

**Influence du couvert ligneux sur les pâturages
herbacés de la communauté rurale de léona
(région de Louga SENEGAL)**

DEDICACES

A la mémoire de ma grand-mère Seynabou GUEYE

Je dédie ce mémoire à :

mes deux parents

mon fils Andy Amadou

mes tantes et oncles

mes cousins et cousines

toutes les personnes qui m'ont connu et aimé

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé à Léona dans le cadre du projet FUNCiTREE. Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes, qui, par leur collaboration, leurs conseils, suggestions et encouragements ont contribué à sa réalisation. Mes remerciements vont particulièrement :

- au **Cl Abdourahmane TAMBA**, Ex-Chef du CNRF qui a accepté de m'accueillir dans sa structure pour mon stage. Je lui renouvelle mes remerciements et ma profonde gratitude.
- à **M. Abibou GAYE**, coordonnateur du projet INCO-FUNCiTREE à qui je remercie pour sa disponibilité et sa promptitude à réagir.
- au **Pr Léonard Elie AKPO**, Chef du Laboratoire d'Ecologie et d'Ecohydrologie du département de Biologie végétale de l'UCAD et Coordonnateur du Master Agroforesterie Ecologie – Adaptation à qui j'adresse mes sincères remerciements pour m'avoir fait confiance en acceptant de m'encadrer. Sa disponibilité permanente, ses conseils sans faille, sa rigueur scientifique et son sens du travail bien fait ont été d'un grand apport durant toutes les étapes de la réalisation de ce travail. Je lui dois ma reconnaissance et le rassure de ma détermination à rester fidèle à cet esprit de rigueur
- au **Dr Malaïny DIATA**, Maitre de recherche à l'ISRA, qui en plus d'avoir participé à notre formation scientifique a accepté de présider ce jury de soutenance.
- au **Dr Daouda NGOM**, qui en plus de participer pleinement à notre formation scientifique a accepté de juger ce travail.
- au **Dr Mayécor DIOUF**, Maitre assistant de recherche au CRZ/Kolda. Je vous remercie pour avoir facilité mon accès au CNRF et pour tous les efforts que vous avez déployés pour l'amélioration de mes conditions de travail au CNRF.
- au **Dr Dioumacor FALL**, Chargé de Recherches au CNRF, sa disponibilité permanente, ses conseils sans faille et surtout sa générosité scientifique m'ont permis d'avancer substantiellement dans ce travail. Je vous suis très reconnaissante de m'avoir épaulé depuis mes travaux de terrain jusqu'à la finalisation de ce document. Trouvez ici l'expression de ma profonde gratitude.
- au **Dr Sékouna DIATTA**, Maitre assistant au Département de Biologie Végétale de l'UCAD avec qui j'ai eu beaucoup de discussions et ses suggestions pertinentes m'ont été d'un grand apport. Je lui suis également très reconnaissante pour les durs moments de terrain que nous avons partagés ensemble.
- au **Dr Tamsir MBAYE**, Chargé de Recherches au CNRF pour ses conseils et son assistance scientifique. Merci pour tout.

- Au **Dr Oumar SARR**, chercheur à l'UCAD pour sa disponibilité.
- à **M. Emile Codio AGBANGBA** pour son assistance, ses conseils et surtout pour avoir accepté de faire toutes les analyses nécessaires dans ces travaux de recherches. Trouves ici mes sincères remerciements.

- à **M^{lle} Lisa FURUBARSEN** qui m'a beaucoup soutenu dans mes travaux de terrain.
- à **M. Cheikh DIOUF** et à **M. El Hadji DIOUF**, chauffeurs au CNRF pour les moments de dur labeur que nous avons partagés sur le terrain.

Mes remerciements vont également à :

- toute **l'équipe du laboratoire d'Ecologie et D'écohydrologie** du département de Biologie Végétale. Les nombreuses discussions scientifiques que nous avons toujours eues m'ont permis d'avancer dans le travail.

- A tous le **personnel scientifique, technique et administratif** du Centre National de Recherches Forestières (CNRF).

- à tout mes **camarades de promotion**: Babacar, Alassane, Fanta, Khoudia, Amdani, Oumar, Gana, Erick. Ensemble nous avons su instaurer entre nous un climat de confiance et de sérénité. Je garderai toujours en souvenir les bons moments que nous avons partagés ensemble.

- à **tous nos enseignants** qui ont beaucoup contribué à notre formation scientifique en acceptant de partager avec nous leurs connaissances scientifiques.

TABLE DES MATIERES

Dédicaces.....	i
Remerciement.....	ii
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures.....	vii
Liste des photos.....	vii
Résumé.....	viii
Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	3
1.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur les conditions du milieu.....	3
1.1.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur le microclimat.....	3
1.1.2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur les conditions édaphiques	4
1.2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur les herbacées	5
Chapitre 2: Matériel et méthode.....	7
2.1. Le cadre biophysique.....	7
2.1.1. Présentation de la communauté rurale de Léona.....	7
2.1.2. Le climat.....	8
2.1.3. L'hydrologie.....	9
2.1.4. Les types de sol.....	9
2.1.5. La végétation.....	9
2.1.6. L'élevage.....	10
2.2. Le dispositif expérimental.....	10
2.3. Les paramètres mesurés.....	12
2.4 Caractéristiques des ligneux.....	13
2.5. Traitement statistique des données.....	14
Chapitre 3 : Résultats.....	15
3.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la production de phytomasse herbacée moyenne.....	15
3.1.1. Variation de la production de phytomasse herbacée moyenne en fonction des différents facteurs.....	15
3.1.1.1. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de l'espèce ligneuse.....	15
3.1.1.2. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction du site.....	17
3.1.1.3. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de la protection.....	18
3.1.2. Conclusion.....	18
3.2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la diversité des herbacées.....	18
3.2.1. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction des différents facteurs chez les arbres.....	18
3.2.1.1. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction de l'espèce ligneuse arbre.....	19
3.2.1.2. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction de la protection chez les arbres.....	23
3.2.2 Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction des différents facteurs chez les arbustes.....	24
3.2.3. Cortège floristique.....	26
3.2.4. Conclusion.....	27

3.3. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur le recouvrement des herbacées.....	28
3.3.1. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction des différents facteurs chez les arbres.....	28
3.3.1.1. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction de l'espèce ligneuse.....	28
3.3.1.2. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction de l'interaction espèce-site.....	29
3.3.2. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction des différents facteurs chez les arbustes.....	31
3.3.2.1. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction de l'espèce ligneuse.....	31
3.3.2.2. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction du site.....	31
3.3.3. Conclusion.....	32
Chapitre 4.....	33
4.1. Discussion générale.....	33
4.1.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la production de phytomasse herbacée.....	33
4.1.2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la diversité des herbacées.....	34
4.1.3. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur le recouvrement des herbacées.....	34
4.2. Conclusions et perspectives.....	35
Synthèse bibliographique.....	37
Annexe	43

LISTE DES ILLUSTRATIONS
LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Paramètres dendrométriques des différentes espèces ligneuses (arbres).....	13
Tableau 2. Paramètres dendrométriques des différentes espèces ligneuses (arbustes).....	14
Tableau 3. Résultats de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur la production de phytomasse herbacée chez les arbres et les arbustes.....	15
Tableau 4. Résultats de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur la production de phytomasse herbacée chez les arbres et les arbustes.....	16
Tableau 5. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de l'espèce ligneuse arbuste.....	17
Tableau 6. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction du site chez les arbres.....	17
Tableau 7. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction du site chez les arbustes.....	18
Tableau 8. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de la protection chez les arbres	18
Tableau 9. Résultats de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur la richesse spécifique des herbacées chez les arbres	19
Tableau 10. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction de l'espèce ligneuse arbre.....	20
Tableau 11. Résultat de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur les valeurs de l'indice de diversité de Shannon chez les arbres.....	21
Tableau 12: Résultats de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur l'indice de régularité des espèces herbacées sous les arbres.....	22
Tableau 13: Variation de l'indice de régularité en fonction de l'espèce ligneuse arbre.....	23
Tableau 14. Variation de la richesse spécifique en fonction de la protection chez les arbres.....	24
Tableau 15. Résultats de l'analyse de variance des deux facteurs (espèce et site) et de leurs interactions sur la richesse spécifique moyenne des herbacées chez les arbustes.....	24
Tableau 16. Variation de la richesse spécifique en fonction de l'espèce ligneuse arbuste	25
Tableau 17. Variation de la richesse spécifique en fonction du site chez les arbustes.....	25
Tableau 18. Résultat de l'analyse de variance des deux facteurs (espèce et site) et de leurs interactions sur l'indice de diversité de Shannon sous les différentes espèces ligneuses arbustes.....	25
Tableau 19. Résultat de l'analyse de variance des deux facteurs (espèce et site) et de leurs interactions sur l'indice de régularité des espèces herbacées chez les arbustes.....	26
Tableau 20. Comparaison de la distribution de quelques espèces herbacées bien représentées dans le milieu sous et hors couvert protégé des différentes espèces ligneuses.....	27
Tableau 21. Résultat de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur le recouvrement des herbacées.....	28

Tableau 22. Variation du recouvrement en fonction de la combinaison des deux facteurs espèce et Site chez les arbres.....	30
Tableau 23. Résultat de l'analyse de variance des deux facteurs et de leurs interactions sur le recouvrement chez les arbustes.....	31
Tableau 24. Variation du recouvrement en fonction de l'espèce ligneuse arbuste et de la position.....	31
Tableau 25. Variation du recouvrement en fonction de la position chez les arbustes.....	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de localisation de la communauté rurale de Léona dans La région de Louga.....	7
Figure 2: Carte de localisation des quatre sites dans la communauté rurale de Léona.....	10
Figure 3: Variation de la valeur de l'indice de diversité de Shannon chez les arbres.....	22
Figure 4: Effet des principaux facteurs (espèce, site, protection) sur le recouvrement total des herbacées Chez les arbres.....	29

LISTE DES PHOTOS

Photo 1. Placettes protégée et non protégée sous couvert ligneux après (A) et avant (B) enlèvement du grillage).	11
Photo 2. Placettes protégée et non protégée hors couvert après (A) et avant (B) enlèvement du grillage.....	11

RESUME

Dans le but de restaurer les terres dégradées et d'améliorer la production agricole, les agriculteurs pratiquent de plus en plus l'agroforesterie. Cependant, la mise en place de systèmes agroforestiers performants nécessite une connaissance des interactions qui existent entre les différentes composantes de ces systèmes. Nous avons étudié l'influence de la couverture ligneuse de onze arbres (*Acacia senegal*, *Acacia tortilis*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Celtis integrifolia*, *Combretum glutinosum*, *Faidherbia albida*, *Neocarya macrophylla*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica*, *Ziziphus mauritiana*) et de trois arbustes (*Annona senegalensis*, *Boscia senegalensis*, *Maytenus senegalensis*) et de la pâture sur la production des herbacées dans les parcours de la communauté rurale de Léona (Région de Louga). La production de phytomasse, la diversité spécifique et le recouvrement de la végétation herbacée ont été évalués dans des placettes de 1m² sous et hors couvert, avec ou sans protection. L'étude a montré que chez les arbres comme chez les arbustes, les trois facteurs, espèce site et protection ont un effet hautement significatif sur la production de phytomasse herbacée. L'effet de l'espèce est variable selon l'espèce considérée. Certaines augmentent la production de phytomasse, d'autres au contraire apparaissent comme des espèces dépressives. La couverture ligneuse et la protection augmentent la production de phytomasse. Chez les arbres, même si l'effet de l'espèce sur la richesse spécifique moyenne dépend du site, l'effet seul de l'espèce sur les trois paramètres de diversité (richesse spécifique moyenne, indices de diversité de Shannon et de régularité de Pielou) est hautement significatif. La protection améliore significativement la richesse spécifique moyenne. Cependant, chez les arbustes l'espèce n'a aucune influence sur les trois paramètres de diversité, seul le site améliore la richesse spécifique moyenne. Chez les arbres, l'effet de l'espèce sur le recouvrement dépend d'une part de la position et d'autre part de la protection, alors que chez les arbustes chacun des facteurs espèce et position a un effet positif hautement significatif.

Mots clés: Agroforesterie - Couvert ligneux – Position – Protection - Herbacée – Parcours – Léona (Sénégal)

ABSTRACT

In order to restore exhausted land and improve agricultural production, farmers practise more and more agro-forestry. Yet, the implementation of successful agro-forestry system requires a knowledge of the interactions which exist between the different components of the system. We have study the impact of eleven trees (*Acacia senegal*, *Acacia tortilis*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Celtis integrifolia*, *Combretum glutinosum*; *Faidherbia albida*, *Neocarya macrophylla*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica* and *Ziziphus mauritiana*) and three shrubs cover (*Annona senegalensis*, *Boscia*

senegalensis and *Maytenus senegalensis*) and grazing on the production of the herbaceous stratum of the rangeland of the rural community of Leona (Region of Louga). The production of phytogenic mass, the specific diversity and the covering have been evaluated on protected or unprotected plots of 1m² under and out of cover. This survey has showed that with trees as well as with shrubs, the three factors, species, site and protection, have highly significant effect on the herbaceous phytomasse production. Species effect depends on species. Some species increases the production of phytomasse, others, on the contrary appear as depressives species Woody coverage and protection increase considerably the production of phytomasse. With trees, as far as, the effect of specie on the mean specific richness depends on site, species only have a highly effect on the three paramount's diversity (mean specific richness, Shannon index and regularly index of Pielou). Protection increases significantly the mean specific diversity. However, with shrubs, only protection has a highly positive effect on mean specific diversity. With trees, effect of the species on the covering depends on the one hand on site and the other hand, on protection, whereas with shrubs, each of the factors, species and site has a highly significant affect.

Keywords: Agroforestry – Sheart – Site – Protection – Herbaceous – Rangeland – Leona (Senegal)

INTRODUCTION

Les zones sèches (arides, semi-arides et sub-humides sèches) occupent 47% de la surface terrestre soit environ 6,45 milliards d'hectares. Elles sont présentes dans toutes les grandes régions de la planète. En Afrique, ces terres arides occupent 1 milliard d'hectares, soit 73% du continent (Tracol, 2004)

Les écosystèmes sahéliens subissent une forte dégradation en raison de la détérioration des conditions climatiques et de l'anthropisation croissante (Albergel et Grouzis, 1985; Akpo et Grouzis, 1996, Grouzis et Albergel, 1989, Atta *et al.*, 1990). Cette situation est préjudiciable aux conditions de vie des populations et à leur économie. A cela, s'ajoute la forte croissance démographique qui remet en cause les systèmes traditionnels d'utilisation des terres (jachère) tout en réduisant les zones de parcours (Sène, 1997; Devineau, 2000; Fournier *al.*, 2001; Grouzis et Floch, 2003).

