

INTRODUCTION : Généralités sur les facteurs de dégradation de l'environnement physique, biologique, social et économique au Niger

1 Phénomène de dégradation de l'environnement

Le Niger, pays sahélien par excellence, est confronté depuis des décennies à l'amenuisement des ressources biologiques notamment la flore et la végétation ainsi que la dégradation des sols et du changement du climat. Les causes de ce phénomène de dégradation des ressources naturelles sont dues à plusieurs facteurs parmi lesquels, la sécheresse et les activités humaines. Cette situation s'est accentuée à partir des sécheresses des années 1970 et 1980. La dégradation des ressources naturelles a eu comme conséquences, le développement du phénomène de désertification.

Si l'on s'en tient à la définition de la Conférence des Nations Unies sur la désertification tenue à Nairobi en 1977 : « La désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre, qui conduit finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est l'un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes sous la pression combinée des conditions climatiques défavorables, et d'une exploitation excessive. Cette surexploitation réduit ou détruit le potentiel biologique, c'est-à-dire, la production végétale et animale destinée à de multiples usages au moment même où un accroissement de la production est devenu nécessaire pour satisfaire les besoins des populations grandissantes aspirant au développement ».

La convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CCD) dans son article premier définit la désertification comme étant « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». Elle entend par dégradation des terres, la diminution ou la disparition dans les zones précitées de la productivité biologique ou économique et des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâtures, des forêts ou des surfaces boisées du fait de l'utilisation des terres.

On considère ce processus comme une expression intégrée de l'évolution socio-économique et des processus naturels ou causés par l'homme, qui détruisent les équilibres entre ressources naturelles (sol, air, eau et leur expression intégrée : la végétation) et des demandes humaines dans les zones qui subissent une aridité édaphique et/ou climatique. Leur détérioration continue conduit à une diminution ou à une destruction du potentiel biologique, à une baisse des conditions de vie et à l'accroissement des paysages à allure désertique.

De ce qui précède, il ressort que la diminution de la capacité productive qu'entraîne le processus de désertification peut se manifester par :

- La réduction de la diversité biologique par perte d'espèces et des ressources génétiques;
- L'échec des systèmes traditionnels qui fonctionnent bien sur le plan économique et sur le plan social ;
- La baisse de la nappe phréatique ;
- La réduction des eaux de surface ;
- L'insuffisance des fourrages ;
- La crise dendro-énergétique ;
- La dégradation des sols, etc.

Les facteurs écologiques qui interviennent dans ce processus peuvent être d'ordre climatique (pluviométrie, température, humidité relative et évapotranspiration potentielle), édaphique (érosion, baisse de la capacité de production c'est-à-dire pauvreté en nutriments et perte des propriétés structurales et texturales) et biologique (diminution de la densité des espèces végétales et fauniques). Quant aux facteurs socio-économiques, les aspects suivants peuvent être considérés : la démographie, les pratiques culturelles, l'alphabétisation, le chômage, la nutrition et la santé, l'agriculture, l'élevage, la foresterie, la pisciculture, le commerce, l'extra-activisme, les revenus des paysans et leurs produits de consommation.

La zone sahélienne est soumise ces dernières décennies à une péjoration climatique continue et à une pression anthropique croissante (Nonguierna, 1997). Le même auteur ajoute que ces situations sont appliquées à un environnement aux ressources limitées et fragilisées par plusieurs épisodes de sécheresse, la nature et la célérité des modifications de ces conditions humaines et écologiques favorisent la dégradation du milieu par une exploitation désorientée des terres productives. Les manifestations les plus immédiates de ce processus de dégradation incluent l'accélération de l'érosion, l'appauvrissement et la salinisation des sols, la réduction de la diversité et de la productivité des ressources végétales, la modification de l'équilibre des écosystèmes naturels, la paupérisation des communautés humaines dépendantes de ces écosystèmes.

Les risques de dégradation n'apparaissent que lorsque les interventions humaines modifient les écosystèmes au-delà de leurs limites de résistance. La menace qui pèse sur les

environnements est donc potentielle et les détériorations n'apparaissent qu'après la rupture de l'équilibre (Rognon, 1996). L'aridité et la sécheresse, deux concepts étroitement liés, s'associent aux actions anthropiques pour accentuer le phénomène de dégradation de l'environnement et la désertification comme corollaire.

2 Aridité et sécheresse : concept et définition

L'aridité est définie comme étant un ensemble de facteurs climatiques qui caractérisent une région à savoir : température, précipitation, humidité de l'air, insolation (Le Floch *et al.*, 1992). Elle se distingue de la sécheresse qui relève d'un phénomène accidentel, d'une durée et d'une périodicité variables, et qui est marquée par un déficit aigu en eau (Toupet, 1984 ; Pelissier, 1989). L'aridité climatique peut être accentuée ou atténuée par le facteur sol (Floret et Pontanier, 1984). Elle donne lieu à une aridité édaphique qui permet de caractériser, à moyenne échelle, les quantités d'eau mises à la disposition des êtres vivants après redistribution des précipitations par la topographie et par le sol.

Près de la moitié des pays du monde sont confrontés aux problèmes de l'aridité (Batisse, 1969).

L'aridité est plus ressentie du point de vue de ses effets sur le fonctionnement des écosystèmes et des systèmes de production agricole dans les zones arides et semi-arides du monde.

L'aridité est le résultat de la sécheresse et vient du mot latin aridus « sec, desséché », de arere « être sec ».

La sécheresse se définit comme étant la fluctuation dans le temps de la pénurie d'eau.

La sécheresse persistante est un risque limité dans le temps mais qui agit directement sur l'ensemble du milieu puisque son impact se transmet de la pluie (sécheresse climatique) au sol (sécheresse édaphique), aux produits de la terre (sécheresse agricole) et aux nappes aquifères (sécheresse hydrologique) (Rognon, *opp. Cit.*). De nombreux travaux ont montré que l'évolution climatique au Sahel depuis le début du 20^{ème} siècle n'a pas été continue et encore moins cyclique mais qu'elle a évolué vers une aridification (Carbonnel et Hubert, 1992).

3 Influences de l'homme sur le milieu

L'homme, bien que bénéficiaire des ressources naturelles, pose des actions qui influent sur l'environnement. En effet au Sahel, l'homme serait considéré comme étant le principal destructeur des écosystèmes. Cette situation trouve son explication dans l'accroissement rapide de la population, (3,3% par an au Niger), pourcentage supérieur à celui de la production agricole ; la population nigérienne est à 87% agricole, ce qui explique l'ampleur de la dépendance vis-à-vis de l'environnement du moment où cette agriculture est restée pour l'essentiel traditionnelle. Les défrichements, la réduction de la durée de la jachère, l'exploitation forestière, le peu d'apport de matière organique aux sols sont autant d'actions qui affligent un effet dégradant sur l'environnement (Manzo, 1996).

Le seul aspect positif de l'action de l'homme sur son environnement est sa prise de conscience de la nécessité de le préserver étant donné que sa survie en dépend.

4 Problématique de la gestion de la diversité biologique végétale au Niger

La gestion de la biodiversité, effectuée autrefois par les communautés rurales a permis d'une part à l'homme d'être en harmonie avec son environnement et d'autre part d'accumuler des connaissances et pratiques traditionnelles transmises de génération en génération et favorables à la conservation et à l'utilisation durable de la biodiversité.

Par ailleurs, les formations forestières interviennent également dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes par le rôle qu'elles jouent dans la restauration de la fertilité des sols par le biais des pratiques agroforestières.

Malheureusement, l'action combinée des sécheresses successives et l'occupation des terres par une population en pleine expansion (taux de croissance de 3,3%) contribuent fortement à la dégradation du potentiel productif.

La précarité du climat et la pression démographique constituent deux handicaps sérieux qui jouent sur la dynamique de la diversité biologique végétale. L'environnement se dégrade au fil des jours et la désertification avance à grand pas.

Ainsi, les principales contraintes liées à l'utilisation actuelle de ces écosystèmes sont :

- l'insuffisance des connaissances sur les écosystèmes : superficies des formations forestières, productivité en fonction des espèces dominantes et des zones écologiques, degré de dégradation du couvert végétal etc. qui constituent des préalables pour leur gestion durable;
- un taux de croissance démographique élevé qui se traduit par une pression énorme sur les ressources forestières à des fins agricoles, pastorales et de production de bois, contribuant ainsi à la dégradation irrémédiable de ce patrimoine;
- la régression du couvert végétal qui se manifeste par une disparition ou raréfaction des espèces ligneuses et herbacées ;
- des modes d'exploitation des ressources forestières anarchiques. Il s'agit notamment de la coupe abusive de bois vert, de l'exploitation des ressources végétales rares, de certains prélèvements d'organes végétaux pour l'alimentation humaine et animale, la pharmacopée et autres services domestiques.

Il s'en suit une dégradation importante des ressources forestières. En effet, selon la FAO (1993) la superficie dégradée se situerait entre 100.000 et 200.000 hectares par an. A ce rythme, et en l'absence de mesures concrètes et énergiques pour inverser la tendance, tout le potentiel biologique disparaîtrait en l'espace de 45 à 50 ans. C'est ainsi que la mauvaise gestion des ressources forestières conduit à une modification de l'écosystème et à une érosion génétique qui, si rien n'est fait, aboutiront à terme à la disparition de certaines espèces, à l'insécurité alimentaire et par conséquent à hypothéquer le développement.

La gestion durable des ressources biologiques passe par une meilleure connaissance de leur diversité au plan national. Malheureusement, en dehors de quelques études sectorielles, très peu de travaux ont été consacrés à l'inventaire de la diversité biologique au plan national.

L'inventaire de cette diversité permettra d'une part de mieux connaître ses éléments constitutifs et d'autre part d'effectuer un suivi de sa dynamique au cours du temps (CNEDD, 1998). Aussi, une bonne connaissance des ressources biologiques permettra de mieux les gérer dans une double perspective de lutte contre la désertification et la pauvreté.

5 Hypothèses de recherches

Les hypothèses de recherches se résument en deux points :

- la conjonction des facteurs écologiques, sociaux et économiques est à la base de la dynamique de la végétation sous toutes ses formes ;
- la dégradation de la végétation est attribuable aux conditions écologiques comme la pluviométrie, la position latitudinale et les actions anthropiques.

Une question centrale se pose alors: la dynamique de la végétation dans cette partie du Niger, est – elle liée aux facteurs écologiques, sociaux et économiques ?

A travers cette question centrale, trois questions de deuxième ordre se posent :

- quelle relation existe – t – il entre la végétation et ces facteurs ?
- lequel des facteurs doit être le plus incriminé ?
- comment ces facteurs interagissent pour influencer sur la végétation ?

De nombreux travaux ont été conduits à des échelles différentes dans les zones touchées par le phénomène de dégradation du potentiel biologique végétal. Ces travaux même s'ils ont permis une compréhension du phénomène de dégradation de la végétation et au delà de ses corollaires, n'ont pas abordé la cohérence linéaire des différents facteurs. Parmi ces travaux, il faut citer : Wolde-Mariam (1982) ; Kebbede (1988) ; Haile (1990) ; Hubert et Carbonnel (1987) ; Hulme (1992) ; Fontaine (1991) ; Théodore (1992) ; Walter (1977), Bonfils (1987), Rochette (1989), etc.

6 Problématique de base

La partie ouest du Niger fait face à une menace écologique à court terme et qui mérite une attention toute particulière et un suivi de certains indicateurs. En effet, selon les prévisions, la population doit atteindre 3.333.000 habitants en 2014 (JICA, 2000) dans la Région de Tillabéri où seulement cinquante pour cent (50%) de la superficie est actuellement propice à l'agriculture. La population rurale est de 96,4%. Quatre vingt pour cent (80%) de cette population est au seuil de pauvreté. Les aires protégées ne couvrent que 912.392 ha et la dégradation de l'environnement ne fait que s'accroître. On a constaté, par ailleurs un déplacement des isohyètes vers le sud et une pression croissante sur les ressources naturelles du milieu (Ozer, 1995). La conjonction de tous ces facteurs se traduit par une diminution ou par une perte du potentiel biologique des milieux. En dehors des terres agricoles, la dégradation des sols progresse rapidement dans un contexte de surpâturage et d'abattage

excessif d'arbres. C'est pourquoi, les dommages dus à l'érosion des sols continuent d'affecter aussi bien la production agricole que les conditions de vie des populations.

La dynamique des facteurs cités plus haut, leurs actions individuelles ou collectives méritent d'être étudiées pour non seulement développer des modèles d'action, mais aussi, d'intervention pour réduire ou contrecarrer le fléau.

Pour appréhender ce sujet, la démarche globale repose entièrement sur le terroir villageois, unité pertinente suivant un gradient d'aridité tant pour étudier, expliquer la dynamique de la végétation que pour appréhender la contribution de chaque facteur qui intervient dans cette dynamique.

7 Objectifs de l'étude

Objectif général : l'objectif général de ce travail est de comprendre la dynamique de la végétation suivant un gradient d'aridité bioclimatique sud-nord ainsi que la contribution fonctionnelle des facteurs écologiques, sociaux et économiques.

8 Objectifs spécifiques

Spécifiquement, ce travail permettra de :

- 1) matérialiser les zones bioclimatiques dans la zone d'étude suivant leurs indices d'aridité ;
- 2) comprendre l'évolution de la végétation (ligneuse et herbacée) suivant le gradient latitudinal en rapport avec les types d'occupation des terres ;
- 3) déterminer la contribution des facteurs écologiques, sociaux et économiques sur la dynamique de la végétation ;
- 4) établir une synergie entre les facteurs qui interviennent dans la dynamique de la végétation.

Le présent travail est structuré en 10 chapitres et est suivi d'une conclusion générale et les perspectives.

Le chapitre 1 présente la zone d'étude et ses caractéristiques ; le chapitre 2 traite de la classification de la zone d'étude en zones bioclimatiques à partir des degrés d'aridité bioclimatique ; le chapitre 3 montre comment les sites sont choisis et circonscrits dans les différentes zones bioclimatiques ; le chapitre 4 met en relief la problématique de l'occupation

des terres dans les sites à travers une étude diachronique de 1956 à 1991 ; le chapitre 5 traite de la dynamique de la végétation ligneuse dans les différents sites en relation avec l'occupation des terres ; le chapitre 6, quant à lui présente la dynamique de la végétation herbacée dans les différents sites.

Les chapitres 7, 8 et 9 traitent des déterminants sociaux et économiques et leurs liens avec la végétation. Quant au chapitre 10, il met en relief la synergie des différents facteurs et la part de chaque facteur sur la dynamique de la végétation dans cette partie du Niger. Enfin la conclusion qui traite des grandes tendances ainsi que les perspectives de recherche.

CHAPITRE 1 : Présentation de la zone d'étude

1 L'ouest nigérien : caractéristiques géographiques

La partie occidentale du Niger se situe principalement dans le Sahel entre les longitudes 0° et 3° Est et les latitudes 12° et 15° Nord. L'ouest du Niger est compris entre la région de Tillabéri, la Communauté Urbaine de Niamey et la région de Dosso. Elle se situe de part et d'autre du fleuve Niger (Figure 1). Les altitudes croissent sensiblement du sud-ouest vers le nord-est à l'image du pays.

Les sites d'études ne couvrent que la région de Tillabéri et la communauté urbaine de Niamey.



Figure 1 : La partie ouest du Niger localisation des sites

2 Situations géographique, bioclimatique et hydrologique de la région de Tillabéri

Le Niger, pays sahélien de l'intérieur des terres d'Afrique, couvre une superficie de 1.267.000 km² dont le Désert du Sahara occupe les 2/3. Son territoire est à cheval sur la partie Nord de

la zone soudanienne, la zone sahélienne et le Sahara méridional (Saadou, 1990). Seulement, 11,8% du territoire correspondant à une bande méridionale de 200 km de large dans le sens Nord-Sud, se prête à l'agriculture pluviale (Plan quinquennal 1987-1991).

Au sein de ce territoire, la région de Tillabéri qui constitue notre zone d'étude, se situe dans la partie ouest du pays, entre 11°5'' et 15°55'' de latitude Nord et 0°10'' et 4°20'' de longitude Est ; elle correspond à 8,2% du territoire national.

Elle couvre une superficie de 104.245 km² et est limitée au nord par le Mali, au nord-ouest par la région de Tahoua, à l'Est par la région de Dosso, à l'Ouest par le Burkina Faso et au Sud par le Bénin.

Le relief est un vaste plateau qui présente une légère inclinaison du Nord vers le Sud, à légères ondulations, d'une altitude moyenne d'environ 250 m (JICA, 1999).

Du point de vue climatique, on distingue une saison humide qui couvre la période de juin à septembre et une saison sèche d'octobre à mai. Les précipitations moyennes annuelles varient considérablement de 250 mm dans la zone à climat sahélo-saharien au Nord à plus de 500 mm dans la zone à climat soudano-sahélien au Sud. Les pluies sont très variables dans le temps et dans l'espace. Les températures sont aussi variables avec une moyenne des minima avoisinant les 20°C et une moyenne maxima de 37°C.

