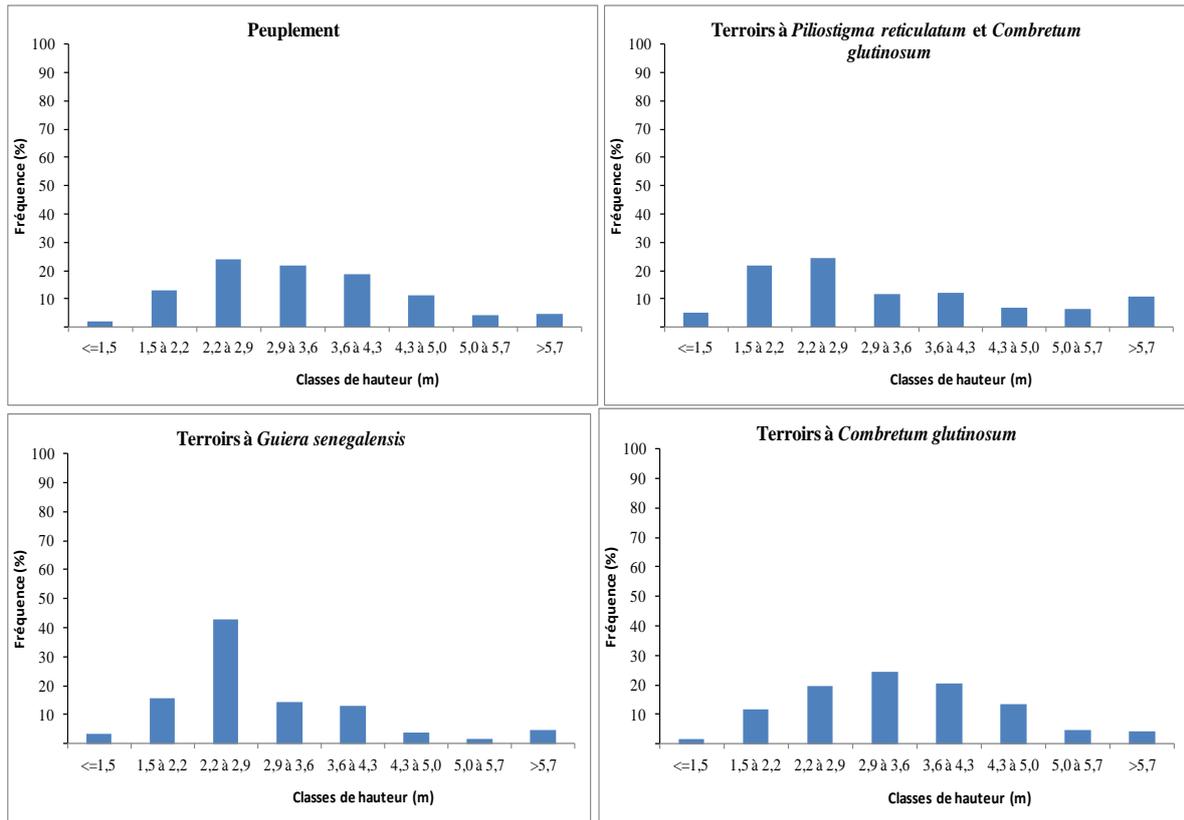


Figure 19. Répartition des fréquences par classe de hauteur

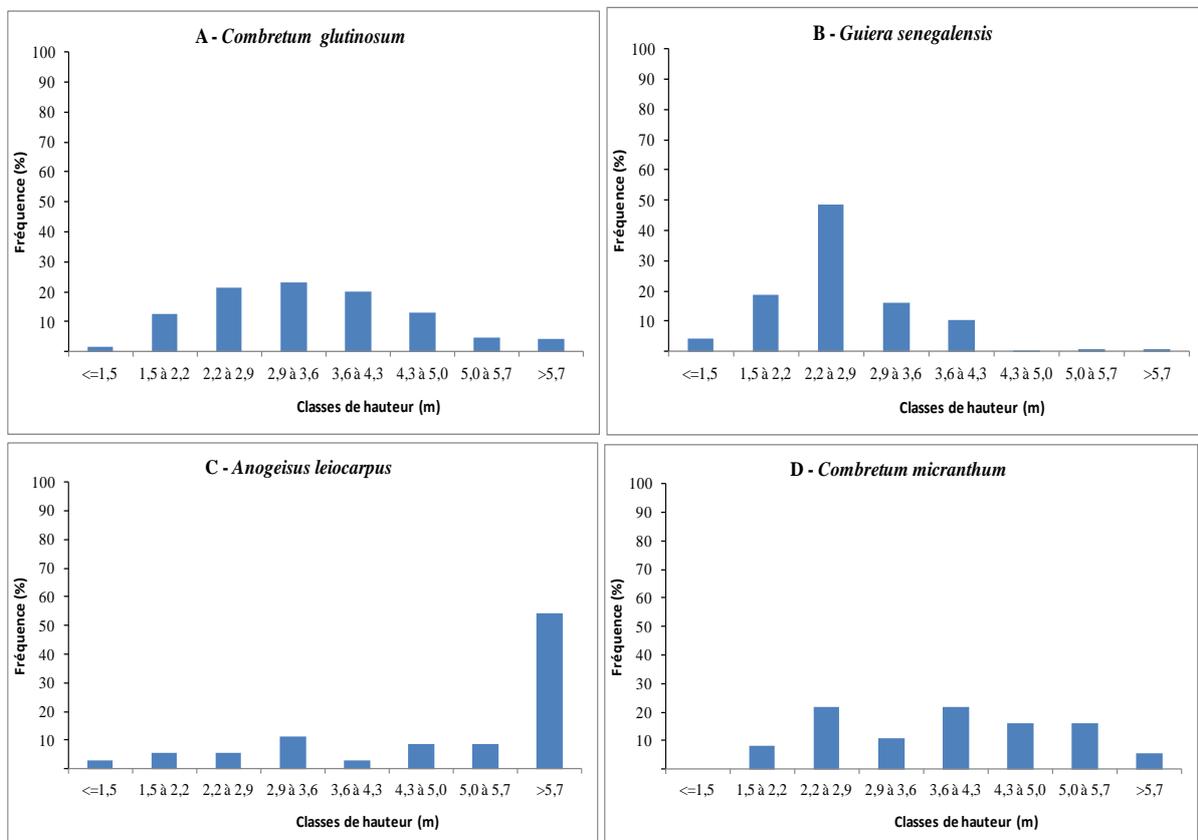


Figure 20. Variation de la distribution des 4 espèces les mieux représentées en fonction des classes de hauteur

6.2.4. Régénération du peuplement

La variation des valeurs de paramètres mesurés pour évaluer la régénération des 9 espèces ligneuses recensées de la famille des combrétacées selon les terroirs est présentée dans le tableau 15.

Combretum glutinosum et *Guiera senegalensis* sont les espèces dominantes. *Combretum glutinosum* a son effectif qui varie d'un minimum de 4872 individus dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* à un maximum de 8646 individus dans les terroirs à *Combretum glutinosum*. Quant à *Guiera senegalensis*, elle indique son effectif minimum dans les terroirs à *Combretum glutinosum* et le maximum dans ceux à *Guiera senegalensis*.

Combretum aculeatum est mieux représentée à l'état de jeunes plants que les 6 autres espèces de la famille sauf dans les terroirs à *Combretum glutinosum* où elle ne présente pas de jeunes plants. Elle est suivie de *Combretum micranthum* qui est présente dans tous les terroirs (tableau 15).

Le taux de régénération d'une espèce étant le rapport entre population de jeunes plants et effectif du peuplement recensé (Diatta *et al.*, 2007), il ressort que *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* sont les espèces qui régénèrent le mieux.

Le taux de régénération de *Combretum glutinosum* varie d'un minimum 9,4% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* à un maximum de 16,6% dans les terroirs à *Combretum glutinosum*.

Pour *Guiera senegalensis*, le taux minimum est de 4% dans les terroirs à *Combretum glutinosum* et le maximum de 17,4% dans les terroirs portant le nom de l'espèce.

Pour les autres espèces, les taux de régénération varie entre zéro et 0,4% dans les terroirs.

Tableau 15. Variation de l'importance, de la densité et du taux de régénération en fonction des espèces ligneuses

Espèces	Terroirs											
	Terroirs à <i>Piliostigma reticulatum</i> et <i>Combretum glutinosum</i>				Terroirs à <i>Guiera senegalensis</i>				Terroirs à <i>Combretum glutinosum</i>			
	Eff	IS	De	TR	Eff	IS	De	TR	Eff	IS	De	TR
<i>Combretum glutinosum</i>	4872	53,7	53,0	9,4	5344	36,5	10,4	10,3	8646	79,9	124,5	16,6
<i>Guiera senegalensis</i>	4106	45,3	44,6	7,9	9046	61,8	90,3	17,4	2091	19,3	30,1	4,0
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	8	,1	0,1	0,0	6	0,0	0,1	0,0	8	0,1	0,1	0,0
<i>Combretum nigricans</i>	4	0,0	0,0	0,0	12	0,1	0,1	0,0	3	0,0	0,0	0,0
<i>Combretum micranthum</i>	16	0,2	0,2	0,0	10	0,1	0,1	0,0	41	0,4	0,6	0,1
<i>Combretum leucardii</i>	6	0,1	0,1	0,0	6	0,0	0,1	0,0	16	0,1	0,2	0,0
<i>Terminalia macroptera</i>	2	0,0	0,0	0,0	11	0,1	0,1	0,0	16	0,1	0,2	0,0
<i>Terminalia avicinoides</i>	6	0,1	0,1	0,0	8	0,1	0,1	0,0	4	0,0	0,1	0,0
<i>Combretum aculeatum</i>	53	0,6	0,6	0,1	185	1,3	1,8	0,4	0	0,0	,0	0,0
Total	9073	100	98,6	17,4	14628	100	146,0	28,0	10825	100	155,9	20,7

Eff = Effectif ; IS (%) = Importance spécifique De (individus/ha) = Densité TR (%)=taux de régénération

Combretum glutinosum et *Guiera senegalensis* étant les deux espèces qui se régénèrent le mieux, nous avons examiné la distribution des individus juvéniles selon la grosseur et la hauteur.

Dans les classes de grosseur, les premières classes (inférieur à 0,5 à 2 cm) renferment plus du 4/5 des individus, soit 87,4% des plants juvéniles de *Combretum glutinosum* et 85,3% de *Guiera senegalensis*. Les jeunes plants, nombreux dans les champs et qui rejettent après être coupés (annuellement) lors de la préparation pré hivernale pourraient l'expliquer (figure 21).

L'examen de la figure 22 de distribution des plants juvéniles par classe de hauteur fait ressortir que si pour *Combretum glutinosum* les deux premières classes (0,1 à 0,6 et 0,6 à 1,1 m) sont les plus représentées avec 70,7% de fréquence, pour *Guiera senegalensis* se sont les second et troisième classes (0,6 à 1,1 et 1,1 à 1,6 m) qui enregistrent le plus grand nombre de jeunes plants (63%).

Cette différence dans la répartition des classes de hauteur entre ces deux espèces peut être liée à des facteurs intrinsèques aux espèces (croissance) et à l'action anthropique (usage).

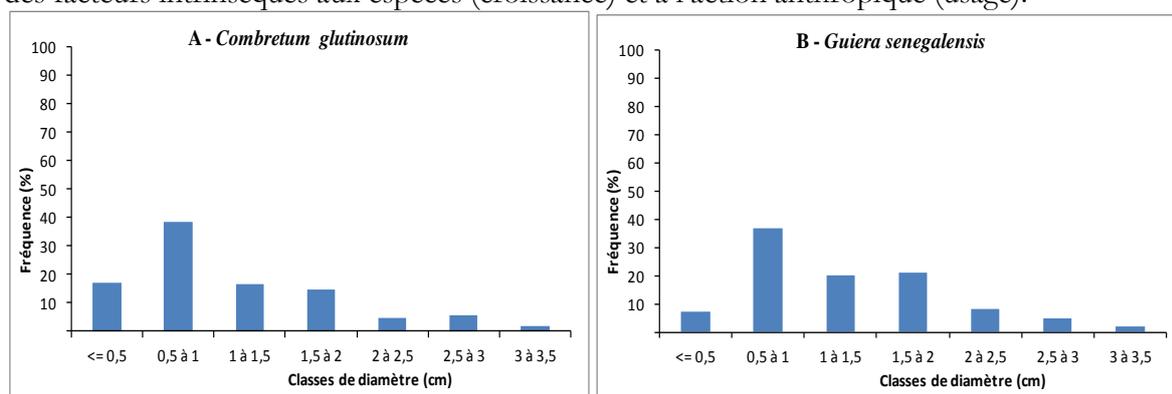


Figure 21. Distribution de jeunes plants selon la grosseur

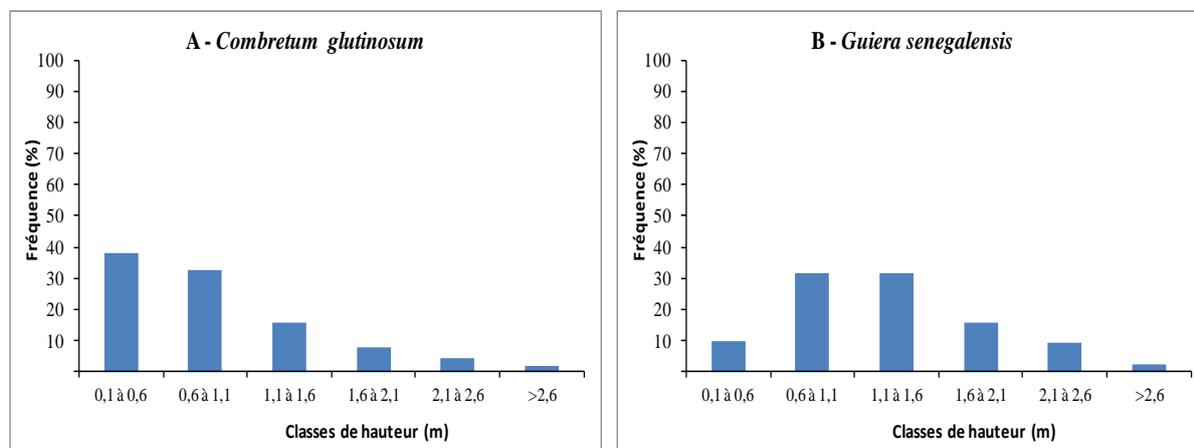


Figure 22. Distribution de jeunes plants selon la hauteur

6.3. DISCUSSION

Ce travail a examiné l'importance de la famille des Combrétacées dans le peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier du Sénégal. Il a révélé la présence de 9 espèces réparties en 4 genres dont *Combretum* (5 espèces), *Terminalia* (2 espèces), *Guiera* et *Anogeissus* avec une espèce chacun.

Combretum glutinosum et *Guiera senegalensis* sont les espèces les plus représentées dans le milieu car plus résistantes aux aléas climatiques et à l'action anthropique (Touré, 2002). Cette résistance pourrait être liée à certains facteurs intrinsèques aux espèces elles-mêmes (Wezel, 2000 ; Lufafa *et al.*, 2008).

Chapitre VI : Importance des Combrétacées dans le peuplement ligneux des terroirs

Les résidus de *Guiera senegalensis* peuvent libérer des éléments nutritifs dans le milieu (C, N, P) selon leur composition. Les arbustes de cette espèce sont des îlots de la fertilité chimique des sols, à travers les taux de minéralisation du carbone et la libération des éléments nutritifs absorbables par eux-mêmes mais aussi par les cultures annuelles dans les champs (Dossa *et al.*, 2009). Les arbustes de *Guiera senegalensis* extraient de préférence l'eau de la partie inférieure à 1,10 m et même au-delà de la profondeur maximale mesurée de 3,5 m. Ils captent les pertes de drainage au-delà de la profondeur d'enracinement effectif de plantes annuelles révélant une diminution des pertes de 25-50% de drainage profonds comparée aux champs avec cultures annuelles seulement (Kizito *et al.*, 2007).

Quand à *Combretum glutinosum*, une étude d'ENSA-Agroconsult (1998) a démontré qu'elle n'a pas une influence directe sur la fertilité chimique du sol mais peut exercer un effet protecteur contre le vent, l'évaporation des eaux du sol et la transpiration massive des cultures. Néanmoins, elle est marquée par une densité statique même pour les grosses souches, illustrant une capacité à résister à la pression pour chaque individu quel que soit sa taille (Faye *et al.*, 2002).

Diarra (1985) précise dans la zone soudanienne au Mali, que la physionomie des formations végétales est influencée par les deux facteurs cités ci-dessus (aléas climatiques et action anthropique).

Les autres espèces (*Anogeissus leiocarpus*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Combretum leucardii*, *Terminalia macroptera*, *Terminalia avicinoides* et *Combretum aculeatum*) faiblement représentée semblent développer moins de stratégies d'adaptation aux perturbations et aux aléas climatiques. Cela peut être lié à leur croissance et aux différents usages dans l'alimentation, la pharmacopée, ... (Padonou *et al.*, 2012).

D'autres études en milieu semi-aride ont montré que la distribution des ligneux est fortement liée aux conditions climatiques variables (Diedhiou *et al.*, 2009) et à l'impact des activités humaines qui sont susceptibles de causer des modifications dans la succession végétale et la dégradation du milieu (Khresat *et al.*, 1998 ; Gaze *et al.*, 1998).

Faye *et al.* (2002) indique dans une étude sur la dynamique de la régénération ligneuse au Sénégal, que seuls les Combrétacées ont la capacité de résister à la pression de culture indépendamment de leur taille.