Au Sénégal, la dégradation des sols est la principale cause de la baisse de la productivité agricole (Ndour et Planchon, 2000 ; Ndour 2000). Elle est liée aux détériorations climatiques, à la salinisation des eaux et des sols, à la forte pression anthropique et au surpâturage. Il en résulte une baisse de la productivité végétale (Le Houérou, 1979; PANA, 2006; Sarr, 2007).

La communauté rurale de Léona située dans la région de Louga avec 90% d'agriculteurs et 5% d'éleveurs (rapport PVM 2010) n'est pas épargnée

Un des problèmes des plus urgents à résoudre dans les régions sahéliennes est la reconstitution des écosystèmes dégradés. Elle doit reposer sur l'association herbacées-ligneux-bétail afin de concilier les nécessités de la production herbacée (cultures, espèces pastorales) et la stabilité du milieu apportée par les ligneux en raison de leur moins grande sensibilité aux perturbations de l'environnement.

Cependant, il faut remarquer que, même si de nombreuses études ont montré les rôles multiples que peut jouer l'agroforesterie dans l'amélioration de la productivité agricole et fourragère (Guinko, 1992;FAO, 2004; Sène, 1997) d'une part et dans le maintien et la restauration de la fertilité des sols d'autre part (Grouzis et al.,1991;Breman et Kesler, 1994), la plupart des systèmes agroforestiers est axée sur un petit nombre d'espèces végétales, ce qui réduit leur durabilité et leur adaptabilité aux changements climatiques. Des études socio-économiques antérieures ont permis de sélectionner 14 espèces dont onze arbres (*Acacia senegal*, *Acacia tortillis*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Celtis integrifolia*, *Combretum glutinosum*, *Faidherbia albida*, *Neocarya macrophylla*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica*, *Ziziphus mauritiana*) et trois arbustes (*Annona senegalensis*, *Boscia senegalensis*, *Maytenus senegalensis*).

Ainsi, notre étude a pour objectif général, d'étudier l'influence du couvert ligneux et de la pâture sur la production des herbacées pour évaluer la productivité des pâturages.

Il s'agira d'étudier spécifiquement :

- l'influence du couvert ligneux et de la pâture sur la production de phytomasse herbacée
- l'influence du couvert ligneux et de la pâture sur la diversité de la strate herbacée
- l'influence du couvert ligneux et de la pâture sur le recouvrement des herbacées

Les travaux de recherches entrepris dans cette étude s'articulent autour de quatre chapitres : la synthèse bibliographique (I), la présentation du matériel et des méthodes utilisées (II), la présentation des résultats obtenus (III), la discussion (IV).

CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans cette revue bibliographique, nous essayerons de faire l'état des connaissances sur les effets de l'arbre et de la pâture sur le microclimat (température, humidité relative, évapotranspiration, pluviométrie, vent...), les facteurs édaphiques (facteurs physiques et chimiques du sol) et sur la strate herbacée (production de phytomasse, diversité, recouvrement).

Dans les formations végétales caractérisées par la coexistence de l'arbre et de l'herbe, il est généralement admis que l'arbre influence le développement de la végétation sous-jacente (Floretet *al.*, 2000; Akpo et Grouzis, 2004 ; Grouzis et Akpo 2006; Qarro, 2006; Gbemavo, 2010). Ceci serait lié à l'influence exercée par l'arbre sur le microclimat et les facteurs physiques et chimiques du sol. Toutefois, il faut remarquer que cette influence est variable en fonction des conditions climatiques générale (climat aride ou humide) selon Akpo (1993) et Akpo et Grouzis 2006 et selon que la végétation est pâturée ou pas.

1.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur les conditions du milieu

1.1.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur le microclimat

L'arbre agit sur le microclimat en réduisant le rayonnement solaire. En zone sahélienne, le facteur de transmission ou le pourcentage du rayonnement global à travers la couronne d'*Acacia tortilis* subsp *raddiana*, observé en milieu de journée est de l'ordre de 20% (Akpo et Grouzis, 2006), valeur quatre fois moins importante que celle trouvée au Québec en climat polaire par Gagnon (2004). En effet, selon cet auteur, le sous-bois d'une érablière recevra moins de 5% de la lumière qui atteint la cime des arbres. Les mêmes observations ont été faites en climat méditerranéen où Qarro (2006) démontre que le couvert forestier modifie les paramètres microclimatiques tels que la température, le degré d'hygrométrie, la pluviométrie, l'énergie solaire, etc. Selon ces auteurs, cette différenciation est liée à la combinaison de plusieurs facteurs notamment les interactions entre les espèces végétales, le sol, le climat et l'utilisation par les animaux. La part du rayonnement absorbable hors couvert est toujours plus importante que sous couvert (Akpo et Grouzis, 1993). Il en résulte un abaissement des températures. Dans un parc à *Acacia tortilis* subsp *raddiana* au Nord du Sénégal, les écarts de température de l'air à un mètre du sol atteignant 6°C sont observés entre les zones couvertes et découvertes. A 10 cm de profondeur, l'amplitude thermique diurne augmente de l'intérieur du couvert (3°C) vers la zone découverte (9°C) (Akpo et Grouzis, 1993).

Les arbres limitent l'évapotranspiration en diminuant la température (Ouedraogo *etal.*, 2008, Reij et al., 2005). Le Houérou (1979) rapporte que la fonction écran du couvert ligneux réduit l'évapotranspiration potentielle au niveau du tapis herbacé dans des proportions de 50 à 70% en

conditions sahéliennes. Des études effectuées par Guinko (1992) ont montré que le couvert ligneux limite l'évaporation par rapport aux zones découvertes exposées au vent.

L'arbre peut influencer la vitesse du vent. Leenders (2006) a montré dans une étude menée dans le Nord du Burkina Faso qu'une densité de 6 arbres/ha peut réduire la vitesse du vent. Le vent joue un rôle important dans les phénomènes de transfert de fertilité, de perte irrémédiable d'éléments fins (particules argileuses). Les arbres par leur effet de brise vent limitent ce phénomène et la progression du désert (Dancette et Niang, 1979).

D'après Brandt (1987) et Thornes (1990) cités par Derouiche *et al.*, (1996), le couvert végétal vivant a des rôles multiples sur la répartition des précipitations. Il amortit l'énergie cinétique de la pluie avant que l'eau n'atteigne le sol ce qui contribue à limiter l'érosion, divise le ruissellement et limite ainsi sa capacité de transport de sédiments.

D'après un rapport de l'organisation Conservation–Nature, l'élevage serait l'une des causes principales des problèmes environnementaux. Il participe au réchauffement climatique avec 18% de l'émission de gaz à effet de serre (9% de dioxyde de carbone, 31% de méthane, 65% de protoxyde d'azote, 64% d'ammoniac) et à la pollution de l'air. Le surpâturage, en réduisant le couvert végétal, augmente l'albédo de surface (Charney, 1975).

1.1.2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur les conditions édaphiques

Des études ont montré que c'est la nature du sol qui influence l'organisation et le développement de la végétation (Floret *et al.*, 2001). En effet, dans les zones de jachère, la reconstitution de la végétation post-culturale dépend de différents facteurs liés au sol notamment sa texture (Mitja, 1992; Djimadou, 1993; Ouedraogo, 1993; Yossi, 1996, Fournier *et al.*, 2000), son type (Fournier *et al.*, 2000), sa profondeur (Hien, 1996), à son excès d'eau et sa capacité à fournir ou non de l'eau toute l'année (Plandron et Mutja, 1990). Devineau (2000) identifie également une corrélation entre espèces végétales et facteurs chimiques du sol. Il apparaît alors important de disposer de suffisamment d'informations sur l'effet de l'arbre sur le sol pour cerner d'avantage son influence sur la végétation herbacée sous jascente.

L'arbre contribue à améliorer la fertilité du sol à travers l'apport de litière (Akpo, 2004; Reversat, 1986). Toutefois, l'importance de cet effet dépend de l'espèce. Des études ont montré que les espèces fixatrices d'azote améliorent la fertilité du sol grâce à leur capacité à fixer en symbiose l'azote atmosphérique et à absorber le phosphore à travers respectivement les nodosités et les mycorhizes (Dommergues, 1995). Ainsi, la nutrition azotée de la plante se fait grâce à la bactérie et la plante enrichit le sol. Ce pouvoir enrichissant du sol en azote de la plante favorise le développement de la végétation spontanée ou cultivée. Diédhiou *et al.* (2009) trouvent que les

communautés microbiennes sous les arbustes de *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* sont plus diversifiées, moins stressées et semblent être mieux disposées à assurer la décomposition des résidus que dans les sols hors couvert de ces deux espèces. Toutefois, Larwanou *et al.* (2010) ont trouvé dans leur étude que si certaines espèces comme *Faidherbia albida*, *Guiera senegalensis*, *Annona senegalensis*, *Balanites aegyptiaca* etc. participent à la fertilisation du sol d'autres comme *Ficus platyphylla*, *Lannea acida*, *Acacia nilotica* et *Gardenia erubescens* apparaissent comme des espèces dépressives. Les arbres en hébergeant certains oiseaux et mammifères, participent à travers les déjections de ces derniers à l'amélioration de la fertilité du sol et à la biodiversité (Kalingaraet *al.*, 2007).

Quant à l'effet de l'élevage, Kamuanga (2002), trouve que l'intégration culture-élevage pratiquée en zone de savane offre des avantages considérables sur les systèmes basés sur les cultures pures. Selon FAO (1994), cette pratique autorise un recyclage efficace des nutriments tout en permettant d'augmenter la durabilité des systèmes et de préserver l'environnement. Le fumier peut être utilisé directement comme fertilisant: une tonne de fumier de bovin contient environ 8kg d'azote, 4kg de phosphore et 16kg de potassium. Toutefois, l'auteur trouve que dans l'extrême nord du Cameroun, les charges de pâturage importantes ont conduit parfois à une destruction des sols entraînant une dégradation du couvert végétal. Cet effet négatif du pâturage est bien défendu par certains auteurs qui trouvent qu'il participe à l'accélération de la déforestation, de l'érosion du sol (dégradation mécanique des sols de texture fine à moyenne à travers le piétinement) en cas de surcharge des pâturages et de forte concentration du bétail autour des points d'eau (Yossi, 1996; Rapport de l'organisation Conservation – nature; rapportorganisation nature Québec 2011).

1. 2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la végétation herbacée

Même si une compétition entre ligneux et herbacée pour l'eau est souvent évoquée (Fowler, 1986; Belsky, 1990), il est généralement admis que le couvert ligneux influence positivement la strate herbacée sous-jacente. La plupart des auteurs concluent que la production de la strate herbacée sous couvert est deux à quatre fois plus élevée que dans la zone découverte et le tapis herbacé reste vert 3 à 4 semaines plus longtemps au début de la saison sèche, (Charreau et Vidal, 1965 ; Akpo,1993;Maïga, 1997 ; Akpo, 1998; Akpo, 2004). Akpo *et al.*, 2003 trouvent que la teneur en eau du fourrage récolté durant la phase de croissance de la végétation varie de 70 à 30% sous l'arbre à 55 à 20% hors couvert, le biotope sous couvert offre ainsi des conditions d'alimentation en eau plus favorables aux végétaux qui s'y développent. Cependant, Gbémavo *et al.* (2010) et Kessier(1992) ont respectivement montré un effet dépressif du couvert ligneux sur la culture sous-jacente au nord du Bénin et au BurkinaFaso. Les travaux de Maïga (1997) ont

montré que cet effet dépend de l'espèce considérée mais aussi des interactions entre ligneux et herbacées. Cet auteur, en comparant les rendements du mil et du sorgho sous *Acacia albida* (Kaad), *Vitellaria paradoxa*(karité) et *Parkia biglobosa* (néré) trouve qu'ils sont meilleurs sous *Acacia albida* suivi du *Vitellaria paradoxa*(karité) suivi de *Parkia biglobosa*(néré).

Quant au pâturage, Devineau (1999) a montré que le pâturage influence fortement les successions post-culturelles et la diversité des herbacées en participant à la disparition des espèces fortement appréciées. Seules les espèces peu ou non appréciées vont alors persister dans le milieu. Rousset *et al.* (1999) précisent que même si le pâturage freine fortement le processus de fermeture des paysages, il limite fortement la régénération de certaines espèces. Cependant, Akpo (1996) a montré que la pâture augmente la diversité végétale car le bétail assure la dissémination des semences dans les biotopes fréquentés (zoochorie).

Le bétail en consommant les ligneux, influence la végétation herbacée à travers la réduction de la quantité de litière (Bremen et Kesler, 1994; Floret *et al.*, 1995; Donfack, 1998, Rousset *et al.* (1999)).

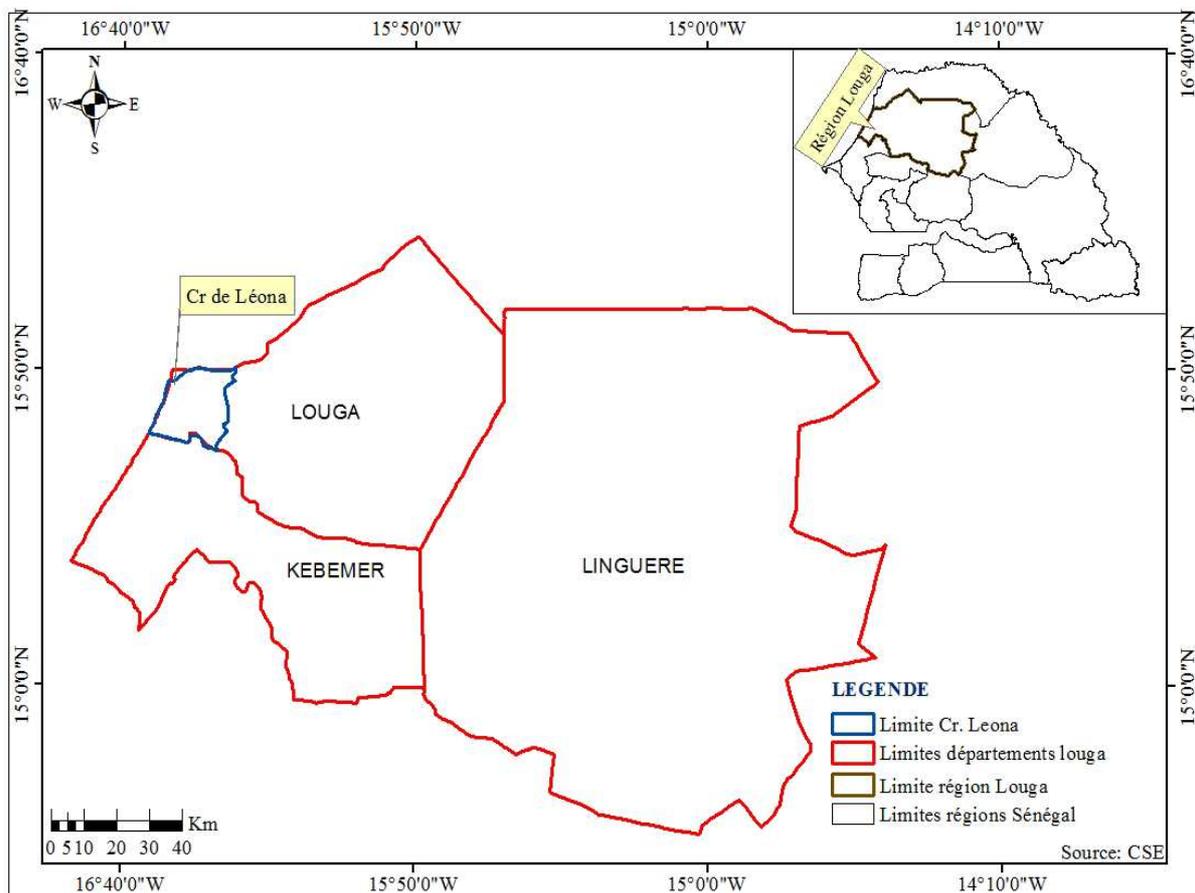
CHAPITRE 2: MATERIEL ET METHODES

2.1. Le cadre biophysique

2.1.1. Présentation de la communauté rurale de Léona

La Communauté Rurale (CR) de Léona se trouve au Centre –Est de la région de Louga, dans l'arrondissement de Sakal, Département de Louga (Carte 1). Elle s'intègre dans un espace plus vaste appelé littoral Nord sénégalais ou la « grande côte». La CR de Léona est comprise entre les latitudes 15°40' : 15°50' Nord et les longitudes 16°20' : 16°35' Ouest (carte 2). Elle a une superficie de 415 km², soit 36% de l'arrondissement de Sakal.