L'analyse des photographies aériennes a révélé qu'une zone de 5,21 millions d'hectares était adaptée à l'agriculture à partir des lignes isopluviales et de la répartition des sols dans le département, ce qui représente environ 50% de la surface totale (JICA, *opp.cit.*). Toutefois, cette zone comprend un total d'environ 912.392 hectares de parcs nationaux et de forêts classées et 1.650.208 hectares de forêts protégées représentant respectivement 9% et 16% de la superficie du département.

Du point de vue hydrographique, le fleuve Niger est le seul cours d'eau permanent avec un bassin versant couvrant 1.500.000 km². L'apport annuel de son régime est estimé à 30 milliards de m³ avec un débit maximum de 3.365 m³ par seconde en période de crue et 5 m³ par seconde en période de sévère étiage. Il comporte 7 affluents pour un bassin versant de 10.500 km² et un volume moyen de l'eau écoulée de 800 000 000 de m³. La région de Tillabéri comporte aussi 158 autres points d'eau de surface formés essentiellement de mares permanentes et semi-permanentes ainsi que de 3 barrages et 6 ponts-barrages (Atlas du Niger).

Deux types d'aquifères sont présents dans la région de Tillabéri. Les aquifères du socle couvrent toute la zone du Liptako et les aquifères du continental terminal couvrent le reste de la région. Ces aquifères constituent d'importantes sources en eau souterraine.

3 Géologie et types de sols

Sur un point de vue géologique, la zone d'étude présente des affleurements de roches sédimentaires du bassin d'Oullimenden, qui occupe pratiquement toute la zone nord, et de roches volcaniques dans la zone du Lipatko Gourma, le long du fleuve Niger, sur socle précambrien. D'un point de vue topographique, la zone est légèrement inclinée du Nord vers le Sud ; c'est un grand plateau peu ondulé d'une altitude moyenne d'environ 250 m (JICA, 1999).

En se basant sur la nouvelle classification (Ministère de l'Intérieur et de l'aménagement du Territoire, 2003), il apparaît qu'au dessus du 15^{ème} parallèle sur l'erg fixé généralisé (Kourfey et Zarmaganda), ce sont des sols sableux bruns rouges peu différenciés. Plus au sud, des plages fréquentes de régosols et sols lithiques sont associés aux sols ferrugineux lessivés sableux ou remaniés avec des débris ferrugineux sur les grés argileux du continental occidental (Filingué, Ouallam, Tillabéri, Kollo et Say). Les bas-fonds des hautes vallées du Zgaret et du dallol Bosso ont des sols bruns et ferrugineux lessivés. A l'Ouest (Téra et Say), sur les roches métamorphiques du Liptako, les lithosols et sols lithiques peu évolués s'associent à des sols isohumiques bruns et épais. Dans les zones granitiques concentrant aussi les formations dunaires, ce sont des sols plus épais sableux, brun rouge au dessus de 13°30' nord. Au sud de cette latitude, ils deviennent ferrugineux lessivés. Dans la zone du parc du W et à l'ouest de Makalondi, ces faciès ferrugineux ont une texture gravillonnaire. Les bas-fonds ont des alluvions sablo-limoneuses sur le socle. Les sols y sont hydromorphes à pseudogley, localement des vertisols à nodules calcaires. Les basses terrasses du fleuve Niger sont occupées par des sols hydromorphes argilo-limoneux (Atlas du Niger).

4 Végétation

La végétation de la partie occidentale nigérienne exprime tant dans sa physionomie que dans sa composition floristique deux grands types de variations (Ambouta, 1984). Il existe des variations zonales dues au climat et celles qui sont causées par les conditions écologiques stationnelles. Ces variations zonales sont aisément perceptibles du sud-au nord.

Les types de végétation climatique zonale présentent différents compartiments phytogéographiques qui seraient la résultante des changements progressifs du climat. Les

variations locales ou celles des stations écologiques découleraient des facteurs écologiques et/ou mésologiques propres au site, et permettent de définir les formations spécialisées.

La végétation ligneuse est composée essentiellement des Combrétacées (Ichaou, 1995).

Saadou (1990) a proposé une subdivision phytogéographique du Niger qui tient compte de la trilogie (climat, flore et végétation). Un quatrième facteur a été ajouté par Ichaou (2000). Il s'agit du cadre géomorphologique (variation du modelé, états de surface et unités morphopédologiques). Partant de ces facteurs, Ichaou (2000), a modifié la subdivision phytogéographique proposée par Saadou (1990) (tableau 1).

Tableau 1: Compartiments phytogéographiques de l'Ouest nigérien (d'après Saadou, 1993, modifié par Ichaou, 2000).

Compartiments	Substrat	Végétation	Flore
1. Compartiment soudanien	-socle en surface	-forêt sèche basse sur les plateaux	Plateaux latéritiques : <i>Combretum micranthum</i> , <i>Combretum nigricans</i> , <i>Combretum collinum</i> , <i>Crossopterix febrifuga</i> , <i>Afromosia laxiflora</i> , <i>Securidaca longepedunculata</i> , <i>Ostryoderris stühlmanii</i> . Galeries : <i>Nauclea latifolia</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Kigelia africana</i> , <i>Albizia chevalieri</i> . Vallées sèches : <i>Vitellaria paradoxa</i> , <i>Neocarya macrophylla</i> , <i>Borassus aethiopum</i> , <i>Andropogon gayanus</i> ; Dunes fixées : <i>Vitex doniana</i> , <i>Sterculia setigera</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Cymbopogon gyganteus</i> .
1.1. Nord-soudanien occidental (600 à 800 mm)	-sédiments du continental sur les plateaux -sables quaternaires au fond des vallées sèches	-forêts galeries dans les cours d'eau - forêt claire sur les terrasses argileuses et dans les vallées -savanes dans les vallées sèches et les dunes fixées	
2. Compartiment Sahélo-soudanien	-unités morphologiques = plateaux démantelés avec un système instable de faibles pentes et de contre-pentes.	-fourrés à <i>Combretum</i> sur les plateaux latéritiques -steppes sur les terrasses sableuses, dans les vallées sèches et sur les dunes fixées	Plateaux latéritiques : <i>Guiera senegalensis</i> , <i>Commiphora africana</i> , <i>Combretum micranthum</i> , <i>Acacia machrostachya</i> , <i>Lannea acida</i> , <i>Croton zambezicus</i> , <i>Acacia ataxacantha</i> , <i>Combretum nigricans</i> , <i>Boscia senegalensis</i> , <i>Boscia angustifolia</i> ; Vallées sèches : <i>Hyphaene thebaïca</i> , <i>Bauhinia rufescens</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Combretum glutinosum</i> , <i>Faidherbia albida</i> .
2.1. sahélo-soudanien occidental (550 à 600 mm)			
3. Compartiment sahélien	-sédiments du continental terminal sur les plateaux latéritiques	-fourrés moins denses à <i>Combretum</i> sur les plateaux latéritiques, -formations de galeries sur les berges des dallols et les cours d'eau ; -steppes arborées sur les terrasses sableuses et sur les dunes fixées.	Plateaux latéritiques : <i>Guiera senegalensis</i> , <i>Commiphora africana</i> , <i>Combretum micranthum</i> , <i>Acacia macrostachya</i> , <i>Acacia ataxacantha</i> , <i>Combretum nigricans</i> , <i>Boscia senegalensis</i> , <i>Boscia angustifolia</i> . Vallées sèches et dans les dallols : <i>Hyphaene thebaïca</i> , <i>Bauhinia rufescens</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Combretum glutinosum</i> et <i>Faidherbia albida</i>
3.1. Sud sahélien occidental (350 à 550 mm)	-sables dans les cordons dunaires sur les terrasses sableuses et dans les fonds des dallols et vallées sèches		
3.2. Nord sahélien occidental (250 à 350 mm)	-sédiments du continental terminal sur les plateaux latéritiques ;	-fourrés à <i>Combretum</i> sur les plateaux latéritiques, -steppes arbustives dans les zones basses et sur les	Dunes : <i>Acacia senegal</i> , <i>Leptadenia pyrotechnica</i> , <i>Aristida mutabilis</i> , <i>Tephrosia nubica</i> , <i>Cenchrus biflorus</i> ; Zones basses : <i>Acacia seyal</i> ,

	-rares affleurements du socle dans les zones basses et dunes fixées.	substrats sableux	<i>Schoenefeldia gracilis</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Cordia sinensis</i>
--	--	-------------------	--

5 Population

La population de Tillabéri a été estimée à 1.328.000 habitants soit environ 18% de la population nigérienne avec 96,4 % vivant en zones rurales (Recensement Général de la Population, 1988). Au recensement de 1977, la population était de 929.000 habitants, ce qui montre une croissance démographique moyenne de 3,3% en 12 ans. La population en 1996 a été estimée à environ 1.743.000 habitants. En considérant le même taux de croissance, en 2014, la population peut être estimée à environ 3.333.000 habitants (tableau 2). Ces augmentations de la population sont principalement dues au taux de natalité élevé.

Tableau 2: Population de Tillabéri et évolution par arrondissement (1977-2014)

Arrondissement	Recensement général de la population		Croissance de la population par arrondissement %	1996	1997	2014
	1977	1988		Habitants	Habitants	Habitants
Filingué	208.499	285.977	2,9	359.463	369.887	601.355
Kollo	131.145	234.588	5,4	357.298	376.592	920.792
Ouallam	143.431	190.171	2,6	233.520	239.591	370.660
Say	97.486	163.376	4,8	237.727	249.138	552.817
Téra	210.089	295.969	3,2	380.788	392.974	671.303
Tillabéri	138.199	152.202	1,2	174.043	176.131	215.727
Total	928.849	1.328.283	3,3	1.742.839	1.804.313	3.332.654

Source : Recensement général de la population, 1988.

6 Religion, ethnies et principales activités économiques des populations

Dans la région de Tillabéri, la population est musulmane à plus de 90% et les chrétiens sont peu nombreux. Les nomades vivent dans le nord de la région et les sédentaires dans le centre et le sud. Les sédentaires représentent 95,6% et 4,4% maintiennent un rythme de vie nomade (Ministère du Plan, 1988). Le cycle répétitif de la sécheresse de ces dernières années a amené les éleveurs à abandonner l'élevage et à embrasser l'agriculture.

Les principales ethnies sont : les Songai-Jerma, les Haoussa, les Peuhls et les Touareg. Ces quatre ethnies représentent 94% de la population. Les Songai-Germa et les Haoussa pratiquent l'agriculture et les Peuhls et Touareg, l'élevage.

D'autres activités sont pratiquées par certaines ethnies. Il s'agit principalement du commerce, de l'artisanat, de la pêche et autres activités extra qui peuvent générer des revenus aux populations.

CHAPITRE 2: Détermination du degré d'aridité bioclimatique et classification en zones bioclimatiques de la zone d'étude

1 Concept et types d'aridité bioclimatique

L'aridité reflète un déficit pluviométrique permanent mais elle est liée à d'autres données climatiques spécifiques telles que : insolation forte, températures élevées, faible humidité de l'air, évapotranspiration poussée (Mainguet, 1995). D'après cet auteur, l'aridité est un état engendré par les mécanismes produisant un déficit en eau dans l'atmosphère et les sols, la faiblesse des précipitations et l'intensité de l'évaporation étant les plus déterminants mais non les seuls.

L'indice d'aridité bioclimatique tel qu'utilisé par la FAO et l'UNESCO (1979) suivant un critère quantitatif de différenciation des zones sèches est « l'importance relative des apports d'eau par les pluies et les pertes par évaporation et transpiration, P/ETP » telle que rapportée par Riquier et Rossetti (1976). Ce concept a déjà été utilisé pour décrire les zones climatiques du globe terrestre affichant des signes de sécheresse. Il fait donc intervenir aussi bien les paramètres climatiques tels que la pluviométrie, la température, l'évaporation et les paramètres biologiques et écologiques. C'est donc un concept important qui permet de distinguer et de classer les différentes zones éco-climatiques. Emmanuel (1928) a établi une classification des zones éco-climatiques de l'Afrique intertropicale en zones tropicales qui ont une distribution mono modale des précipitations, et zones équatoriales qui ont une distribution bi modale.

Les distributions mono modales sont celles qu'on trouve dans les zones sèches du Niger en général et la région de Tillabéri en particulier.

Bagnouls et Gaussen (1953, 1957) ont défini les mois secs comme étant ceux dont la pluviosité moyenne mensuelle en millimètres est inférieure ou égale au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés centigrades ($P < 2T$). Cette formule concorde pour fixer autour de 50-55 mm la pluviosité mensuelle (1,6 à 1,8 mm/jour) qui détermine le début de la saison sèche, avec celle de Prescott et Thomas (1949) de l'évaporation d'un sol nu : $e = 0,4 E^{0,75}$ ou celle de Penman (1948) : $P < 0,35 E_{tp}$, qui correspond aux besoins en eau de la plupart des cultures vivrières africaines pendant les jours suivant immédiatement le semis, en Afrique occidentale.

Le Houérou et Popov (1981) ont établi une classification des zones éco-climatiques en reprenant celle d'Emmanuel De Martonne (1928).

2 Les données climatiques utilisées

La détermination du degré d'aridité bioclimatique comme défini ci-dessus fait intervenir des données climatiques telles que la pluviométrie, l'évapotranspiration potentielle qui est calculée à partir de la température, la vitesse du vent, l'albédo et la durée de l'insolation.

Par ailleurs, des données sur l'humidité relative et la température ont été utilisées pour certains aspects de l'analyse concernant la vérification de la situation climatique des localités en étude.

Les données climatiques concernent les localités de Filingué, Kollo, Niamey, Say, Téra et Tillabéri. Il faut noter que les données demandées pour une période de trente ans (1970 à 1999) ne sont pas disponibles pour le paramètre évapotranspiration potentielle et pour toutes les stations. La Direction Nationale de la Météorologie ne dispose que des données de 23 ans (1977 à 1999) pour ce dernier paramètre dans deux localités seulement (Niamey aéroport et Tillabéri). Le même problème s'est posé pour les données relatives à la température ; celles-ci ne sont disponibles que pour deux localités (Niamey aéroport et Tillabéri) pour la période demandée.

Il est certain que la variation dans le temps et dans l'espace serait mieux appréciée si l'on disposait de données sur une longue période pour toutes les localités.

3 Les composantes méthodologiques

Comme annoncé dans l'objectif, le point central d'investigation est la détermination des degrés d'aridité bioclimatique de sept localités de la région de Tillabéri afin de matérialiser le gradient d'aridité. Trois composantes ont été utilisées pour cette détermination. Il s'agit de l'indice d'aridité bioclimatique tel qu'utilisé par la FAO/UNESCO (1979) pour déterminer le degré d'aridité bioclimatique, du diagramme ombrothermique suivant la méthode de Gaussen et Bagnouls (1953) des différentes localités, et l'analyse de variance avec le test de Duncan pour vérifier la signification statistique des différences observées et pour un groupement des localités suivant leurs degrés d'aridité bioclimatique. Les deux dernières méthodes ont été utilisées pour confirmer ou infirmer les résultats de la première approche et aussi pour appuyer les arguments qui seront avancés dans l'interprétation des résultats.

Pour l'indice d'aridité bioclimatique et l'analyse statistique, ce sont les données de 1977 à 1997 en séries de 5 ans qui ont été utilisées alors que les moyennes annuelles de 30 ans (1970 à 1999) pour la pluviométrie et la température ont permis l'établissement des diagrammes ombrothermiques.

4 Les méthodes utilisées

4.1. L'indice d'aridité bioclimatique selon le critère quantitatif de différenciation des zones sèches FAO/UNESCO

L'indice d'aridité bioclimatique tel que utilisé par FAO/UNESCO (1979) est un critère de délimitation des régions arides et semi-arides selon (Baumer (1987)).

Selon cette méthode, la classification suivante a été établie :

La zone hyper aride est caractérisée par le rapport $P/ET_p < 0,03$

La zone aride $0,03 < P/ET_p < 0,2$

La zone semi-aride $0,2 < P/ET_p < 0,5$

La zone subhumide $0,5 < P/ET_p < 0,75$

où P représente la hauteur moyenne des précipitations annuelles et ET_p l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle.

Partant de cette zonation, des sous-zones ont été aussi définies dans chacune de ces zones par la température moyenne de l'hiver (t_H) et de l'été (t_e).