La série pluviométrique 1958-2008 montre qu'une année sur deux est sèche avec une grande variabilité inter annuelle des précipitations contribuant à la péjoration climatique qui entraîne la fragilisation des écosystèmes. Des travaux antérieurs Batterbury and Warren (2001), et Noy-Meir (1973) ont mis en exergue la corrélation. Il est démontré que l'irrégularité des pluies augmente lorsque la quantité annuelle des pluies diminue (Akpo *et al.*, 1993).

Les facteurs climatiques et l'action anthropique sont déterminants dans le contrôle de l'écosystème sahélien (Vincke *et al.*, 2010), la modification de la flore et de la végétation (Ozer *et al.*, 2010; Diouf et Lambin, 2001 ; Diallo *et al.*, 2011). La dynamique de la ressource ligneuse des systèmes cultivés est démontrée par la composition floristique qui joue un rôle important dans les réactions des populations ligneuses face aux facteurs cités ci-dessus.

Des caractéristiques de la flore et de la végétation sur la base des paramètres mesurés indiquent des différences dans le mode de gestion du peuplement ligneux dans les terroirs qui se traduit par une pression qui est propre à chaque type de milieu (Gonzalez, 2001). Cela a été illustré par Akpo *et al.* (2004) dans le terroir de la Néma en zone semi-aride au Sénégal.

L'organisation fonctionnelle du peuplement des Combrétacées est portée par les terroirs à *Combretum glutinosum* et en particulier par l'espèce *Combretum glutinosum*. Elle est illustrée par les résultats sur la dominance, la distribution de la grosseur à la base et de la hauteur des arbres et arbustes. En effet la forêt classée de Koungheul et le domaine protégé de Mousdalifa qui sont plus peuplés en espèces ligneuses et à dominance de *Combretum glutinosum* sont localisés dans ces terroirs qui portent le nom de l'espèce. La famille des Combrétacées étant composée d'espèces résistantes à la pression de culture, tout se passe comme si *Combretum glutinosum* est celle qui présente la plus cette capacité (Faye *et al.*, 2002).

Pour permettre des comparaisons de structure entre espèces, nous avons choisi une amplitude identique des classes pour chacun des paramètres de diamètre et de hauteur. Il est important de signaler que cette valeur n'a pas la même signification pour une espèce à gros diamètre que pour celle à faible diamètre, il en est de même pour la hauteur (Bakhoum *et al.*, 2012).

La régénération naturelle dans la famille des combrétacées est assurée par *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*. Les travaux antérieurs de De Rouw, (1993), Faye (2000), Faye *et al.* (2002) et nos observations de terrain permettent de penser qu'elle est essentiellement asexuée (végétatif). En effet le potentiel séminal des espèces s'épuise beaucoup plus vite que le potentiel végétatif dans les champs de culture pour les espèces ligneuses. La culture prolongée détruit les graines disponibles dans le sol. Se sont les espèces telles que *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* qui présentent des aptitudes à rejeter et/ou à drageonner, qui se maintiennent avec la durée dans le milieu de culture. Ce mode de reproduction semble révéler un mécanisme de survie, c'est-à-dire une stratégie d'adaptation (Lehmann *et al.*, 1998) face aux perturbations et aux aléas climatiques.

6.4. CONCLUSION

La famille des combrétacées composée de 9 espèces peut être considérée comme celle qui subsiste le mieux à la pression anthropique et aux changements climatiques dans la zone d'étude. Elle le doit en particulier à *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* qui semblent plus résistantes aux deux facteurs. *Combretum glutinosum*, espèce largement plus représentées dans le milieu et en particulier dans les terroirs à *Combretum glutinosum* est porteur de l'organisation fonctionnelle du peuplement.

La distribution des individus selon leur diamètre à la base et leur hauteur atteste que le peuplement est jeune c'est-à-dire souvent à l'état d'arbustes.

Le potentiel de régénération est significatif pour *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* tandis que pour les autres espèces, il est compromis.

Il serait utile de poursuivre les investigations sur *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* en vue d'une meilleure connaissance des mécanismes développées pour leurs résistances aux chocs climatiques et à l'action anthropique.

REFERENCES

1. **Agbangba, E.C., Dagbenonbakin, G.D., Diatta, S., Akpo L.E., 2011** - DRIS model parameterization 'Smooth Cayenne' nutrient status in Benin (West of Africa). Journal of Asian Scientific Research, 1, (5), pp. 254-264.
2. **Akpo, L. E., 1998** - Effet de l'arbre sur la végétation herbacée dans quelques phytocénoses au Sénégal selon le gradient de variation climatique. Thèse de doctorat

d'état en sciences naturelles, option écologie, *Faculté des sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar*. 51p.

3. **Akpo, L.E., Grouzis, M., Gaston A., 1993** - Pluviométrie et productivité des herbages de l'aire pastorale de Wiindu Thiengoli (Nord-Sénégal). Estimation des charges fréquentielles. *Rev. Elev. Med. Pays trop.* 46, 4 : 687-701.
4. **Akpo, L. E., Grouzis M., 1996** - Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia* 50(2) : 247-263.
5. **Akpo, L. E., Coly, I., Sarr, D., Ngom, D. and Ndao S., 2004** - Modes d'utilisation des terres et diversité floristique dans le terroir de la Néma en zone Semi-aride (Sénégal, Afrique de l'Ouest). *Journal of agriculture and environment for international development*, Vol. 98, No. 3/4.
6. **Bakhoum C., Ndour B., Akpo L.E., 2012** - Typology of woody stands in Senegal: case of the Groundnut Basin. *International Journal of Science and Advanced Technology (ISSN 2221-8386)*, Volume 2 No 2 February, pp. 26-35, <http://www.ijst.com>.
7. **Bakhoum, C., Ndour B., Akpo L.E., sous presse** - Diversité du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier du Sénégal. sous presse, IJBCS.
8. **Batterbury, S. and Warren A., 2001** - The african Sahel 25 years after the great drought : assessing progress and moving towards new agendas and approaches. *Global Environmental Change* 11 : 1 - 8. Pergamon, Elsevier.
9. **Belsky, A. I., Mwonga, S.M., Duxbury I.M., 1993** - Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agroforestry System*, 24: 1-20. *FAO Forestry Genetic Resources Information*, 13 : 30-36.
10. **Coly I., Diome, F., Dacosta, H., Malou, R. et Akpo L.E., 2011** - Typologie des exploitations agropastorales de la NEMA (Sénégal, West Africa). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*
11. **De Rouw A., 1993** - Regeneration by sprouting in slash and burn rice cultivation, Taï rain forest, Côte d'Ivoire. *Journal of tropical ecology*, 9 : 387-408.
12. **Diack M., Sene M., Badiane A.N., Diatta M., Dick R.P., 2000** - Decomposition of a native shrub, *Piliostigma reticulatum*, litter in soils in semiarid Senegal. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 14, 205–218.
13. **Diallo H., Bamba I., Barima S., Sadaïou Y., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maïga M., Bogaert J., 2011** - Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse*, 22(3): 97-107.
14. **Diarra M., 1985** - Opération de développement intégré du Kaarta (ODIK) vue à travers les terroirs de Diaman Konkan et de Kourgue. Une étude de la conservation des ressources naturelles dans le cadre des Opérations de Développement Rural (O.D.R) du Mali. Thèse de doctorat, Université de Caen.
15. **Diatta S., Douma S., Houmey V. K., Banoïn M. et Akpo L.E., 2007** - Potentiel de régénération naturelle d'un ligneux fourrager (*Maerua crassifolia* Forsk.) en zone sahélienne. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, E.I.S.M.V. de Dakar, 5(1-2) : 23-28.
16. **Diedhiou S., Dossa E.L., Badiane A.N., Diedhiou I., Sene M., Dick R.P., 2009** - Decomposition and spatial microbial heterogeneity associated with native shrubs in soils of agroecosystems in semi-arid Senegal. *Pedobiologia* 52 : 273-286.

17. **Diouf A., Lambin E.F., 2001** - Monitoring land-cover changes in semi-arid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal. *Journal of Arid Environments* 48, 129–148.
18. **Dossa E.L., Khouma M., Diedhiou I., Sene M., Kizito F., Badiane A.N., Samba A.N.S., Dick R.P., 2009** - Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma* 148 : 251–260.
19. **ENSA – AGROCONSULT, 1998** - Etude de l'impact de la régénération naturelle assistée de *Combretum glutinosum* sur les écosystèmes cultivés. PREVINOPA, DEFCS, MEPN, Sénégal, pp. 4-25.
20. **Faye E., 2000** - Dynamique des souches ligneuses dans le cycle culture-jachère en zone soudanienne. Mémoire d'Ingénieur, IDR/UPB, 103 p.
21. **Faye E., Masse D., Diatta M., 2002** - Dynamique de la régénération ligneuse durant la phase de culture dans un système de culture semi-permanente du Sud du Sénégal. *Actes du colloque, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun.*
22. **Gaze S.R., Brouwer J., Simmonds L.P., Bromley J., 1998** - Dry season water use patterns under *Guiera senegalensis* L. shrubs in a tropical savanna. *Journal of Arid Environments* 40, 53–67.
23. **Gonzalez P., 2001** - Desertification and a shift of forest species in the West African Sahel. *Climate Research* 17, 217–228.
24. **Khresat S.A., Rawajfeh Z., Maohammad M., 1998** - Land degradation in north-wester Jordan : causes and processes. *Journal of Arid Environments* 39 : 623-9.
25. **Kizito F., Sene M., Dragila M.I., Lufafa A., Diedhiou I., Dossa E., Cuenca R., Selker J.J., Dick R.P., 2007** - Soil water balance of annual crop–native shrub systems in Senegal's Peanut Basin: The missing link. *Agricultural water management* 90 : 137 – 148.
26. **Lawesson J.E., 1990** - Sahelian woody vegetation in Senegal. *Vegetation* 86, 161–174.
27. **Lehmann J., Peter I., Steglich C., Gebauer G., Huwe B., Zech W., 1998** - Below-ground interactions in dry land agroforestry. *For. Ecol. Manage.* 111, 157–169.
28. **Lufafa A., Bolte J., Wright D., Khouma M., Diedhiou I., Dick R.P., Kizito F., Dossa E., Noller J.S., 2008** - Regional carbon stocks and dynamics in native woody shrub communities of Senegal's Peanut Basin. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128 : 1–11.
29. **Noy-Meir, I., 1973** - Desert ecosystems: environment and producers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4, 25–51.
30. **Nye P.H. and Greenland D.J., 1960** - The soil under shifting cultivation. Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham Royal. Boucks. England, 153 p.
31. **Ozer P., Hountondji Y.C., Niang A.J., Karimoune S., Manzo O.L., Salmon M., 2010** - Désertification au Sahel : historique et perspectives. *BSGLgti* 54 pp. 69-84.
32. **Padonou E. A., Kindomihou M. V., Diègo J. G and Sinsin B.A., 2012** - Diversity of Medicinal Plants and Preliminary Parameterization of their Uses in Benin (Western Africa). *Journal of Asian Scientific Research* Vol. 2, No. 4, pp. 212-220.
33. **Sanogo D. épouse Diaté, 2000** - La haie vive dans le Sud bassin arachidier du Sénégal : adoption et conséquences agro-écologiques. Thèse de doctorat de 3èrne cycle de Biologie Végétale- Faculté des Sciences et Techniques – UCAD – Sénégal, pp.1-4.
34. **Touré A., 2002** - Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone Nord soudanienne au Sénégal. Thèse N° 2585, Faculté Environnement Naturel,

Chapitre VI : Importance des Combrétacées dans le peuplement ligneux des terroirs

Architectural et Construit (ENAC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), pp I-3-11, II-4 p.

35. **Vincke C., Diedhiou I., Grouzis M., 2010** - Long term dynamics and structure of woody vegetation in the Ferlo (Senegal). *Journal of Arid Environments* 74 : 268–276.
36. **Wezel A., 2000** - Scattered shrubs in Pearl millet fields in semiarid Niger. Effect on millet production. *Agroforestry Systems* 48, 219–228.

CHAPITRE VII : PERCEPTIONS PAYSANNES DU PEUPEMENT LIGNEUX DES TERROIRS¹⁴

RESUME

L'appréciation des populations sur la répartition spatiale, la dynamique évolutive des principales espèces ligneuses et les facteurs déterminants, la régénération naturelle et les préférences localisées des espèces dans les terroirs est recherchée. A travers une enquête de perception auprès des ménages, il est établi que le peuplement ligneux dans le bassin arachidier est assez diversifié avec une large dominance de *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* confirmant la composition floristique issue de l'inventaire des ligneux lors de l'étude.

Les appréciations sur l'évolution du peuplement ligneux démontrent que les espèces les plus utiles sont les plus menacées à cause de leurs utilisations multiples. Il s'agit en particulier de *Pterocarpus erinaceus*, *Cordyla pinnata*, *Detarium microcarpum* et *Sterculia setigera*. L'exploitation abusive, les feux de brousse, la sécheresse et les pratiques culturelles inadaptées constituent les principales raisons de menace des espèces. Les solutions préconisées mettent l'accent sur la régénération artificielle (reboisement), naturelle (rejets et semis) et la conscientisation des populations.

Les préférences des espèces sont liées à leurs utilisations plutôt qu'à leur importance dans le milieu. Le choix des espèces préférées varie selon le milieu : champs et jachère ou forêts et zone inculte. Les espèces ligneuses se régénèrent et la pratique de la régénération naturelle se fait principalement par la protection des rejets, des semis naturels et des arbres semenciers avec des contraintes liées au suivi/protection, à l'action des transhumants et l'entretien des jeunes plants.

La connaissance par les populations des espèces qui colonisent chaque système d'utilisation des terres, les caractéristiques du peuplement ligneux et les pratiques préconisées permettent d'asseoir une stratégie de restauration et/ou de réhabilitation des écosystèmes basée sur savoir-faire local.

Mots clés : Répartition - espèces menacées – préférées – régénération naturelle

ABSTRACT

The assessment of people on the spatial distribution, the dynamic of main woody species and its determinant factors, the natural regeneration and preferences of species in lands was sought. Through a perception survey of households, it is established that the woody stand is enough diversified with a wide dominance of *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, confirming the floristic composition resulting from the woods inventory. The appreciations on the woody stands evolution showed that the most useful species were threatened because of their multiple uses. It was in particular about *Pterocarpus erinaceus*, *Cordyla pinnata*, *Detarium microcarpum* and *Sterculia setigera*. The abusive exploitation, the bush fire, the drought and the unsuitable cultural practices constitute the main reasons of species threat. The recommended solutions emphasize the artificial regeneration (reforestation), natural (rejection/sowing) and the awareness of the populations. Species preference was related to their use rather than their importance in the area. The choice of the favorite species was related to the area: fields and fallow or forests and uncultivated area.

¹⁴ *Journal of Applied Biosciences* 55 : 4006-4019, 2012

Chapitre VII : Perceptions paysannes du peuplement ligneux des terroirs

The wood species regenerates and the practice of the natural regeneration was mainly the releases protection, the natural sowing and the seed trees with constraints related to the monitoring/protection and the seedlings maintenance. The knowledge by the populations of species that colonize each land use system, the woody stand characteristics and practices advocated a strategy of restoration and / or rehabilitation of ecosystems based on local knowledge are carried out

Keywords: distribution - endangered species –preferred species - natural regeneration

INTRODUCTION

Le constat le plus répandu reste la dégradation de la végétation à cause d'une exploitation anarchique par la population (Khresat *et al.*, 1998) et des aléas climatiques (Diallo *et al.*, 2011 ; Ouédraogo, 2006).

Au Sénégal, la densité des espèces ne cesse de diminuer malgré la forte régénération naturelle pour certaines espèces (Akpo et Grouzis, 1996), notamment celles de la famille des Combrétacées (*Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*...). Elle disparaît avec les travaux pré-cultureux (Samba *et al.*, 2000, Bakhoun *et al.* 2012a). Selon l'UICN (2008), 35 espèces ligneuses endémiques au Sénégal sont menacées de disparition. Les populations reconnaissent les nombreux effets positifs de plusieurs espèces ligneuses sur le sol, les cultures, pour les usages comme *Acacia albida* (Dancette et Poulain, 1968), *Cordyla pinnata* (Samba, 1997), *Hyphaene thebaica* (Moussa, 1997), *Maerua crassifolia* (Houmey V.K., 2012), *Balanites aegyptiaca* et *Acacia raddiana* (Akpo et Grouzis, 1996) et *Sterculia setigera* (Bakhoun *et al.*, 2001; Bakhoun, 1995).

Dans le bassin arachidier, la modification du mode d'utilisation et de gestion du peuplement ligneux est essentiellement causée par l'accroissement de la population et la densification de l'occupation de l'espace rural accompagnés de défrichements intenses pour l'agriculture (Diatta *et al.*, 1998).

Face à une telle situation, la principale solution préconisée est la restauration et/ou la réhabilitation des écosystèmes par la réintroduction de l'arbre dans le paysage agraire pour une amélioration des revenus des populations rurales (Bonkougou, 1985 ; Belsky *et al.*, 1993 ; Akpo et Grouzis, 1996).

Cela doit passer non seulement par un état des lieux du peuplement ligneux (inventaire et caractérisation) mais aussi par une connaissance de la perception des producteurs sur l'état actuel des ligneux pour tenter de proposer une gestion plus durable respectueuse de l'environnement. Cet article, axé sur la dynamique et la gestion des espèces ligneuses (en particulier utiles mais menacées) va plus spécifiquement tenter de répondre à trois questions :

- quelle est l'appréciation des populations sur la répartition spatiale et sur la dynamique évolutive des principales espèces ligneuses et les facteurs déterminants ?
- quelle est la perception des populations rurales sur la régénération naturelle assistée des espèces ligneuses (connaissance, pratique, contraintes et solutions) ?
- quelles sont les espèces ligneuses préférées dans les terroirs villageois et les critères sous-jacents ?