Son relief est composé d'une succession de dunes et de dépressions qui conditionne la nature et la disposition des unités pédologiques et des groupements végétaux (Ndiaye, 2000).



Carte 1. Localisation de la communauté rurale de Léona

Elle dispose d'une frange maritime de 18 km de longueur sur les 50 km de côte de la région de Louga. Par ailleurs sur la base de considérations socio-économiques, la communauté rurale est divisée en deux sous zones: la sous zone des Niayes et la sous zone du Dieri.

• La sous zone des Niayes

Elle couvre le 1/5 de la superficie de la communauté rurale soit une superficie de 83km² et est adossée à la mer sur une longueur de 18km. S'agissant des caractéristiques climatiques, cette sous zone est située entre les isohyètes 250 mm et 550 mm. Elle connaît grâce à l'influence de l'alizé maritime un climat de type subcanarien essentiellement caractérisé par un fort taux d'humidité relative et un déficit de saturation relativement faible.

Cette sous zone est marquée par une succession d'élévations dunaires et de dépressions (bas fonds ou cuvettes) avec des sols dominants de types argilo-sableux (deck-dior), lourds, riches et propices à l'agriculture, particulièrement au maraîchage, d'où son importance dans cette zone.

• La sous zone du Dieri

Le Dieri occupe toute la partie de la communauté rurale allant du centre à l'Est. Elle couvre une superficie de 332 km² Soit les 4/5 de l'étendue de la communauté rurale.

Le relief y est relativement plat et les types de sol dominants sont les sols ferrugineux tropicaux (Dior). Ce type de sol, léger et facile à travailler est souvent pauvre du fait de son utilisation abusive. Par ailleurs, le Dieri a un climat de type sahélien mais connaît tout de même l'influence de l'alizé continental et de l'alizé maritime.

Sur le plan hydrologique, les eaux de surface sont quasi-inexistantes sauf dans les plans d'eau stagnante pendant la saison des pluies et qui se dessèchent juste après la fin de la saison des pluies. La nappe phréatique est de bonne qualité et sa profondeur varie entre 20 et 40 mètres.

2.1.2. Le climat

La CR de Léona a une position côtière lui confère une certaine spécificité. En effet, cette zone est sous l'influence du climat subcanarien marqué par la présence de l'alizé maritime et par conséquent une faiblesse des températures. Son climat est caractérisé par l'alternance de deux saisons très marquées:

- Une saison sèche qui va d'octobre à juin (09 mois) et sous l'influence d'un vent chaud et sec, l'harmattan.
- Une saison pluvieuse de juillet à septembre (03 mois) durant laquelle un vent maritime chaud et humide, la mousson se fait sentir avec une température moyenne de 25°C. La pluviométrie moyenne est de 289,8mm (Diagne, 2007). La pluviométrie de l'année d'étude (2011) s'élève à 284mm (ANAMS).

2.1.3. L'hydrologie

Les dépôts dunaires sont parcourus par un système de formations aquifères. Ces nappes sont peu profondes au niveau du cordon littoral (3m) puis s'enfoncent rapidement vers l'intérieur des terres (30 m et plus). Dans la zone des niayes la nappe phréatique est peu profonde (5 à 6m).

2.1.4. Les types de sol

On distingue trois types de sols dans la communauté rurale de Léona (Diagne 2007)

- **Les sols ferrugineux-tropicaux (Dior):** localisés dans la zone du Diéri, s'étendent sur 332 Km² soit 80 % de la superficie totale du terroir communautaire. De nature meuble et perméable, cette unité pédologique est peu fertile du fait, d'une texture sableuse grossière et d'une dégradation de plus en plus poussée qui est occasionnée par l'érosion surtout éolienne (Harmattan). Néanmoins, les sols ferrugineux tropicaux (Dior) sont très propices aux cultures pluviales, notamment céréalières et oléagineuses. Ce qui explique la prépondérance de telles spéculations (mil, arachide, niébé, etc.) dans les activités économiques.

- **Les sols argileux-sableux (Deck-Dior)** couvrent moins de 19% du terroir et occupent en grande partie la zone des Niayes. Ils sont appauvris par une surexploitation liée à l'agriculture et par l'érosion. Cependant, ce type de sol demeure riche en matières organiques et présente de bonnes aptitudes pour l'exploitation des cultures maraîchères, céréalières et arachidières.

- **Les sols Deck (argileux et hydromorphes)** représentent 1% des terres et sont dispersés entre les zones des Niayes et du Diéri. Ils sont riches en éléments minéraux et en matières organiques; ce qui leur confère une coloration brune et brun - rouge. En outre, grâce à leur texture argileuse fine, ils possèdent une grande capacité de rétention d'eau. Forts de toutes ces caractéristiques, les sols Deck, qui sont localisés dans les bas-fonds, constituent les zones de prédilection pour les cultures maraîchères auxquelles s'adonne de plus en plus la population.

2.1.5. La végétation

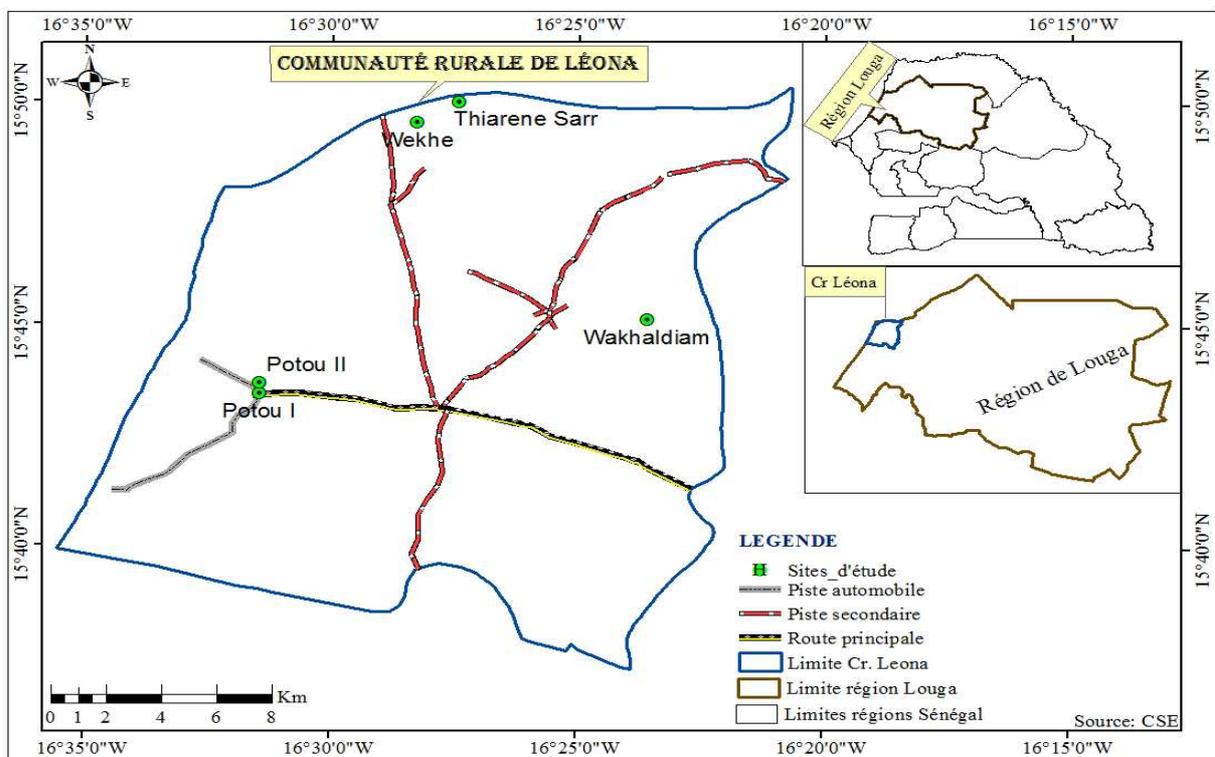
Dans les Niayes, la végétation est caractérisée par un large programme de reboisement avec comme principales espèces *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus camadulensis* et *Prosopis juliflora*. Par contre dans le Diéri, la végétation est de type steppe à épineux essentiellement dominée par les mimosacées et les combrétacées et connaît une dégradation avancée.

2.1.6. L'élevage

L'élevage occupe 5% de la population. Quatre principaux types d'élevage sont développés par la population de la communauté rurale de Léona. Il s'agit de: l'élevage extensif, l'embouche, l'élevage de case et l'aviculture. Mais au regard du mode d'élevage dominant qui est l'élevage extensif, l'alimentation du bétail repose sur l'exploitation des pâturages naturels.

2.2. Le dispositif expérimental

L'étude a été menée dans quatre villages de la communauté rurale de Léona (Thiarene Sarr, Wékhé tann, Wakhal Diam et dans la Réserve Naturelle Communautaire (RNC) de Potou (Carte 2) dans la période allant de Juillet à octobre 2011.



Carte 2. Localisation des sites d'étude

Des placettes de 1m² délimitées avec du grillage métallique sont disposées sous couvert à R/2 et hors couvert à 2R (placettes protégées), R étant le rayon du houppier (photo 1 et 2). Pour étudier l'effet de pâture, au moment de la collecte des données, une placette de 1m² est édifée à côté de chaque placette protégée sur une surface homogène mais jusque là accessible au bétail (placettes non protégées). Compte tenu du fait que dans le dispositif expérimental, une placette hors couvert peut être associée à plusieurs individus ligneux, l'échantillonnage a porté sur 125 placettes sous couvert et 56 placettes hors couvert. L'influence du facteur protection n'est pas

étudiée chez les arbustes à cause de leur port buissonnant. Pour chaque espèce cinq répétitions ont été faites.



A

B

Photo 1: placettes protégée et non protégée sous couvert ligneux après (A) et avant (B) enlèvement du grillage



AB

Photo 2. Placettes protégée et non protégée hors couvert après (A) et avant (B) enlèvement du grillage.

2.3. les paramètres mesurés

A la fin de la saison des pluies (en octobre 2011), la production de phytomasse, la diversité et le recouvrement de la strate herbacée ont été évalués au maximum de végétation dans chaque placette. La production de phytomasse est évaluée par la méthode de la récolte intégrale qui consiste à couper l'herbe à 5cm du sol (Levang et Grouzis, 1980). La phytomasse de chaque espèce a été séparée puis mise dans une enveloppe et séchée à l'étuve pendant 72 heures à 65° C jusqu'à poids constant.

La diversité de la strate herbacée a été étudiée à travers la méthode d'inventaire floristique. Ainsi toutes les espèces végétales ont été inventoriées et leur importance relative estimée à l'aide du recouvrement. L'étude de la diversité a porté sur la richesse spécifique moyenne et des indices de diversité de Shannon Weaver (H) et de régularité de Pielou. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H) est fondé sur la théorie de l'information. Il est exprimé en bits, les valeurs extrêmes étant comprises entre 0,5 (diversité très faible) et 4,5 bits environ (très grande diversité) Saidou et al., (2010). La formule utilisée pour le calcul de l'indice de diversité de Shannon dans ce travail est de:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i \quad \text{où } P_i = n_i/N$$

(N = Effectif des espèces considérées, n_i = le recouvrement des individus d'une espèce i , P_i la probabilité de rencontre de l'espèce de rang i).

On lui associe l'indice d'équitabilité E (ou indice de régularité) qui est, en termes de comparaison, plus rigoureux que l'indice de Shannon. L'indice de régularité varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs appartient à une seule espèce et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus.

$$E = H/H_{\max}$$

H est la diversité observée et H max est égal à $\log_2 S$

S étant la richesse spécifique ou le nombre total d'espèces

Les échantillons botaniques sont identifiés sur le terrain ou au laboratoire grâce à la numérotation des plantes à fleurs d'Afrique tropicale (Lebrun & Stork, 1997, 1995, 1992, 1991) et à la Flore du Sénégal (Berhaut, 1988, 1967).

Dans cette étude, trois facteurs pouvant influencer la variation de ces paramètres ont été retenus :

- l'espèce (E) avec onze niveaux pour les arbres et trois pour les arbustes (tableau 1 et 2).

- le site(S) avec deux niveaux: sous couvert et hors couvert
- la protection (Pt) avec également deux niveaux: protégé et non protégé

2.4 Caractéristiques des ligneux

Les paramètres dendrométriques des différentes espèces ligneuses arbres et arbustes sont présentés aux tableaux 1 et 2.