- | | | |
|----|------------|-----------------|
| 1. | Chaud | $20 < t_H < 30$ |
| 2. | Tempéré | $10 < t_H < 20$ |
| 3. | Frais | $0 < t_H < 10$ |
| 4. | Froid | $t_H < 0$ |
| | | |
| a. | très chaud | $30 < t_e$ |
| b. | chaud | $20 < t_e < 30$ |
| c. | tempéré | $10 < t_e < 20$ |

Ainsi, en considérant ces trois critères, on obtient un certain zonage pour le Niger donné par la figure 1:

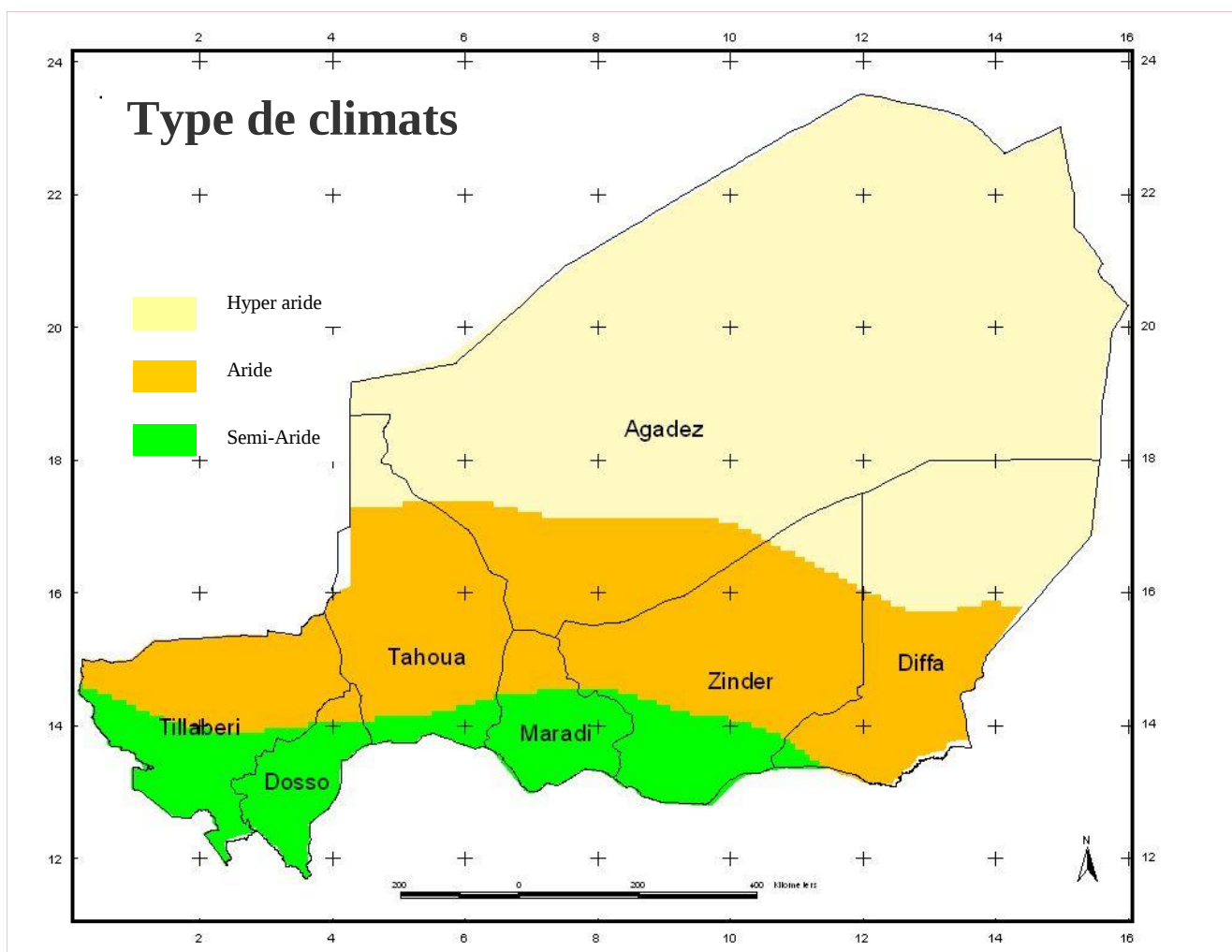


Figure 2 : Les types de climats du Niger

Théodore (1992) propose une division en trois niveaux à partir de la pluviométrie et des isohyètes ; il est souvent utilisé pour désigner la zone semi-aride (150-300/400 mm), aride (70-130 mm ou hyper aride (<70mm)).

Les valeurs du rapport P/E_{tp} ont été utilisées pour définir les zones arides et semi-arides où P est la moyenne annuelle des pluies et E_{tp} la moyenne annuelle de l'évapotranspiration potentielle.

Les données recueillies ont permis de déterminer le degré d'aridité bioclimatique de chaque localité et de les classer suivant les zones en utilisant cette méthode.

Un point important à souligner est l'utilisation des données d'évapotranspiration potentielle de Niamey et Tillabéri pour le calcul des degrés d'aridité des autres localités. Les données de Niamey ont été utilisées pour le calcul des degrés d'aridité de Niamey, Say et Kollo en considérant que cette station est plus proche de ces localités (50 et 30 km) respectivement.

Les données de Tillabéri ont servi au calcul des degrés d'aridité de Tillabéri, Téra, Ouallam, et Filingué.

Un gradient est ainsi observé et matérialisé sur un histogramme par une courbe qui dénote la limite de la zone semi-aride.

4.2. Les diagrammes ombrothermiques

Les données de température et de précipitations ont servi à établir les diagrammes ombrothermiques sur une période de 30 ans (1970 à 1999). Les courbes des diagrammes ombrothermiques précisent qu'un mois est considéré comme sec si la courbe des températures est supérieure à celle des précipitations, et la valeur des précipitations égale ou inférieure à deux fois celle de la température. Les diagrammes de Gaussen et Bagnouls sont établis pour deux stations climatiques seulement (Niamey aéroport et Tillabéri). L'idéal serait d'établir les diagrammes ombrothermiques de chaque localité.

4.3. L'analyse statistique

L'analyse de variance a été faite avec les moyennes de degrés d'aridité bioclimatique pour quatre séries de période (1977-1981 ; 1982-1986 ; 1987-1991 ; 1992-1997) dans les sept localités. L'objectif visé à travers cette analyse de variance est de tester si des différences existent entre les régions et les séries des périodes en terme de degré d'aridité bioclimatique.

Le test de Duncan est utilisé pour faire un groupement des valeurs des régions afin de distinguer clairement les différents groupes qui se dégagent.

5 Résultats

5.1. Classification de la zone d'étude en zones bioclimatiques suivant les indices d'aridité

5.1.1. Les précipitations

D'une manière générale, la pluviométrie au Niger est mono modale et variable dans le temps et dans l'espace. Il en est de même pour la région de Tillabéri (figures 3 A et B). Les différentes localités s'y trouvant ne font pas exception à la règle. Quatre localités ont été prises en guise d'exemples pour appuyer ces constats. Le choix de ces localités n'est pas un fait de hasard. Les deux premières (Niamey et Tillabéri) ont été choisies parce qu'elles sont

représentatives des autres localités et elles sont les toutes premières stations synoptiques implantées au Niger alors que les deux autres (Say et Filingué) constituent les deux extrêmes le long du gradient pluviométrique. Say est la localité la plus arrosée et Filingué celle recevant la plus faible hauteur pluviométrique.

Les figures (3A et 3B) montrent les fluctuations suivant les différentes séries de périodes.

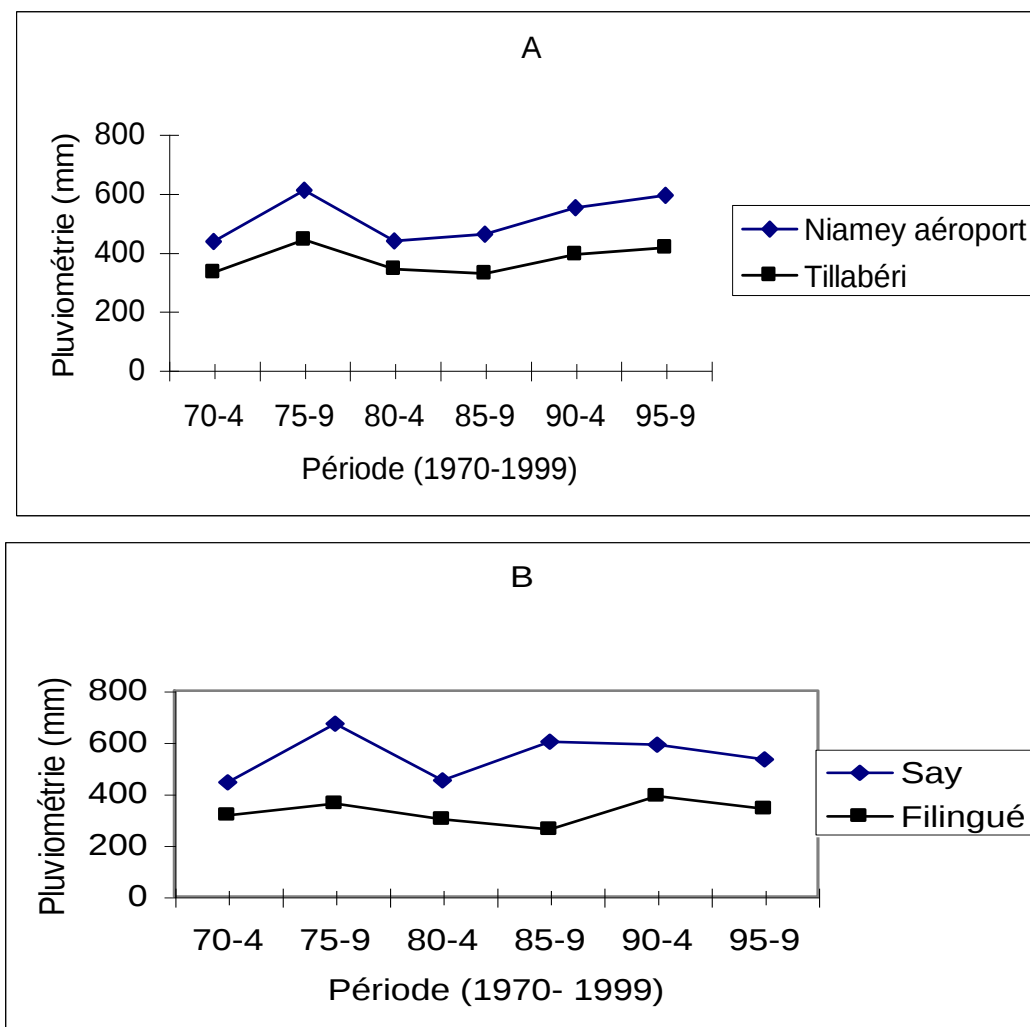


Figure 3 : Evolution des moyennes de 5 ans des précipitations : A : Niamey aéroport et Tillabéri ; B : Say et Filingué

L'analyse de la première catégorie de courbes (figure 3 A et 3B) montre pour les deux groupes de localités (Niamey-Tillabéri et Say-Filingué), qu'à partir des années 1975 à 1979, il y a un pic significatif qui dénote une ou plusieurs années exceptionnelles d'importantes précipitations dans cette série. Ces années d'importantes précipitations ne sont pas les mêmes pour les différentes localités. Ce sont les années 1975, 1976, 1977 et 1978 avec respectivement 689,5 ; 532,5 ; 727,4 ; et 523,7 mm pour Niamey, Tillabéri, Say et Filingué.

D'autre part, il est observé des points bas sur les différentes périodes approximativement au cours des mêmes périodes. Les séries qui relatent ces chutes sont 1970-1974 ; 1980-1984 ; 1985-1989 pour toutes les quatre localités exceptée la courbe de Say qui remonte au cours de la dernière série. Ces pluviométries basses reflètent des années de sécheresses. L'analyse des moyennes pluviométriques montre que durant ces périodes, les moyennes minimales sont très en dessous de la moyenne quinquennale.

Une comparaison avec les courbes des moyennes de 30 ans (figure 4 A et 4B) montre que ces séries se situent toutes en dessous.

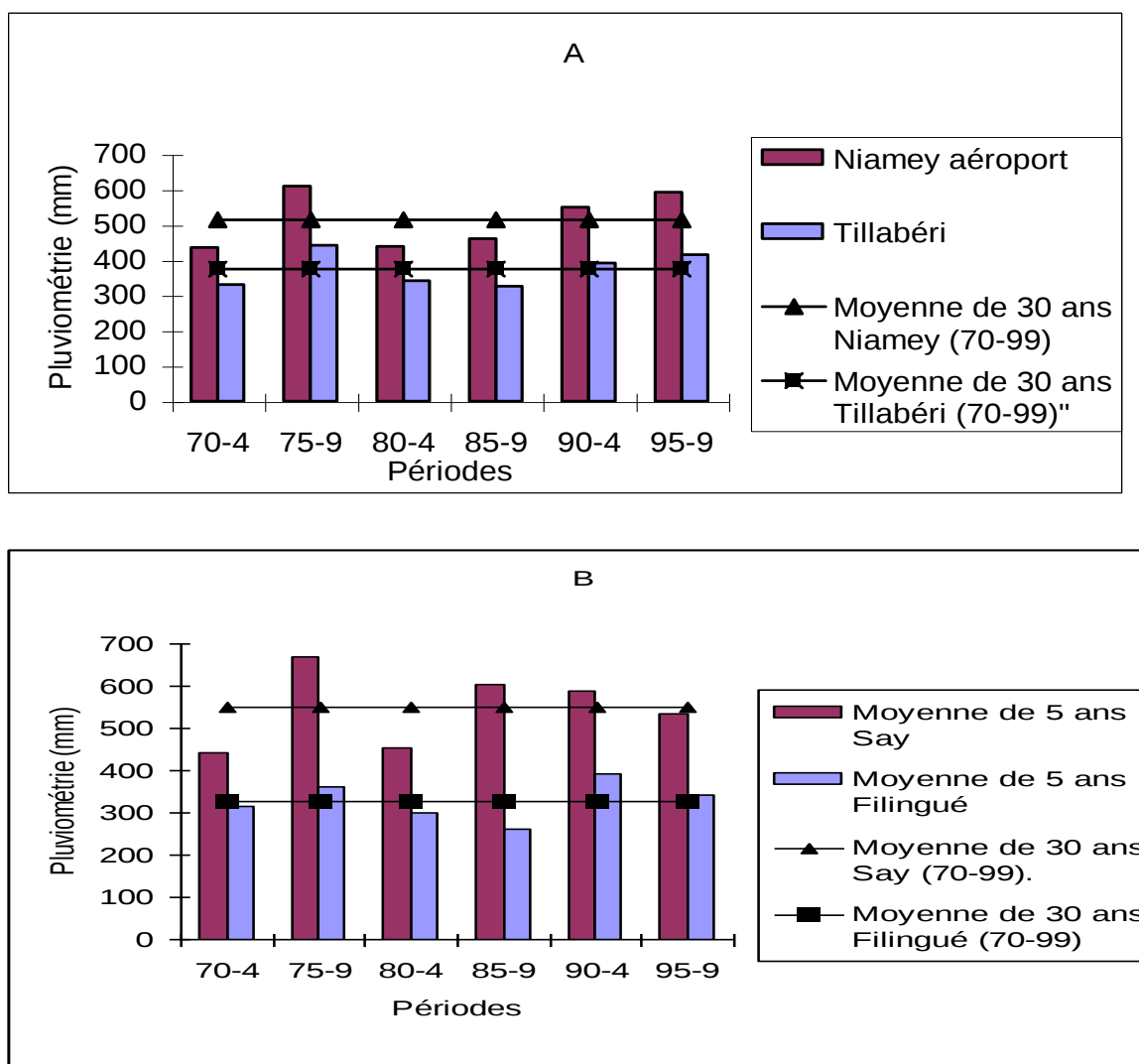


Figure 4 : Evolution temporelle des moyennes quinquennales des précipitations par rapport à la moyenne de 30 ans : A : Niamey aéroport et Tillabéri ; B : Say et Filingué

Les différences par rapport à la moyenne de 5 ans permettent de mettre en évidence les années déficitaires (tableau 3).

Tableau 3 : Années déficitaires sur la base des pluviométries annuelles

Localités	Années	Pluviométrie annuelle	Différence par rapport à la moyenne de 5 ans
Niamey	1972	342,60	93,78
	1984	293,80	143,74
	1987	381,90	79,12
Tillabéri	1971	250	81,16
	1981	250,30	91,62
	1987	219,20	106,38
Say	1972	363,70	80,76
	1984	324,10	128,06
	1985	399,90	202,58
Fillingué	1973	215,70	99,82
	1982	240,20	59,40
	1987	135,10	125,94

Les courbes de moyenne sur 30 ans montrent que Niamey se situe au delà de l'isohyète 500 mm, Tillabéri approchant 400 mm, alors que Say se situe vers la ligne isopluviale 550 et Filingué celle de 350 mm (figure 3A et 3B).

Au Sahel en général, et au Niger en particulier, une constatation s'impose à savoir l'existence de la fréquence des grandes sécheresses ces dernières décennies, 1968-1974, 1983-1984 Théodore (1992), Pierre (1996). L'hypothèse selon laquelle il y a une diminution des précipitations ces dernières années (Ozer *et.al*, 1995) (Figure 5) peut être vérifiée selon les années. Il existe cependant des fluctuations et ces dernières années semblent plus pluvieuses, il y a de cela une décennie.