7.1. METHODES D'ETUDE

7.1.1. Choix des villages cibles et du panel de répondants

L'étude socio-économique est effectuée dans les 4 communautés rurales (Birkelane, Ndiognick, Ida mouride et Saly escale) où est réalisé l'inventaire de la végétation ligneuse.

La méthode de sondage stratifié à deux degrés a été utilisée. Elle consiste à sélectionner au premier degré les villages et au second degré les ménages à enquêter (ANSD, 2005).

a) Choix des villages cibles

Un nombre fixe de 10 villages, déterminé sur la base du poids démographique des 4 communautés rurales choisies, est sélectionné proportionnellement à leur taille en nombre de ménages.

b) Choix du panel de répondants

Dans chaque village échantillon choisi, 2/5 des ménages sont sélectionnés. La probabilité au second degré est ainsi fixe et égale à 2/5 (WVI, 2003).

Le recours à une méthode à deux étapes pour obtenir le nombre de ménages de l'enquête exige que la même attention soit portée au choix des ménages faisant partie des unités d'échantillonnage primaires. Toutefois, pour des raisons liées au manque de base de sondage fiable sur unités secondaires (ici les ménages), la méthode que nous avons utilisée dans le cadre de cette enquête est celle de la marche aléatoire de sélection de ménages dans une grappe (village) basée sur le calcul d'un pas de sondage.

Pour avoir le point de vue des personnes de différents statuts dans les ménages (chef de ménages, épouse et dépendants, etc.), 50% des personnes interrogées sont des chefs de ménages et les autres 50% répartis entre les épouses (25%) et les dépendants (25%). Au total 574 ménages ont été enquêtés dans 40 villages.

c) Calcul de la probabilité d'inclusion des unités (village et ménage)

L'unité primaire de sondage est le Village.

Les probabilités de sondage ont été calculées pour chaque degré de tirage et dans chaque strate (EDS IV, 2005).

Pour chaque strate h, les notations sont les suivantes :

P_{1hi} : probabilité de sondage au premier degré du Village i.

P_{2hi} : probabilité de sondage au deuxième degré des ménages dans le Village i.

Soit a_h le nombre de villages tirés dans la strate h, M_{hi} le nombre de ménages du village i,

M_h le nombre total de ménages de la strate h.

Au premier degré, la probabilité d'inclusion de cette grappe i dans l'échantillon est donnée par :

$$P_{1hi} = \frac{a_h * M_{hi}}{M_h}$$

Au deuxième degré, un nombre b_{hi} de ménages ont été tirés à partir des L_{hi} ménages de telle sorte que, la probabilité soit fixe et égale à 2/5. On a :

$$P_{2hi} = \frac{b_{hi}}{L_h} = \frac{2}{5}$$

En Définitif, la probabilité de choisir les ménages dans un village i est :

$$W_{hi} = P_{1hi} * P_{2hi} = \frac{2}{5} * \frac{a_h * M_{hi}}{M_h}$$

7.1.2. Traitement des données

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science) après la saisie des données en CSPRO (Census and Survey Processing System). Les principaux outils utilisés ont été les statistiques descriptives et la méthode des attributs multiples pour le traitement des variables multinomiales (questions à choix multiples).

Les résultats sont sortis globalement et suivant les terroirs (terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, terroirs à *Guiera senegalensis* et terroirs à *Combretum glutinosum*) identifiés à partir de l'analyse factorielle des correspondances (matrice terroirs x espèces). Une espèce *menacée* est celle qui connaît un déclin important de sa population (UICN, 2000).

7.2. RESULTATS

7.2.1. Répartition des espèces ligneuses dans les terroirs

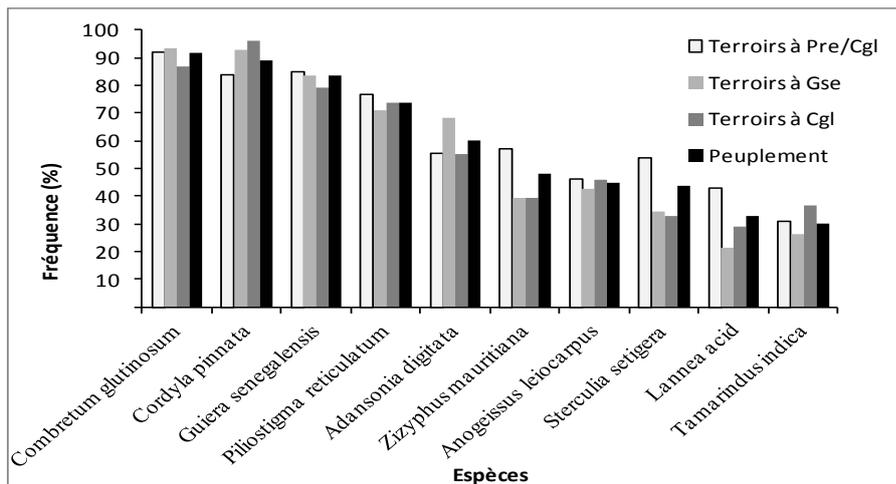
Les ménages indiquent 140 espèces dans leurs terroirs dont 101 recensées dans les champs, 94 dans les jachères et 123 dans les forêts. Les forêts sont plus densément peuplées que les zones de cultures (champs, jachères). Dans les champs, lors des défrichements certaines espèces à usages multiples sont préservées.

Cinq espèces enregistrent plus de 50% des occurrences de fréquence : *Combretum glutinosum* (91,8%) suivie de *Cordyla pinnata* (88,8%), *Guiera senegalensis* (83,7%), *Piliostigma reticulatum* (74,0%) et *Adansonia digitata* (60,3%).

Acacia macrostachya qui fait partie des 5 espèces les plus représentées dans la composition floristique, a une fréquence de citation assez faible (21,9%). Sa présence localisée dans le domaine protégé de Mousdalifa pourrait l'expliquer.

Sur l'ensemble des 140 espèces citées, 114 sont recensées dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, 100 dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et 83 dans les terroirs à *Combretum glutinosum* avec respectivement 78 (68,4%), 71 (71%) et 57 (68,7%) espèces qui enregistrent une fréquence d'occurrences inférieure à 10%.

L'ordre d'importance de citations des espèces indique de faibles variations dans le rang entre les terroirs (figure 23). Dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, *Combretum glutinosum* enregistre une fréquence plus élevée (92,0%), suivie de *Guiera senegalensis* (85,1%), *Cordyla pinnata* (83,7%), *Piliostigma reticulatum* (76,4%) et *Adansonia digitata* (55,4%). Dans les terroirs à *Guiera senegalensis*, les espèces les plus citées sont : *Combretum glutinosum* (93,2%), *Cordyla pinnata* (92,7%), *Guiera senegalensis* (83,6%), *Piliostigma reticulatum* (70,9%) et *Adansonia digitata* (68,2%). Au niveau des terroirs à *Combretum glutinosum*, *Cordyla pinnata* (96,1%), *Combretum glutinosum* (86,8%), *Guiera senegalensis* (78,9%), *Piliostigma reticulatum* (73,7%) et *Adansonia digitata* (55,3%) sont les plus citées.



Pre = *Piliostigma reticulatum* Cgl = *Combretum glutinosum* Gse = *Guiera senegalensis*

Figure 23. Répartition des fréquences des 10 espèces les plus citées

Adansonia digitata, espèce faiblement recensée lors de l'inventaire réunie un nombre de citations élevés. Ces occurrences pourraient être guidées par l'importance accordée à cette espèce à cause de ses usages multiples.

Chapitre VII : Perceptions paysannes du peuplement ligneux des terroirs

Le tableau 16 ci-dessous donne la répartition des espèces les plus fréquentes dans les champs, les jachères et les forêts.

Sur les 14 espèces les plus citées, 8 (*Combretum glutinosum*, *Cordyla pinnata*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Adansonia digitata*, *Zizyphus mauritiana*, *Anogeissus leiocarpus* et *Sterculia setigera*) d'entre elles sont présentes dans les champs, la jachère et les forêts avec seulement une différence dans le rang. Les 6 autres espèces ne sont présentes que dans un seul système d'utilisation des terres (SUT) : *Tamarindus indica* et *Heeria insignis* dans les champs, *Sclerocarya birrea* et *Balanites aegyptiaca* dans la jachère, *Lannea acida* et *Pterocarpus erinaceus* dans les forêts.

Les populations semblent avoir une appréciation claire des espèces qui colonisent chaque système d'utilisation des terres.

Tableau 16. Variation des espèces les plus fréquentes selon le système d'utilisation des terres

Espèces les plus citées	Fréquence de citation (%)					
	Champs		Jachère		Foret	
	Citation	%	Citation	%	Citation	%
<i>Combretum glutinosum</i>	443	77,4	340	73,0	412	76,3
<i>Cordyla pinnata</i>	489	85,5	295	63,3	267	49,4
<i>Guiera senegalensis</i>	395	69,1	301	64,6	331	61,3
<i>Piliostigma reticulatum</i>	381	66,6	275	59,0	183	33,9
<i>Adansonia digitata</i>	277	48,4	147	31,5	168	31,1
<i>Zizyphus mauritiana</i>	216	37,8	145	31,1	152	28,1
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	173	30,2	115	24,7	163	30,2
<i>Sterculia setigera</i>	136	23,8	93	20,0	186	34,4
<i>Lannea acida</i>	-	-	-	-	137	25,4
<i>Tamarindus indica</i>	102	17,8	-	-	-	-
<i>Heeria insignis</i>	97	17,0	-	-	-	-
<i>Sclerocarya birrea</i>	-	-	66	14,2	-	-
<i>Balanites aegyptiaca</i>	-	-	65	13,9	-	-
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	-	-	-	-	120	22,2

Outre les espèces susmentionnées, notons la présence d'espèces qu'on peut qualifier de rare dans la zone d'étude car ayant des fréquences très faibles (inférieures à 0,5%) qui sont au nombre de 37 espèces (tableau 17). Ces résultats montrent que les populations connaissent des caractéristiques du peuplement ligneux.

Tableau 17. Espèces à faible fréquence de citation

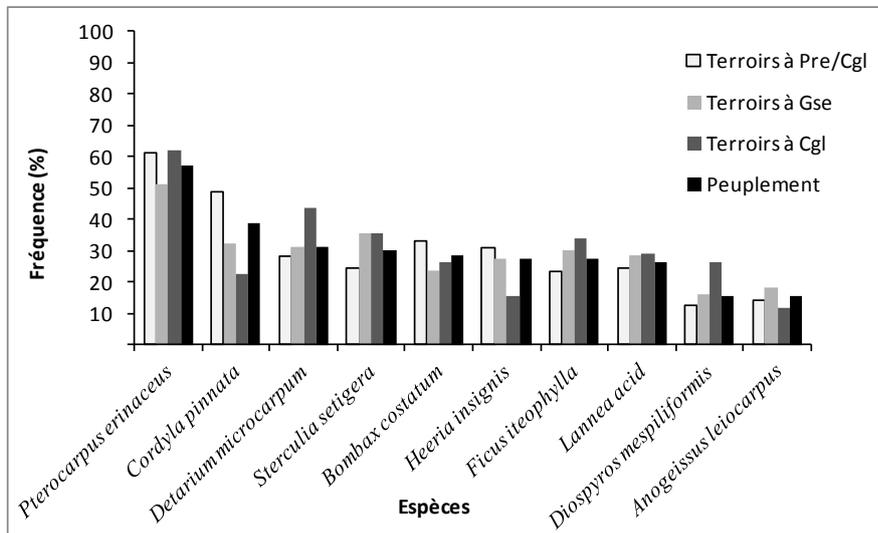
Espèces rares		
<i>Lophira lanceolata</i>	<i>Saba senegalensis</i>	<i>Mitragyna inermis</i>
<i>Discorea praehensilis</i>	<i>Ficus vogelii</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i>
<i>Combretum aculeatum</i>	<i>Albizzia chevalieri</i>	<i>Grewia flavescens</i>
<i>Detarium microcarpum</i>	<i>Psorospermum corymbiferum</i>	<i>Prosopis africana</i>
<i>Acacia sieberiana</i>	<i>Acacia raddiana</i>	<i>Cissus populnea</i>
<i>Nauclea latifolia</i>	<i>Daniellia oliveri</i>	<i>Phyllanthus reticularis</i>
<i>Landolphia hendelotii</i>	<i>Anthostema senegalense</i>	<i>Gardenia triacantha</i>

Espèces rares		
<i>Sclerocarya birrea</i>	<i>Baissea multiflora</i>	<i>Securinega virosa</i>
<i>Grewia villosa</i>	<i>Erythrina senegalensis</i>	<i>Leucaena sp</i>
<i>Hexalobus monopelatus</i>	<i>Dialium guineense</i>	
<i>Acacia holosericea</i>	<i>Acacia albida</i>	
<i>Carica papaya</i>	<i>Salix coluteoides</i>	
<i>Psidium guajava</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>	
<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Centaurea perrottetii</i>	

7.2.2. Espèces menacées dans les terroirs

Les enquêtes ont révélé que *Pterocarpus erinaceus* est l'espèce la plus menacée avec 57,3% des citations. Elle est suivie de *Cordyla pinnata* (38,8%), *Detarium microcarpum* (31,5%) et *Sterculia setigera* (30,2%).

Selon les terroirs, il est noté quelques variations dans le rang. Dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, *Pterocarpus erinaceus* (61%), *Cordyla pinnata* (48,9%), *Bombax costatum* (33,1%), *Heeria insignis* (30,9%), *Detarium microcarpum* (28,3%) et *Sterculia setigera* (24,3%) totalisent le plus grand nombre de citation. Les terroirs à *Guiera senegalensis* indiquent *Pterocarpus erinaceus*, *Sterculia setigera*, *Cordyla pinnata*, *Detarium microcarpum*, *Ficus iteophylla*, *Lannea acida* et *Heeria insignis* avec respectivement des fréquences d'occurrence de 51,1%, 35,7%, 32,1%, 30,3%, 28,5% et 27,6%. Au niveau des terroirs à *Combretum glutinosum*, les espèces suivantes ont été citées : *Pterocarpus erinaceus* (61,8%), *Detarium microcarpum* (43,4%), *Sterculia setigera* (35,5%), *Ficus iteophylla* (34,2%) et *Lannea acida* (28,9%) (figure 24).



Pre = *Piliostigma reticulatum* Cgl = *Combretum glutinosum* Gse = *Guiera senegalensis*
Figure 24. Fréquences de citation des 10 espèces les plus menacées dans les terroirs

Les espèces les plus menacées sont à usages multiples pour les populations locales. Elles sont utilisées particulièrement dans les services, dans l'alimentation, la pharmacopée, l'énergie et comme fourrage. Leur menace pourrait être fortement liée à leurs divers usages.

Ces espèces considérées comme les plus menacées par les populations ont présenté des fréquences inférieures à 5,3% dans la composition floristique du peuplement ligneux.

Chapitre VII : Perceptions paysannes du peuplement ligneux des terroirs

Detarium microcarpum a la particularité d'être citée par les personnes enquêtées alors qu'elle n'a pas été recensée dans la composition du peuplement (champs, jachères et forêts). Cela peut témoigner d'une espèce en voie de disparition dans ces systèmes d'utilisation des terres.

Les principales causes de menace (tableau 18) des espèces ligneuses citées par les populations sont l'exploitation abusive (84%), les feux de brousse (43,6%), la sécheresse (35,9%) et des techniques culturales inadaptées (17,8%).

Dans chacun des terroirs, ce classement est identique à celui du peuplement avec une variation dans les fréquences de citations. Généralement, les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, ont présenté les valeurs les plus élevées.

Tableau 18. Fréquences de citation des principales causes de menaces des espèces ligneuses

Causes de menace des espèces	Fréquence de citation							
	Terroirs à <i>Pre/Cgl</i>		Terroirs à <i>Gse</i>		Terroirs à <i>Cgl</i>		Peuplement	
	Citation	%	Citation	%	Citation	%	Citation	%
Feu de brousse	142	52,2	71	32,1	35	46,1	248	43,6
Exploitation abusive	227	83,5	191	86,4	60	78,9	478	84,0
Technique culturale inadaptée	54	19,9	40	18,1	7	9,2	101	17,8
Sécheresse	101	37,1	71	32,1	32	42,1	204	35,9

Pre = *Piliostigma reticulatum* Cgl = *Combretum glutinosum* Gse = *Guiera senegalensis*

Si les populations accordent une attention particulière aux espèces menacées, cela semble témoigner l'importance de ces ligneux dans leur vie. En effet, les principales conséquences de la disparition des espèces énumérées sont le manque de produits pour la pharmacopée (57,1%), la baisse des rendements agricoles (43,8%), la baisse de la pluviométrie (43,1%), le manque de bois de service (23,7%), de bois de chauffe (19,3%) et de fourrage (12,7%).

Ces conséquences confirment les rôles écologique, socio-économique et agronomique des espèces ligneuses.

Les solutions préconisées par les populations pour la recolonisation du milieu par les espèces ligneuses menacées sont le reboisement qui enregistre 80,7% des citations, suivie de la pratique de la régénération naturelle assistée (RNA) qui totalise 34,3%, la lutte contre les feux de brousse avec 25,5% et la sensibilisation pour une fréquence de citation de 25,3%.

Dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum*, la sensibilisation et la lutte contre les feux de brousse occupent respectivement le 3^e et le 4^e rang. Les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* indiquent un classement inverse.

Les populations préconisent la régénération artificielle, naturelle et la conscientisation. Ces résultats attestent que les ménages observent l'évolution des ligneux dans leur milieu et semble connaître les solutions appropriées.