Tableau 1. Paramètres dendrométriques des différentes espèces ligneuses (arbres)

Familles	Espèces	Répétitions	Hauteur moy. Arbre(m)	Diamètre moy. Couronne(m)	Epaisseurmoy. Couronne(m)
Mimosaceae	<i>Acacia senegal</i> (L) Willd	5	5,436±0,65	7,129±1,40	4,29±0,82
Mimosaceae	<i>Acacia tortilis</i> Subsp <i>raddiana</i> Brena	5	6,186±1,47	11,235±0,9	4,52±1,91
Bombacaceae	<i>Adansonia Digitata</i> (L)	5	10,036±1,19	9,777±1,34	7,76±1,21
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L) Del	4	5,228± 1,80	5,50±1,80	3,38±1,80
Ulmaceae	<i>Celtis integrifolia</i> Lam	5	9,514±1,01	10,97±1,08	7,50±1,40
Combretaceae	<i>Combretum</i> Perr. ex <i>Glutinosum</i> Perr. ex DC	5	4,59 2±0,94	5,041±1,41	3,57 ±0,90
Mimosaceae	<i>Faidherbia albida</i> (Del.)Chev	5	7,662±2,47	10,409±2,9	4,9±1,54
Chrysobalanaceae	<i>Neocarya macrophylla</i> (Sabine) Prance	4	7,06±2,87	7,646±1,21	4,71±3,02
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i> (A.Rich) Hocht	5	6,736±1,84	6,08±1,03	5,2±1,45
Caesalpiniaceae	<i>Tamarindus Indica</i> L	5	7,14±0,51	8,71,90±0,02	5,89±2,28
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam	5	5,3±0,75	5,32±0,9	3,56±0,48

Tableau 2. Paramètres dendrométriques des différentes espèces ligneuses (arbustes)

Famille	Espèces	Répétitions	Hauteur moy arbre(m)	Diamètre moy. couronne (m)	Epaisseur moy couronne(m)
Annonaceae	<i>Annona senegalensis pers.</i>	5	0,99±0,12	2,48±0,46	0,99±0,12
Capparidaceae	<i>Boscia senegalensis (pers.) Lam</i>	5	1,93±0,92	2,48±0,47	1,93±0,92
Celastraceae	<i>Maytenus senegalensis (Lam.) Exell</i>	5	1,47±0,33	3,60±2,82	1,47±0,24

2.5 Traitement statistique des données

Une analyse de variance, modèle fixe à trois facteurs (espèce ligneuse, site, protection) a été effectuée dans le but d'étudier l'effet de ces facteurs et de leurs interactions sur la production de phytomasse herbacée, la diversité de la strate herbacées et de son recouvrement. La méthode du modèle linéaire généralisé sous le logiciel statistique Minitab 14 a été utilisée afin d'analyser l'effet de chacun de ces facteurs et leurs interactions sur les paramètres mesurés. Le test de Turkey a été ensuite utilisé pour structurer les moyennes des modalités de facteurs ou des combinaisons de modalités de facteurs dans le cas où l'interaction entre facteurs est significative. Les valeurs de l'indice de diversité et de régularité obtenues ont été soumises à une analyse de variance.

CHAPITRE 3: RESULTATS

3.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la production de phytomasse herbacée moyenne

3.1.1. Variation de la production de phytomasse herbacée moyenne en fonction des différents facteurs

Aucune des interactions entre les trois facteurs (espèce ligneuse, site et protection) n'est significative. L'effet des facteurs sur la production de phytomasse herbacée peut donc être étudié isolément. Tous ces facteurs étudiés ont un effet très hautement significatif ($p=0,000$) sur la production de phytomasse herbacée pour les arbres et les arbustes (Tableau 3).

Tableau 3. Résultats de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur la production de phytomasse herbacée chez les arbres et chez les arbustes

Source	Arbres				Arbustes			
	Ddl	SCE	F	P	Ddl	SCE	F	P
Espèces (E)	10	953086	16,38	0,000	2	78190	11,88	0,000
Site (S)	1	67665	12,90	0,000	1	125262	38,11	0,000
Protection (Pt)	1	294785	51,65	0,000		125262	38,11	
E*S	10	104845	1,82	0,060	2	3092	0,47	0,628
E*Pt	10	70832	1,23	0,275				
S*Pt	1	87	0,09	0,763				
E*S*Pt	10	68746	1,19	0,300				
Erreur	167	963353			39	128193		
Totale	210	2523399			44	334736		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

E*Pt = Interaction espèce-protection

F = Statistique de Fischer

E*S*Pt = Interaction espèce-site-protection

3.1.1.1. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de l'espèce ligneuse

Les variations de la production de phytomasse herbacée en fonction de l'espèce ligneuse arbre sont données par le tableau ci-dessous (tableau 4).

La production maximale de phytomasse herbacée (5334,6kg ms/ha) a été observée sous *F. albida* et la production minimale (76,376kg ms/ha) sous *C. integrifolia*.

Tableau 4. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de l'espèce ligneuse arbre

Espèces	Phyt. Herb.Moy. (kg ms. /ha)	CV (%)	Prod. Mini. (kg ms/ha)	Prod. Max. (kg ms/ha)
<i>Celtis integrifolia</i> (e5)	596,23a	54,26	76,37	1214,0
<i>Tamarindus indica</i> (e10)	1195,35b	51,87	228,3	2211,2
<i>Combretum glutinosum</i> (e6)	1204,96bc	60,61	324,6	2759,0
<i>Balanites aegyptiaca</i> (e4)	1307,02bc	71,11	681,4	4296,9
<i>Sclerocarya birrea</i> (e9)	1380,54bc	47,96	743,5	3029,8
<i>Acacia tortillis</i> (e2)	1620,28bc	64,86	211,7	4296,9
<i>Adansonia digitata</i> (e3)	1703,56bc	39,2	712,8	2595,8
<i>Acacia senegal</i> (e1)	1783,22bc	41,25	638	3731,5
<i>Neocarya macrophylla</i> (e8)	1845,05c	51,35	522,1	4306,5
<i>Faidherbia albida</i> (e7)	2741,69d	51,14	783,7	5334,6
<i>Zizyphus mauritiana</i> (e11)	3017,87d	37,52	681,5	4831,9

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey.
 Pro. Herb. Moy. = production herbacée moyenne
 Prod.Herb.Mini. = Production herbacée maximale . Prod.Herb. Max = Production herbacée maximale
 kg.Ms./ha = kilogramme de matière sèche par hectare.

Les résultats du test de structuration de moyenne de Turkey montrent que les productions de phytomasse herbacée moyennes sous *Z. mauritiana* et *F. albida* ne sont pas significativement différentes et ces productions sont significativement plus élevées que celles observées sous *N. macrophylla*, *A. senegal*, *A. digitata*, *A. tortillis*, *S. birrea*, *B. aegyptiaca*, *C. glutinosum*, *T. indica*. La production moyenne sous ces huit espèces ne présente aucune différence significative. Toutefois la production herbacée moyenne sous *T. indica* est significativement différente de celle observée sous *N. macrophylla*. La production de phytomasse herbacée moyenne sous *C. integrifolia* est significativement moins importante que celle observée sous toutes les autres espèces. *F. albida*, *Z. mauritiana*, *A. senegal* et *N. macrophylla* ont une production de phytomasse herbacée moyenne supérieure à la moyenne générale alors que les productions sous *T. indica*, *B. aegyptiaca*, *C. glutinosum*, *S. birrea*, *A. tortillis*, *A. digitata* et *C. integrifolia* sont inférieures à la moyenne générale.

Chez les arbustes aucune différence significative n'a été notée entre la production de phytomasse herbacée moyenne sous *A. senegalensis* et *M. senegalensis* par contre ces productions sont significativement plus faibles que celle obtenue sous *B. senegalensis*. (Tableau 5).

Tableau 5. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de l'espèce ligneuse arbuste

Especies	Phyto. Herb. Moy. (Kg.ms./ha)	CV (%)	Prod.Mini. (Kg.ms./ha)	Prod. Max. (Kg.ms./ha)
Annona senegalensis	1290,11a	44,16	681,4	2356,0
Boscia senegalensis	2125,00b	51,15	932,0	4248,0
Maytenus senegalensis	1198,51a	47,67	729,7	4248,0

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey.

Prod Max = Production herbacée maximale Pro. Herb. Moy. = production herbacée moyenne

Prod Mini = Production herbacée minimale kg. Ms./ha = kilogramme de matière sèche par hectare.

Toute fois la phytomasse herbacée moyenne la plus élevée a été notée sous *B. senegalensis* avec une valeur largement supérieure à la moyenne générale. La production de phytomasse herbacée varie d'un minimum de 681,4 kg. ms/ha sous *A. senegalensis* à un maximum de 4248, 0 kg. ms/ha sous *B. senegalensis* et *M. senegalensis*.

3.1.1.2. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction du site

Concernant le facteur site, pour les arbres, la production de phytomasse herbacée moyenne est significativement plus importante sous couvert qu'hors couvert (Tableau 6).

Tableau 6. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction du site chez les arbres

Site	Phyt. Herb. Moy. (kg. ms/ha)	CV (%)	Prod. Mini. (kg. ms/ha)	Prod. Max. (kg.ms/ha)
SC	1869,2b	58,12	76,3	5334,6
HC	1506,5a	71,74	211,7	4831,9

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey

Pro. Herb. Moy. = production herbacée moyenne Prod. Herb. Mini = Production herbacée minimale

CV=coefficient de variation Prod. Herb. Max = Production herbacée maximale

kg. ms. /ha = kilogramme de matière sèche par hectare.

SC = sous couvert HC = hors couvert

Remarquons que la production minimale de phytomasse herbacée moyenne(76,3 kg. ms/ha) est observée sous couvert ligneux . La même tendance a été observée chez les arbustes sous lesquels les productions de phytomasse sont significativement différentes sous et hors couvert et elles sont plus importantes sous couvert qu'hors couvert (Tableau 7).

Tableau 7. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction du site chez les arbustes

Site	Phyt. Herb. Moy. (kg. ms/ha)	CV (%)	Prod. Mini. (kg.ms/ha)	Prod.Max. (kg.ms/ha)
Sous couvert	2284,0a	37,63	1162,8	4288,0
Hors couvert	1164,8b	51,91	681,4	3322,7

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey.
 Pro. Herb. Moy. = production herbacée moyenne Prod.Herb. Mini = Production herbacée minimale
 Prod Herb. Max = Production herbacée maximale kg. ms./ha = kilogramme de matière sèche par hectare.

3.1.1.3. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de la protection

Quant à l'effet de la protection, elle augmente significativement la production de phytomasse herbacée moyenne sous les arbres dans les parcelles protégées comparées aux non protégées (Tableau 8).

Tableau 8. Variation de la production de phytomasse herbacée en fonction de la protection chez les arbres

Protection	Phyt. Herb. Moy (kg. ms/ha)	CV (%)	Prod. Mini. (kg. ms/ha)	Prod. Max. (kg. ms/ha)
Protégé	2063,9b	07,63	95,67	5334,6
Non protégé	1313,7a	67,89	76,30	4721,5

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey.
 Pro. Herb..Moy. = production herbacée moyenne Prod. Herb. Mini = Production herbacée minimale
 Prod Herb. Max = Production herbacée maximale kg. ms./ha = kilogramme de matière sèche par hectare.

3.1.2. Conclusion

Chez les arbres comme chez les arbustes la production moyenne de phytomasse herbacée est variable suivant l'espèce ligneuse. Si certains arbres l'améliorent, d'autres au contraire apparaissent comme des espèces dépressives. Cette production moyenne de phytomasse herbacée est améliorée par le couvert ligneux et par la protection.

3.2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la diversité des herbacées

3.2.1. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction des différents facteurs chez les arbres

Chez les arbres la richesse spécifique des herbacées varie significativement avec la protection ($p = 0,009$). Quant à l'effet de l'espèce, même s'il est très hautement significatif, il dépend du site, l'interaction espèce étant significative ($P = 0,049$) (Tableau 9).

Tableau 9. Résultats de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur la richesse spécifique des herbacées chez les arbres

Source	Ddl	SCE	F	P
Espèce (E)	10	1082,82	9,24	0,000
Site (S)	1	13,16	1,46	0,228
Protection (Pt)	1	78,82	6,98	0,009
E*S	10	228,07	1,89	0,049
E*Pt	10	73,42	0,62	0,795
S*Pt	1	7,70	0,58	0,448
E*S*Pt	10	55,5	0,47	0,908
Erreur	167	1916		
Total	210	3515,74		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

E*Pt = Interaction espèce-protection

F = Statistique de Fischer

E*S*Pt = Interaction espèce-site-protection

L'influence de l'espèce étant hautement significative, nous allons nous intéresser à celle-ci bien que l'interaction entre espèce et site soit significative.

3.2.1.1. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction de l'espèce ligneuse arbre

La richesse spécifique des herbacées varie d'un minimum de 3 Sp. Moy/m² sous *F. albida* à un maximum de 22 Sp. Moy/m² sous *B. aegyptiaca* (e4), *N. macrophylla* (e8) et *S. birrea* (e9) (Tableau 10). La richesse spécifique moyenne des herbacées est plus élevée sous *C. glutinosum*, *A. senegal*, *B. aegyptiaca* et *S. birrea*. Sous ces espèces, les richesses spécifiques ne sont pas significativement différentes. Elles sont suivies de *A. digitata*, *N. macrophylla*, *A. tortillis*, *T. indica* et *F. albida* qui ont un effet identique sur la richesse spécifique moyenne. Leur effet est différent de celui de *Z. mauritiana* et *C. integrifolia* sous lesquelles la richesse spécifique n'est pas significativement différente et elle est significativement plus faible comparée à celle observée sous toutes les autres espèces. Les richesses spécifiques moyennes sous *A. senegal*, *A. digitata*, *B. aegyptiaca*, *C. glutinosum*, *N. Macrophylla*, *S. birrea* sont supérieures à la moyenne générale.

Tableau 10. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction de l'espèce ligneuse arbre

<i>Espèce</i>	Rich. sp. Moy. (Sp. Moy./m²)	CV (%)	Rich.Min (Sp./M²)	Rich.Max. (Sp./m²)
<i>Celtis integrifolia</i> (e5)	08,8a	37,44	4	16
<i>Ziziphus mauritiana</i> (e11)	09,6a	26,05	6	14
<i>Faidherbia albida</i> (e7)	10,8ab	32,86	3	16
<i>Tamarindus indica</i> (e10)	10,9ab	33,13	5	15
<i>Acacia tortillis</i> (e2)	10,9ab	40,35	4	19
<i>Neocarya macrophylla</i> (e8)	12,8ab	35,82	4	22
<i>Adansonia digitata</i> (e3)	12,9bc	23,31	8	19
<i>Sclerocarya birrea</i> (e9)	14,2cd	21,72	10	22
<i>Balanites aegyptiaca</i> (e4)	14,4cd	20,39	10	22
<i>Acacia senegal</i> (e1)	15,6d	21,55	10	21
<i>Combretum glutinosum</i> (e6)	15,7d	20,50	9	20

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey.

Riche sp moy = richesse spécifique moyenne

CV = coefficient de variation

Rich. Sp. Mini = richesse spécifique minimale

Rich. Sp. Max = richesse spécifique maximale

Sp. Moy./m² = espèces en moyenne/m²

Sp./ m² = espèce/m²

L'analyse de variance des valeurs de l'indice de diversité de Shannon montre un effet très hautement significatif de l'espèce ligneuse sur celle-ci (Tableau 11).