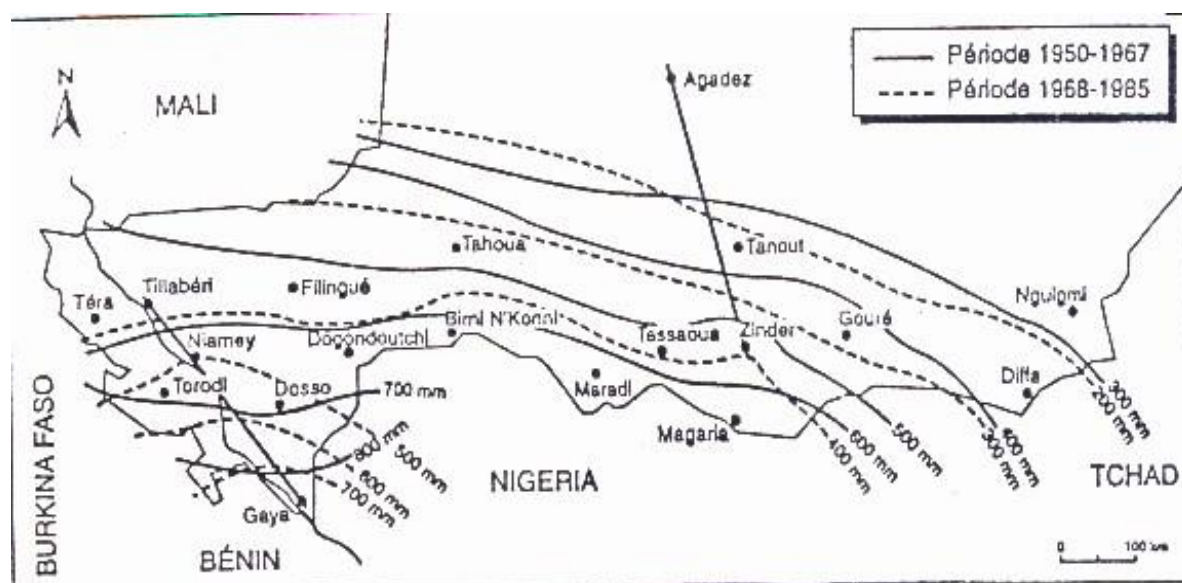


Figure 5 : Carte pluviométrique du sud - Niger : les isohyètes sont calculés sur les périodes humides 1950 - 1967 (—) et sèches 1968 - 1985 (- - - - -) (Ozer *et al.*, 1995)

Ce qui apparaît d'une manière continue est la diminution de la durée de la saison des pluies au profit de celle de la saison sèche suivant les zones bioclimatiques (figure 5). En effet, cette dernière augmente d'une manière continue et c'est ce qui justifie la baisse de la production biologique car la majorité des plantes cultivées et spontanées n'arrivent pas à boucler leur cycle dans de bonnes conditions hydriques.

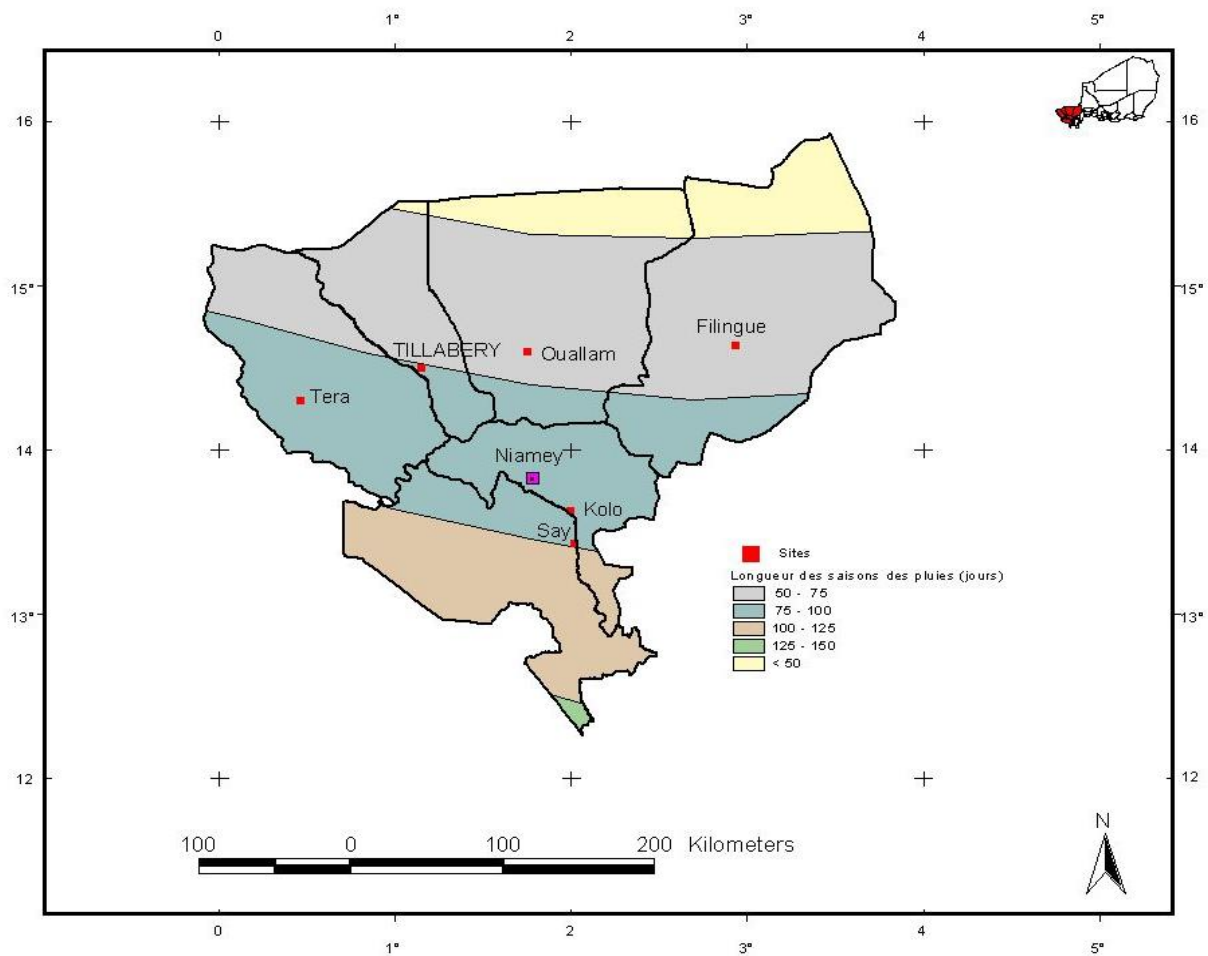


Figure 6 : Longueur des saisons des pluies dans la région de Tillabéri

5.1.2. L'influence de la température et des pluies sur la durée des saisons

Au Niger, il existe deux saisons distinctes : la saison sèche qui dure 8 mois, d'octobre à mai et la saison pluvieuse 4 mois, de juin à septembre. Cette répartition temporelle des saisons varie dans l'espace (figure 6). Les diagrammes ombrothermiques établis à partir de la méthode de Bagnouls et Gaussen (1953) (figures 7a et 7b) montrent que, dans les deux localités de la région de Tillabéri (Niamey et Tillabéri), bien que n'étant distantes que de 110 km l'une de l'autre, présente des longueurs de saison sèche différentes.

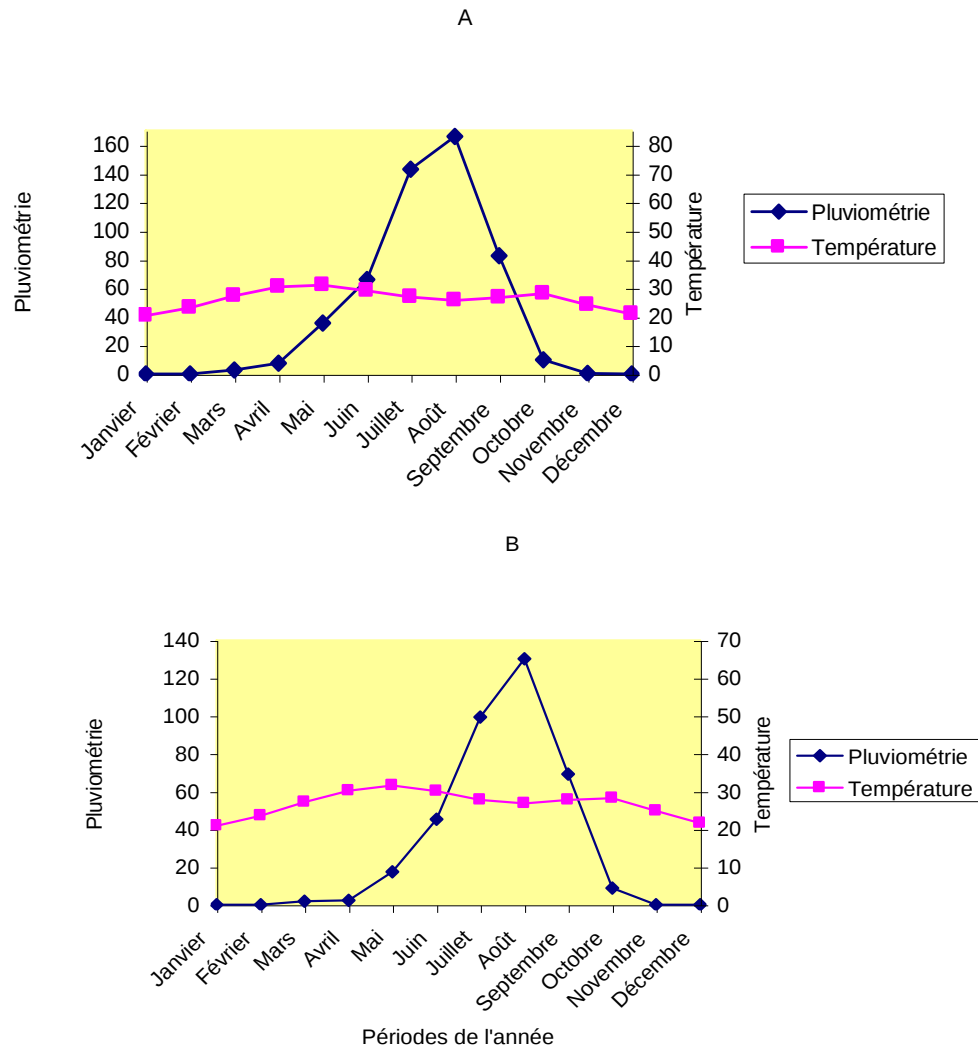


Figure 7 : Diagrammes ombrothermiques pour une période de 30 ans (1970-1999) pour les localités de Niamey (A) et Tillabéri (B).

A Niamey, la saison humide s'étend de fin Mai à mi-Octobre soit quatre mois et demi, alors qu'à Tillabéri elle commence approximativement vers la mi-Juin et finit fin Septembre ; elle est donc de trois mois et demi.

Un exercice de ce genre peut montrer de variations plus remarquables dans les autres localités notamment entre les deux extrêmes (Say et Filingué).

Selon les diagrammes ombrothermiques, les courbes de température sont bimodales dans la région de Tillabéri. Les deux pics se situent de part et d'autre de la courbe pluviométrique dénotant quatre saisons. Deux saisons chaudes et deux saisons relativement moins chaudes dont les durées et l'intensité varient d'une localité à une autre. Ces variations des températures influent à des degrés différents sur l'évapotranspiration entre localités et à

l'intérieur de celles-ci. Les variations des masses d'air ainsi que celles de l'angle d'incidence des rayons solaires en seraient à l'origine (Mainguet, 1990).

5.2. Les indices d'aridité bioclimatique des sept localités

L'indice d'aridité bioclimatique est utilisé pour le calcul des degrés d'aridité bioclimatique des différentes localités. Les facteurs climatiques intervenant dans ce calcul sont la pluviométrie et l'évapotranspiration potentielle.

Les moyennes de cinq ans ont été calculées pour chaque localité en considérant la période de 21 ans (1977 à 1997). Quatre séries de période ont été utilisées.

Tableau 4 : Indices d'aridité bioclimatique de sept localités du département de Tillabéri

Région	Moyenne	Erreur standard
Filingué	0,15 e	0,01
Kollo	0.19b	0.02
Niamey	0.19b	0.01
Ouallam	0.16d	0.01
Say	0.21a	0.02
Téra	0.17c	0.02
Tillabéri	0.17c	0.01
Différence la moins significative	0.03	

Les chiffres précédés d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

L'analyse des moyennes de séries pluviométriques de 5 ans montre une différence significative ($p < 0,03$) entre les localités au seuil de 5% et très significative ($p < 0,0042$) entre les périodes au seuil de 1%.

Ainsi, pour ce qui est des localités, le groupement obtenu en utilisant le test de classement multiple fait ressortir cinq groupes distincts avec une localité qui peut être considérée comme intermédiaire. Le groupement se présente de la manière suivante :

Groupe 1 : Say

Groupe 2 : Niamey et Kollo

Groupe 3 : Tillabéri et Ouallam

Groupe 4 : Ouallam qui peut être considéré comme intermédiaire

Groupe 5 : Filingué.

En considérant l'indice d'aridité bioclimatique, deux grandes zones bioclimatiques se dégagent : il s'agit de :

1. la zone semi-aride qui contient Say ;
2. la zone aride qui contient Kollo, Niamey, Téra, Tillabéri, Ouallam et Filingué.

Les localités appartenant à cette dernière zone bioclimatique ont des indices d'aridité bioclimatique différents (Tableau 4). C'est ce qui donne lieu à la détermination des zones arides et hyperarides d'une part et d'autre part des zones qui sont à cheval entre la zone semi-aride et la zone aride.

Sur la base des valeurs respectives obtenues pour les différentes localités, on observe un gradient net d'aridité qui décroît de Say à Filingué (figures 9).

La position géographique de ces localités (figure 5) montre que ces dernières se présentent comme suit : Say au Sud, Kollo au Sud-est, Niamey au centre, Téra à l'Ouest, Tillabéri au Nord-Ouest, Ouallam au Nord et Filingué au Nord-Est.

Du point de vue de la végétation, on pourra affirmer que Say présente une végétation plus dense que Filingué. Ces deux localités se présentent comme des extrêmes avec respectivement 0,21 et 0,15 de degré d'aridité bioclimatique.

La différence très significative ($p < 0,05$) entre les séries de périodes implique l'existence de variations des différents paramètres mis en jeu suivant les années. Il existe certainement des années avec des précipitations importantes et des années déficitaires dénotant des périodes de sécheresse ; cela est en conformité avec l'analyse des données pluviométriques.

5.1.2. Matérialisation des différentes zones bioclimatiques sur la carte de la région de Tillabéri suivant leurs indices d'aridité bioclimatique

Sur la base des résultats ci-dessus, une stratification de la zone d'étude fait ressortir trois zones bioclimatiques : semi-aride, intermédiaire et aride (figure 8).

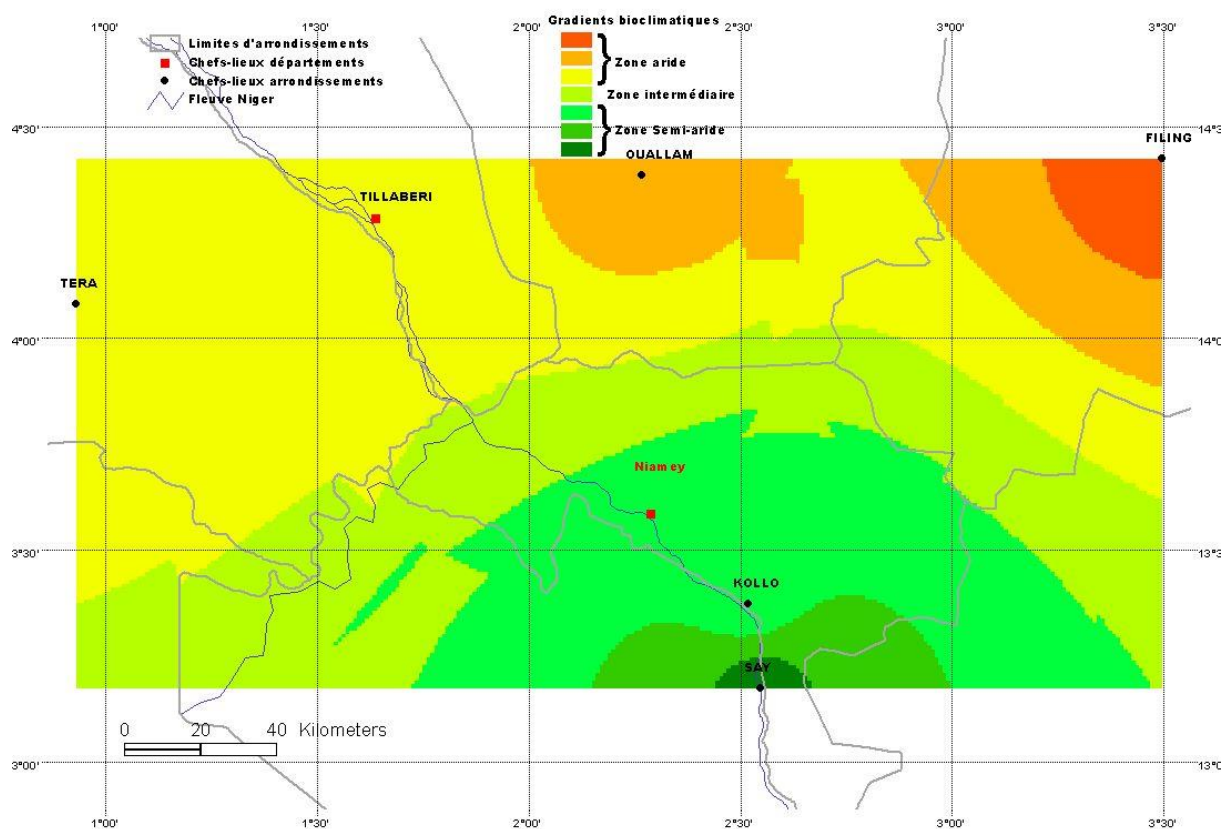
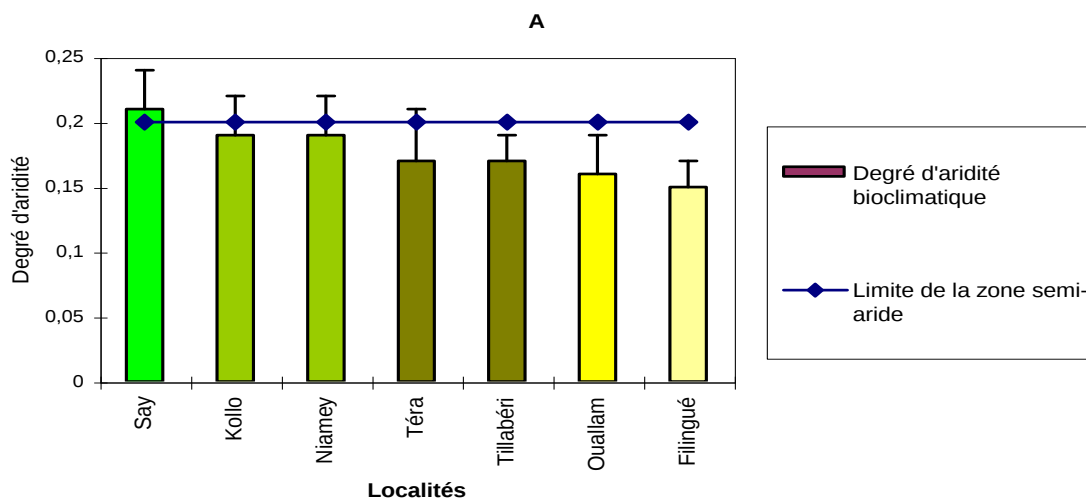


Figure 8 : Différentes zones bioclimatiques de la région de Tillabéri

5.1.3. La matérialisation du gradient d'aridité bioclimatique

Le degré d'aridité bioclimatique se matérialise d'une manière décroissante de la zone la plus humide vers la zone moins arrosée (figure 9 A).