7.2.3. Espèces ligneuses préférées dans les terroirs

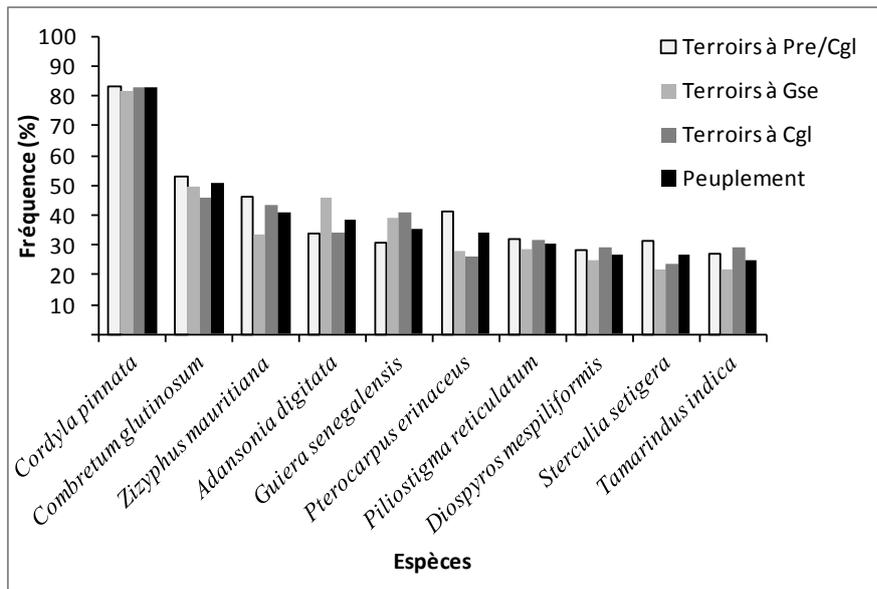
La majeure partie des ménages préfèrent largement *Cordyla pinnata*. Cette espèce a été citée dans 82,7% des réponses.

Elle est suivie de *Combretum glutinosum* dont 50,9% d'occurrences, *Zizyphus mauritiana* (40,9%) et *Adansonia digitata* (38,5%). *Guiera senegalensis* totalise 35,3% de réponses et *Piliostigma reticulatum* 30,6% (figure 25).

La répartition des espèces préférées selon les terroirs présente quelques variations dans le rang. L'analyse montre que les ménages des terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* portent très majoritairement leur préférence sur *Cordyla pinnata* avec 88,3% des occurrences de réponse, suivie de *Combretum glutinosum* (53,1%), *Zizyphus mauritiana* (46,2%), *Pterocarpus erinaceus* (41,5%), *Adansonia digitata* (33,8%), *Piliostigma reticulatum* (32%) et *Guiera senegalensis* (30,5%).

Plus des 4/5 des répondants dans les terroirs à *Guiera senegalensis* préfèrent *Cordyla pinnata* (81,9%), suivie de *Combretum glutinosum* (49,8%), *Adansonia digitata* (45,7%), *Guiera senegalensis* (39,4%), *Zizyphus mauritiana* (33,5%), *Piliostigma reticulatum* (28,5%) et *Pterocarpus erinaceus* (28,1%).

Dans les terroirs à *Combretum glutinosum*, *Cordyla pinnata* reunie 82,9% des occurrences, suivie de *Combretum glutinosum* (46,1%), *Zizyphus mauritiana* (43,4%), *Guiera senegalensis* (40,8%) *Adansonia digitata* (34,2%) et *Piliostigma reticulatum* (31,6%).



Pre = *Piliostigma reticulatum* Cgl = *Combretum glutinosum* Gse = *Guiera senegalensis*

Figure 25. Fréquences des 10 espèces les plus préférées dans les terroirs

Les réponses des populations démontrent clairement que *Cordyla pinnata* est l'espèce la plus préférée. Ses divers usages surtout dans l'alimentation peuvent justifier ce choix à l'unanimité. Le choix des espèces préférées selon les zones de culture (champs, jachère), la forêt et la zone inculte a été étudié.

Cordyla pinnata a été citée dans 76,9% des réponses dans les champs et la jachère et 31% pour sa préférence dans la forêt et la zone inculte. Elle est suivie de *Combretum glutinosum* avec 33,4% d'occurrences (champs et jachère) et 31,4% (forêt et zone inculte). Si *Adansonia digitata* est plus préférée dans les champs et la jachère, *Zizyphus mauritiana* présente plus de citations dans la forêt et la zone inculte (tableau 19).

Tableau 19. Variation de la fréquence des espèces les plus préférées selon le système d'utilisation des terres

Espèces préférées	Fréquence de citation			
	Zone de culture (champs et jachère)		Forêt et zone inculte	
	Citation	%	Citation	%
<i>Cordyla pinnata</i>	440	76,9	169	31,0
<i>Combretum glutinosum</i>	191	33,4	171	31,4
<i>Zizyphus mauritiana</i>	130	22,7	145	26,6
<i>Adansonia digitata</i>	152	26,6	109	20,0
<i>Guiera senegalensis</i>	124	21,7	112	20,6
<i>Sterculia setigera</i>	73	12,8	104	19,1
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	100	17,5	130	23,9
<i>Piliostigma reticulatum</i>	132	23,1	-	-
<i>Diospyros mespiliformis</i>	-	-	97	17,8
<i>Tamarindus indica</i>	83	14,5	-	-
<i>Acacia albida</i>	120	21,0	-	-
<i>Bombax costatum</i>	-	-	98	18,0
<i>Balanites aegyptiaca</i>	-	-	87	16,0

Piliostigma reticulatum, *Tamarindus indica* et *Acacia albida* ne sont préférées que dans les champs et la jachère alors que *Diospyros mespiliformis*, *Bombax costatum* et *Balanites aegyptiaca* le sont dans la forêt et la zone inculte.

La préférence d'une espèce n'est pas liée à son abondance dans le milieu. Des espèces peu fréquentes comme *Pterocarpus erinaceus* figurent parmi les 8 espèces les plus préférées. *Guiera senegalensis*, et *Piliostigma reticulatum* qui sont indiquées parmi les 4 espèces les plus fréquentes (composition floristique) sont surclassées par *Zizyphus mauritiana* et *Adansonia digitata* dans la liste des espèces préférées. La préférence d'une espèce peut être liée à ses utilisations.

Les principales utilisations des espèces sont l'alimentation (96,6%), la pharmacopée (89,5%), le bois de service (65,7%), le bois de chauffe (58,3%), le fourrage (40,1%), fertilisant (37,2%) et le bois d'œuvre (36,8%).

Dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* ainsi que dans ceux à *Combretum glutinosum*, il existe des variations par rapport au classement général dans le peuplement ligneux pour les 7 premières utilisations. Quant aux terroirs à *Guiera senegalensis*, le classement de ces principales utilisations des espèces est identique à celui du peuplement.

Sur les 10 espèces les plus préférées, 7 d'entre elles réunissent ces 7 principales utilisations avec des variations dans l'ordre d'importance. *Cordyla pinnata*, *Zizyphus mauritiana* et *Adansonia digitata* ont leurs fruits très appréciés dans l'alimentation. *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum* sont très utilisées dans la pharmacopée (feuilles, fruits et écorces). *Pterocarpus erinaceus* est davantage utilisée dans la pharmacopée (feuilles, fruits et écorce) et comme bois de service (tronc et branches).

Les parties utilisées des espèces sont diverses. Il s'agit notamment des fruits et des feuilles qui enregistrent des fréquences d'occurrence élevées pour les espèces les plus préférées avec respectivement 95,3% et 88,7%. Ils sont suivis de l'écorce (78,2%), des branches (75,1%) et des racines (33,3%).

Les populations se sont prononcées sur les espèces les plus utiles pour la fertilisation des sols. Cinq espèces ont des fréquences de citations supérieures à 40%. *Piliostigma reticulatum* présente la plus grande valeur (59,7%), suivie de *Acacia albida* (56,6%), *Guiera senegalensis* (46%), *Combretum glutinosum* (40,3%) et *Cordyla pinnata* (40,1%). Cette vertu pourrait justifier la raison de leur préférence dans les champs et la jachère.

Le classement dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* est identique à la répartition globale, alors que dans les terroirs à *Guiera senegalensis*, *Acacia albida* (59,8%) occupe le 1^{er} rang suivie de *Piliostigma reticulatum* (52,9%), *Guiera senegalensis* (43,6%), *Combretum glutinosum* (40,7%) et *Cordyla pinnata* (38,2%). *Cordyla pinnata* (45,7%) surclasse *Combretum glutinosum* (38,6%) dans les terroirs à *Combretum glutinosum*.

Malgré les différentes vertus de l'arbre dans le milieu pour les populations, des pratiques inadaptées dans leur exploitation sont notées et contribuent fortement à la régression du peuplement ligneux. Il s'agit de l'exploitation du charbon (42,6%), l'exploitation du bois de service (39,8%), des feux de brousse (36,6%), l'exploitation intensive des produits à usage médicinal (27,7%) et les pratiques des transhumants sur les ligneux (coupe, émondage) lors du pâturage de leur bétail.

Deux solutions majeures sont préconisées pour arrêter ces pratiques qui compromettent la survie des espèces ligneuses. Il s'agit de la mise en place de comité de vigilance avec 67,2% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, 63% dans ceux à *Guiera senegalensis* et 68,7% des occurrences dans les terroirs à *Combretum glutinosum*. Elle est suivie de la sensibilisation avec des fréquences de citation de 42,4%, 42,4% et 43,3% respectivement dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum*. Ces résultats semblent prouver que les populations sont conscientes qu'elles sont les premiers responsables de la régression du peuplement ligneux en préconisant des solutions qui doivent être mises en œuvre par eux.

7.2.4. Régénération naturelle des espèces ligneuses

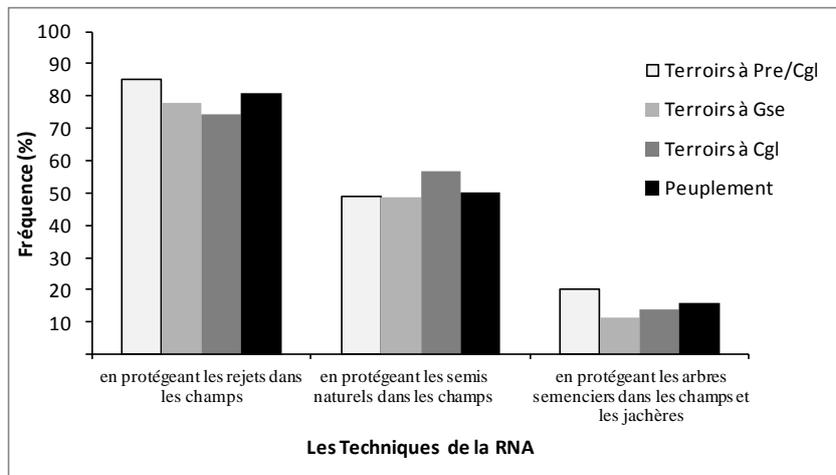
Les espèces présentes dans les terroirs se régénèrent ; c'est l'avis de plus de huit villageois interrogés sur dix (88,7%). La fréquence de citation est de 85,9% dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, 90,5% dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et 93,3% dans ceux à *Combretum glutinosum*. Cette perception des populations est confirmée par la composition floristique du peuplement ligneux, où il n'a été dénombré que trois espèces (*Lannea acida*, *Euphorbia balsamifera*, *Crataeva religiosa*) qui n'ont pas présenté de jeunes plants sur les 75 espèces inventoriées.

A côté de ce potentiel de régénération naturelle, les personnes interrogées connaissent des méthodes de protection des jeunes plants dont la surveillance qui réunit 54,6% des occurrences et le suivi/entretien qui enregistre 47,2%.

Cependant moins de 60% des personnes interrogées affirment pratiquer la régénération naturelle assistée (RNA). La RNA est pratiquée principalement par la protection des rejets (80,7%), des semis naturels dans les champs (50,2%) et celle des arbres semenciers dans les champs et la jachère (15,9%).

Dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, la protection des rejets enregistre 85,2%, celle des semis naturels totalise 49% suivie des arbres semenciers avec 20%. Les terroirs à *Guiera senegalensis* ont des fréquences d'occurrence de 77,7%, 48,8% et 11,6% pour respectivement la protection des rejets, des semis naturels et des arbres semenciers.

Quant aux terroirs à *Combretum glutinosum*, la protection des rejets, des semis naturels et des arbres semenciers enregistrent respectivement 74,5%, 56,9% et 13,7% (figure 26).



Pre = *Piliostigma reticulatum* Cgl = *Combretum glutinosum* Gse = *Guiera senegalensis*

Figure 26. Techniques dans la pratique de la RNA

La pratique de la RNA présente plusieurs contraintes dont les plus citées sont le suivi/protection (49,2%), l'action des transhumants (coupe des jeunes plants) avec 47,3%, et l'entretien (29,6%). Dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, l'action des transhumants occupe le 1^{er} rang avec 53,6%, tandis que dans les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum*, c'est le suivi/protection qui arrive en tête avec respectivement 51,7% et 52,3% des citations.

Trois principales solutions sont suggérées par les populations pour surmonter ces contraintes. L'information/sensibilisation réunie 47,6% des citations, suivie de la sanction/amende (33,9%) et de l'appui du service des eaux et forêts (31,2%) pour le suivi et l'application des sanctions. Dans les terroirs à *Guiera senegalensis*, l'appui du service des eaux et forêts occupe le second rang (32,4%) devant les sanctions/amendes (25,4%).

Les paysans qui ne pratiquent pas la RNA le justifient principalement par les avantages inconnus (47,3%) et le manque d'information (20,5%).

7.3. DISCUSSION

Cent quarante espèces ligneuses sont relevées par les ménages alors que la composition floristique indique 75 espèces. Selon la perception des populations locales, les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et à *Combretum glutinosum* renferment plus d'espèces suivies des terroirs à *Guiera senegalensis* et de ceux à *Combretum glutinosum*. Cependant la composition floristique issue de l'inventaire indique que les terroirs à *Guiera senegalensis* possèdent plus d'espèces devant les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et à *Combretum glutinosum* (Bakhoun *et al.*, 2012a). Ces différences pourraient s'expliquer par l'appréciation qui est individuelle et la cible composée de personnes d'âges différents.

Chapitre VII : Perceptions paysannes du peuplement ligneux des terroirs

La perception des populations montre la dominance des Combrétacées (*Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*) et des Césalpiniacées (*Cordyla pinnata*, *Piliostigma reticulatum*).

Cette appréciation est confirmée par les inventaires du peuplement ligneux réalisés dans le bassin arachidier (Bakhoum *et al.*, 2012a). Cependant la famille des Mimosacées très représentée dans le peuplement ligneux à travers l'espèce *Acacia macrostachya* est peu citée par les populations. Sa présence localisée dans le domaine protégé de Mousdalifa semble le justifier.

L'appréciation des populations sur l'évolution du peuplement ligneux est confirmée par les études précédentes. Le climax était une savane arborée colonisée par les espèces dominantes comme *Khaya senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Pterocarpus erinaceus* et *Cordyla pinnata*. Aujourd'hui cette savane arborée se dégrade laissant progressivement la place à une savane arbustive marquée par la dominance des Combrétacées (*Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*) et des Césalpiniacées (*Piliostigma reticulatum*) (Ndao, 2001).

Les principales causes de menace des espèces que sont l'exploitation abusive, les feux de brousse, la sécheresse et les pratiques culturelles inadaptées attestent que la régression du peuplement est influencée par deux facteurs : les changements climatiques et les activités humaines (Albergel *et al.*, 1985). Les changements climatiques sont remarquables à l'échelle du siècle et par la sécheresse exercent une influence notable sur l'écosystème sahélien et la modification de la végétation (Hulme, 2001 ; Darkoh, 2003). Les sécheresses successives des années 1970 à 1980 ont causé en Afrique en particulier dans le Sahel la mortalité d'espèces ligneuses dans les écosystèmes fragiles (Kossi *et al.*, 2009). L'action anthropique a une influence sur les modifications de la succession végétale et sur la dégradation du milieu (Khresat *et al.*, 1998). Larwanou *et al.* (2012) ont révélé que la coupe abusive de bois est un facteur déterminant dans la dynamique régressive du peuplement ligneux ainsi que les feux de brousse.

En zone soudanienne (bassin arachidier) au Sénégal, Diatta *et al.* (1998) indiquent que la répartition de la végétation ligneuse peut s'expliquer par l'action anthropique. Les défrichements des formations naturelles pour l'extension des cultures, l'action des feux de brousse, le pâturage induisent une forte pression sur le milieu. En effet, l'accroissement continu de la population rurale se traduit par une augmentation de la demande en terres de culture, une réduction voire l'abandon de la jachère.

D'autres travaux en milieux semi-arides ont illustré que l'occupation progressive du sol par les cultures est l'une des principales causes de la modification de la végétation. Lors des défrichements pour les activités agricoles, les arbres sont éliminés. Malgré la conservation de certains arbres utiles, la destruction totale des autres et la fréquence des feux ne favorisent pas la reconstitution de la végétation (Diallo *et al.*, 2011). Dans ce contexte, seuls les arbustes peuvent se régénérer rapidement causant une modification profonde de la structure et de la composition de la végétation (Fournier *et al.*, 2001).

Les espèces à usages multiples constituent les plus menacées (*Pterocarpus erinaceus*, *Cordyla pinnata*, *Detarium microcarpum*, *Sterculia setigera*, ...).

L'importance des coproduits fournis par certaines espèces est une cause majeure de leur destruction à cause de l'exploitation intense (Ouédraogo *et al.*, 2006). A ce titre, *Sterculia setigera* est une espèce qui joue un rôle économique, alimentaire et pastoral très important pour les populations rurales dans le bassin arachidier (Bakhoum *et al.*, 2001).

Cordyla pinnata occupe à la fois le second rang parmi les espèces les plus représentées et les plus menacées à cause du fait qu'elle est minutieusement protégée dans les champs par les populations mais que sa régénération est faible.