Tableau 11. Résultat de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur les valeurs de l'indice de diversité de Shannon chez les arbres

Source	Ddl	SCE	F	P
Espèce (E)	10	21,9764	6,21	0,000
Site (S)	1	0,3072	0,71	0,399
Protection (Pt)	1	0,0492	0,09	0,759
E*S	10	5,7505	1,64	0,099
E*Pt	10	1,0870	0,31	0,978
S*Pt	1	0,6490	1,73	0,190
E*S*Pt	10	2,3488	0,67	0,751
Erreur	168	58,9262		
Total	211	91,0943		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

E*Pt = Interaction espèce-protection

F = Statistique de Fischer

E*S*Pt Interaction espèce = -site-protection

Le test de structuration de moyenne confirme presque les résultats présentés au tableau 10.

Les arbres sous lesquels l'indice de diversité de Shannon Weaver est plus élevé sont: *B. aegyptiaca*, *C. glutinosum* et *S. birrea*, *A. senegal*(Figure 3) avec des valeurs supérieures ou égales à la moyenne.

Par contre, la valeur de cet indice est faible et inférieure à la valeur moyenne sous toutes les autres espèces.

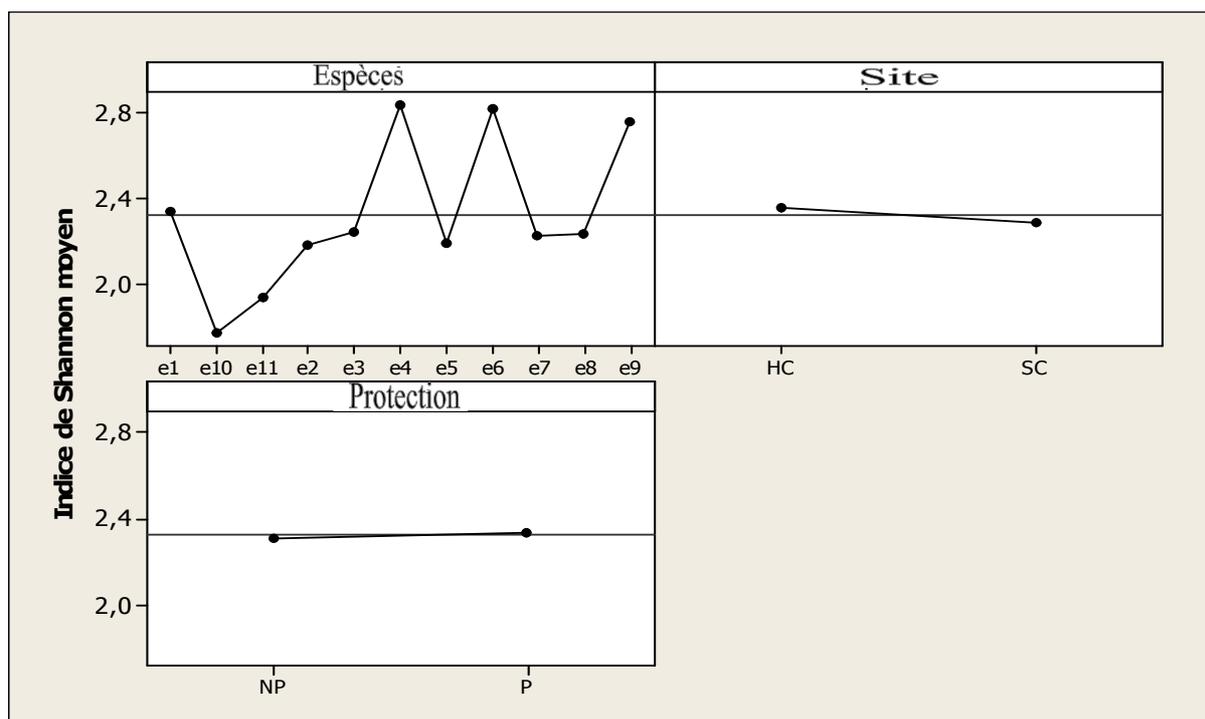


Figure 3 : Variation de la valeur de l'indice de diversité de Shannon en fonction des différents facteurs

Ces informations peuvent être complétées par celles fournies par les valeurs de l'indice de régularité de Pielou (Tableau 12).

Tableau 12: Résultats de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur l'indice de régularité des espèces herbacées chez les arbres

Source	DF	SCE	F	P
Espèce (E)	10	0,82087	4,67	0,000
Site (S)	1	0,03826	2,03	0,156
Protection (P)	1	0,01673	1,15	0,285
E*S	10	0,51512	2,93	0,002
E*P	10	0,09157	0,52	0,874
S*P	1	0,13492	7,09	0,009
E*S*P	10	0,17630	1,00	0,444
Erreur	168	2,95531		
Total	211	4,74908		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

E*Pt = Interaction espèce-protection

F=Statistique de Fischer

E*S*Pt = Interaction espèce-site-protection

Les résultats de l'analyse de variance montrent que malgré une interaction significative entre espèce et site, l'effet de l'espèce sur la valeur de l'indice de régularité est très hautement significatif. Il est important donc de s'intéresser à la régularité sous les différentes espèces.

Tableau 13. Variation de l'indice de régularité en fonction de l'espèce ligneuse arbre

Espèces	Indice de régularité
<i>B.aegyptiaca</i> (e4)	0,7A
<i>S. birrea</i> (e9)	0,7A
<i>C glutinosum</i> (e5)	0,7A
<i>C. intégrifolia</i> (e6)	0,7A
<i>A.tortillis</i> (e2)	0,7AB
<i>F. albida</i> (e7)	0,6AB
<i>A ;digitata</i> (e3)	0,6AB
<i>N.macrophylla</i> (e8)	0,6AB
<i>Z. mauritiana</i> (e11)	0,6AB
<i>A.senegal</i> (e1)	0,6AB
<i>T. indica</i> (e10)	0,5B

Le test de structuration de moyenne montre qu'en fonction de leur effet, les onze espèces ligneuses peuvent être divisé en trois groupes, G₁(*B. aegyptiaca*, *S. birrea*, *C. intégrifolia*, *C. glutinosum*, *A.tortillis*), G₂(*F. albida*, *A. digitata*, *N. macrophylla* et *Z.mauritiana*, *A senegal*) et G₃ (*T.indica*).

3.2.1.2. Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction de la protection chez les arbres

La protection augmente significativement la richesse spécifique moyenne des herbacées. Elle est plus élevée dans les parcelles protégées comparées aux non protégées (Tableau 14)

Tableau 14. Variation de la richesse spécifique en fonction de la protection chez les arbres

Protection	Rich. Sp. Moy (Sp. Moy. /m ²)	CV (%)	Rich. Sp. Max. (Sp./m ²)	Rich. Sp. Mini (Sp./m ²)
P	13B	32,7	22	5
Np	12A	30,1	21	4

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey.

Rich.Sp. Moy. = richesse spécifique moyenne CV=coefficient de variation Rich.Sp. .Mini =richesse spécifique minimal Rich. Sp. Max = richesse spécifique maximaleSp. / m² = Espèce/m²Sp. Moy. /m² = espèces en moyenne/m²

3.2.2 Variation de la richesse spécifique moyenne en fonction des différents facteurs chez les arbustes

Chez les arbustes, l'analyse de variance a montré que l'effet du site est très hautement significatif sur la richesse spécifique moyenne (P=0,000) par contre le facteur espèce n'a aucune influence sur celle-ci (P= 0,59) (Tableau 15)

Tableau 15. Résultat de l'analyse de variance des deux facteurs (espèce et site) et de leurs interactions sur la richesse spécifique moyenne des herbacées sous les arbustes

Source	Ddl	SCE	F	P
Espèce (E)	2	9,644	0,61	0,547
Site (S)	1	165,37	27,54	0,000
E*S	2	36,689	3,05	0,59
Erreur	39	234,200		
Total	44	445,11		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

F = Statistique de Fischer

La richesse spécifique moyenne n'est pas significativement différente selon l'espèce ligneuse arbuste considérée notamment, *A. senegalensis*, *B. senegalensis* et *M. senegalensis*, par contre elle est significativement plus importante sous couvert ligneux qu'hors couvert (Tableau 16 et Tableau 17).

Tableau 16. Variation de la richesse spécifique en fonction de l'espèce ligneuse arbuste

Espèces	Rich. Sp. Moy. (Sp .Moy./m²)	CV (%)	Rich. Sp. Mini (Sp./m²).	Rich. Sp. Ma (Sp./m²)
<i>A. senegalensis</i>	13,9a	20,01	11	23
<i>B. senegalensis</i>	14,8a	20,77	11	21
<i>M. senegalensis</i>	13,7a	27,17	11	23

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey.. Riche sp moy. = richesse spécifique moyenne CV = coefficient de variation

Rich. Sp. Mini = richesse spécifique minimale Rich. Sp. Max = richesse spécifique maximale

Sp. Moy./m² = Espèces en moyenne/m² Sp./ m² = Espèce/m²

Tableau 17. Variation de la richesse spécifique en fonction du site chez les arbustes

Site	Rich. Sp. Moy. (Sp. Moy./m²)	CV (%)	Rich. Sp. Mini (Sp./m²)	Rich. Sp. Maxi (Sp./m²)
SC	16,9a	21,94	11	23
HC	12,8b	13,67	11	17

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey. Riche sp moy = richesse spécifique moyenne CV = coefficient de variation

Rich. Sp. Mini = richesse spécifique minimale Rich. Sp. Max = richesse spécifique maximale

Sp. Moy./m² = espèces en moyenne/m² Sp./ m² = Espèce/m²

Quant à l'indice de diversité de Shannon, il n'est influencé par aucun des deux facteurs espèce et site (Tableau 18).

Tableau 18. Résultat de l'analyse de variance des deux facteurs (espèce et site) et de leurs interactions sur l'indice de diversité de Shannon sous les différentes espèces ligneuses arbustes

Source	Ddl	SCE	F	P
Espèce (E)	2	0,7153	1,24	0,301
Site (S)	1	0,4340	2,19	0,147
E*S	2	0,0906	0,23	0,796
Erreur	39	7,7188		
Total	44	8,9588		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

F = Statistique de Fischer

Un résultat similaire est obtenu après analyse de variance de l'effet des deux facteurs sur l'indice de régularité, qui ne révèle aucun effet significatif des deux facteurs sur ce paramètre de diversité (Tableau 19)

Tableau 19. Résultat de l'analyse de variance des deux facteurs (espèce et site) et de leurs interactions sur l'indice de régularité des herbacés chez les arbustes

Source	Ddl	SCE	F	P
Espèce	2	0,054712	2,26	0,118
Site	1	0,003670	0,37	0,547
E*S	2	0,003928	0,20	0,822
Erreur	39	0,388350		
Total	44	0,450660		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

F = Statistique de Fischer

3.2.3. Cortège floristique

L'analyse de la liste floristique rend compte de la présence de 105 espèces réparties en 59 genres et 19 familles. La famille la plus représentée est celle des Poaceae avec 24 genres suivie respectivement des Fabaceae 17 genres et des Convolvulaceae 09 genres. Cette étude a permis de distinguer dans le milieu deux groupes d'espèces : des espèces dites exclusives aux biotopes sous ou hors couvert et des espèces dites indifférentes ou espèces communes (Tableau 20).

Il apparait ainsi que:

Achyranthes aspera, *Mitracarpus villosis* et *Jacquemontia tamnifolia* uniquement présentes

sous couvert ligneux respectivement sous 14, 11 et 08 espèces ligneuses sont des sciaphiles.

Alysicarpus ovalifolius, *Cenchrus bifloris*, *Chloris plicurii*, *Digitaria horizontalis*

Brachyaria distigophylla, *Dactyloctenium aegyptiaca*, *Corchorus tridens*, *Spermacocea radiata*, *Spermacocea stachydea*, *Commelina benghalensis* et *Zornia glochidiata* sont présentes dans le milieu indifféremment de la présence ou de l'absence de couvert ligneux. Remarquons tout de même que certains de ces espèces sont parfois à tendance sciaphile ou héliophile.

Tableau 20. Comparaison de la distribution de quelques espèces herbacées bien représentées dans le milieu sous et hors couvert protégé des différentes espèces ligneuses

Espèces herbacées	Nombre d'espèces ligneuses	
	Sous Couvert protégé	Hors Couvert protégé
<i>Achyranthes aspera</i>	14	00
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	13	13
<i>Brachyaria distigophylla</i>	12	10
<i>Cenchrus bifloris</i>	14	14
<i>Chloris prieurii</i>	14	10
<i>Commelina benghalensis</i>	14	09
<i>Corchorus tridens</i>	14	10
<i>Dactyloctenium aegyptiaca</i>	14	13
<i>Digitaria horizontalis</i>	14	13
<i>Mitracarpus villosis</i>	11	01
<i>Fimbristilis exilis</i>	01	09
<i>Jacquemontia tannifolia</i>	08	00
<i>Zornia glochidiata</i>	12	13
<i>Spermacoceae radiata</i>	10	09

Fimbristilis exilis est presque présente dans les relevées hors couvert seulement. Il apparaît alors comme une espèce héliophile.

3.2.4. Conclusion

Chez les arbres, même si l'effet de l'espèce sur le paramètre richesse spécifique moyenne dépend du site, le seul facteur espèce a un effet très hautement significatif sur tous les trois paramètres de diversité (richesse spécifique, indices de diversité de Shannon et de régularité de Piélu). La protection augmente significativement la richesse spécifique moyenne, donc un effet négatif de la pâture. Cependant, chez les arbustes, l'espèce n'a aucune influence significative sur les paramètres de diversité, seul le site a un effet très hautement significatif sur la richesse spécifique moyenne qui augmente sous couvert ligneux montrant ainsi un impact positif du couvert ligneux. L'analyse du cortège floristique rend compte de la présence dans le milieu d'étude de 105 espèces herbacées réparties 19 familles et 39 genres avec trois familles qui sont les plus représentées (Poaceae, Fabaceae, Convolvulaceae).

3.3. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur le recouvrement des herbacées

3.3.1. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction des différents facteurs chez les arbres

Les interactions entre l'espèce ligneuse et le site d'une part, et l'espèce ligneuse et la protection d'autre part sur le recouvrement des herbacées sont respectivement, hautement significative ($p=0,001$) et significative ($p=0,026$). Toutefois l'effet de l'espèce est très hautement significatif (Tableau 21).