La matérialisation du gradient d'aridité bioclimatique montre que ce dernier est très net avec une courbe de tendance linéaire ($y = -0,0093x + 0,2143$ qui décroît de Say à Filingué et un coefficient de corrélation R^2 de 0,94 (figure 9B).

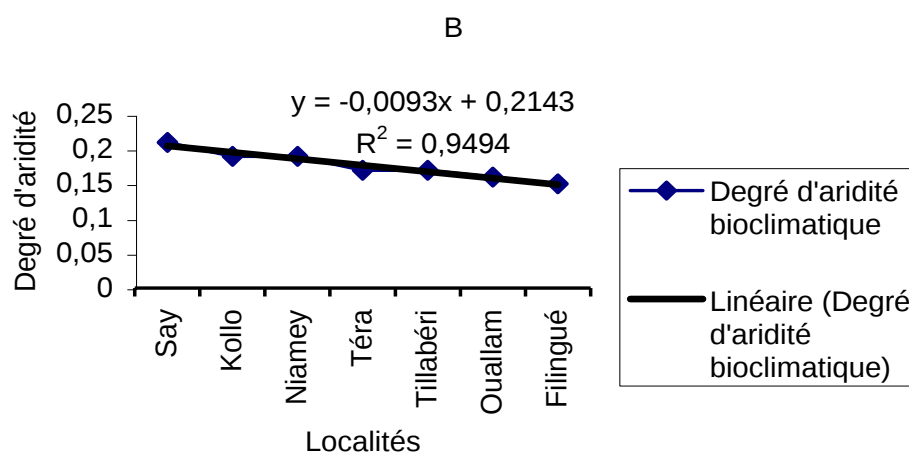


Figure 9 : Gradient d'aridité bioclimatique matérialisé par : A : histogramme et B : courbes.

6 Conclusion partielle

En conclusion, on peut dire que la détermination du degré d'aridité bioclimatique des localités retenues a permis de classer les départements de la région de Tillabéri en zone bioclimatiques distinctes. Les deux zones principales qui se sont dégagées (zone semi-aride et aride) montrent bien la représentation actuelle de la région. Même si le degré d'aridité bioclimatique se voit à des échelles différentes, il apparaît que les résultats montrent une différence très significative entre les localités considérées ; cela se traduit par la présence des points très arides surtout au niveau de la zone aride. Cet état de fait laisse présager que l'aridité dans l'ouest du Niger est marquée suivant un gradient sud-nord. Les trois principales zones bioclimatiques étant la zone semi-aride au sud, la zone aride au nord et la zone de transition entre les deux. Ainsi, les sites qui seront choisis pour la suite de l'étude doivent appartenir à ces différentes zones bioclimatiques.

CHAPITRE 3 : Choix et circonscription des sites

Dans les zones bioclimatiques considérées, des sites ont été choisis suivant les critères définis ci-dessus.

1 Les critères de choix des sites

Les critères retenus sont :

1. la base des données climatiques dans les différentes zones bioclimatiques ;
2. la densité de la population ;
3. la composition ethnique des villages;
4. la pertinence des activités socio-économiques s'exerçant dans la zone;
5. la représentativité des caractéristiques d'une zone bioclimatique donnée reflétées par le site ;
6. la présence d'un potentiel de production biologique plus ou moins important ;
7. des périodes de sécheresses vécues dans l'histoire du terroir ;
8. l'ancienneté du village ;
9. le terroir villageois doit avoir une superficie au moins égale à 59,4 km² au recensement de 1988.
10. le terroir villageois doit avoir dans une période de son histoire un massif forestier de quelque type que se soit ;
11. des activités économiques telles que l'agriculture, la foresterie, l'élevage et d'autres activités sont considérées dans le choix d'un site ;
12. un centre commercial tel qu'un marché doit être situé soit dans le terroir villageois ou dans ses environs.

2 Les étapes suivies pour le choix des sites

Après la définition des critères de choix des sites, des étapes ont été suivies pour finaliser le choix. Ainsi, trois étapes ont été suivies :

La partie théorique a consisté à :

- a) la détermination des zones bioclimatiques de la région ;
- b) la matérialisation du gradient d'aridité bioclimatique ;

- c) la manipulation des données démographiques de la région ;
- d) la détermination des différentes activités socio-économiques ;
- e) La discrimination des critères de sélection par rapport aux différents sites pressentis ;

La partie pratique a consisté à:

- a) repérer et matérialiser les sites répondant aux critères ci-dessus sur la carte de la région à l'échelle 1/500000 de 1990 en couleur montrant toutes les caractéristiques biophysiques de l'environnement.
- b) Repérer et vérifier sur le terrain ces sites.
- c) Recueillir des informations de base sur le terrain ;
- d) Confronter les informations théoriques et celles collectées sur le terrain ;
- e) Discriminer les critères de sélection ;
- f) Synthétiser les données théoriques et réelles.

Cette étape a permis de déterminer les différents sites d'étude.

3 Les sites choisis

Sur la base des travaux préliminaires cités ci-dessus, sept sites ont été retenus, qui sont:

Guéladjo (13°05'44'' et 2°00'33'') et Boulkagou (13°36'07" et 1°20'52") dans la zone semi-aride ; Kiribkayna (13°53'20" et 2°42'56") dans la zone intermédiaire ; Margou (14°36'35" et 3°03'28", Kokayna (14°30'07" et 2°01'43"), Ziban (14°33'17 et 1°20'06"), Fonéko (14°12'23" et 00°44'30") dans la zone aride.

4 Caractéristiques géoclimatiques des sites retenus

Ces sites ont été retenus parce qu'ils sont représentatifs de deux réalités de systèmes de production au Niger. Dans les deux premiers, c'est à dire ceux appartenant à la zone semi-aride, l'activité principale est l'agriculture et dans les autres, c'est l'élevage qui domine. Pour les sites à vocation agricole, les activités humaines, notamment celles relatives à la préparation des terres de culture, jouent un rôle prépondérant dans la dégradation de la diversité biologique d'une manière générale. En outre, les sites à vocation pastorale sont soumis à des pressions dues au broutage et au piétinement des espèces végétales (Sinclair et Fryxell, 1985 ; Stiles, 1995 ; Ganaba et Guinko, 1998). Sites retenus sont classés suivant les positions latitudinales (tableau 5).

Tableau 5: Caractéristiques des sites retenus

Sites	Latitude	Longitude	Altitude	Pluviométrie moyenne
Guéladjo	13°05' 44 "	2°00' 33 "	233 m	575 mm
Boulkagou	13°36' 07 "	1°20' 52 "	260 m	
Kiribkayna	13°53' 20 "	2°42' 56 "	260 m	450 mm
Margou	14°36' 35 "	3°03' 28 "	264 m	350 mm
Kokayna	14°30' 07 "	2°01' 43 "	255 m	
Ziban	14°33' 17 "	1°20' 06 "	274 m	
Fonéko	14°12' 23 "	00°44' 30 "	269 m	

5 La circonscription des sites

Tous les sites choisis ont été circonscrits à l'aide de récepteurs GPS de marque Garmin 12 XL sur une moto ou un véhicule tout terrain. Cette mission a été effectuée avec un guide au niveau de chaque terroir villageois. La cadence de prise des coordonnées est d'une coordonnée tous les 500 m sauf pour des endroits trop accidentés où cette distance peut être diminuée ou augmentée. La superficie de terroir délimité ne doit pas dépassée 60 km². Cette superficie a été déterminée sur la base des données du recensement général de la population de 1988. Dans le document de recensement, il est dit que la superficie moyenne d'un terroir villageois dans la région de Tillabéri est de 59,4 km². C'est sur cette base que nous avons délimité les différents terroirs villageois.

La base de données des coordonnées prises sera utilisée pour intégration dans les résultats de la numérisation des photos aériennes et images satellitales pour bien délimiter chaque site.

6 Conclusion partielle

Les sites retenus après les étapes ci-dessus suivies caractérisent les deux grandes zones bioclimatiques du Département de Tillabéri à savoir la zone semi-aride et la zone aride. Un site a été pris dans la zone de transition pour comprendre les différences entre les deux grandes zones et situer les disparités entre elles. L'inclusion du site de la zone de transition pourrait apporter des éléments dans la vérification de l'hypothèse de recherche dans le cadre de ce travail.

CHAPITRE 4 : Etude diachronique de l'occupation des terres dans les sites

1 Interprétation des données cartographiques et d'images satellitales pour l'étude diachronique de l'occupation des sols dans les sites

1.1. Choix des séquences et obtention des photos aériennes

Pour la conduite de l'étude, nous avons utilisé des couvertures aériennes de 1956 et 1979 des sites choisis. L'objectif du choix de ces couvertures était de faire une analyse diachronique de l'occupation des sols afin de voir son évolution dans le temps. Ces photos ont été offertes gracieusement par l'Institut Géographique National du Niger (IGNN), l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN) et les séquences manquantes ont été commandées à l'Institut Géographique National (IGN) de France. Le code des missions et les numéros des photos (ou séquences utilisées) sont donnés par les tableaux. 6 et 7 Toutes les photos ont été prises en octobre de l'année indiquée. Cette date est comprise dans la période jugée favorable par Tricart (1976) et Hagen (1982) pour l'utilisation des enregistrements multispectraux en Afrique de l'Ouest.

Les photos de 1956 sont à l'échelle 1/50000 et celles de 1979 sont à 1/70000.

Tableau 6: Référentiels des séquences utilisées de la couverture 1956

Sites	Missions	Numéros des photos utilisées
Guéladjo	Mission: ND 31-9; 016; 1950.	Photos N°: 5; 6; 7; 8; 65; 66; 67; 68.
Boulkagou	Mission: ND 31-8; 1955-1956.	Photos N°: 180; 181; 182; 183; 184; 205; 204; 203; 202; 201.
Kiribkayna	Mission: ND 31-13; AOF; 1955-1956	Photos N°: 476; 477; 478; 479; 480; 481; 441; 442; 443; 444; 445; 446.
Margou	Mission: ND 31-16; AOF; 1955-1956.	Photos N°: 322; 323; 324; 383; 384; 385.
Kokayna	Mission: ND 31-9; 1955-1956.	Non disponibles
Ziban	Mission: ND 31-14; 1955-1956.	Photos N°: 485; 486; 487; 488; 451; 450; 452; 453.
Fonéko	Mission: ND 31-13; AOF; 1955-1956	Photos N°: 476; 477; 478; 479; 480; 481; 441; 442; 443; 444; 445; 446.

Tableau 7 : Référentiels des séquences utilisées de la couverture 1979

Sites	Missions	Numéros des photos utilisées
Guéladjo	Mission: NIG 40/60	4159 ; 4160 ; 3016 ; 3017
Boukagou	Mission: NIG 75/700	Photos N°: 223 ; 224 ; 225 ; 197 ; 198 ; 199 ; 296 ; 295 ; 294.
Kiribkayna	Mission: NIG 75/700	Photos N°: 67 ; 68 ; 69 ; 147 ; 148 ; 149 .
Fonéko	Mission: NIG 75/700	Photos N°: 650 ; 649 ; 651 ; 792 ; 793 ; 794 ; 10 ; 9 ; 7 ; 8.
Ziban	Mission: NIG 75/700	Photos N°: 938 ; 939 ; 940 ; 937 ; 936 ; 824 ; 823 ; 822 ; 821.
Kokayna	Mission: NIG 75/700	Photos N°: 930 ; 988 ; 829 ; 929 ; 928 ; 990 ; 989 .
Margou	Mission: NIG 75/700	Photos N°: 631 ; 632 ; 633 ; 914 ; 913 ; 912 ; 564 ; 565 ; 566.

1.2. L'interprétation des photos aériennes

L'interprétation des photographies aériennes ou photo-interprétation est une théorie et un procédé d'obtention, par codage et classement dans un système de référence, d'informations relatives à un lieu vu sur photographie aérienne (Guy, 1966).

Elle autorise une première analyse élémentaire dans le but de se créer des "repères" d'identification (physionomique, ou structurale, spécifique, stationnelle, spatiale, voire historique) propres à orienter, dans une phase ultérieure, un ultime effort synthétique dont la complexité requiert un "contrôle" scientifique et interdisciplinaire de l'interprétation biogéographique.

1.2.1. L'interprétation primaire

C'est une phase qui consiste à faire une première lecture des couples stéréoscopiques selon des clés d'interprétation établies au départ. Dans cette première phase, des zones homologues ou isophènes sont esquissées et des informations sûres et même les doutes ou hypothèses sont notées.

1.2.2. Le contrôle de terrain ou « vérité terrain »

Cette étape de l'interprétation est indispensable car elle nous a permis d'une part de lever des doutes sur certaines ambiguïtés relevées lors de l'interprétation primaire et d'autre part de se faire une idée réelle du paysage par le biais d'une échelle de perception autre que le champ de vision plus conforme à nos sens.

1.2.3. La photo-interprétation définitive

C'est la phase d'exploitation au bureau des résultats de terrain. Sous stéréoscope, les corrections et les informations complémentaires sont portées. Le travail est affiné en insistant davantage sur la précision du tracé et sur la clarté de l'esquisse cartographique. La maquette ou produit définitif de la photo-interprétation de tous les sites est confectionnée.

1.2.3.1. Les clés d'interprétation.

Un tableau d'interprétation a été élaboré pour l'adapter au contexte de notre étude. Les points de la clé d'interprétation ont été définis et jugés suffisants pour toutes les structures qui peuvent être identifiées en se basant sur des observations stéréoscopiques préliminaires fondés sur les critères fondamentaux d'identification de deux ordres.

1) les critères d'ordres photogramétriques qui font appel à l'aspect des éléments du paysage tels qu'ils apparaissent sur les photos.

2) les critères dit d'environnement qui font appel aux caractéristiques du milieu photo-interprétés.

Pour l'élaboration d'une clé d'interprétation, plusieurs auteurs ont été consultés : Hurault (1969), Floret et Schwaar (1966), Guy (1966), la nomenclature d'occupation des sols version définitive élaborée par la Direction National de l'Environnement (Direction de l'Environnement, 2002).

1.2.3.2. La digitalisation des photos interprétées

Les photos interprétées ont été scannées puis, à l'aide du logiciel Arc view géoreférenciées sur les images correspondantes afin d'avoir un référentiel de 4 point pour que ces photos soient prises en compte dans le logiciel pour digitalisation.

Au cours de cette digitalisation, tous les types d'occupation des sols ont été déterminés et codifiés.

Cette digitalisation a été faite avec les logiciels Adobe Illustrator et Arc View.

1.3. Les images satellitales

1.3.1. L'obtention des images

Ce sont des images Landsat de 1991 pour les sites d'étude qui ont été utilisées. Ces images ont été fournies gracieusement par le Centre Régional AGHRYMET, en collaboration avec le Projet Land Use Land Cover (LU/LC) financé par l'USAID.

Les images ont été prises en octobre 1991 au Sahel.