De plus en plus, les produits forestiers non ligneux, même avec leur faible disponibilité, contribuent à la subsistance des populations et génèrent parfois plus de revenus nets que l'agriculture et l'élevage.

Les fruits de *dimb* (*Cordyla pinnata*) sont valorisés hors de l'économie familiale rurale et, depuis quelques années, il a été noté une croissance très rapide de la demande urbaine en produits forestiers. Cette augmentation, qui reflète un certain changement dans les habitudes alimentaires, a beaucoup contribué à la régression de nombreuses espèces ligneuses qui sont souvent surexploitées.

Les appréciations des populations illustrent que la préférence d'une espèce ne dépend pas de son abondance dans le milieu mais plutôt à ses rôles pour l'alimentation humaine, pour la fertilisation, le fourrage, la pharmacopée traditionnelle, le bois de service et de chauffe...c'est-à-dire à ses utilisations. En somme les préférences sont liées aux avantages écologique, agronomique et socio-économique. *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* qui font partie des 4 espèces les plus représentées dans le peuplement ligneux, sont surclassées par *Adansonia digitata* et *Zizyphus mauritiana* dans les préférences. Cela pourrait être lié au fait que les personnes interrogées méconnaissent certains rôles joués par *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* dans le milieu. Dossa *et al.* (2009). indique que ces deux espèces protègent les cultures contre l'érosion éolienne et hydrique. En plus de cette protection, ces deux espèces peuvent libérer des éléments nutritifs dans le sol (N, C, P).

Kizito *et al.* (2007) ont démontré l'impact de *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*, espèces indigènes dans le bassin arachidier sur les composantes des bilans hydriques dans les champs. Ces auteurs indiquent que jusqu'à 1,10 m de profondeur, ces deux arbustes ne concurrencent pas les cultures annuelles pour l'eau.

Des études antérieures dont celle de Kamara et Haque (1992) attestent que *Acacia albida* a un effet positif sur les cultures annuelles. Samba (1997) a montré que la résultante des facteurs qui exercent un effet dépressif sur les cultures sous *Cordyla pinnata* prime sur l'amélioration des propriétés chimiques du sol sous couvert. *Combretum glutinosum* joue un rôle de protection contre le vent, l'évaporation des eaux du sol et la transpiration massive (ENSA – AGROCONSULT 1998).

Le principal mode de propagation des espèces reste la régénération naturelle. Il a été noté par les paysans une capacité de régénération des espèces. Parmi celles qui se régénèrent spontanément, certaines sont préservées et leur croissance est favorisée (Bakhoun *et al.*, 2012b ; Brown *et al.*, 2011).

La mise en valeur de la régénération naturelle qui se fait essentiellement par la protection des rejets naturels et des semis naturels confirme les travaux de Reij *et al.* (2009), Gijbers *et al.* (1994). Il s'agit presque toujours des espèces ayant une valeur économique. Cette régénération asexuée dans le peuplement ligneux semble révéler un moyen de survie ou un état de dépassement des capacités de reproduction sexuée. La reproduction par voie asexuée présente la limite de ne peut pas assurer une propagation spatiale des espèces à une échelle qui égalerait les graines. Elle ne favorise pas la conservation génétique des populations végétales (Ouédrago *et al.*, 2006).

Le suivi/protection, l'action des transhumants avec les coupes des jeunes plants préservés et l'entretien constituent les principales contraintes à la mise en valeur de la régénération naturelle indiquée par les paysans.

Cependant d'autres entraves majeures à la régénération sont mentionnées par des études antérieures dans le bassin arachidier : il s'agit de la pression exercée par les hommes et les animaux, la mécanisation, la contrainte pluviométrique, la cueillette prématurée des fruits et la vieillesse des sujets (Samba *et al.*, 2000). La divagation du bétail, la sécheresse, les déprédateurs (termites, sautereaux, criquets, etc.) et les coupes abusives ont été indiqués par Diouf (2001).

Les principales solutions préconisées par les répondants pour lever ces contraintes à la pratique de la régénération naturelle assistée (l'information/sensibilisation, la sanction/amende et l'appui du service des eaux et forêts dans le suivi et l'application des sanctions) confirment les perceptions des paysans lors de travaux précédents dont ceux de Diouf (2001) au bassin arachidier.

7.4. CONCLUSION

Les perceptions des populations sur les caractéristiques du peuplement ligneux en particulier les espèces dominantes (*Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*) et les plus menacées telles que *Pterocarpus erinaceus*, *Cordyla pinnata*, *Detarium microcarpum* et *Sterculia setigera* dans le bassin arachidier corroborent les résultats sur la composition des ligneux.

Si les populations sont conscientes des principales causes de disparition des espèces (exploitation abusive, feux de brousse, sécheresse et pratiques culturelles inadaptées) et connaissent les solutions appropriées, la mise en œuvre de ces dernières n'a pas encore véritablement inversé la tendance de la régression du peuplement ligneux.

La préférence d'une espèce est liée à ses utilisations multiples qui sont d'ordre socioéconomique, agronomique et écologique.

Entre les terroirs, aussi bien pour la répartition spatiale, l'évolution et la préférence des espèces, les variations ne sont notées essentiellement que sur le rang.

Il découle des résultats de ces travaux que la recherche se trouve interpellée. Il faudrait trouver des arguments scientifiques pour confirmer certains jugements positifs sur l'arbre et sa régénération et infirmer des appréhensions négatives concernant la pratique de la régénération naturelle assistée.

REFERENCES

1. Akpo L. E., & Grouzis, M., 1996 - Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia* 50 (2) : pp. 247-263.
2. Albergel J., Carbonnel J.P., Grouzis M., 1985 – Sécheresse au Sahel : incidences sur les ressources en eau et les productions végétales. *Cash. ORSTOM, sér. Hydrol.*, vol. XXI, 1 : 3-19.
3. ANSD, 2005 - Enquête Démographique et de Santé IV (EDS IV), Sénégal.
4. Bakhom C., 1995 – Influence du *Sterculia setigera* del « Mbep » sur les rendements des cultures annuelles (arachide, mil, sorgho) au Sud-Est du bassin arachidier du Sénégal, ISE, Faculté des Sciences et Techniques, UCAD, Sénégal, pp. 10-61.
5. Bakhom C., Samba A.N.S., Ndour B., 2001 - *Stercula setigera* Del. : effet sur les cultures. *Ann. For. Sci.* 58 : 207–215.

6. **Bakhoum C., Ndour B., Akpo L.E., 2012a** - Typology of woody stands in Senegal: case of the Groundnut Basin. *International Journal of Science and Advanced Technology (ISSN 2221-8386)*, Volume 2 No 2 February, pp. 26-35, <http://www.ijst.com>.
7. **Bakhoum C., Ndour B., Akpo L.E., 2012b** - Régénération naturelle du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier en zone soudano-sahélienne (Région de Kaffrine, Sénégal). *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 2(7)271-280.
8. **Belsky A. I, Mwonga S.M. & Duxbury I.M., 1993** - Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agroforestry System*, 24: 1-20.
9. **Bonkougou, E.G., 1985** - *Acacia albida Del.*, a multipurpose tree for arid and semi-arid zone.
10. **Brown D.R., Dettmann P., Rinaudo T., Tefera H., Tofu A. 2011** - Poverty Alleviation and Environmental Restoration Using the Clean Development Mechanism: A Case Study from Humbo, Ethiopia. *Environmental Management*, 48(02): 322-333.
11. **Dancette C. et Poulain J.P. 1968**. Influence of *Acacia albida* on pedoclimatic factors and crop yields. *African Soils* 14: 143-184.
12. **Darkoh MBK., 2003** – Regional perspectives on agriculture and biodiversity in drylands of Africa. *Journal of Arid Environments* 54 : 261-79.
13. **Diallo H., Bamba I., Barima S., Sadaïou Y., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maïga M., Bogaert J, 2011** – Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d’une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse* vol. 22 n° 3, avril-juin, pp. 97-107.
14. **Diatta M., Grouzis M., Faye E., 1998** – Typologie de la végétation ligneuse en zone soudanienne. *Bois et forêts des tropiques*, N° 257 (3), pp. 23-36.
15. **Diouf B., 2001** - Etude de la Régénération Naturelle Assistée des espèces associées aux cultures annuelles dans les parcelles agroforestières du projet GERT (Gestion de l’Espace et des Ressources Naturelles du Terroir). Mémoire de fin d’étude pour l’obtention du diplôme d’ingénieur des travaux agricoles, Département des Productions Végétales, Ecole Nationales des Cadres Ruraux de Bambey (ENCR), Sénégal, pp. 27-31.
16. **Dossa E.L., Khouma M., Diedhiou I., Sene M., Kizito F., Badiane A.N., S.A.N. Samba S.A.N., Dick R.P., - 2009** - Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma* 148 : 251–260.
17. **ENSA – AGROCONSULT 1998** – Etude de l’impact de la régénération naturelle assistée de *Combretum glutinosum* sur les écosystèmes cultivés, PREVINOBA, DEFCS, MEPN, Sénégal, pp. 4-25.
18. **Fournier A., Floret C., Gnahoua GM, 2001** – Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. In : Ch.Floret Ch, Pontanier R. Jachère en Afrique tropicale. Montrouge (France) : éditions John Libbey Eurotext.
19. **Gijsbers H.J.M., Kessler J.J., Knevel M.K., 1994** – Dynamic and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahelian region (Province of Passore, Burkina Faso). *For Ecol Manage*, 64 : 1-12.
20. **Houmey V.K., 2012** - Drageonnage et caractéristiques nutritionnelles d’un ligneux fourrager, sahélien, *Maerna crassifolia* Forsk., pour le développement de l’élevage. Thèse de Doctorat en Ecologie et Agroforesterie, EDSEV, UCAD, Dakar (Sénégal), pp. 62 – 66.

21. **Hulme, M., 2001-** Climatic perspectives on sahelian dessication : 1973 - 1998. *Global Environmental Change* 11 : 19 - 29. Pergamon, Elsevier.
22. **Kamara C. S. & Haque L., 1992 -** *Faidherbia albida* and its effects on Ethiopian highland vertisols. *Agroforestry Systems* 18: pp. 20-28.
23. **Khresat SA., Rawajfih Z., Maohammad M., 1998 –** Land degradation in north-wester Jordan : causes and processes. *Journal of Arid Environments* 39 : 623-9.
24. **Kizito F., Sene M., Dragila M.I., Lufafa A., Diedhiou I., Dossa E., Cuenca R., J. Selker J., Dick R.P., 2007 -** Soil water balance of annual crop–native shrub systems in Senegal’s Peanut Basin: The missing link. *Agricultural water management* 90 : 137 – 148.
25. **Kossi A., Bellefontaine R., Kokou K., 2009 –** Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse* 20 : 394-6. doi : 10.1684/sec.2009.0211.
26. **Larwanou M., Moustapha A.M., RABE M.L., IRO D., 2012 -** Contribution de la Régénération Naturelle Assistée des ligneux dans l’approvisionnement en bois des ménages dans le département de Magaria (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci., Volume 6, Number 1. Pages 24-36.*
27. **Moussa H., 1997.** Germination du palmier Doum (*Hyphaene thebaica* Mart.) et analyse de son interaction avec le mil (*Pennisetum glaucum* L.) en zone semi-aride du Niger. *Thèse de PhD*, Faculté des sciences de l’Agriculture et de l’Alimentation, Université Laval, Québec, Canada.
28. **Ndao M., 2001 -** Etude d'une zone test du département de Kaffrine (SENEGAL). Caractérisation du sol et de son occupation - Spatialisation des résultats. Travail de diplôme du Cycle Postgrade en Sciences de l'Environnement: EPFL, Lausanne.
29. **Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K., Guinko S., 2006 –** Diagnostic de l’état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse ; 17 (4) : 485-91.*
30. **UICN, 2008 –** Evaluation de la biodiversité et des forêts tropicales au Sénégal. 74 p.
31. **UICN, 2000 -** Catégories et Critères de l’UICN pour la Liste Rouge. Version 3.1.
32. **Reij C., Tappan G., Smale M., 2009 -** Agroenvironmental Transformation in the Sahel. Another Kind of “Green Revolution”. The International Food Policy Research Institute (IFPRI), pp. 1-38.
33. **Samba A.N.S., Sène A., Thomas I., 2000 -** Régénération des ligneux dans la parc à *Acacia albida*, CNRF, ISRA, Sénégal, 4p.
34. **Samba A.N.S., 1997 -** Influence de *Cordyla pinnata* sur la fertilité d’un sol ferrugineux tropical et sur le mil et sur l’arachide dans un système agroforestier traditionnel au Sénégal, Thèse du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.), Département des Sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec, Canada, pp. 140-146.
35. **World Vision International, 2003 -** Indicateurs de Développement Transformationnel (TDI), Guide sur le Terrain; Volume 7, Washington, USA.

CHAPITRE VIII : DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALES

8.1. DISCUSSION

Ce présent travail a examiné les caractéristiques du peuplement ligneux selon la diversité, la typologie, les capacités de régénération naturelle et la perception paysanne dans les systèmes agraires du bassin arachidier en zone soudano-sahélienne du Sénégal pour un état des lieux.

8.1.1. Evolution de l'arbre dans le milieu

Dans les zones aride et semi-aride d'Afrique de l'Ouest, le constat le plus accepté reste la régression du peuplement ligneux à cause de deux facteurs. L'action anthropique à travers l'exploitation anarchique, les feux de brousse, les défrichements/techniques culturales inadaptées justifie en partie cette situation (Hulme *et al.*, 2001 ; Darkoh, 2003 ; Faye *et al.*, 2008 ; Bakhoum *et al.* 2012c; Diatta *et al.*, 1998 ; Khresat *et al.*, 1998). La péjoration des conditions climatiques liée à la faiblesse des précipitations et à la variabilité dans la distribution constitue un facteur déterminant dans le contrôle de l'écosystème sahélien, la modification de la flore et de la végétation (Ozer *et al.*, 2010 ; Hulme *et al.*, 2001 ; Diallo *et al.*, 2011 ; Ouédraogo *et al.*, 2006 ; Bakhoum *et al.* sous presse1). La production de rejets et de graines en qualité et en quantité suffisante pour assurer la régénération naturelle de nombreuses espèces est ainsi compromise. Cette situation dépend des caractéristiques productives propres à chaque espèce.

L'état de la diversité floristique dans le bassin arachidier confirme cette régression. Le peuplement ligneux de la zone d'étude est composée de 75 espèces principalement dominées par 5 espèces : *Combretum glutinosum* (48,3%), *Acacia macrostachya* (10,3%), *Piliostigma reticulatum* (8,5%), *Guiera senegalensis* (6,3%) et *Cordyla pinnata* (5,2%). Elles semblent plus résistantes au choc climatique et aux activités humaines. Outre ces dernières, 55 sont qualifiées de rares car ayant des fréquences très faibles (inférieures à 0,5%). Sous l'effet des aléas climatiques et de l'action anthropique, le peuplement qui était très diversifié avec une présence remarquable des espèces à usages multiples comme *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum*, *Terminalia macroptera*, *Parkia biglobosa*, *Prosopis africana* est réduit à des formations végétales à *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* (Touré, 2002). Les travaux de Sanogo (2000) et Ndao (2001) confirment la prééminence de la famille des Combrétacées.

Les résultats de l'étude montrent que deux peuplements peuvent présenter des structures différentes à nombre d'espèces par relevé identique (Barbault, 1992). A indice de diversité semblable, deux peuplements peuvent avoir une physionomie différente. La diversité spécifique qui associe les indices de Shannon, de régularité et la richesse spécifique, apparaît être adaptée pour sérier les peuplements (Akpo, 1998).

La mesure de l'impact du mode d'utilisation des ligneux, montre des variations selon les sites de l'étude (Communauté Rurale). La valeur de l'indice est nettement plus élevée dans la CR de Saly Escalé (33,3%), suivi d'Ida mouride (25,6%), Birkelane (22,2%). La CR de Ndiognick présente le plus faible indice (18,9%) indicatrice d'une pression forte. La croissance démographique dans la

zone d'étude entraîne une augmentation des besoins en surfaces cultivables qui se traduisent par l'envahissement des terres « vierges » (Ba *et al.*, 2004).

Pourtant la CR de Ndiognick a le niveau d'organisation du peuplement le plus stable bien qu'ayant la richesse floristique la plus faible : il n'existe pas une corrélation positive entre la stabilité du peuplement et la richesse floristique.

Il existe cependant des tendances positives dans certaines régions qui montrent une dynamique d'adaptation qui se justifie par les rôles multiples de la régénération naturelle de l'arbre (Reij *et al.*, 2009). Les agriculteurs ont investi dans le développement de systèmes agroforestiers à petite et à grande échelle en particulier dans les régions de Zinder et Maradi au Niger et la plaine du Seno au Mali à forte densité de populations. Les arbres n'ont pas été plantés, mais sont le résultat de la protection et de la gestion de la régénération spontanée par les agriculteurs. Ces derniers reconnaissent les multiples impacts de ce reverdissement. Les arbres font partie du système de production et ont permis une plus forte intégration de l'agriculture, de l'élevage et de la foresterie (Toudou *et al.*, 2008, Larwanou *et al.*, 2006a). La promotion de ces systèmes d'utilisation des terres plus productive sur le plan économique et plus stable sur le plan écologique, permet une gestion optimale des terres à travers l'interaction arbres-cultures-animaux. Cette dernière est un facteur d'autosuffisance alimentaire par l'augmentation de la productivité et la diversification des produits grâce à la fertilité des sols améliorée par l'apport en matière organique, la présence de la rhizosphère et l'accumulation d'éléments nutritifs sous les arbres (Samaké, 2011 ; Diedhiou *et al.*, 2009). Lorsque certaines conditions sont réunies, il est possible d'amener les paysans à investir dans les arbres au niveau des champs et à transformer les terroirs et les systèmes de production à grande échelle (Reij, 2011).