Tableau 21. Résultat de l'analyse de variance des trois facteurs et de leurs interactions sur le recouvrement des herbacées

Source	Ddl	SCE	F	P
Espèce (E)	10	22444,9	9,82	0,000
Site (S)	1	1498,7	7,58	0,007
Protection (Pt)	1	7091,5	31,31	0,000
E*S	10	7437,0	3,36	0,001
E*Pt	10	4801,3	2,11	0,026
S*Pt	1	17,1	0,02	0,888
E*S*Pt	10	1730,8	0,77	0,658
Erreur	167	37540,1		
Total	210	82561,2		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

F = Statistique de Fischer

3.3.1.1. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction de l'espèce ligneuse

Bien que les interactions espèce-site et espèce-protection soient respectivement hautement significative et significative, on s'intéresse tout de même à l'effet de l'espèce ligneuse qui est très hautement significatif. Les recouvrements les plus élevés sont obtenus sous les espèces ligneuses *A. senegal* et *Z. mauritiana* suivies de *F. albida*, *A. tortillis*, *B. aegyptiaca*, *S. birrea*, *N. macrophylla*, *A. digitata*, *C. glutinosum*, *T. indica* et *C. integrifolia* (Figure 4).

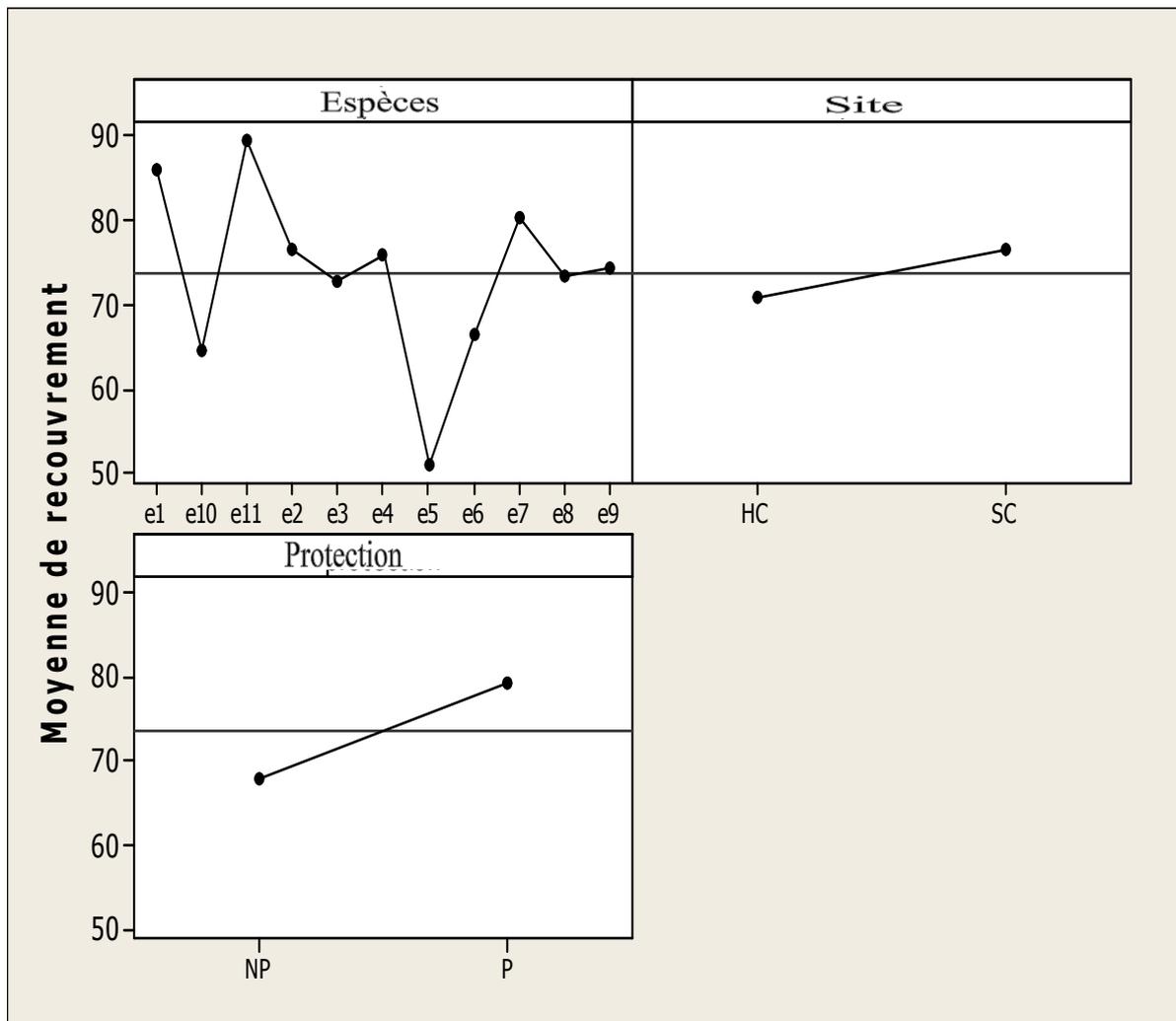


Figure 4. Variation du recouvrement moyen en fonction des différents facteurs chez les arbres

3.3.1.2. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction de l'espèce et du site

L'interaction entre espèce ligneuse et site étant hautement significative, le test de Turkey a été réalisé afin d'établir une structuration des moyennes (Tableau 22).

Tableau 22. Variation du recouvrement en fonction de la combinaison des deux facteurs espèce et site chez les arbres

Combinaison	Recouvrement moyen (%)
<i>C. integrifolia</i> x HC	47,5 a
<i>C. glutinosum</i> x HC	51,0 ab
<i>C. integrifolia</i> x SC	54,7 abc
<i>A. digitata</i> x HC	61,0 abcd
<i>T. indica</i> x SC	62,0 abcde
<i>N. macrophylla</i> x HC	66,5 bcdef
<i>T. indica</i> x HC	67,0 bcdef
<i>S. birrea</i> x HC	70,0 cdefg
<i>A. tortilis</i> x HC	72,0defghi
<i>B. aegyptiaca</i> x HC	72,5 defghi
<i>F. albida</i> x HC	72,5 defghij
<i>S. birrea</i> x SC	78,5defghij
<i>A. senegal</i> x HC	78,5efghij
<i>B. aegyptiaca</i> x SC	79,4 efg hij
<i>N. macrophylla</i> x SC	80,3 fghij
<i>A. tortilis</i> X SC	81,0 fghij
<i>C. glutinosum</i> x SC	83,0 fghij
<i>A. digitata</i> x SC	84,5 ghij
<i>F. albida</i> x SC	88,0 ghij
<i>Z. mauritiana</i> x HC	88,5 hij
<i>Z. mauritiana</i> x SC	90,5ij
<i>A. senegal</i> x SC	93,7 j

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Turkey. SC = Sous couvert HC = Hors couvert

Ces résultats permettent de constater que presque toutes les valeurs de recouvrement supérieures à 75% ont été observées sous couvert ligneux arbre sauf hors couvert de *Z. mauritiana* et d'*A. senegal*. Sous et hors couvert de *Z. mauritiana*, les valeurs de recouvrement sont très importantes.

3.3.2. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction des facteurs espèce et site chez les arbustes

Les deux facteurs espèce et site ont chacun un effet très hautement significatif sur le recouvrement des herbacées sous les arbustes (Tableau 23).

Tableau 23. Résultat de l'analyse de variance des deux facteurs et de leurs interactions sur le recouvrement chez les arbustes

Source	Ddl	SCE	F	P
Espèce (E)	2	1603,33	9,53	0,000
Site (S)	1	1440,00	14,59	0,000
E*S	2	286,67	1,45	0,246
Erreur	39	3850,00		
Total	44	7180,00		

Ddl = degré de liberté

SCE = somme des carrés des écarts

P = Probabilité

E*S = Interaction espèce- site

F = Statistique de Fischer

3.3.2.1. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction de l'espèce ligneuse arbuste

Le recouvrement est significativement plus important sous *B. senegalensis* (e2) suivi des espèces *M. senegalensis* (e3) et *A. senegalensis* (e1) sous lesquelles les valeurs du recouvrement n'ont aucune différence significative (Tableau 24).

Tableau. 24. Variation du recouvrement en fonction de l'espèce ligneuse arbuste

		Rcv. Moy. (%)	CV (%)	Rcv. min. (%)	Rcv.max (%)
A.senegalensis	e1	71,0a	18,28	40	85
B.senegalensis	e2	85,3b	11,17	60	95
M.senegalensis	e3	75,7a	15,57	50	90

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% du test de Turkey

Rcv. Moy. = recouvrement moyen Rev. Min = recouvrement minimal Rec. Max = recouvrement maximal

3.3.2.2. Variation du recouvrement moyen des herbacées en fonction du site

Quant à l'effet du site, les valeurs de recouvrement sont significativement plus élevées sous couvert qu' hors couvert (Tableau 25).

Tableau 25: Variation du recouvrement en fonction du site chez les arbustes

Site	Rcv. Moy. (%)	CV (%)	Rcv. Mini (%)	Rcv. Max. (%)
HC	81,3a	11,18	4	95
SC	69,3b	22,29	70	95

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% du test de TurkeyRcv.

Moy = recouvrement moyen

Rcv. Max = recouvrement maximal Rcv Mini = recouvrement minimal

3.3.3. Conclusion

Chez les arbres, le pourcentage de recouvrement est hautement variable en fonction de l'espèce ligneuse mais cet effet de l'espèce dépend du site. Toutes les valeurs de recouvrement supérieures à 75% sont observées sous couvert ligneux à l'exception de *Z. mauritiana* et *d'A. senegal* qui ont des valeurs de recouvrement très importantes hors couvert respectivement 85,5 et 78,5 %. Chez les arbustes, les deux facteurs espèce et site ont un effet très hautement significatif.

Les valeurs de recouvrement les plus élevées sont observées sous *B. senegalensis* et cette valeur est améliorée par la couverture ligneuse.

CHAPITRE 4: DISCUSSION-CONCLUSION

4.1. Discussion générale

4.1.1. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la production de phytomasse herbacée

La production de phytomasse de la strate herbacée est significativement plus importante sous couvert ligneux (arbre et arbuste) qu'hors couvert. D'après Akpo 2004, ceci serait lié à une réduction de la demande évaporative sous couvert et le relèvement de la fertilité. Le Houérou (1979), abondant dans le même sens justifie cette différence par une meilleure économie de l'eau sous le tapis herbacé, un enrichissement du sol en matière organique, une minéralisation plus lente de la matière organique, une amélioration de la structure du sol, une réduction du ruissellement ; A cela s'ajoute une teneur en éléments minéraux (N, P, K, Mg, S,...) plus importante (Fall, 2012) et une meilleure mobilisation de l'azote.

Quant à l'effet significatif de l'espèce, il peut être du à la quantité et à la qualité de sa litière et à son comportement écophysologique (phénologie, paramètres morpho étriques, paramètres dendrométriques, système racinaire, etc.). En fonction de l'espèce considérée, le rayonnement photosynthétique actif et la quantité d'eau interceptée sont variables suivant le port, la densité du feuillage (Grouzis et Akpo, 2008), Akpo, (1992). Ces résultats corroborent ceux de Akpo (1992, 1993), qui montrent que cette influence dépend de la saison et de la consommation d'eau par le système arbre-herbe. La production de phytomasse herbacée plus élevée chez *F. albida* pourrait être liée à sa phénologie inversée, son système racinaire pivotant lui permettant de s'alimenter en eau en profondeur et de recycler les éléments minéraux perdus par lessivage (Groot et Soumaré, 1997) et sa capacité à s'associer aux microorganismes symbiotiques du sol (rhizobiums et champignons endomycorhiziens), (Dommergues et al.,1999). Ainsi il ne concurrence pas pour l'eau les herbacées. Les déjections du bétail qui a pâturé les arbres sont immédiatement et complètement transformées en humus pendant le cycle végétatif des herbacées (Giffard, 1964). Quand à la production de biomasse plus faible sous *Celtis integrifolia*, elle pourrait être liée à un effet allélopathique de l'espèce sur certaines espèces herbacées, à la faiblesse du rayonnement photosynthétique actif liée la densité de son couvert.

Nos résultats ont montré que la production de phytomasse herbacée moyenne est plus élevée sous protection. Cet effet positif est lié au fait que la phytomasse protégée n'est pas accessible au bétail. Ces résultats corroborent ceux d'Akpo (2004) qui ont montré que la mise en défens augmente la production de phytomasse herbacée autrement dit un effet néfaste de la pâture.

4.1.2. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur la diversité des herbacées

Chez les arbres, même si l'effet de l'espèce sur le paramètre richesse spécifique moyenne dépend du site, le facteur espèce à lui seul a un effet très hautement significatif sur tous les trois paramètres de diversité (richesse spécifique moyenne, indices de diversité de Shannon et de régularité de Piélou). La protection augmente significativement cette richesse spécifique moyenne. Cependant, chez les arbustes, l'espèce n'a aucune influence significative sur les paramètres de diversité, seul le site a un effet très hautement significatif sur la richesse spécifique moyenne.

L'effet très hautement significatif de l'espèce ligneuse sur la diversité pourrait être lié aux interactions entre les deux composantes ligneuses et herbacées du système (effet allélopathique, compétition interspécifique, symbiose etc.) Seligman *et al.*, 1991; Kramer (1983).

La protection améliore la richesse spécifique. Cet effet dépressif du pâturage peut s'expliquer par le fait que certains animaux en consommant préférentiellement les fruits et les graines de certaines espèces ne favorisent pas sa multiplication donc la régénération de l'espèce. A cela s'ajoute le fait que le bétail en arrachant les individus des espèces qu'ils consomment préférentiellement peut réduire la richesse spécifique. Des résultats similaires ont été obtenus par Fournier *et al.*, (2001), Akpo (2004). Cependant, nos résultats infirment ceux de Akpo, (1996) et Marion, (2010) qui ont trouvé que le pâturage a un impact positif sur la diversité végétale des communautés étudiées.

Chez les arbustes, l'effet non significatif de l'espèce peut dans une certaine mesure être associé au port buissonnant des trois espèces qui rend inaccessible les espèces herbacées poussant entre les buissons.

La diversité plus faible hors couvert peut s'expliquer par le fait qu'hors couvert ligneux les contraintes sont plus accentuées (déficit hydrique plus important, fertilité du sol moins élevée), les relations de concurrence s'établissent aboutissant à la disparition des espèces les moins compétitives ou plus exigeantes.

4.1.3. Influence du couvert ligneux et de la pâture sur le recouvrement des herbacées

Chez les arbres, la valeur du recouvrement est hautement variable en fonction de l'espèce ligneuse mais cet effet de l'espèce dépend du site. Chez les arbustes, les deux facteurs espèce et site ont un effet très hautement significatif.