1.3.2. L'interprétation des images

L'interprétation des images satellitales a été faite d'abord avec les coordonnées des sites collectées sur le terrain. Les coordonnées recueillies ont été saisies sur Excel, convertis en degrés décimaux puis projetés à l'aide du logiciel Arc View. Le fond de carte conçu avec le logiciel adobe Illustrator a été préparé à partir des photos aériennes interprétées et les cartes topographiques (feuilles de Niamey, Gothèye, Filingué, Ouallam et Tillabéri au 1/20000 de l'IGN France, édition 1972).

Les données projetées sur Arc View ont été transférées sur le fond de carte dessiné avec Adobe Illustrator pour l'édition des cartes finales.

2. Résultats

2.1. Les types d'occupation de terres

Ce sont les grands ensembles structuraux du paysage qui ont été considérées lors de l'interprétation des photographies aériennes et des images satellitales. Ces ensembles diffèrent d'un site à un autre au sein des zones bioclimatiques considérées. Ce sont : les zones de culture, les collines, les vallées, les brousses tigrées denses, dégradées et très dégradées, steppe arbustive dense, dégradée et très dégradée (tableau 8).

Tableau 8: Type d'occupation des terres identifiées dans les différents sites

Types d'occupation des terres	Sites						
	Guéladjo	Boulkagou	Kribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
Zone de culture	X	X	X	X	X	X	X
Vallée	X	X	X			X	X
Brousse tigrée dense	X	X	X		X		
Brousse tigrée dégradée	X	X	X		X		
Brousse tigrée très dégradée	X	X			X		
Colline		X					
Steppe arbustive dense				X	X	X	X
Steppe arbustive dégradée				X		X	X
Steppe arbustive très dégradée				X	X	X	X

2.2. Evolution de l'occupation des terres à l'échelle des sites

L'évolution de l'occupation des terres dans les sites d'étude se traduit par une augmentation des superficies cultivées d'une manière générale et une diminution de la superficie des autres types d'occupation au profit des terres agricoles. Dans tous les sites, toute zone bioclimatique confondue, les zones de cultures présentent une évolution annuelle positive alors que celle de la plupart des autres types d'occupation est négative. Cela veut dire que les terres agricoles augmentent et les autres espaces régressent en terme de superficie (tableaux 9 à 15). Les formations ouvertes telles que les brousses tigrées et les steppes sont les plus touchées par le phénomène d'extension des champs de culture. Cette situation a permis d'établir pour chaque site, une équation de régression qui donne la tendance générale avec les coefficients de

détermination. Ainsi, les équations de régression et les coefficients de détermination pour chaque site sont donnés à la fin des tableaux de chaque site. Les coefficients de détermination R^2 montrent que la disparité est importante dans un site donné si le coefficient de détermination est important pour l'équation de régression dans ce site.

Tableau 9 : Evolution des superficies (ha) des types d'occupation des terres à Guéladjo

Types d'occupation des terres	Années			Evolution annuelle
	1956	1979	1991	
Zone de culture	14,44	16,51	1187,53	33,52
Vallée	537,93	621,44		-15,37
Brousse tigrée dense	1317,12	1233,95	211,78	-31,58
Brousse tigrée dégradée	15,08		60,24	1,29
Brousse tigrée très dégradée	8,282		267,84	7,42
Total	1892,869	1871,9	1727,39	

$$Y_g = -3,5542x + 9,7171 \text{ et } R^2 = 0,05$$

Tableau 10 : Evolution des superficies (ha) des types d'occupation des terres à Boulkagou

Types d'occupation des terres	Années			Evolution annuelle
	1956	1979	1991	
Colline	26,44			-0,76
Zone de culture	22,78	1053,03	3638,32	103,30
Vallée	43,08	395,65		-1,23
Brousse tigrée dense	2456,03			-70,17
Brousse tigrée dégradée	2669,14	5676,21	2666,51	-0,08
Brousse tigrée très dégradée	2126,06		770,04	-38,74
Total	7343,55	7124,91	7074,52	

$$Y_b = -16,257x + 55,622 \text{ } R^2 = 0,27$$

Tableau 11: Evolution des superficies (ha) des types d'occupation des terres à Kribkayna

Types d'occupation des terres	Années			Evolution annuelle
	1956	1979	1991	
Zone de culture			2588,35	215,70
Vallée		2477,46	1823,40	-54,51
Brousse tigrée dense		936,85	1127,62	15,90
Brousse tigrée dégradée		121,48	67,96	-4,46
Total		3535,79	5607,33	

$$Y_k = -59,007x + 190,67 \text{ et } R^2 = 0,41$$

Tableau 12 : Evolution des superficies (ha) des types d'occupation des terres à Margou

Types d'occupation des terres	Année			Evolution annuelle
	1956	1979	1991	
Zone de culture		222,23	365,92	10,45
Brousse tigrée dense	83,92	136,64	44,48	-1,13
Steppe arbustive dense	1974,51			-56,41
Steppe arbustive dégradée	218,85	306,21	1617,74	39,97
Steppe arbustive très dégradée	2247,35	3836,7	2463,71	6,18
Total	4524,63	4501,78	4491,85	

$$Y_m = 7,9111x - 23,864 \text{ et } R^2 = 0,12$$

Tableau 13 : Evolution des superficies (ha) des types d'occupation des terres à Kokayna

Types d'occupation des terres	Années		Evolution annuelle
	1979	1991	
Zone de culture	1092,477	2195,89	91,95
Brousse tigrée dense	13,374		-1,11
Brousse tigrée dégradée		684,29	57,02
Brousse tigrée très dégradée	295,956		-24,66
steppe arbustive dégradée	566,687		-47,22
steppe arbustive très dégradée	1767,082	853,93	-76,10
Total	3735,576	3734,11	

$$Y_{ko} = -30,293x + 106 \text{ et } R^2 = 0,79$$

Tableau 14 : Evolution des superficies (ha) des types d'occupation des terres à Ziban

Types d'occupation des terres	Années			Evolu annu
	1956	1979	1991	
Zone de culture	25,59	69,94	2700,52	76,4
Vallée	1137,55	580,51	1033,79	-2,9
Steppe arbustive dense	3346,80			-95,4
Steppe arbustive dégradée		3650,49		0,0
Steppe arbustive très dégradée		134,12	3,83	
134,12 3,83 Total	4509,94	4300,94	3868,43	

$$Yz = -14,222x + 39,002 \text{ et } R^2 = 0,14$$

Tableau 15 : Evolution des superficies (ha) des types d'occupation des terres à Fonéko

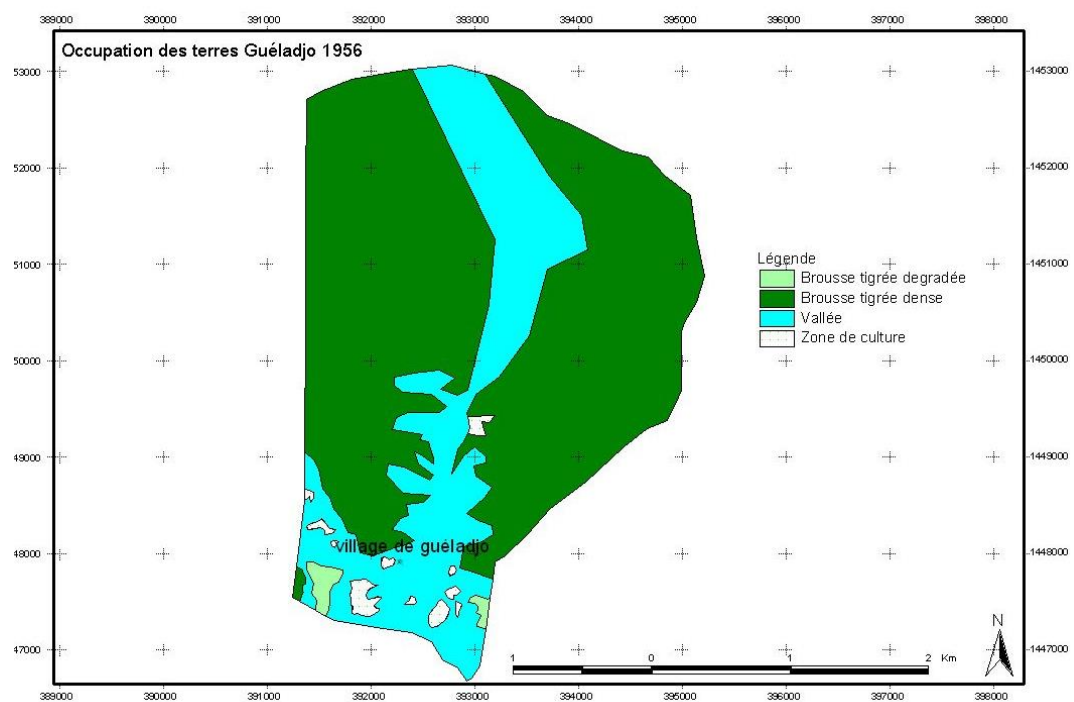
Types d'occupation des terres	Années			Evolution annuelle
	1956	1979	1991	
Zone de culture	161,41	1368,58	1376,12	34,71
Vallée	400,24	460,23	332,18	-1,94
Steppe arbustive dense	144,35			-4,12
Steppe arbustive dégradée	1106,99	2944,44		-31,63
Steppe arbustive très dégradée		244,64	3305,06	94,43
Total	5062,087	5017,89	5013,36	

$$Yf = 8,9765x - 8,6416 \text{ et } R^2 = 0,09$$

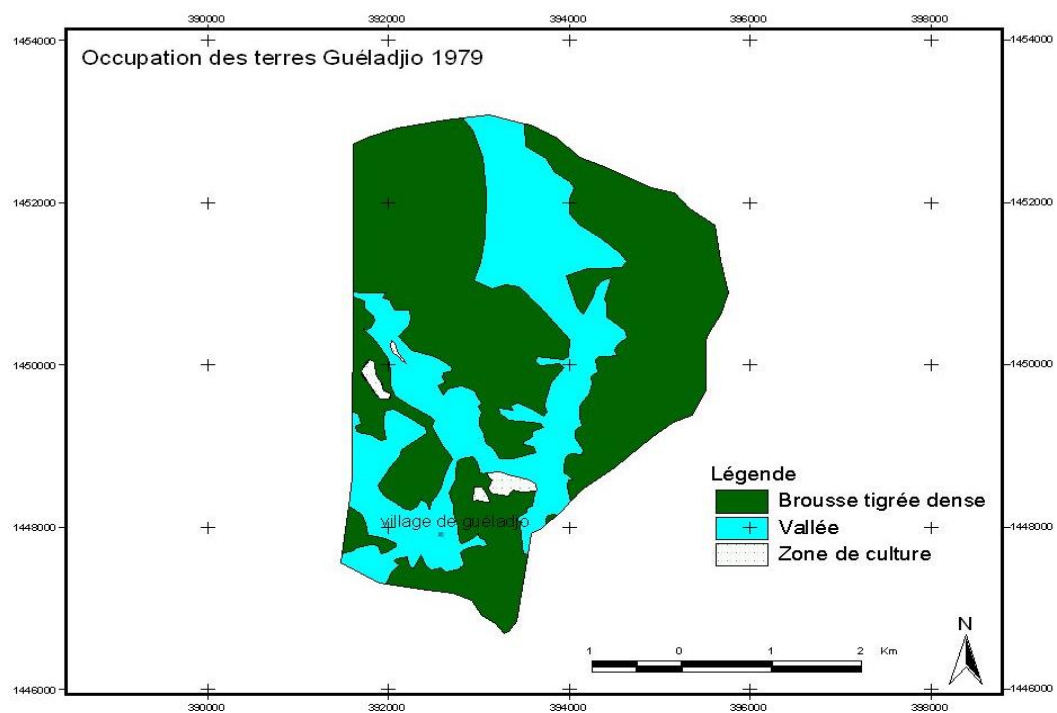
L'équation de régression au niveau de chaque site a permis de calculer le nombre d'années qui restent pour que tout l'espace d'un site donné soit transformé en champs de culture. Il ressort que certains sites sont plus touchés négativement par cette situation que d'autres. Les sites comme Margou et Fonéko qui appartiennent à la zone pastorale où l'agriculture n'est pas l'activité principale en tant que telle, sont les moins touchés (tableau 16). A part ces deux sites, tous les autres sites sont appelés à voir leur espace transformé en champs de culture dans un temps plus ou moins court. Les figures 10 à 16 montrent de manière claire l'évolution de l'occupation des terres dans les différents sites de 1956 à 1991.

Tableau 16 : Nombre d'années restant pour la transformation de l'espace en champ

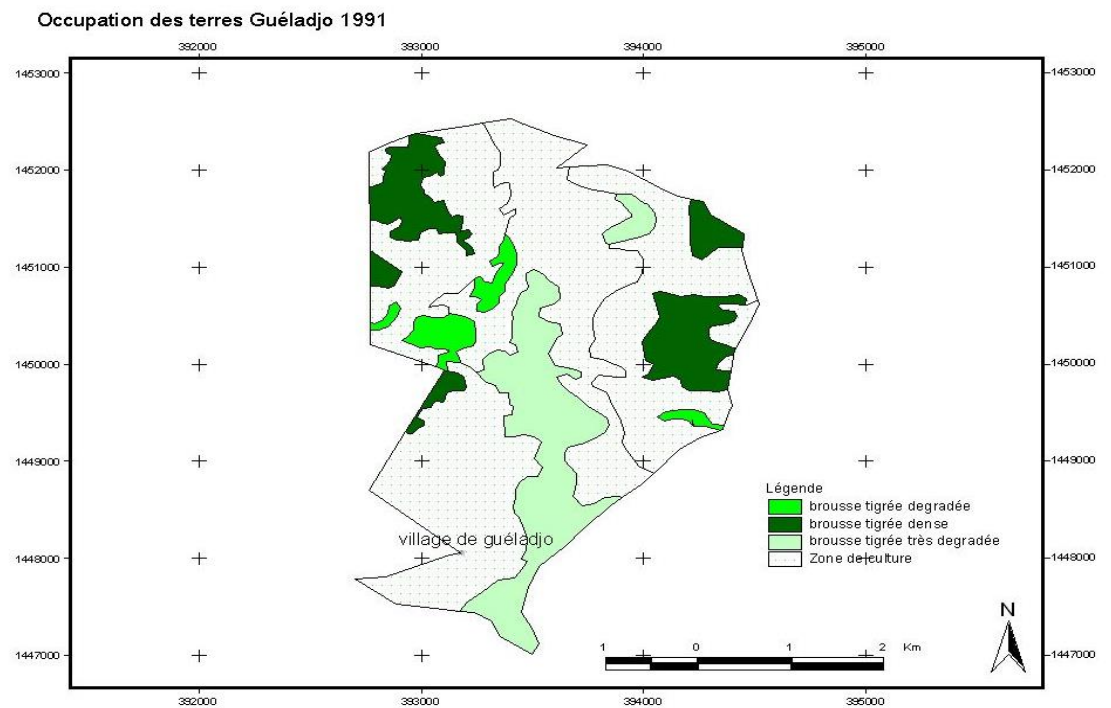
Sites	Nombre d'années
Guéladjo	16
Boulkagou	33
Kribkayna	13
Margou	395
Kokayna	16
Ziban	15
Fonéko	104