Sur la base des valeurs de l'importance écologique des espèces les plus représentées dans l'étude, *Combretum glutinosum* est largement dominante et peut être utilisée pour désigner le peuplement ligneux. Il correspond à un peuplement à *Combretum glutinosum* réparti en trois groupes de terroirs : terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, terroirs à *Guiera senegalensis* et terroirs à *Combretum glutinosum* selon la topographie et le recouvrement (Bakhoum *et al.*, 2012; Bakhoum *et al.* 2012b). Certaines études antérieures illustrent cette différence sur le plan topographique (Kairé, 1999, Thiaw, 2009) et suivant le recouvrement (Ndao, 2001).

Les approches terroirs sont pertinentes pour la définition concrète des actions à entreprendre et des mesures à prendre. L'approche terroir permet d'appréhender les conditions de lutte contre la régression du peuplement ligneux de manière pratiques, et d'évaluer sur un terroir donné, avec des conditions données, habité par une population donnée, ce qu'on peut faire y compris les efforts et les coûts et ce qu'on ne peut pas faire (Bonfils, 1987).

Les paramètres de la structure du peuplement tels que la densité, la surface terrière et le recouvrement varient selon les terroirs. Les terroirs à *Combretum glutinosum* qui portent le nom du peuplement présentent les plus grandes valeurs, suivis des terroirs à *Guiera senegalensis*. C'est la présence de la forêt classée de Kounghoul et du domaine protégée de Mousdalifa dans les terroirs à *Combretum glutinosum*, de la forêt classée de Birkelane dans les terroirs à *Guiera senegalensis*, densément peuplés qui explique cette différence.

La densité calculée est très élevée par rapport à la densité absolue avec des coefficients de variations associés aux distances moyennes très importants dont 155% (terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*), 253% (terroirs à *Guiera senegalensis*) et 120,6% (terroirs à *Combretum glutinosum*). Cette forte variabilité illustre une distribution irrégulière de la végétation ligneuse (Akpo, 1993; Akpo et Grouzis, 1996).

Si la famille des Combrétacées est plus représentée dans le milieu, elle le doit à *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* qui se distinguent par leurs fréquences de présence.

Ces deux espèces semblent développer des mécanismes d'adaptation aux effets des facteurs climatique et anthropique. La comparaison de la densité du peuplement ligneux de 17 individus à l'hectare (Bakhoum *et al.*, 2012a) avec celle de la famille des combrétacées (10 individus à l'hectare) confirme que le peuplement est porté par cette famille particulièrement par l'espèce *Combretum glutinosum* (8,42 individus à l'hectare) (Bakhoum *et al.*, 2012d). La dominance constitue un paramètre important pour décrire la structure d'un peuplement car elle conditionne en partie son organisation fonctionnelle (Akpo *et al.*, 2004).

La structure démographique du peuplement indique un peuplement essentiellement jeune illustré par des proportions élevées des faibles valeurs de diamètre à la base. Cette situation semble montrer une perturbation (Douma *et al.*, 2007). L'exploitation abusive et clandestine des arbres (énergie, bois d'œuvre et de service) dans les forêts et les défrichements incontrôlés des formations boisées pour l'agriculture ont conduit à l'élimination des arbres de taille moyenne laissant sur ces terres en densité faible les grands arbres et de nombreuses souches donnant la régénération naturelle (Chamard, 1993 ; Diallo *et al.*, 2011).

Le test de corrélation montre que la relation entre la hauteur et le diamètre à la base est forte et significative. Elle est essentiellement portée par les 5 espèces les plus représentées (*Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Cordyla pinnata*).

La structure par classe de diamètre à la base des espèces de la famille des Combrétacées obéit à une loi exponentielle décroissante témoignant d'un peuplement en équilibre écologique qui semble être assuré par *Combretum glutinosum*. Si la distribution de *Guiera senegalensis* tend vers une loi lognormale, celle de *Anogeissus leiocarpus* est marquée par un regroupement des individus dans la classe de gros diamètre (supérieur à 12 cm). La distribution de la population de *Combretum micranthum* atteste d'un renouvellement déficient lié à ses nombreux usages. Des études antérieures en milieu semi-aride ont montré que la distribution des ligneux est dépendant des conditions climatiques variables (Diedhiou *et al.*, 2009) et de l'impact des activités humaines qui peuvent être à l'origine de modifications dans la succession végétale et la dégradation du milieu (Khresat *et al.*, 1998).

La perception des paysans confirme la dominance de *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Cordyla pinnata* dans le peuplement ligneux. Les populations semblent avoir une appréciation claire des espèces qui colonisent le milieu d'étude (Bakhoum *et al.*, 2012c). *Acacia macrostachya* qui fait partie des 5 espèces les plus représentées dans la composition floristique, a une fréquence de citation assez faible (21,9%). Sa présence localisée dans le domaine protégé de Mousdalifa pourrait l'expliquer.

Les espèces qualifiées de rares (fréquence inférieure à 0,5%) lors de l'inventaire floristique et dans l'enquête de perception sont pour la plupart différentes à l'exception de *Erythrina senegalensis*, *Securinega virosa* et *Albizzia chevalieri*. L'appréciation qui est individuelle et la cible composée de personnes d'âges différents pourraient justifier cette différence.

L'enquête de perception a révélée que les espèces les plus menacées telles que *Pterocarpus erinaceus*, *Cordyla pinnata*, *Detarium microcarpum*, *Sterculia setigera*, *Bombax costatum*, *Heeria insignis*, *ficus iteophylla*, *Lannea acida*, *Diospyros mespiliiformis* et *Anogeissus leiocarpus* sont à usages multiples pour les populations locales.

Leurs utilisations dans les services, l'alimentation, la pharmacopée, l'énergie, comme fourrage pourrait être en partie à l'origine de leur régression, ce qui témoigne de l'importance de ces ligneux dans leur vie à travers leurs rôles écologique, socio-économique et agronomique. Ces espèces les plus menacées selon les populations ont présenté des fréquences inférieures à 5,3% dans le peuplement ligneux.

Les espèces préférées par les paysans ne sont pas forcément les plus représentées dans le milieu. *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* très présentes dans le peuplement ont été surclassées par *Adansonia digitata* et *Zizyphus mauritiana* dans les préférences. *Cordyla pinnata*, espèce présentant plusieurs utilisations réunit le plus de citations.

8.1.2. Capacités de régénération naturelle

La tendance positive de la dynamique évolutive des peuplements ligneux dans certaines régions des milieux aride et semi-aride est soutenue par le recrutement d'individus issus de la régénération naturelle. La régénération naturelle est une opportunité qui nécessite une attention particulière afin d'assurer la pérennité des parcs agroforestiers.

Dans le milieu d'étude, la proportion des jeunes plants est plus importante dans le peuplement ligneux soit 47602 plants juvéniles pour 4562 arbres. Elle varie en fonction des espèces et du biotope. *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, et *Piliostigma reticulatum* sont les espèces les plus représentées dans les terroirs (Bakhoum *et al.*, 2012a). La dominance de ces trois espèces atteste que malgré une diversité des familles (33), les jeunes plants se concentrent dans celles des Combrétacées et des Césalpiniacées. Ces espèces ont un bon potentiel de régénération lié aux souches abondantes dans les champs qui régénèrent vite (Diedhiou *et al.*, 2009) ; elles ne sont pas dessouchées par les paysans à cause de leurs multiples usages (Boffa, 2000) et ne constituent pas le principal fourrage pour le bétail. Ces espèces semblent trouver des conditions assez favorables ou une stratégie d'adaptation dans le milieu d'étude.

La richesse des terroirs en jeunes plants semble être influencée par la topographie. Les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum* plus pourvus en jeunes plants sont caractérisés par un relief régulier (plat) alors que ceux à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* sont marqués par un relief irrégulier (plateau et bas-fonds). Des études en milieu sahélien ont attesté que le facteur topographie participe à générer l'hétérogénéité du peuplement (Douma *et al.*, 2007 ; Vincke *et al.*, 2010). Dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* l'érosion hydrique semble être une contrainte pour la survie des rejets et des semis naturels. L'activité agricole plus intense dans les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum* ne favorise pas la reconstitution de la végétation à travers la régénération naturelle (Wezel, 2000). L'occupation progressive du sol par les cultures entraîne une modification de la végétation dans sa structure et sa composition (Dossa *et al.*, 2009; Bakhoum *et al.*, 2012b; Diallo *et al.*, 2011; Diatta *et al.*, 1998).

Le recouvrement influence l'importance de la régénération naturelle. *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum* indique plus de jeunes plants là où leur recouvrement est plus important confirmant ainsi les travaux de Akpo (1996) en milieu sahélien qui démontrent que le couvert favorise la régénération des ligneux.

Sur les 75 espèces inventoriées, seules trois espèces (*Lannea acida*, *Euphorbia balsamifera*, *Crataeva religiosa*) n'ont pas présenté de jeunes plants.

Chez la plupart des ligneux qui régressent en milieu semi-aride, le potentiel de régénération existe mais les difficultés à régénérer surgissent à cause des contraintes liées aux perturbations environnementales et à certains facteurs intrinsèques aux espèces (Ouedraogo *et al.*, 2006).

Les capacités de régénération des espèces ligneuses sont confirmées par les résultats de l'enquête de perception.

Les personnes interrogées affirment que les espèces présentes dans les terroirs se régèrent. Malgré cette opportunité, moins de 60% des paysans interrogés pratiquent la régénération naturelle assistée alors qu'ils connaissent des méthodes de protection que sont la surveillance et le suivi/entretien des jeunes plants.

Le mode de reproduction est essentiellement asexué (végétatif) (Diatta *et al.*, 1998 ; Bakhoum *et al.* 2012b). La pratique de la régénération naturelle assistée qui se fait essentiellement par la protection des rejets (80,7% des citations) selon les personnes interrogées paraît être une illustration. La régénération végétative est connue souvent comme une stratégie d'adaptation face aux perturbations et aléas climatiques des espèces sexuées (Bellefontaine *et al.*, 2000 ; Kizito *et al.*, 2007 ; Lehmann *et al.*, 1998) mais elle n'est pas favorable à la conservation et au maintien des populations végétales à cause de l'érosion génétique qu'elle entraîne. Elle traduit une pression sur le peuplement ligneux à travers différents facteurs (sécheresse, déprédation, feux de brousse et autres actions anthropiques) (Diouf *et al.*, 2005).

Il existe une corrélation positive entre le diamètre à la base et la hauteur des jeunes plants. *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* qui présentent un bon potentiel de régénération sont souvent épargnées de la dent du bétail et poursuivent leur croissance normalement car ne constituant pas le fourrage préféré des animaux.

La comparaison de la répartition globale des jeunes plants selon la taille (grosesse et hauteur) avec celle dans trois groupes de terroirs semble montrer que leur distribution est essentiellement portée par les terroirs à *Guiera senegalensis*, ce qui atteste qu'ils sont densément plus peuplés en jeunes plants que les autres.

8.2. CONCLUSION

Le peuplement ligneux dans le bassin arachidier est assez diversifié en familles (33), genres (59) et espèces (75). Les espèces indigènes telles que *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* y sont dominantes à l'état d'arbustes et *Cordyla pinnata* à l'état d'arbre. Dans les terroirs, elles jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux de l'énergie.

Le peuplement connaît une régression amorcée par le facteur naturel (sécheresse) depuis plusieurs années et qui s'aggrave sous l'effet de l'augmentation de la population et des activités humaines (exploitation anarchique, défrichements/pratiques culturelles inadaptées, feu de brousse). Le constat est que l'équilibre écologique de la flore et de la végétation est perturbé par l'action anthropique.

La réduction de la diversité suit un gradient allant de l'Ouest (département de Kaffrine) vers l'Est (département de Kounghoul). Les paramètres de la flore et de la végétation ligneuse indiquent que le niveau d'organisation du peuplement n'est pas semblable ainsi que la pression sur les ligneux dans le bassin arachidier du Sénégal en zone soudano-sahélienne.

La subdivision écologique dans la zone d'étude avec trois groupes de terroirs homogènes que sont les terroirs à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum glutinosum*, les terroirs à *Guiera senegalensis* et ceux à *Combretum glutinosum* ne correspond pas à celle administrative avec quatre communautés rurales.

Combretum glutinosum, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* sont les espèces qui présentent un bon potentiel de régénération à cause de leurs capacités d'adaptation aux perturbations environnementales et leur mode de gestion dans les champs par les paysans. Elles indiquent des taux de régénération significatifs. La régénération naturelle de *Cordyla pinnata* est anéantie par la mécanisation de l'agriculture et la récolte précoce des fruits par les populations. Le mode de reproduction des espèces du peuplement ligneux est essentiellement végétatif.

La famille des combrétacées est celle qui subsiste le mieux à la pression anthropique et aux changements climatiques grâce à *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis* qui semblent plus résistantes aux deux facteurs. *Combretum glutinosum*, espèce largement plus représentée dans le milieu est porteur principal de l'organisation fonctionnelle du peuplement.

La distribution des individus selon leur diamètre à la base et leur hauteur atteste que le peuplement est jeune et qu'il existe une corrélation entre ces deux paramètres.

Les perceptions paysannes confirment la composition floristique du peuplement ligneux en terme d'espèces plus représentées telles que *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Cordyla pinnata* et plus menacées en particulier *Pterocarpus erinaceus*, *Detarium microcarpum* et *Sterculia setigera* mais aussi sur le potentiel de régénération naturelles des espèces.

Les populations sont conscientes des principales causes de régression du peuplement ligneux que sont l'exploitation abusive, les feux de brousse, la sécheresse et les pratiques culturelles inadaptées et préconisent des solutions comme le renforcement du partage d'information et la sensibilisation et la mise en place de comité de vigilance pour une meilleure préservation des ligneux.

L'importance accordée à une espèce dépend de ses utilisations (socioéconomique, agronomique et écologique) plutôt qu'à son abondance dans le milieu.

La régénération naturelle à travers les rejets et semis naturels constitue le principal mode de renouvellement des espèces ligneuses dans le milieu d'étude.

Les résultats obtenus sur l'étude de la diversité et de la régénération naturelle du peuplement ligneux permettent de dégager des recommandations dans une perspective d'inverser véritablement la tendance de la régression.

La gestion durable doit passer par une responsabilisation des paysans par rapport aux arbres dans leurs champs, une diffusion de l'information et leur formation sur les meilleures méthodes de gestion.

Toute action des structures de développement doit passer par une conscientisation et une sensibilisation des populations locales pour la promotion de la régénération naturelle assistée dans les champs et la jachère, pour la lutte contre l'exploitation anarchique, les feux de brousse et les pratiques culturelles inadaptées selon des approches terroirs.

Il est urgent de mettre en œuvre une stratégie de gestion participative des forêts classées de Kounghoul et Birkelane et du domaine protégé de Mousdalifa pour la sauvegarde des espèces.

Les paysans doivent s'approprier et mettre en œuvre les pratiques culturelles favorables à la survie des espèces telles que l'association cultures et régénération naturelle assistée dans les champs, l'association cultures et arbres fruitiers dans les champs, la jachère et l'association cultures et haies vives.

Les services de développement avec l'appui des institutions de recherches doivent continuer à doter les paysans des connaissances en techniques de pépinière, de reboisement et de RNA.

Il s'agit des espèces les plus utiles mais menacées, en particulier *Pterocarpus erinaceus*, *Cordyla pinnata*, *Sterculia setigera*, *Detarium microcarpum* et les plus préférées en général (*Cordyla pinnata*, *Combretum glutinosum*, *Zizyphus mauritiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, *Adansonia digitata* et *Acacia albida*).

En somme, la régénération artificielle, naturelle et la sensibilisation constituent des priorités d'actions pour une gestion optimale de l'arbre dans les terroirs.

Les populations sont conscientes qu'elles sont les premiers responsables de la régression du peuplement ligneux. Pour annihiler les pratiques qui compromettent la survie des espèces ligneuses, elles doivent être accompagnées par les structures d'appui au développement pour la mise en œuvre des solutions préconisées telles que la création et la redynamisation de comités de vigilance villageois, l'élaboration et l'application des conventions locales ou code de conduite.

Dans le bassin arachidier d'une façon générale, il faut développer et intensifier des systèmes agroforestiers. Une meilleure intégration des arbres, des cultures et des animaux permettra l'intensification des systèmes de production et aidera les agriculteurs et les éleveurs à s'adapter aux changements climatiques.

Dans beaucoup de régions au Sahel, ce processus est déjà en cours, mais il y a des possibilités pour l'accélérer en s'appuyant sur des approches terroirs de vulgarisation participative (échanges d'expériences entre agriculteurs à travers des visites d'études).

L'agroforesterie repose essentiellement sur des expériences de terrain et des connaissances qui peuvent se situer hors du contexte scientifique. Cependant la recherche scientifique a beaucoup contribué à la connaissance et à l'amélioration d'espèces et de techniques agroforestières.

Il existe encore un fossé entre la science et les pratiques des populations d'une part, et les résultats plus pointus de la recherche scientifique d'autre part qu'il est nécessaire de combler. C'est dans cette dynamique que l'adaptation aux changements climatiques et une gestion durable respectueuse de l'environnement par les populations en milieux aride et semi-aride peuvent être bâties à partir des acquis existants.

8.3. PERSPECTIVES

La perception générale dans les pays du Sahel est la dégradation des terres et la régression du peuplement ligneux. Devant cette situation, les recherches agroforestière et écologique, se sont lancées dans des investigations afin de contribuer à solutionner les difficultés susmentionnées.

Cette étude qui rentre dans ce cadre permet de dégager des perspectives de recherches qui pourront compléter nos travaux en plus de celles déjà énumérées dans les chapitres précédents.