Les valeurs de recouvrement supérieures à 75% sont obtenues avec les combinaisons *N. macrophylla*-Sc., *A. Tortillis*-Sc., *A. digitata*-Sc., *F. albida*-Sc., *Z. mauritiana*-Sc., *A. senegal*-Sc et *Z. mauritiana*- Hc alors que les valeurs inférieures à 55% ont été observées avec les combinaisons *C. integrifolia*-Hc, *C. glutinosum*-Hc. et *C. integrifolia*- Sc. Ces meilleurs recouvrement induits par les

espèces qui favorisent la meilleure production de phytomasse (*Z. mauritiana*, *F. albida* et *N. macrophylla*) et la meilleure diversité (*A. senegal*, *C. glutinosum*) permettent de voir qu'il y a une relation entre recouvrement et production de phytomasse d'une part et entre recouvrement et richesse spécifique d'autre part. L'effet de ces espèces sur le recouvrement peut donc être corrélé à leur effet sur la production de phytomasse et sur la diversité. Toute fois des études ont montré qu'en zone de parcours, le pâturage tout en diminuant la biomasse des herbacées peut entraîner une augmentation du recouvrement (Rakotoarimanana *et al.*). Selon ces auteurs, le pâturage favorise le taillage de certaines espèces en augmentant la largeur des touffes. Par ailleurs, il diminue la phytomasse totale herbacée épigée.

4.2. Conclusions et perspectives

Cette étude avait pour objectif d'étudier l'influence du couvert ligneux et de la pâture sur les herbacées. Au terme de cette étude, nous pouvons retenir que:

La production de phytomasse herbacée est influencée par les différents facteurs étudiés aussi bien chez les arbres que chez les arbustes. La couverture ligneuse et la pâture améliorent la production de phytomasse. Quand à l'effet de l'espèce ligneuse, elle est variable selon l'espèce considérée. certaines espèces améliorent la production de phytomasse herbacée par contre d'autres ont un effet dépressif sur celle-ci.

Chez les arbres, même si l'effet de certaines interactions sur le paramètre richesse spécifique moyenne est parfois significatif, le facteur espèce a un effet très hautement significatif surtout les trois paramètres de diversité (richesse spécifique moyenne, indices de diversité de Shannon et de régularité de Piélu). La protection augmente significativement cette richesse spécifique moyenne. Cependant, chez les arbustes, l'espèce n'a aucune influence significative sur les paramètres de diversité, seul le site a un effet très hautement significatif sur la richesse spécifique moyenne. Quant à la pâture, elle diminue la richesse spécifique.

De plus ces résultats montrent que les espèces qui induisent la meilleure production de phytomasse (*A. albida* et *Z. mauritiana*) ne correspondent pas à celles qui permettent une meilleure diversité (*A. senegal* et *C. glutinosum*, *B. aegyptiaca*, *S. birrea*).

Chez les arbustes, la diversité ne varie pas en fonction de l'espèce, mais elle est plus élevée sous couvert qu'hors couvert. La comparaison entre la distribution de quelques espèces herbacées sous et hors couvert des différentes espèces ligneuses a permis d'identifier des espèces exclusives dont une espèce strictement inféodée au biotope sous couvert (*Achyranthes aspera*), deux espèces qui vivent préférentiellement sous couvert (*Jacquemontia tamnifolia* et *Mitracarpus villosis*), une espèce inféodée au biotope hors couvert (*Fimbrtilis exilis*), des espèces indifférentes à la présence ou à l'absence de couvert (*Cenchrus bifloris*, *Chloris prieurii*, *Digitaria horizontalis*, *Alysicarpus*

ovalifolium, *Brachyaria distigophylla*, *Dactyloctenium aegyptiaca*, *Corchorus tridens*, *Spermacocea radiata*, *Spermacocea stachydea*, *Commelina benghalensis* et *Zornia glochidiata*).

Chez les arbres, même si l'effet de l'espèce sur le recouvrement est très hautement significatif, cet effet dépend d'une part du site et d'autre part de la protection. Cependant, l'effet de la combinaison espèce-site est plus déterminant.

Celtis integrifolia est apparu comme une espèce sans aucune influence positive sur les espèces herbacées mieux comme une espèce dépressive.

Comme perspectives, ce travail doit être poursuivi aux travers des points suivants:

- étudier chez les espèces identifiées comme favorisant les meilleures productions de phytomasse herbacée ou les meilleures diversités les déterminants de cet effet et de voir dans quelles mesures leur association dans une même parcelle serait possible pour allier dans les parcours production de phytomasse herbacée et diversité.

- s'intéresser au comportement adaptatif de ces espèces face aux conditions climatiques changeants.

- mener cette étude dans un système agroforestier pour comparer les résultats avec ceux obtenus dans les parcours.

- s'intéresser aux déterminants de l'effet dépressif de *Celtis integrifolia*.

- établir une étude comparative de la valeur fourragère et du potentiel calorifique de ces espèces pour identifier celles qui pourraient être vulgarisées pour les banques fourragères ou les bosquets.

BIBLIOGRAPHIE

- Albergel J., Grouzis M., 1985.** La sécheresse au sahel, incidence sur les ressources en eau et sur la production. O.R.S.T.O.M. Ouagadougou. BURKINA FASSO. 18 Pages.
- Akpo L. E., 1998.** Effet de l'arbre sur la végétation herbacée dans quelques phytocénoses au Sénégal. Variation suivant un gradient climatique. Thèse de doctorat d'état en Sciences Naturelles. 133 Pages.
- Akpo L.E., 1993.** Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Les déterminants écologiques. TDM, Orstom ed., Paris. 174 pages.
- 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^{ème} cycle de Biologie végétale, option écologie. 182 pages.
- Akpo L. E. 1990.** Dynamique des systèmes écologiques sahéliens: structure spécifique, productivité et qualité des herbages. Le forage de Widdu Thiengoly. Mémoire de DEA. 65 Pages.
- Akpo L. E, Banouin M et al., 2003.** Effet de l'arbre sur la production et la qualité fourragères de la végétation herbacée : bilan pastoral en milieu sahélien. *Revue Méd. Vét.*, **154**, 10, 619-628
- Akpo. L. E., Gaston. Aet al., 1995.** Structure spécifique d'une végétation sahélienne. Cas du Wiidu Thiengoli, (Ferlo Sénégal). Paris. 4^{ème} série, 17. 1995. Section B, Adansonia, n^{os} 1-2, 39 -52.
- Akpo L. E, Grouzis M., et al., 2009.** Effet des arbres sur la diversité de la végétation herbacée dans les parcours communautaires du Nord Sénégal (Afrique de l'ouest). *Journal of agriculture and environment for international développement.* 2009, 103 (4): 271-293.
- Akpo L. E., Grouzis M., 2004.** Interactions arbre/herbe en bioclimat semi-aride: influence de la pâture. Note de recherche. *Sécheresse* 2004; 15 (3) :253-61.
- Akpo L. E., Grouzis M., 2004.** Interaction arbre-herbre au sahel. *Sécheresse*; 17 (1-2) : 318-25. 8 Pages.
- Akpo L. E., Grouzis M., 1999 et al.** Effet du couvert ligneux sur la structure de la végétation herbacée de jachères soudaniennes. *Sécheresse* n° 4 pages 253- 6&.
- Akpo L. E., Grouzis M., 1998.** Dynamique des interactions arbres-herbes en milieu sahélien. Influence de l'arbre sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée. Page 37 - 46
- Akpo L. E., Grouzis M., 1996.** Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliens (Nord-Sénégal, Afrique de l'ouest). *Webbia* 50(2): 247-263
- Akpo L. E, Grouzis M. 1993.** Etude comparée de la phénologie de la strate herbacée sous et hors couvert ligneux en milieux sahélien. *Webbia* 1993; 42: 387-401.
- Akpo. L E, Grouzis M, Ba A. T. 1995.** L'arbre et l'herbe au sahel : effet de l'arbre sur la composition chimique des pâturages naturels du nord du Sénégal (Afrique de l'ouest). *Rev Med Vet* 1995. 146 : 663-70.

Atta S.; ACHARD F *et al.*, 1990. Evolution récente de la population, de l'occupation des sols et de la diversité floristique sur un terroir agricole du Sud-ouest du Niger. *Sciences & Nature* Vol.7 N°2. Pages 119 – 129. Article original.

Belsky J., 1990. Tree/ grass ration in East African Savannas: A comparison existing models. *Journ. of Biogeography*, 17, 483-489.

Berhaut J., 1988. Flore illustrée du Sénégal. Tome IX. 523 pages

Berhaut J., 1974. La flore illustrée du Sénégal. Tome I, II, III, IV. , pages 695, 65; ,632 ,658.

Breman H., Kessler J. J., 1994. Rôle des ligneux dans les agroécosystèmes des régions semi-arides (avec un accent particulier sur les pays sahéliens) Chapitre 4, 5. caractéristiques fondamentales et rôles dans l'aménagement des systèmes méditerranéens et tropicaux. Editions espaces. CIRAD/FAO/IRD, Montpellier/Rome/Paris, Paris.

Chareau et Vidal., 1966. Influence de l'accacia albida Del sur le sol, nutrition minérale et rendement de mil Pennisetum au Sénégal, *Agron. Trop.*, 20, 600-626.

Chaney., 1975. Dynamic of desert and droughts in the Sahel. *Quart. J. Meteor. Roy. Soc.*, 101, 193- 202

Dancette et Niang, 1979. Dans Rôle de l'arbre et son intégration dans le système agricole du Sénégal, dans le rôle de l'arbre au Sahel. *Compte rendu du colloque tenu à Dakar (Sénégal du 5 au novembre 1979)*. Pages 92 pages.

Derouiche A., Bellot A et al., 1996. Effet du couvert végétal sur le comportement hydrique et le transport solide dans une pinède à sous-bois arbustif et herbacé. Dpto. Ecologia, Universidad de ALICANTE, 03080 ALICANTE. ESPAÑA. 13 pages.

Devineau J. L., 2000. «Structures des populations et écologie des principales espèces ligneuses, alimentaires et fourragères dans un système culture-jachère (sud-ouest du Burkina Faso)», *in* Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. 1, pp. 000-000.

Devineau J. L., 1999-a. « Rôle du bétail dans le cycle jachère/ jachère en région soudanienne : la dissémination d'espèces végétales colonisatrices d'espaces ouverts (Bouboukuy, Sud-Ouest du Burkina Faso) », *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, vol. LIV : PP & 6-25.

Diagne A. B., 2007. Monographie de la communauté rurale de Léona. Mémoire de maîtrise. UGB. Section géographie. 115 Pages.

Diedhiou S., Dossa E. et al., 2009. Decomposition and spatial microbial heterogeneity associated with native shrubs in soils of agroecosystems in semi-arid Senegal. *Pedobiologia* 52. Pages 273—286.

Diouf M., 2000. Dynamique des écosystèmes sahéliens : effet des microsites topographiques sur la diversité de la végétation ligneuse au Ferlo (Nord-Sénégal). Mémoire de DEA. 44 pages.

Djimadoum M., 1993. Adventice des cultures dans la région de Bondoukuy : étude de la flore, de l'écologie et de la nuisibilité. Mémoire de fin d'étude. IDK. Université de Ouagadougou. 122 Pages.

Dommergues Y.R., Duhoux E. ET Diem H.G., 1999. Les arbres fixateurs d'azote : caractéristiques fondamentales et rôles dans l'aménagement des écosystèmes méditerranéens et tropicaux. Editions espaces, CIRAD/FAO/IRD, Montpellier/Rome/Paris, France.

Dommergue Y., 1995. Nitrogen fixation by trees in relation to soil nitrogen economy. *Fert. Res.*, 42 : 245-271.

Donfack P., 1998. Végétation de jachère du nord Camérout, typologie, diversité, dynamique production, th. Doc. Etat sciences de la nature, univers. De Yaoundé-I, Faculté des sciences, 225 Pages.

Fall D., 2012. Les arbres fixateurs d'azote et non fixateurs en agroforesterie : impact sur la fertilité des sols et les herbacées, et optimisation de leur croissance par inoculation rizhobienne. Mémoire de confirmation à l'ISRA. 36 pages.

FAO., 2004. Foresterie et sécurité alimentaire. Les liens écologiques entre la foresterie et la sécurité alimentaire. Chapitre 2. 146 pages

FAO., 2001. L'élevage: reconnaître son rôle dans l'agriculture durable. Division de la Production et de la Santé Animale

Floret C., Pontanier R., 2000. La jachère en Afrique tropicale. John Libbey Eurotext, Paris. Pages 441 – 451.

Floret C., Pontanier R. (éd) (2000). La jachère en Afrique tropicale, 2 vol., Vol1. Acte du séminaire international, Dakar (Sénégal), 13 – 16 avril 1999. Vol. II, De la jachère naturelle améliorée. Le point des connaissances, Paris, John Libbery 804p & 356p.

Fournier A, Floret C et al., 2001. Végétation des jachères et succession post culturale en Afrique tropicale in La jachère en Afrique tropicale -ch- Floret, R pontanier, John Libbery Eurotext, Paris 2000 Page 123-

Fournier A, Yoni M et al. 2000. Les jachères a andropogon gayanus en savane soudanienne: flore, structure, déterminants et fonction dans l'écosystème. Cas de boudoukuy dans l'ouest du Burkina Faso. Etude sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays avoisinants, Francfort-Ouagadougou, Verlag natur & Wissenschaft, Solingen : pages 3-32.

Fowler. N., 1986 - The role of competition in plant communities in arid and semi-arid regions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 17: 89-110.

G.B., Impacte de l'élevage sur l'environnement. Conservation Nature. Information sur la biodiversité. Lien : <http://www.Conservationnature.fr/article2.php>. id.

Gagnon D, 2004. La forêt naturelle du Québec, un survole. Rapport préparé par la commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise. 74 Pages.

Gbemavo D.S.J.C, Glélé R., 2010, Effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes du Nord Bénin. *Tropicultura* 2010, 28, 4, 193 -199.

Giffard P. L., 1964. Les possibilités de reboisement en *Acacia albida* au Sénégal. *Revue Bois et Forêts des Tropics* N°95. 13 Pages.

Groot J.J.R et Soumaré A., 1997; Root distribution of acacia seyal and *Sclerocarya birrea* in Sahelian rangelands in relation to nutrient use. Pages 112- 128.

Grouzis M., Akpo L.E., 2006. Interaction arbre herbe au Sahel. Science et changement planétaire/ sécheresse. Vol 17, Numéro 1, 3. pages18-25.

Grouzis M, Akpo E. 2003. Influence d'Acacia raddiana sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée dans le Ferlo sénégalais. In : Grouzis M, Le Floc'h E, eds. Un arbre au désert : Acacia raddiana. Paris : IRD, 2003 : 249-62.

Grouzis M, Le Floc'h., 2003 Un arbre au désert, Acacia raddiana. Page 309-313

Grouzis .M, Nizinski .J, Akpo L. A., 1991; L'arbre et l'herbe au sahel. Influence de l'arbre sur la structure spécifique et la production de la strate herbacée, et sur la régénération des espèces ligneuses. 14 pages.

Guinko S, 1992. Rôle des Acacias dans le développement rural au Burkina Faso et au Niger, Afrique de l'Ouest. Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 17 pages.

Hien M. 1996. La reconstitution de la végétation en savane soudanienne dans la région de Boudoukuy (Bourkina Fasso). Les jachères de moins de six ans : flore, persistance des adventices, lien avec le milieu naturel et son utilisation. D.E.A sciences biologiques appliqués, option biologie et écologie végétale, faculté des sciences et techniques, université de Ouagadougou., laboratoire de botanique et biologie végétale-Orstom, 95 pages.