a

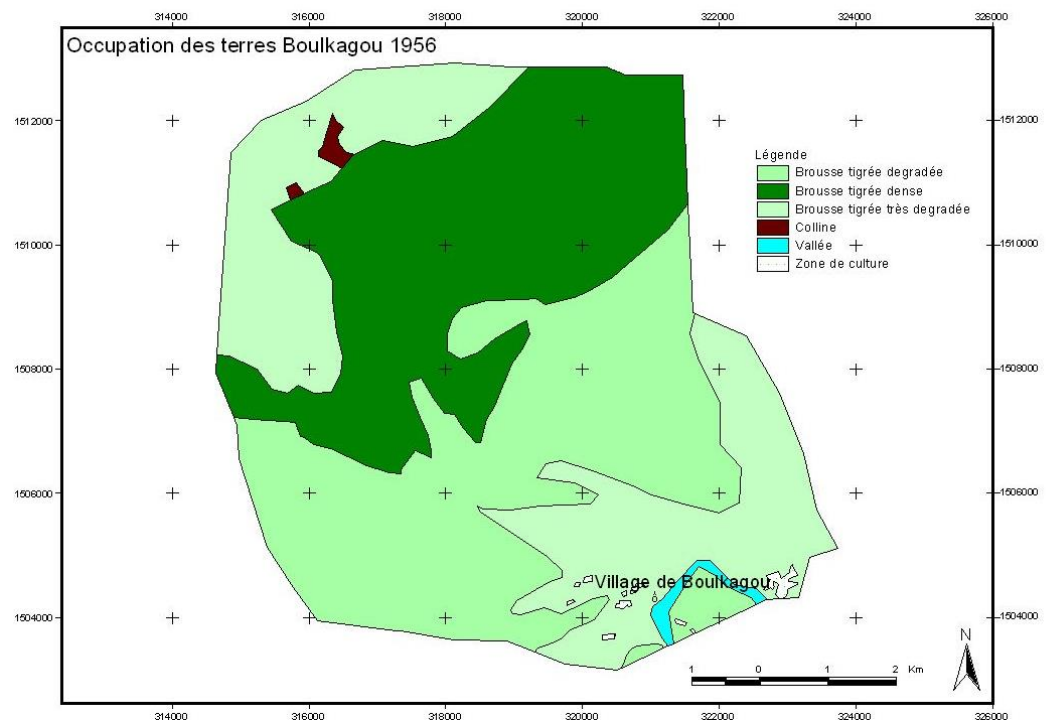


b

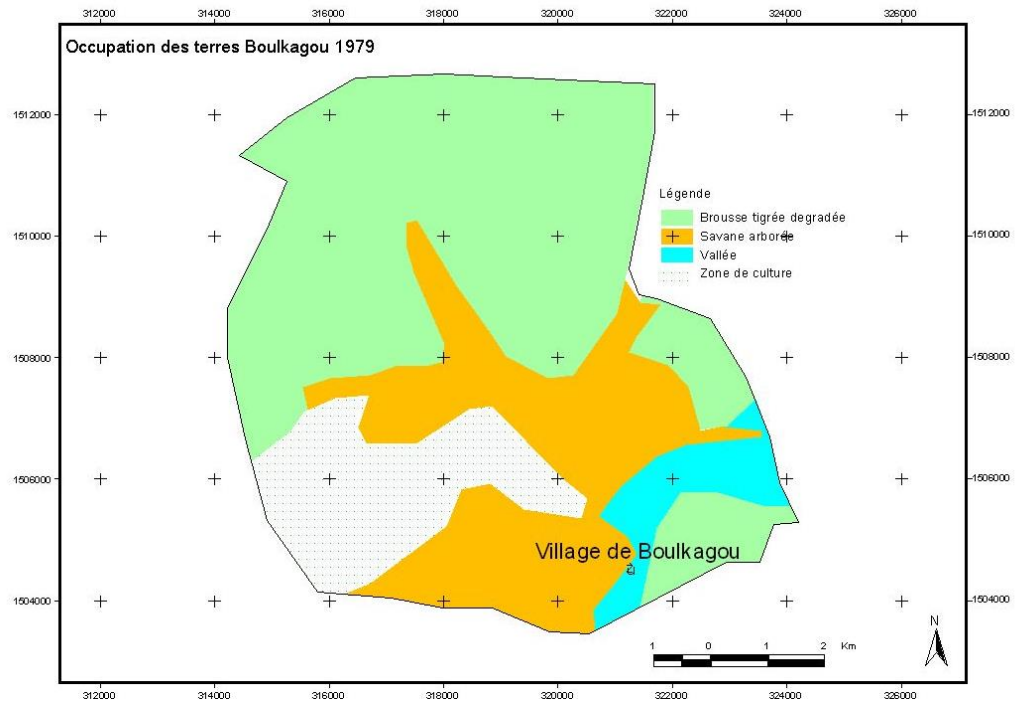


c

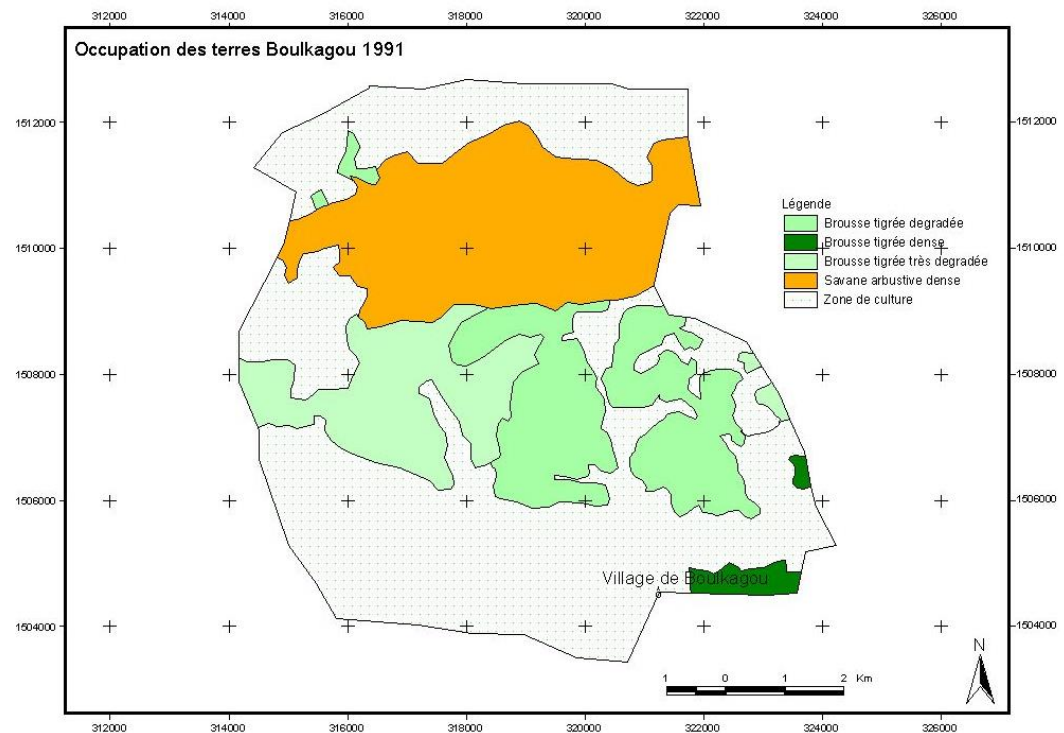
Figure 10 a b et c : Evolution de l'occupation des terres dans le site de Guéladjo (1956, 1979, 1991)



a

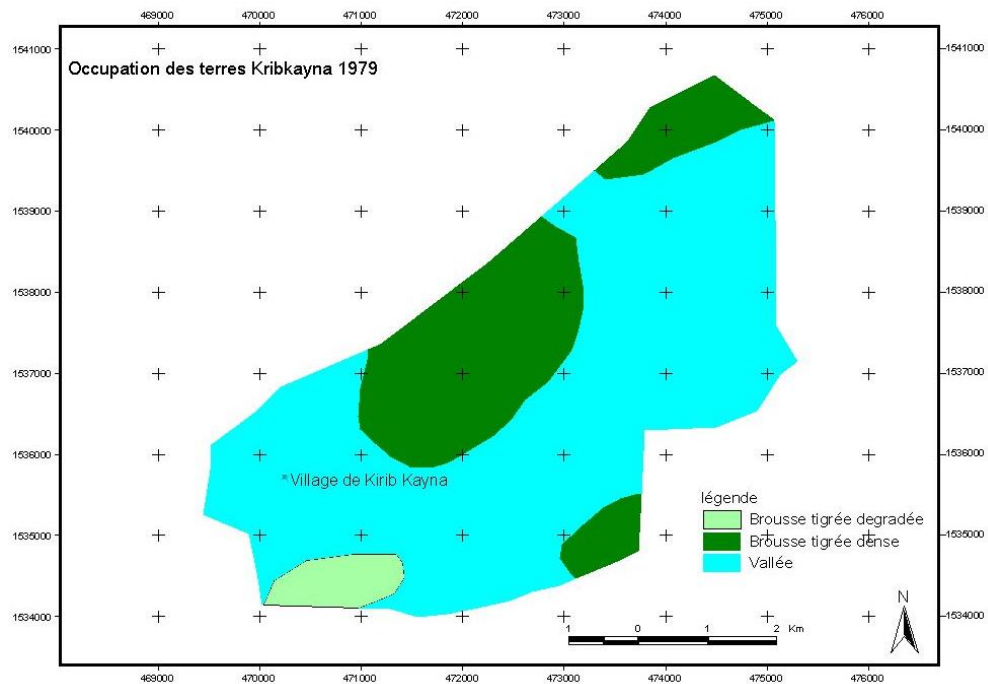


b

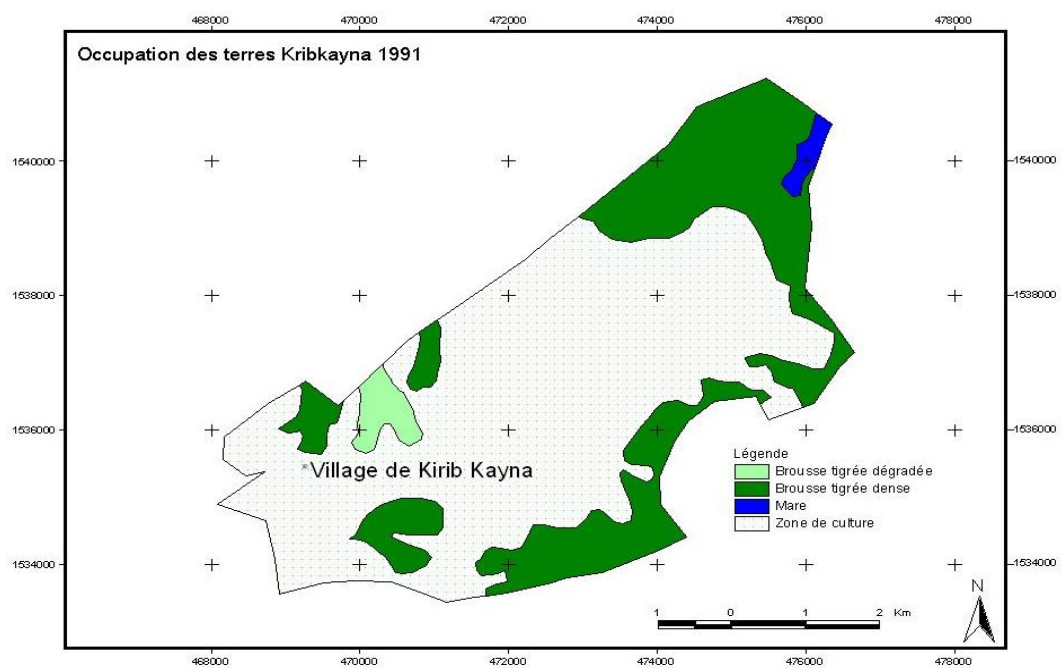


c

Figure 11a b et c: Evolution de l'occupation des terres dans le site de Boulkagou (1956, 1979, 1991)

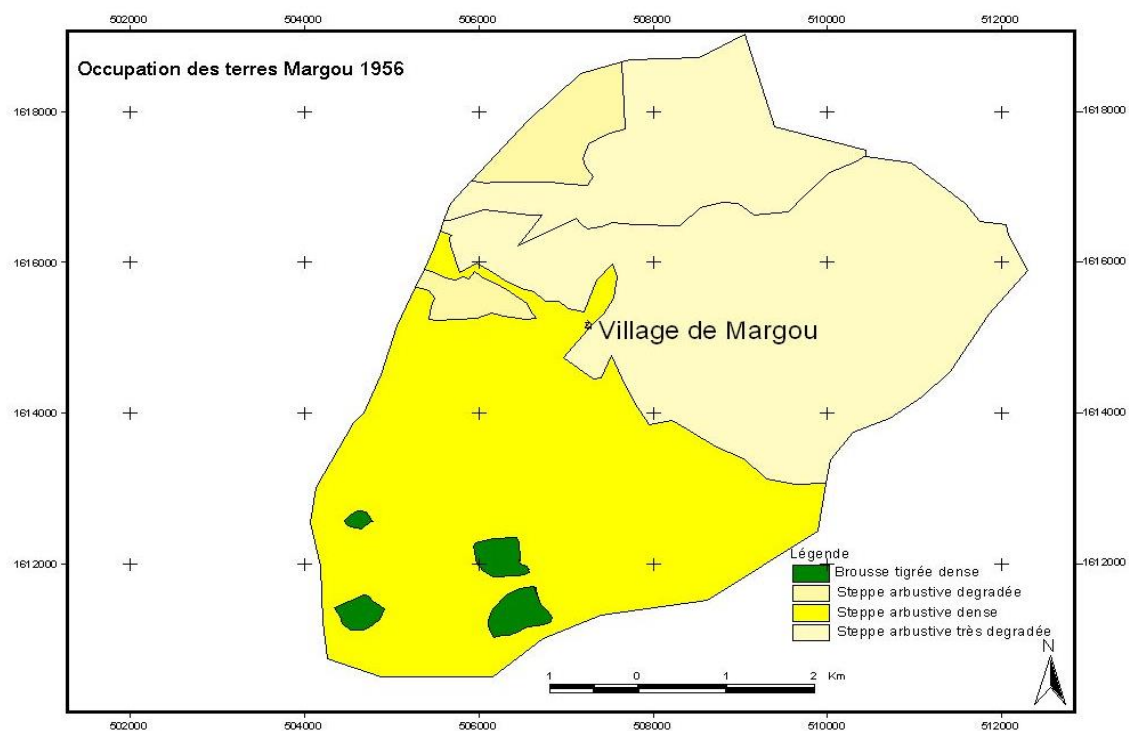


a

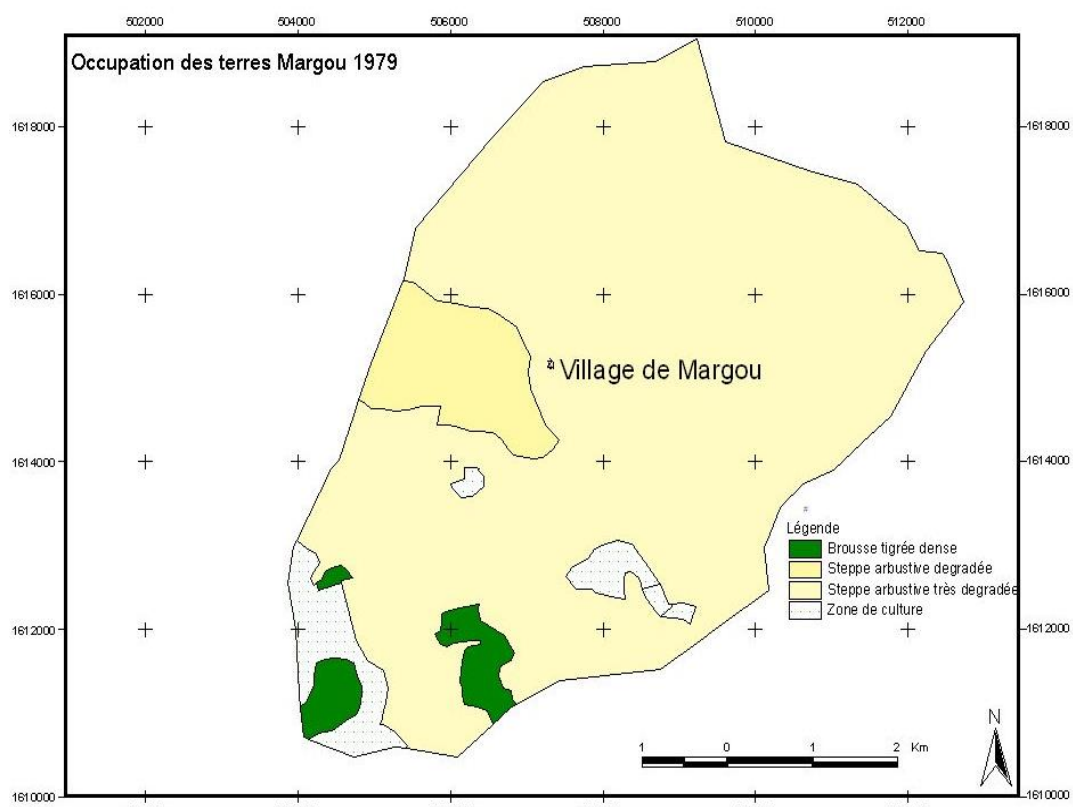


b

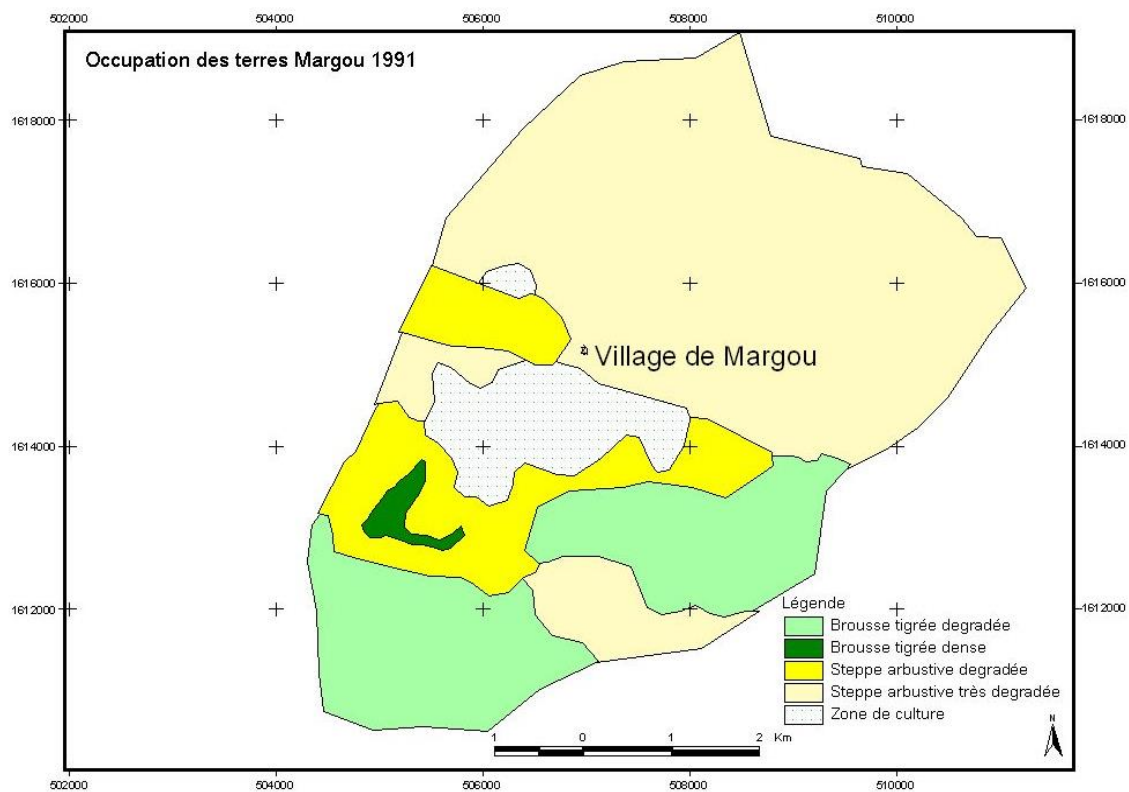
Figure 12a b: Evolution de l'occupation des terres dans le site de Kribkayna (1979, 1991)