Pour mieux élucider les différences entre les groupes de terroirs identifiés ainsi que l'homogénéité de chaque type de terroirs, une caractérisation des sols pour déterminer leurs propriétés physico-chimiques est une piste à investir.

L'étude de l'influence du facteur topographie en relation avec l'eau dont il assure la redistribution dans le milieu et du recouvrement sur la régénération de *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* s'avère important pour mieux comprendre les justifications de leurs taux de renouvellement significatifs.

L'évaluation de la densité des espèces multicaules telles que *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* montre qu'il est parfois difficile de savoir si les jeunes plants émergents appartiennent à la même souche. A cet effet, il est nécessaire d'approfondir les investigations sur les modes de propagation de ces trois espèces.

Compte tenu de la forte présence de *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* sur les surfaces cultivables dans la zone de l'étude, une étude comparative de l'effet de la régénération naturelle assistée de chacune des deux espèces et de l'engrais minéral sur les rendements des cultures annuelles (mil, arachide) est pertinente.

Des travaux similaires effectués par Ndour *et al.* (2011) avec *Piliostigma reticulatum* ont donné des résultats très encourageants.

Il est nécessaire de conduire des études de terrain pour la détermination des densités optimales d'arbustes de *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* qui vont satisfaire leurs besoins en éléments nutritifs et en eau tout en maximisant la productivité des cultures.

Il ressort de ce travail sur la diversité et la régénération naturelle du peuplement ligneux que les investigations doivent être poursuivies en matière de recherches-actions avec les paysans pour leur permettre d'améliorer leurs capacités d'adaptations et d'innovations avec la collaboration des partenaires au développement (ONG, Programmes et projets).

REFERENCES

1. **Akpo L. E., 1993** - Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques. Orstom éd.TDM, Paris, 174 p.
2. **Akpo LE., 1998** - Effet de l'arbre sur la végétation herbacée dans quelques phytocénoses au Sénégal selon le gradient de variation climatique. Thèse de doctorat d'Etat en sciences naturelles, option écologie, Faculté des sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, p. 51.
3. **Akpo L. E. et Grouzis M., 1996** - Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord-Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia* 50, 2 : 247-263.
4. **Akpo L. E., I. Coly, D. Sarr, Ngom et S. Ndao, 2004** - Modes d'utilisation des terres et diversité floristique dans le terroir de la Néma en zone Semi-aride (Sénégal, Afrique de l'Ouest). *Journal of agriculture and environment for international development*, Vol. 98, No. ¾, pp. 165-180.
5. **Ba M., Touré A., Reenberg A., 2004** – Mapping land use dynamics in Senegal. Case studies from Kaffrine Departments, Sahel-Sudan Environmental Research Initiative (SEREIN) Working Paper 45 : 1-33.
6. **Bakhoum C., Ndour B., Akpo L.E., 2012a** - Typology of woody stands in Senegal: case of the Groundnut Basin. *International Journal of Science and Advanced Technology (ISSN 2221-8386)*, Volume 2 No 2 February, pp. 26-35, <http://www.ijst.com>.

7. **Bakhoum C., Ndour B., Akpo L.E., 2012b** - Natural Regeneration of Woody Stands in the Groundnut Basin Lands in the Sudano-Sahelian Zone (Region of Kaffrine, Senegal). *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 2(7)271-280.
8. **Bakhoum C., Ndour B., Akpo L.E., 2012 sous presse1** - Diversité du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier du Sénégal. sous presse, *International Journal of Biological and Chemical Sciences (IJBCS)*.
9. **Bakhoum C., Diatta S., Bakhoum A., Ndour B., Akpo L.E., 2012c** - Farmers' perceptions on woody stands in the Groundnut basin lands in Soudano-sahelian zone (Region of Kaffrine, Senegal). *Journal of Applied BioSciences*, 55: 2002-2019.
10. **Bakhoum C., Diatta S., Bakhoum A., Ndour B., Akpo L.E., 2012d** – Importance of Combretaceae in the woody stands in Groundnut basin lands (Region of Kaffrine, Senegal). *International Journal of Asian Social Science*, 2(8), pp. 1203-1221.
11. **Barbault R., 1992** - Ecologie du peuplement : structure, dynamique et évolution. Masson : Paris.
12. **Bellefontaine R., Edelin C., Ichaou A., du Laurens D., Monsarrat A., Loquai C., 2000** – Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations des ligneux dans les zones semi-arides : protocole de recherches. *Sécheresse* 2000 ; 11 : 221-2.
13. **Boffa J. M., 2000** - Les parcs agroforestiers en Afrique de l'Ouest: clés de la conservation et d'une gestion durable, *Unasylva* 200, Vol. 51 ; pp. 12-13.
14. **Bonfils M., 1987** - Halte à la désertification au Sahel, Guide méthodologique, Editions Karthala (Paris, France), CTA, Pays-Bas, 134 p.
15. **Chamard, C. P., 1993** -“Environnement et développement, Références particulières aux Etats sahéliens Membres du CILSS”. *Sécheresse, Science et Changement Planétaire*, vol VI, n°1, pp.17 – 18.
16. **Darkoh MBK., 2003**- Regional perspectives on agriculture and biodiversity in dry lands of Africa. *Journal of Arid Environments* 54: 261-79.
17. **Diallo H., Bamba I., Barima S., Sadaïou Y., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maïga M., Bogaert J, 2011** – Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse* vol. 22 n° 3, avril-juin, pp. 97-107
18. **Diatta M., Grouzis M., Faye E., 1998** – Typologie de la végétation ligneuse en zone soudanienne. *Bois et forêts des tropiques*, N° 257 (3), pp. 23-36.
19. **Diedhiou S., Dossa E.L., Badiane A.N., Diedhiou I., Sene M., Dick R.P., 2009** - Decomposition and spatial microbial heterogeneity associated with native shrubs in soils of agroecosystems in semi-arid Senegal. *Pedobiologia* 52 : 273-286.
20. **Diouf J.C., Akpo L.E., Ickowicz A., Lesueur D., Chotte J.L., 2005**. Dynamique des peuplements ligneux et pratiques pastorales au Sahel (Ferlo, Sénégal). *Atelier 2: Agriculture et biodiversité. Actes de la Conférence Internationale sur la Biodiversité, Sciences et Gouvernances, Paris, 24–28 janvier 2005*. MNHN, Paris, 319 p. + CDROM.
21. **Douma S., Diatta S., Banoin M., Kaboret-Zoungrana C. et Akpo L.E., 2007** - Caractérisation des terres de parcours sahéliennes : typologie du peuplement ligneux de la Station expérimentale sahélienne de Toukounouss au Niger ; *J. Sci. Vol. 7, N° 4*, pp. 1-16.
22. **Dossa E.L., Khouma M., Diedhiou I., Sene M., Kizito F., Badiane A.N., S.A.N. Samba S.A.N., Dick R.P., - 2009** - Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma* 148 : 251–260.

23. **Faye E., Diatta M., Samba A.N.S., Lejoly J., 2008** - Usages et dynamique de la flore ligneuse dans le terroir villageois de Latmingué (Sénégal). *Journal des Sciences et Technologies* 7: 43-58.
24. **Hulme M, Doherty R, Ngara T, New M, Lister D., 2001**- African climate change : 1900 - 2100. *Clim. Res.*, 17: 145-68.
25. **Kaïré M., 1999** - La production ligneuse des jachères et son utilisation par l'homme au Sénégal. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, p. 116.
26. **Khresat SA, Rawajfih Z, Maohammad M., 1998** - Land degradation in north-wester Jordan : causes and processes. *Journal of Arid Environments* 39: 623-9.
27. **Kizito F., Sene M., Dragila M.I., Lufafa A., Diedhiou I., Dossa E., Cuenca R., J. Selker J., Dick R.P., 2007** - Soil water balance of annual crop–native shrub systems in Senegal's Peanut Basin: The missing link. *Agricultural water management*, 90 : 137 – 148.
28. **Lehmann J., Peter I., Steglich C., Gebauer G., Huwe B., Zech W., 1998** - Below-ground interactions in dry land agroforestry. *For. Ecol. Manage.* 111, 157–169.
29. **Ndao M., 2001**- Etude d'une zone test du département de Kaffrine (SENEGAL). Caractérisation du sol et de son occupation - Spatialisation des résultats. Travail de diplôme du Cycle Postgrade en Sciences de l'Environnement: EPFL, Lausanne.
30. **Ndour B. et Sarr A., 2011** – Etude Comparative de l'Effet *Piliostigma reticulatum* et de l'engrais minéral sur les Rendements de trois (3) variétés de mil. Rapport d'activités, Projet Beysatol/SFLEI, pp. 1-13.
31. **Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K., Guinko S., 2006** – Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse* ; 17 (4) : 485-91.
32. **Ozer P., Hountondji YC., Niang AJ., Karimoune S., Manzo OL., Salmon M. 2010** - Désertification au Sahel : historique et perspectives. *BSGLg.*, 54: 69-84.
33. **Sène A., 2000** - Dynamique et gestion paysanne des parcs agroforestiers dans le bassin arachidier (Sénégal), édition IRD, pp.186-199.
34. **Thiaw A., 2009** - Contribution à la caractérisation biopédologique de la région de Kaffrine (zone centrale-Ouest du Sénégal). Mémoire DEA, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, p. 69.
35. **Touré A., 2002** - Contribution à l'étude de l'évolution des réservoirs de carbone en zone Nord soudanienne au Sénégal. Thèse N° 2585, Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), pp. I-3-11, p. II-4.
36. **Vincke C., Diedhiou I., Grouzis M., 2010** - Long term dynamics and structure of woody vegetation in the Ferlo (Senegal). *Journal of Arid Environments* 74 : 268–276.
37. **Wezel A., 2000** - Scattered shrubs in Pearl millet fields in semiarid Niger. Effect on millet production. *Agroforestry Systems* 48, 219–228.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LISTES DES TERROIRS

Tableau 1 : Liste des 25 terroirs dans les 4 communautés rurales

Birkilane	Ndiognick	Saly Escale	Ida Mouride
Bossolel	Kéthéwane	Koukoto Boustane	Arafat
Forêt de Birkelane	Ndiamacolong	Koo Socé	Fass Thieckène
Keur Mbouky	Ndiognick	Forêt de Mousdalifa	Fass Diebel
Korky Bambara	Nianghène	Pakala	Ida Mouride
Ndangane	Seggré Secco	Saly Escale	Keur Ngaye
Saré Ndiougary		Koumbidia	Forêt de Koungheul
Bagana			Sareniamama

ANNEXE 2 : LISTES DES ABREVIATIONS DES ESPECES

Tableau 2 : Liste des abréviations des espèces dans la figure 1 de l'Analyse Factorielle des Correspondances

Abréviation	Libellé espèces	Abréviation	Libellé espèces
Cgl	<i>Combretum glutinosum</i>	Cle	<i>Combretum leucardii</i>
Gse	<i>Guiera senegalensis</i>	Ssp	<i>Strychnos spinosa</i>
Ama	<i>Acacia macrostachya</i>	Tma	<i>Terminalia macroptera</i>
Dgl	<i>Dichrostachys glomerata</i>	Svi	<i>Securinega virosa</i>
Pre	<i>Piliostigma reticulatum</i>	Slo	<i>Securidaca longipedunculata</i>
Fap	<i>Feretia apodanthera</i>	Gbi	<i>Grewia bicolor</i>
Cpi	<i>Cordyla pinnata</i>	Sku	<i>Steriospermum kunthianum</i>
Gtr	<i>Gardenia triacantha</i>	Pto	<i>Piliostigma tonninguii</i>
Ale	<i>Anogeisus leiocarpus</i>	Zma	<i>Zizyphus mauritiana</i>
Lac	<i>Lannea acida</i>	Hin	<i>Heeria insignis</i>
Per	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Ain	<i>Azadirachta indica</i>
Hmo	<i>Hexalobus monopetalus</i>	Ise	<i>Icacina senegalensis</i>
Sse	<i>Sterculia setigera</i>	Las	<i>Leptadenia hastata</i>
Cni	<i>Combretum nigricans</i>	Cac	<i>Combretum aculeatum</i>
Cmi	<i>Combretum micranthum</i>	Baeg	<i>Balanites aegyptiaca</i>
Sbi	<i>Sclerocarya birrea</i>	Ecam	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
Adi	<i>Adansonia digitata</i>	Dme	<i>Diospyros mespiliformis</i>
Bco	<i>Bombax costatum</i>	Asp	<i>Annona sp</i>
Csi	<i>Cassia siberiana</i>	Jacu	<i>Jathropa curcas</i>
Ase	<i>Acacia seyal</i>	Autr	Autre
Acad	<i>Acacia nilotica var adansonii</i>		

ANNEXE 3 : PUBLICATIONS

International Journal of Science and Advanced Technology (ISSN 2221-8386) Volume 2 No 2 February 2012
<http://www.ijst.com>

Typologie du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier du Sénégal

Charles Bakhoum^{1*}, Babou Ndour², Leonard Elie Akpo³

¹Department of operations, World Vision Senegal, P. Box 3731 RP, Dakar, Senegal.

* Corresponding author, E-mail: charles_bakhoum@wvi.org

²Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) du Sénégal, Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Bambey, B.P. 53 Bambey ; E-mail : baboundour@yahoo.fr

³Laboratoire d'Ecologie Végétale & d'Ecohydrologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Sénégal, B.P. 5005 Dakar (Sénégal) ; E-mail : leonard.akpo@ucad.edu.sn

Abstract— In the groundnut basin lands, we set up the type of woody species. It is a woody stand of *Combretum glutinosum* with two identified vegetation formations depending on the gradient of topography and two vegetation groupings depending on the cover. The woody flora contains 75 species which are represented in the vegetation formation II especially in the vegetation grouping IIB. *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* and *Cordyla pinnata* are the most frequent species in the woody stand. The density observed (17 trees per hectare) is definitely lower than the density calculated thus testifying for a very heterogeneous distribution of the stand. The important variability of the coefficient of variation related to the average distance between two trees illustrates this. The demographic structure of the woody stand is characterized by high proportions of low basal diameter values thus indicating a mostly young woody stand.

Keywords- Land; woody stand; vegetation formation; vegetation grouping; groundnut basin; Senegal

I. INTRODUCTION

The pace, magnitude and spatial reach of human alterations of the Earth's land surface are unprecedented. Changes in land cover (biophysical attributes of the earth's surface) and land use (human purpose or intent applied to these attributes) are among the most important ([1]; [2]). Land-use and land-cover changes are so pervasive that, when aggregated globally, they significantly affect key aspects of earth system functioning. They directly impact biotic diversity worldwide [3]; contribute to local and regional climate change [4] as well as to global climate warming [5]; are the primary source of soil degradation [6]; and, by altering ecosystem services, affect the ability of biological systems to support human needs [7]. Such changes also

determine, in part, the vulnerability of places and people to climatic, economic or socio-political perturbations [8]. Land use is becoming a force of global importance [9].

In Senegal enormous changes to forests, farmlands, waterways, and air are being driven by the need to provide food, fiber, water, and shelter to rapid growing population. Croplands, pastures, plantations, and urban areas have strongly expanded in recent 20 years [10], accompanied by large increases in energy, water and fertilizer consumption. Such changes in land use have enabled local people to appropriate an increasing share of the natural resources. Senegal loses almost 80,000 hectares of its natural woody vegetation every year between 1981 and 1999, as a result of clearings for cultivation [11]. The vegetation resources of Senegal and in tropical Africa in general have been affected ([12]; [13]; [14]). One manifestation is the immediate reduction of the density of vegetation in the cultivated systems, fragmentation and reduction in forested land ([15], [16]; [17]). The few remaining timber potential are insufficiently developed due to the excessive cutting of trees which lead to the loss of valuable species and the scarcity of wild food. The fundamental problem that arises today is to reintroduce trees in the agricultural landscape that appears as a means to restore these degraded agroecosystems, so as to improve rural livelihoods ([18]; [19]). The woody stands structure studies in Senegal is not well documented ([20]). It is crucial to carry out the current state of vegetation in the disturbed areas such as the Groundnut Basin of Senegal. The objective of this paper was, therefore, to examine the types of woody stands and their characteristics in the Groundnut Basin in Senegal.



Régénération naturelle du peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier en zone soudano-sahélienne (Région de Kaffrine, Sénégal)

Charles Bakhoumi*, Babou Ndour², Leonard Elie Akpo³

¹Department of operations, World Vision Senegal, B.P. 3731 RP, Dakar, Senegal

²Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) du Sénégal, Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Bambey, B.P. 53 Bambey

³Laboratoire d'Ecologie végétale et d'Ecohydrologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Sénégal, B.P. 5005 Dakar (Sénégal)

ABSTRACT

The assessment of woody regeneration capacity in Sudano-Sahelian zone in Senegal was determined from the woods inventory and counting. To assess the regenerative potential of the species, an inventory of juvenile plants (basal diameter was less than 3.5 cm) was made. Only the diameter and the height of the highest seedling were measured. Other seedlings supposedly belonging to the same strain were systematically counted. The natural regeneration was strongly dominated by the family of Combretaceae (*Combretum glutinosum* and *Guiera senegalensis*), followed by the Caesalpinaceae (*Piliostigma reticulatum*). Regeneration capacities varied depending on the lands under the influence of topography gradients and recovery according to a factorial correspondence analysis (soils x species matrix) which allowed the identification of the main groups of lands and to characterize the heterogeneity of the woody stand. There was a variability of the natural regeneration by size and a positive correlation between the height and the basal diameter of seedlings.

Keywords: seedlings – species – regenerative capacity – topography – recovery.