Institut Africaine de Gestion Urbaine (IAGU). 2002, Profil environnemental de la région de Louga. 84 pages.

Kalingara A, Uwamariya A et al., 2007. Installation et gestion des plantations agroforestières. ICRAF. Note techniques N° 2. Nairobi : World Agroforesterie Centre. 60 pages.

Kamuanga M. 2002. Rôle de l'animal et de l'élevage dans les espaces et les systèmes agraires des savanes soudano-sahéliennes. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djamena, Tchad - Cirad, Montpellier, France. Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. (éditeurs scientifiques). 7 pages.

Kessier J. J., 1992. The influence of karitea (*Vitellaria paradoxa*) and Nere (*Prakia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina F. Agroforestry system.

Larwanou M, Oumarou I et al., 2010. Pratiques sylvicoles et culturelles dans les parcs agroforestiers suivant un gradient pluviométrique nord-sud dans la région de Maradi au Niger. TROPICULTURA, 2010, 28, 2. Pages 115-122.

Lebrun J.& Stork A., 1991. Enumération des plantes à fleur d'Afrique tropicale (Vol 1). Généralité et annonaceae à Pandaceae 249 pages.

Le Houerou H. N., 1979. Le rôle des arbres et arbustes dans les pâturages Sahéliens. Compte rendu du colloque tenu à Dakar, Sénégal, du 05 au 10 novembre 1979, Ottawa, Ont, CRDI. Pages 19 à 32.

Lender J. K., 2006-Wind erosion contrôle with scattered végétation in the sahelien zone of Burkina Fasso. PhD Thesis Wageningen University and Research Center. P.P 26 - ,89 - 90.

Levang A. et Grouzis M., 1980. Méthode d'étude de la biomasse herbacée des formations herbacées sahéliennes : application à la mare d'Oursi, Haute Volta. *Acta Oécol.*, **15** (3) : p. 231-244

Maïga A.A., 1997. Influence du karité, du néré et de l'Acacia albida sur le sorgho et le mil : cas de la province du Bazega au Burkina Faso. Centre international pour la recherche forestière. United Nation Avenue. Nairobi. Kenya. Pages 101 – 111.

Marion B., 2010. Impact du pâturage sur la structure de la végétation : interaction biotique, traits et conséquences fonctionnelles. Thèse de doctorat. Université de Rennes 1. 235 Pages.

Mitja D. 2012.Influence de la culture itinérante sur la végétation d'une savane humide de Côte d'Ivoire (Boora-Borotou, Touba), Paris, Orstom, 270pages (coll. Etudes et Thèses).

Ndiaye R. 2000. Les problématiques de gestion spatial du littoral Nord du Sénégal à la lumière des récentes reformes foncières et politico-administratives, Thèse Doctorat 3^e cycle, Département de géographie, UCAD 383 pages.

Ndour. T., 2001. La dégradation des terres au Sénégal : l'exemple de deux communautés rurales (Kayemor et Mont Rolland).Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Option Géographie physique. 313 Pages

Ndour T et Planchon, 2000. La dégradation des sols au Sénégal: analyse des méthodes d'inventaire et de l'utilisation des résultats. IRD, BP 1386, Dakar, Sénégal.

Organisation Nature Québec., 2011. Un élevage plus efficace. Un gage de respect pour l'environnement. Fiche de synthèse. 3 pages.

Ouédraogo M. 1993. Ecologie comparée de deux espèces gramineennes perennes : Andropogon ascinitis C. B Cl. et Schizachrum sanguineum (R et Z). Alston dans la région de Boudoukuy, mem. Ingén., option élevage, Ouagadougou, institut de développement rural (IRD). Orstom, 125p.

Ministère de l'Environnement et de la Nature, 2006. Plan d'Action National pour l'Adaptation aux changements climatiques (PANA). 84 pages.

Planchon O. & et Mutja D,1990. « Etude du paysage du bassin. Identification des composantes du milieu, in Equipe Hyperbau (1990) : p 91-104.

Qarro M., 2006. Le sylvo-pastoralisme et la gestion durable des écosystèmes naturels arides. 14th International Soil Conservation Organization Conference. 9 Pages

Rakotoarimana V, Gondard H et al.,....Pâturage, diversité floristique et production d'une savane des hautes terres malgaches (région de Fianarantsoa). 6 pages.

Rapport de diagnostic participatif de la communauté rurale de Léona, 2010. Elaboré avec l'aide du projet des villages du millénaire. 127 pages.

Reij C., Tappan Get al., 2005. Changing land management practices and vegetation in the Central Plateau of Burkina Faso (1968-2002). *Journal of Arid Environments* 63 (3), November: Pages 642-659.

Reversat B. F., 1986. Le recyclage des éléments minéraux par la strate herbacée dans un peuplement naturel à Acacia et dans une plantation d'Eucalyptus au Sénégal *Acta OEcologica. OEcolog. Gener*, 1986, Vol-7, n°4, pages 353- 364.

Rousset O., Lepart J., 1999. Evaluer l'impact du pâturage sur le maintient des milieux ouverts. Le cas des pelouses sèches. *Fourrage* (1999) 159. Pages 223 – 235.

Saidou O., Douma Set al.,2010. Analyse du peuplement herbacée de la station sahélienne expérimentale de Toukounous (Niger) ; composition floristique et valeur pastorale. *Sécheresse* ; 21(2) : 154 – 60.

Sarr S., 2007. Renforcer la résilience des systèmes énergétiques et des écosystèmes au Sénégal. Rapport observatoire de la variabilité génétique. *HELIO International*. 22 Pages.

Seligman et al 1991. Cause de l'effet dépressif de l'arbre à chercher important

Sène A., 1997. Dynamique et gestion paysanne des parcs agroforestiers dans le bassin arachidier (SENEGAL). 18 Pages.

Sène A.; 1994. Etude socio-économique des systèmes à parc dans le bassin arachidier : Cas de *Stercula setigera* et de *cordyla pinnata*. DRPF/ ISRA. 94 Pages.

Tracol Y., 2004. Etude des variations interannuelles de la production herbacée des pâturages sahéliens : exemple du gourma malien. Thèse de doctorat en écologie des systèmes continentaux. Option écologie tropicale et modélisation de la biosphère. 270 Pages.

Yossi H. 1996. Dynamique de la végétation post-culturale en zone soudanienne au Mali., thèse de Doctorat, population environnement, Isfra, université de Bamako. 154 pages.

ANNEXE : Liste des espèces herbacées inventoriées dans les quatre sites

Famille	Nbre de genre	Genre	Espèce
Zigophyllaceae	1	<i>Tribulus</i>	<i>terrestris</i> L.
Tiliaceae	1	<i>Waltheria</i>	<i>indica</i> L.
	1	<i>Corchorus</i>	<i>stridens</i> L.
		<i>Corchorus</i>	<i>trilocularis</i> L.
Sterculiaceae	1	<i>Sterculia</i>	<i>setigera</i> Del.
Solanaceae	1	<i>Datura</i>	<i>metel</i> L.
Rubiaceae	1	<i>Mitracarpus</i>	<i>villosus</i> (swartz).
Poaceae	1	<i>Dactyloctenium</i>	<i>aegyptiaca</i> (L.) Willd
	1	<i>Digitaria</i>	<i>horizontalis</i> (L.) Willd
	1	<i>Elyusine</i>	<i>verticillata</i> Roxb.
	1	<i>Eragrostis</i>	<i>ciliaris ciliaris</i> (L.) R. Br.
		<i>Eragrostis</i>	<i>Ciliaris laxa</i> Berb.
		<i>Eragrostis</i>	<i>pilosa</i> (L.) P. Beauv.
		<i>Eragrostis</i>	<i>lingulata</i>
	1	<i>Eragrostis</i>	<i>aegyptiaca</i> Del.
		<i>Tragus</i>	<i>berteronianus</i> Schult.
	1	<i>Tragus</i>	<i>racemosus</i> (L.) Allioni
		<i>Andropogon</i>	<i>gayanus</i> Kunth.
	1	<i>Aristida</i>	<i>kerstingii</i> Pilger.
		<i>Aristida</i>	<i>stipoides</i> Lam.
	1	<i>Brachiaria</i>	<i>distichophylla</i> (Trin.) Stapf
	1	<i>Cenchrus</i>	<i>bifloris</i> Roxb.
		<i>Cenchrus</i>	<i>prieurii</i> Maire.
	1	<i>Chloris</i>	<i>barbata</i>
		<i>Chloris</i>	<i>prierii</i> Kunth.
	1	<i>Panicum</i>	<i>turgidum</i> Forks
	1	<i>Pennisetum</i>	<i>gambiense</i> Stapf et Hubb.
		<i>Pennisetum</i>	<i>pedicellatum</i> Trin.
		<i>Pennisetum</i>	<i>violaceum</i> (Lam.) L. Rich.
	1	<i>Setaria</i>	<i>verticillata</i> Beauv.
1	<i>Schoenfeldia</i>	<i>gracilis</i> Kunth.	

Nyctaginaceae	1	<i>Boerhavia</i>	<i>erecta</i> L.
		<i>Boerhavia</i>	<i>diffusa</i> auct.
		<i>Boerhavia</i>	<i>repens</i> L.
Malvaceae	1	<i>Abutilon</i>	<i>pannosum</i> (Forst.)Schelecht.
	1	<i>Hubiscus</i>	<i>asper</i> Hook.f
	1	<i>Pavonia</i>	<i>zeylanica</i>
	1	<i>Sida</i>	<i>ovata</i> Forsk.
		<i>Sida</i>	<i>rombifolia</i> L.
Caesalpiniaceae	1	<i>Cassia</i>	<i>mimosoides</i> L.
		<i>Cassia</i>	<i>tora</i> L.
Fabacea	1	<i>Crotalaria</i>	<i>senegalensis</i> (Pers.)Bacle
		<i>Crotalaria</i>	<i>perrottetii</i> DC.
		<i>Crotalaria</i>	<i>podocarpa</i> DC.
		<i>Crotalaria</i>	<i>sphaerocarpa</i> Perr. ex DC.
	1	<i>Cyamopsis</i>	<i>senegalensis</i> (Pers.) Bacle ex DC
	1	<i>Stylosanthes</i>	<i>hamata</i>
	1	<i>Indigofera</i>	<i>nummulariifolia</i> (L.) Liv.
		<i>Indigofera</i>	<i>berbautiana</i> Gillett
		<i>Indigofera</i>	<i>diphylla</i> Vent.
		<i>Indigofera</i>	<i>hirsuta</i> Linn.
		<i>Indigofera</i>	<i>pulchra</i> Willd.
		<i>Indigofera</i>	<i>lipinifolia</i> DC.
		<i>Indigofera</i>	<i>pilosa</i> Poir.
		<i>Indigofera</i>	<i>senegalensis</i> Lam.
		<i>Indigofera</i>	<i>tinctoria</i> L.
		<i>indigofera</i>	<i>sibulata</i> Vablk.
	1	<i>Sesbania</i>	<i>pachycarpa</i>
	1	<i>Tephrosia</i>	<i>purpurea</i> (L.) Pers.
	1	<i>Zornia</i>	<i>diphylla</i> , de F.T.A.
		<i>Zornia</i>	<i>glochidiata</i> Reichb. ex DC.
	1	<i>Alysicarpus</i>	<i>ovalifolius</i> Schum, & Thonn.
Euphorbiaceae	1	<i>Phyllanthus</i>	<i>niruroides</i> Müll.
		<i>Phyllanthus</i>	<i>glaucophyllus</i> Sond

		<i>Phyllanthus</i>	<i>pentandrus Schum. et Thonn.</i>
	1	<i>Cyperus</i>	<i>alternifolius L.</i>
		<i>Cyperus</i>	<i>spedula</i>
	1	<i>Kyllinga</i>	<i>squamulata Thonn.</i>
	1	<i>Fimbristylis</i>	<i>hispedula (Vahl.) Kunth</i>
Cucurbitaceae	1	<i>Colocynthis</i>	<i>vulgaris Schrad.</i>
	1	<i>Luffa</i>	<i>cylindrica (Linn.) M.J.Roem</i>
	1	<i>Momordica</i>	<i>balzamiifera Linn.</i>
Convolvulaceae	1	<i>Convolvulus</i>	<i>microphylla Roth.</i>
	1	<i>Ipomea</i>	<i>coptica (L.) Roth ex Roem. & schult.</i>
		<i>Ipomea</i>	<i>coscosperma Hochst.</i>
		<i>Ipomea</i>	<i>heterotrica F. Didr.</i>
		<i>Ipomea</i>	<i>kotschyana Hochst.</i>
		<i>Ipomea</i>	<i>Pes-tigridis Linn.</i>
		<i>Ipomea</i>	<i>showel</i>
		<i>Ipomea</i>	<i>sinuata Ort.</i>
		<i>Ipomea</i>	<i>vagan Bak.</i>
	1	<i>Jacquemontia</i>	<i>tamniifolia (L.) Griseb.</i>
	1	<i>Merremia</i>	<i>eagyptiaca (Linn.) Urban</i>
		<i>Merremia</i>	<i>tridentata(L.) Hall. f.</i>
		<i>Merremia</i>	<i>pinnata (Choisy) Hall f.</i>
Commelinaceae	1	<i>Commelina</i>	<i>benghalensis L.</i>
Amaranthaceae	1	<i>Achyranthes</i>	<i>aspera Linn.</i>
	1	<i>Amaranthus</i>	<i>viridus auct.</i>
	1	<i>Aerva</i>	<i>javanica (Burm.) Juss.</i>
	1	<i>Phyloxerus</i>	<i>vermicularus (Linn.) P. Beauv</i>
	1	<i>Pupalia</i>	<i>lappacea (L.)</i>
Aizoaceae	1	<i>Portulaca</i>	<i>quadrifida L.</i>
	1	<i>Sesuvium</i>	<i>sesuoides(Fenzl.) Verde</i>
	1	<i>Limeum</i>	<i>diffuseum (Gay) Schinz</i>
		<i>Limeum</i>	<i>viscoseum Gay) Fenzl</i>
	1	<i>Gisekia</i>	<i>pharnacioides L.</i>
Asteraceae	1	<i>Acanthospermum</i>	<i>hispidum DC.</i>

Rubiaceae	1	<i>Mitracarpus</i>	<i>villosis</i>
	1	<i>Odenlania</i>	<i>corymbosa</i> L.
	1	<i>Spermacocea</i>	<i>stachydea</i> DC.
		<i>Spermacocea</i>	<i>verticilata</i> De.
Arecaceae	1	<i>Stylochiton</i>	<i>hypogaeus</i> Leprieur
		<i>Stylochiton</i>	<i>warneckei</i> Engler
Total=19	Total=59		Total= 105