INTRODUCTION

In semi-arid, harsh climatic conditions are among the limiting factor in the balance of ecosystems. The distribution of wood is strongly related to human pressures that threaten regeneration ([1]; [2]; [3]). In the Sahel, the decline of rainfall, land clearance for expansion of cultivation areas; have contributed to environmental degradation ([4]; [5]). In Senegal enormous changes to forests, farmlands, waterways, and air are being driven by the need to provide food, fiber, water, and shelter to rapid growing population. Croplands, pastures, plantations, and urban areas have strongly expanded in recent 20 years, accompanied by large increases in energy, water and fertilizer consumption ([6]; [7]). The level of reduction is especially important in Senegal that many species are located in the Sahelian climate conditions ([8]; [9]).

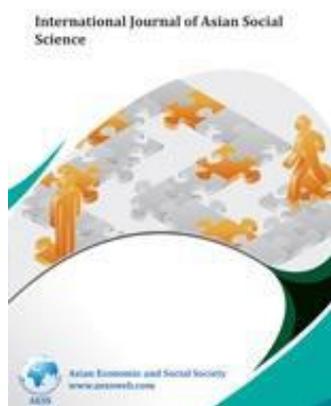
It is important to study the capacity of natural regeneration of woody species in the Groundnut Basin, heavily agricultural area where the woody is threatened by the factors listed above in order to better preserve the potentiality of the remained natural vegetation.

The restoration and / or the rehabilitation of ecosystems advocated as a solution needed to be based on native species ([10] [11]) and in particular on their capacity for regeneration [12]. An actual knowledge of the potential for natural regeneration of woody species and environmental constraints can better assess the influence of various factors on density and height of seedlings ([13]; [14]) and to help the identification and the species selection for regeneration purpose. It provides to development projects some tools to establish a sustainable strategy of intervention with respect to the environment ([15]; [16]).

The present research aimed to evaluate the regenerative capacity of woody species in the lands of Southeastern of the Groundnut Basin in Senegal.

Online Publication Date: 1st August 2012

Publisher: Asian Economic and Social Society



Importance des Combrétacées dans le peuplement ligneux des terroirs du bassin arachidier (Région de Kaffrine, Sénégal)

Charles Bakhoum (Department of operations, World Vision Senegal, B.P. 3731 RP, Dakar (Sénégal))

Sékouna Diatta, Amy Bakhoum, Leonard Elie Akpo (Laboratoire d'Ecologie végétale et Eco-hydrologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Sénégal, B.P. 5005 Dakar (Sénégal))

Babou Ndour (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles ISRA (CNRA) de Bambey, B.P. 53 Bambey)

Citation: Charles Bakhoum, Sékouna Diatta, Amy Bakhoum, Leonard Elie Akpo, Babou Ndour (2012) "Importance of Combretaceae in the Woody Stands in Groundnut Basin Lands (Region of Kaffrine, Senegal)" International Journal of Asian Social Science Vol. 2, No. 8, pp. 1203-1221.

Acknowledgments This work is a part of the research project: „Management of natural regeneration by farmers“ of World Vision Senegal. It was financially and technically supported by the Australian Government (AUSAID). We would like to thank Ir. Emile C. Agbangba for his comments on the early draft of the paper.

Bakhoum et al. J. Appl. Biosci. 2012. Farmers' perceptions on woodlands in the groundnut basin of Kaffrine



Journal of Applied Biosciences 55: 4006– 4019

ISSN 1997–5902

Perceptions paysannes du peuplement ligneux dans les terroirs du bassin arachidier (Région de Kaffrine, Sénégal)

Charles Bakhoum^{1*}, Sékouna Diatta², Amy Bakhoum², Babou Ndour³, Leonard Elie Akpo²

¹Department of operations, World Vision Senegal, PO.Box. 3731 RP, Dakar (Senegal).

²Laboratoire d'Ecologie végétale et Eco-hydrologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta

DIOP, Sénégal, B.P. 5005 Dakar (Sénégal)

³Institut Sénégalais de Recherches Agricoles ISRA (CNRA) de Bambey, B.P. 53 Bambey

* Corresponding author, E-mail: charles_bakhoum@wvi.org

Original submitted in on 21st May 2012. Published online at www.m.elewa.org on July 27th 2012.

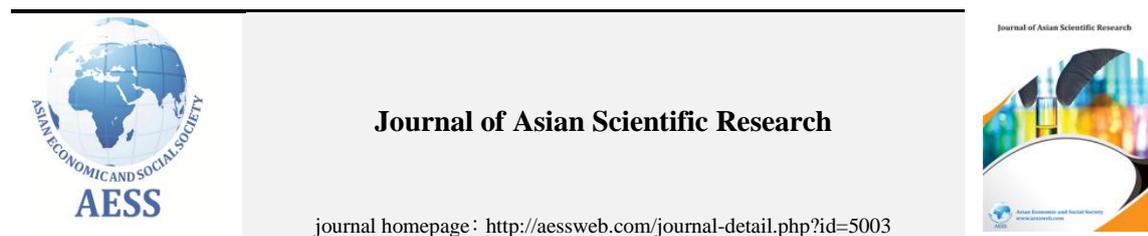
ABSTRACT

Objectives: The assessment of people on the spatial distribution, the dynamics of the main woody species and its determinant factors, the natural regeneration and preferences of species in lands was sought.

Methodology and results: A perception survey of households, established that the woodland is diversified enough with a wide dominance of *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, confirming the floristic composition resulting from the woods inventory. The appreciations on the woodlands evolution showed that the most useful species were threatened because of their multiple uses. It was in particular about *Pterocarpus erinaceus*, *Cordyla pinnata*, *Detarium microcarpum* and *Sterculia setigera*. The abusive exploitation, the bush fire, the drought and the unsuitable cultural practices constitute the main reasons of species threat.

Conclusion and application: The recommended solutions emphasize the artificial regeneration (reforestation), natural (rejection/sowing) and the awareness of the populations. Species preference was related to their use rather than their importance in the area. The choice of the favorite species was related to the area: fields and fallow or forests and uncultivated area. The wood species regenerate and the practice of the natural regeneration was mainly the protection of the shooting seedlings, the natural sowing of the seed trees with constraints related to the monitoring/protection, and the seedlings maintenance. The knowledge by the populations of species that colonize each land use system, the woodland characteristics and practices advocated a strategy of restoration and / or rehabilitation of ecosystems based on local knowledge are carried out.

Keywords: distribution, endangered species, preferred species, natural regeneration



La régénération naturelle de l'arbre en zones aride et semi-aride d'Afrique de l'Ouest

Charles Bakhoun¹⁵
 Emile Codjo Agbangba¹⁶
 Babou Ndour¹⁷

ABSTRACT

The synthesis of acquired published in this article focuses on the investigation of natural regeneration of tree in arid and semi-arid West Africa. The results showed that, even if the threat on ecosystems was ancient, research / actions in that were relatively recent. It was recognized that there was a regression of ligneous related to human activities (deforestation, overgrazing, bush fire) and weather conditions (drought). Current knowledge showed the multiple roles of natural regeneration of tree for services (soil fertility, anti erosion, shading ...) and outputs (timber, grazing, medicinal ...). There were, however, in some regions, a dynamic adaptation through the development of agroforestry systems in small and large scale farmers through the protection and management of spontaneous regeneration.

Key Words: Woody species, dynamics, management, regression, peasant

¹⁵ Département des Opérations, World Vision Sénégal, B.P. 3731 RP, Dakar (Sénégal)

E-Mail : Charles_Bakhoun@Wvi.Org

¹⁶ Laboratoire d'Ecologie Végétale Et Eco-Hydrologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Sénégal, B.P. 5005 Dakar (Sénégal)

¹⁷ Institut Sénégalais de Recherches Agricoles ISRA (CNRA) de Bambey, B.P. 53 Bambey

ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE DE L'ENQUÊTE DE PERCEPTION PAYSANNE

QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE
« L'ARBRE DANS LE TERROIR VILLAGEOIS »

Numéro du questionnaire /__ / __/ __/

Quelle est votre activité principale ? /__/

1...Agriculture ; 2...Elevage ; 3...Autre (à préciser)

Nom de l'ADP : _____ Communauté Rurale : _____

Terroir villageois : _____ Nom Enquêté : _____

Age : /__/ __/ Sexe : /__/ 1... Masculin ; 2... Féminin

Nom du répondant : _____ Enquêteur : _____

I - CARACTERISTIQUES DE L'EXPLOITATION

A. Démographie

Nombre de personnes vivant dans le ménage y compris l'enquêté: /__/ __/ __/

Population active du ménage: **hommes** /__/ __/ **femmes** /__/ __/ **jeunes** /__/ __/

B. Foncier

Superficie totale de l'exploitation /__/ __/ __/ (*superficie*) /__/ (Unité : ha=1 ; corde = 2)

Superficie totale cultivée en 2008 pour chaque spéculation :

Spéculations	Mil	Arachide	Sorgho	Coton	Pastèque	Niébé	Autre
Superficie	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/
Unité (1=ha ; 2=corde)	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/

	Prêtée	Empruntée	Louée	Jachère
Superficie	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/	/__/ __/ __/
Unité (1=ha ; 2=corde)	/__/	/__/	/__/	/__/

C. Composition du Cheptel

Bœufs de trait : /__/ __/ __/

Bovins de troupeau : /__/ __/ __/

Chevaux :

/__/ __/ __/

Anes : /__/ __/ __/

Ovins : /__/ __/ __/

Caprins :

/__/ __/ __/

Autres : /__/ __/ __/

II/ REPARTITION SPATIALE DES ESPECES DANS LE TERROIR VILLAGEOIS

A Répartition (par ordre d'importance) des espèces d'arbres et d'arbustes dans les champs

1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

B Répartition (par ordre d'importance) des espèces d'arbres et d'arbustes dans les jachères

1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

C Répartition (par ordre d'importance) des espèces d'arbres et d'arbustes dans les forêts

1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

D Répartition (par ordre d'importance) des espèces d'arbres et d'arbustes dans les zones incultes (mares, cuirasses)

1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

E Evolution de la végétation naturelle dans vos zones de culture

Espèces en voie de disparition	Espèces totalement disparues
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
8.	8.

2.1 – Selon vous, quelles sont les raisons majeures de la disparition de ces espèces ? (Au plus 4 raisons) /___/ /___/ /___/ /___/

1---Feu de brousse

2---Exploitation abusive 3---Technique culturale inadaptée

4---Sécheresse

5---Autres

F Evolution des espèces au niveau du terroir villageois

	Zones de culture	Jachère	Forets	Zones incultes
Espèces en voie de disparition	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.
	4.	4.	4.	4.
	5.	5.	5.	5.
Espèces disparues	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.
	4.	4.	4.	4.
	5.	5.	5.	5.

2.2 - Donnez les causes de cette situation ? /___/ /___/ /___/

1 = Feu de brousse 2 = Exploitation abusive 3 = Technique culturale inadaptée

4 = Transhumance 5 = Sécheresse 6 = Surpâturage 7 = Maladies 8 = Autre ___

2.3 - Qu'elle est la part de responsabilité qui incombe aux villageois sur cette situation de disparition des espèces ? /___/ /___/ /___/

1 = Feu de brousse (provoqué par fumeurs, exploitants de miel etc) 2 = Exploitation abusive (bois, racines, écorces etc) 3 = Technique culturale inadaptée (dessouchage, mécanisation)

4 = accueil des transhumants 5 = Surpâturage 6 = Autres _____

2.4 - Quelles sont les conséquences sur la vie de l'homme ? /___/ /___/ /___/

1 = baisse des rendements agricoles 2 = Exode rural 3 = manque bois de feu, 5 = manque bois de service

6 = manque bois d'œuvre, 7 = manque de fourrage 8 = manque de produits de la pharmacopée, 9 = baisse de la pluviosité 10 = Autres _____

2.5 - Avez-vous des solutions pour réintroduire les espèces disparues ou en voie de l'être ? /___/

1. = Oui 2. = Non

2.6 - Si oui, lesquelles? /___/ /___/ /___/

1 = pratique de la RNA 2 = reboisement 3 = Sensibilisation 4 = -lutte contre les feux de brousse 5 = pratique de la jachère 6 = Autres _____

2.10 - Avez-vous remarqué l'apparition de nouvelles espèces locales dans le terroir villageois ? /__/

1= Oui 2= Non

2.11 - Si oui, lesquelles

2.12 - Y a t il une introduction de nouvelles espèces dans le terroir ? /__/

1= Oui 2= Non

2.13 - Si oui, lesquelles ?

Espèces	Origine des plants	Lieux de plantation	Usages
1.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/
2.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/
3.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/
4.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/
5.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/
6.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/
7.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/
8.	/__/ /__/	/__/ /__/	/__/ /__/

Origine: 1 = service technique 2 = ONG, 3 = pépinière villageoise 4 = Autres (à préciser)

Lieux: 1 = maison 2 = rues 3 = plein champ 4 = limites parcelles 5 = Autres (à préciser)

Usages: 1 = énergie 2 = service 3 = Aliment. 4 = Fourrage 5 = Pharma. 6 = autres (à préciser) _____

2.14 - Y a t-il des contraintes liées à l'introduction des nouvelles espèces ? /__/

1= Oui 2= Non

2.15 - Si oui, lesquelles ? /__/ /__/ /__/

1 = méconnaissance de ces espèces par les paysans, 2 = effort/ temps pour faire la plantation, 3 = suivi/protection 4 = revenu non immédiat 5 = Autres _____

2.16 - Qu'elles utilisations faites-vous, quelle partie utilisée préférez vous, par ordre d'importance des 5 principales espèces arborées et arbustives ?

Espèces	Principales utilisations							Parties utilisées						Utilisateurs		
	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	1	2	3
<u>1.</u>																
<u>2.</u>																
<u>3.</u>																
<u>4.</u>																
<u>5.</u>																

Principale utilisation : 1= pharm., 2= fourrage, 3 = alimentation, 4 = bois de serv. 5 = bois de chauffe, 6 = fertilisant, 7 = bois d'œuvre, 8 = autres _____

Parties utilisées : 1 = feuilles, 2 = fruits, 3 = gousses, 4 = racines, 5 = écorces, 6 = branches, 7 = autre

Utilisateurs : 1 = femmes, 2 = hommes, 3 = enfant

2.17 - Citez, selon vous, les cinq espèces les plus utiles pour la fertilisation du sol ?

1 : 2 : 3 : 4 : 5 :
.....

2.18 - Existe-t-il des espèces indicatrices de baisse de fertilité ? /___/

1= Oui 2= Non

2.19 - Si oui, qu'elles sont ces espèces ?

1 : 2 : 3 : 4 : 5 :
.....

2.20 - Avez-vous constaté des pratiques inadaptées dans l'exploitation des ligneux ?

/___/ 1= Oui 2= Non

2.21 - Si oui, lesquelles ? /___/ /___/ /___/

1= Exploitation du charbon de bois 2 = agriculture extensive, 3 = transhumance 4 = feu de brousse 5 = Exploitation du bois d'œuvre 6 = débroussaillage par le feu 7 = Cueillette précoce des produits non ligneux 8 = Exploitation intensive des produits à usage médicinal 9 = autre _____

2.22 - Y-a-t-il des solutions pour arrêter ces pratiques ? /___/

1= Oui 2= Non

2.23 - Si oui, lesquelles ? /___/ /___/

1 = Mise en place de comité de vigilance 2 = Sensibilisation 3 = Elaboration de convention locale 4 = Réalisation de pare feu 5 = Autre _____

2.24 - Avez-vous constaté de nouvelles habitudes d'exploitation des ligneux à encourager ? /___/ 1= Oui 2= Non

2.25 - Si oui, lesquelles ? /___/ /___/ /___/

2 = en protégeant les semis naturels dans les champs

3 = en protégeant les arbres semenciers dans les champs et les jachères

4 = Autre

3.5 - Si non pourquoi ? /___/ /___/ /___/

1 = utilité non avérée 2 = usufruit non immédiat 3 = avantages inconnus 4 = arbres encombrants pour la mécanisation 5 = manque de main d'œuvre pour le suivi et l'entretien

6 = découragé par le vandalisme 7 = Autres : -----

3.6 - Donner par ordre d'importance les espèces les plus prisées

1-----2-----3-----4-----

5-----6-----7-----8-----

3.7 - Qu'elles sont les contraintes liées à la RNA ? /___/ /___/ /___/

1 = entretien 2 = suivi/protection 3 = action des transhumants (coupe des pieds protégés) 4

= Autre _____

3.8 - Qu'elles sont les solutions disponibles pour lever ces contraintes ? /___/ /___/

/___/

1 = pratique massive de la RNA dans chaque terroir villageois 2 = information/sensibilisation 3

= Formation 4 = sanctions/amendes 5 = appui des services des eaux et forêts 6 = Autre _____

3.9 - Que faut-il faire pour que la RNA intéresse massivement les populations ? /___/

/___/ /___/

1 = information/sensibilisation 2 = formation 3 = mise en œuvre de projet dans ce domaine 4 = accompagner les projets sur la RNA de volet d'accompagnement (pour motivation des populations)

5 = Autre _____

3.10 - Quelles techniques ou pratiques proposez-vous en association avec la RNA pour mieux satisfaire les besoins des populations? /___/ /___/ /___/

1 = brises vents 2 = haies vives 3 = plantation d'espèces à usages multiples 4 = Autre

3.11 - Avez-vous été formé sur des techniques de Régénération Naturelles Assistée ? /___/

1 = Oui 2 = Non

3.12 - Si oui, par quelles structures ? /___/ /___/

1 = Organisation Paysanne 2 = Organisation Non Gouvernementale

3 = Structures étatiques 4 = Autres (à préciser) _____

3.13 - Qu'elles techniques de Régénération Naturelles Assistée avez-vous acquises dans cette formation ? /___/ /___/ /___/

1 = technique d'élagage d'un pied à régénérer 2 = suivi et entretien d'un pied régénéré

3 = technique de plantation pour renforcer la RNA 4 = arrangement spatial (disposition des pieds régénérés dans un champ) 5 = Autre _____

Merci pour votre contribution