a

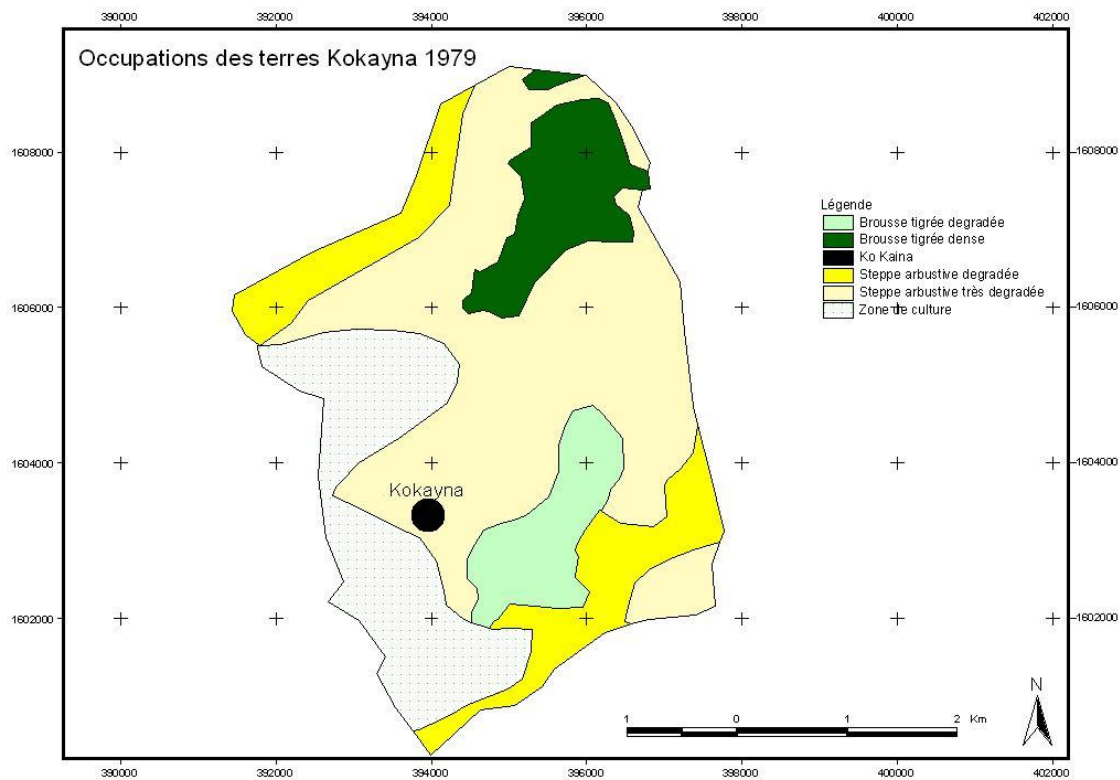


b

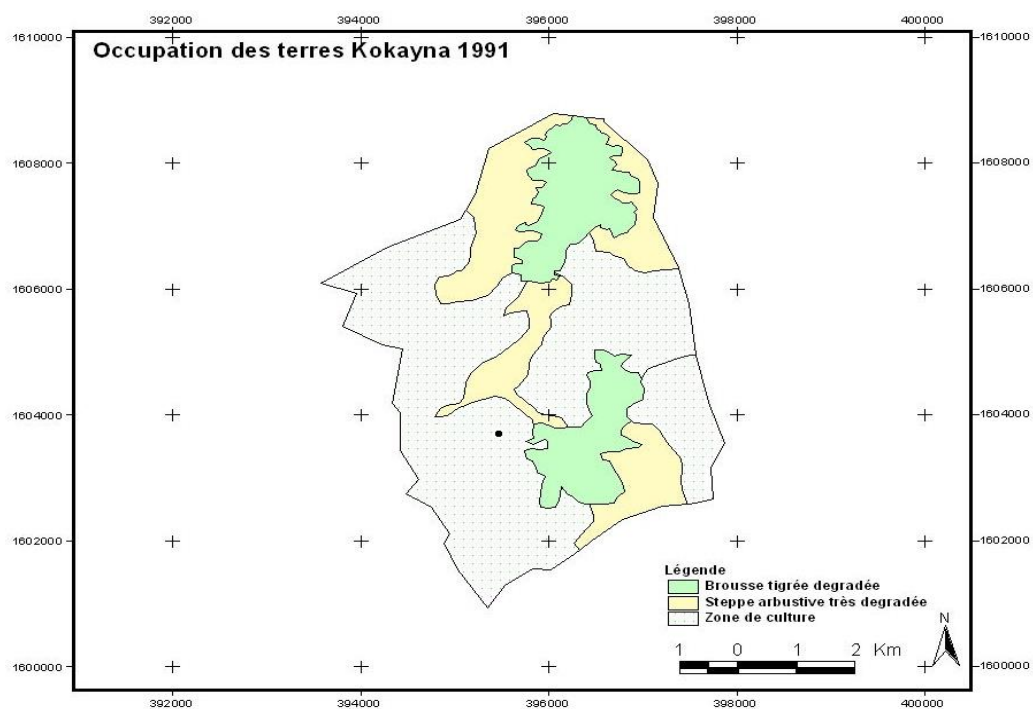


c

Figure 13a b et c : Evolution de l'occupation des terres dans le site de Margou (1956, 1979, 1991)

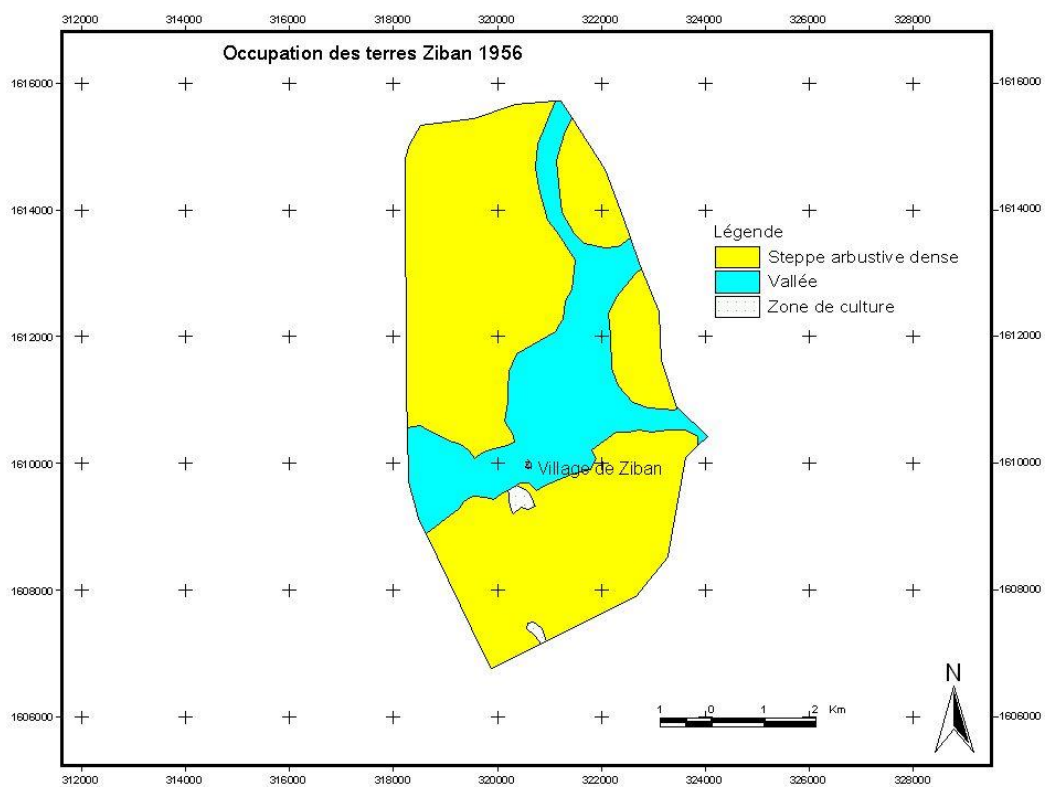


a

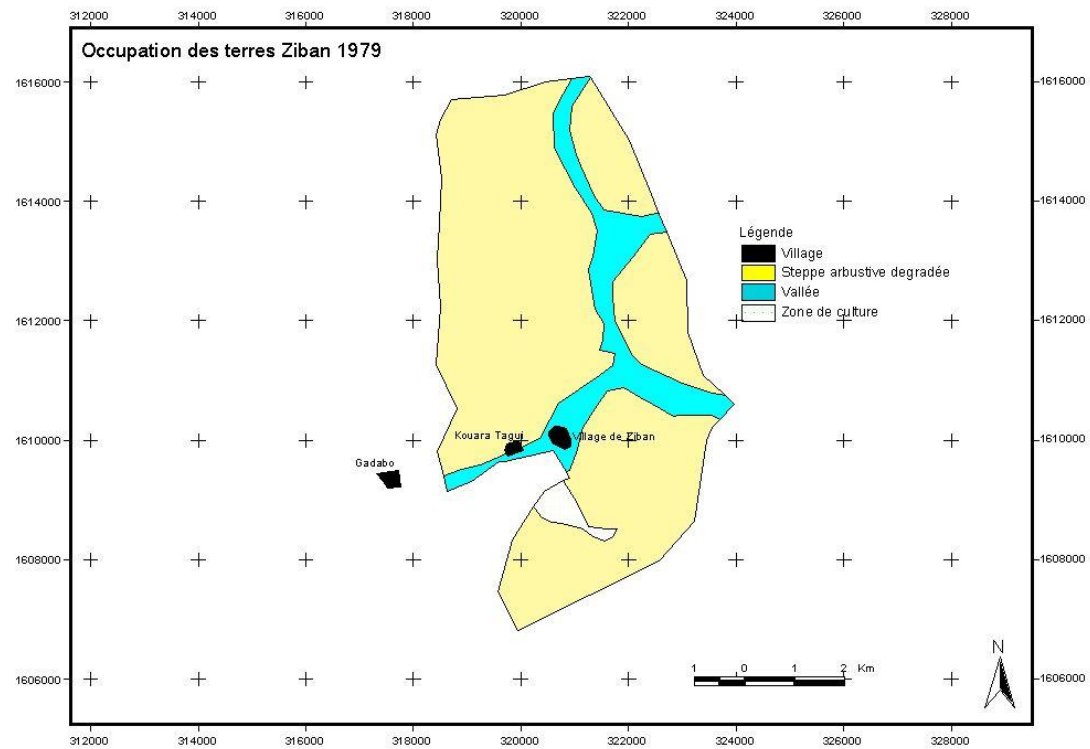


b

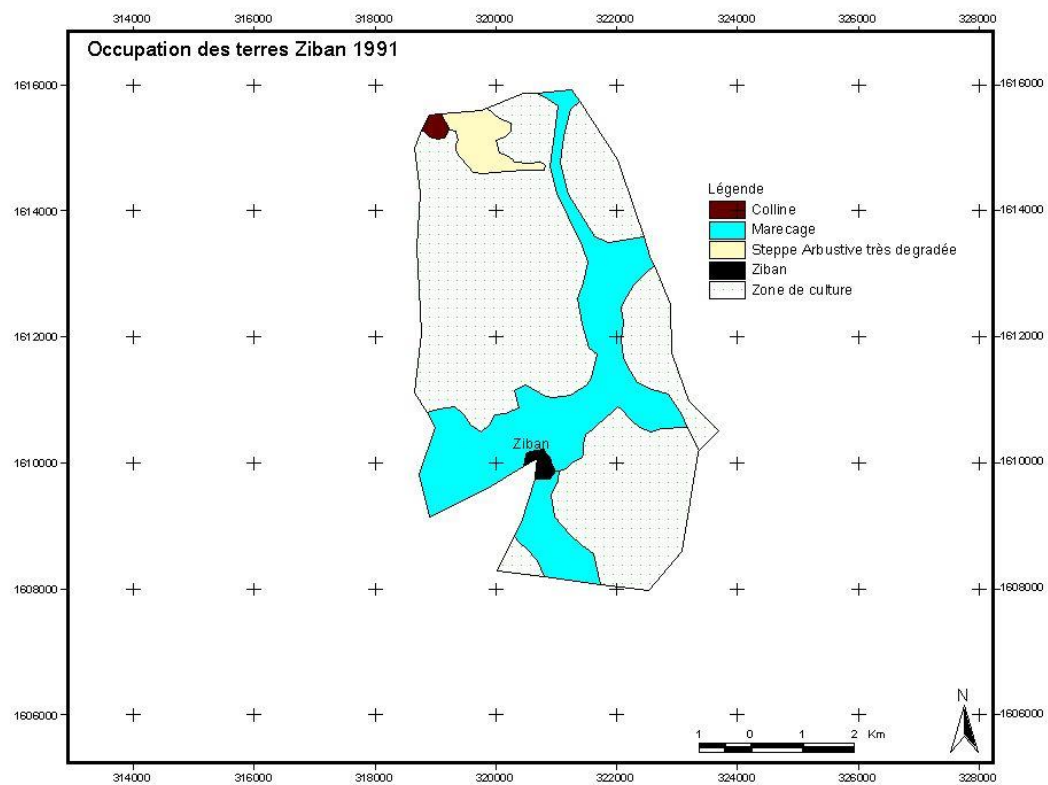
Figure 14a et b: Evolution de l'occupation des terres dans le site de Kokayna (1979, 1991)



a

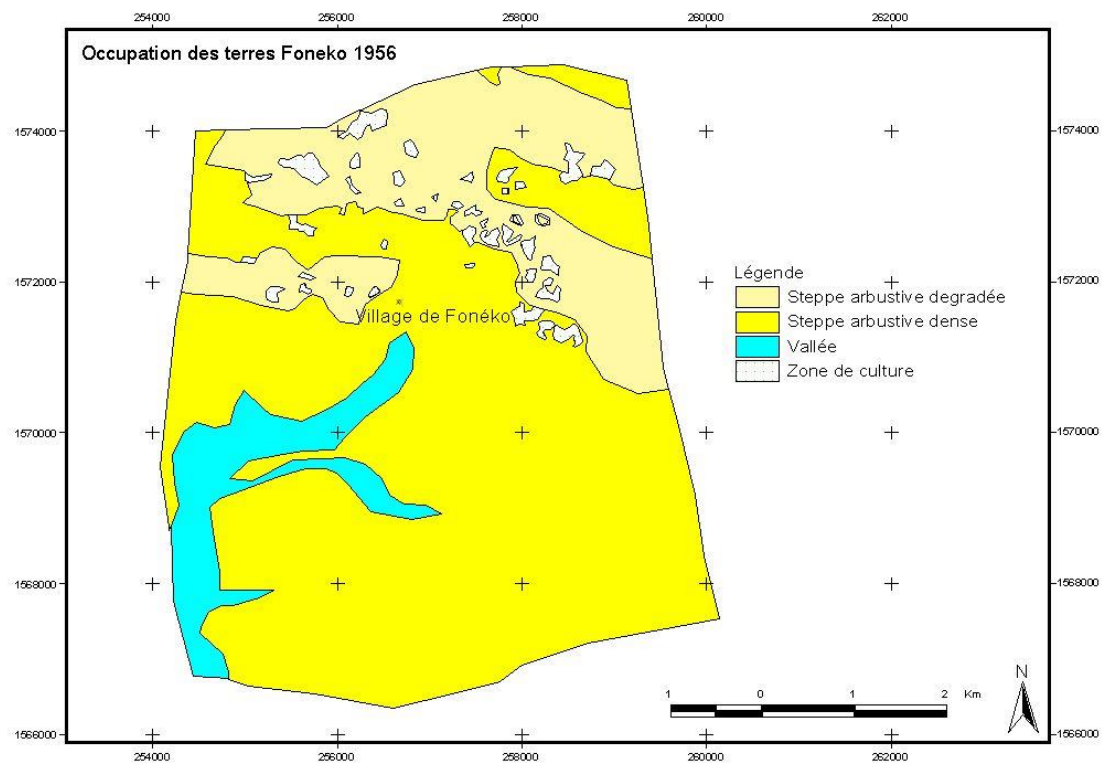


b

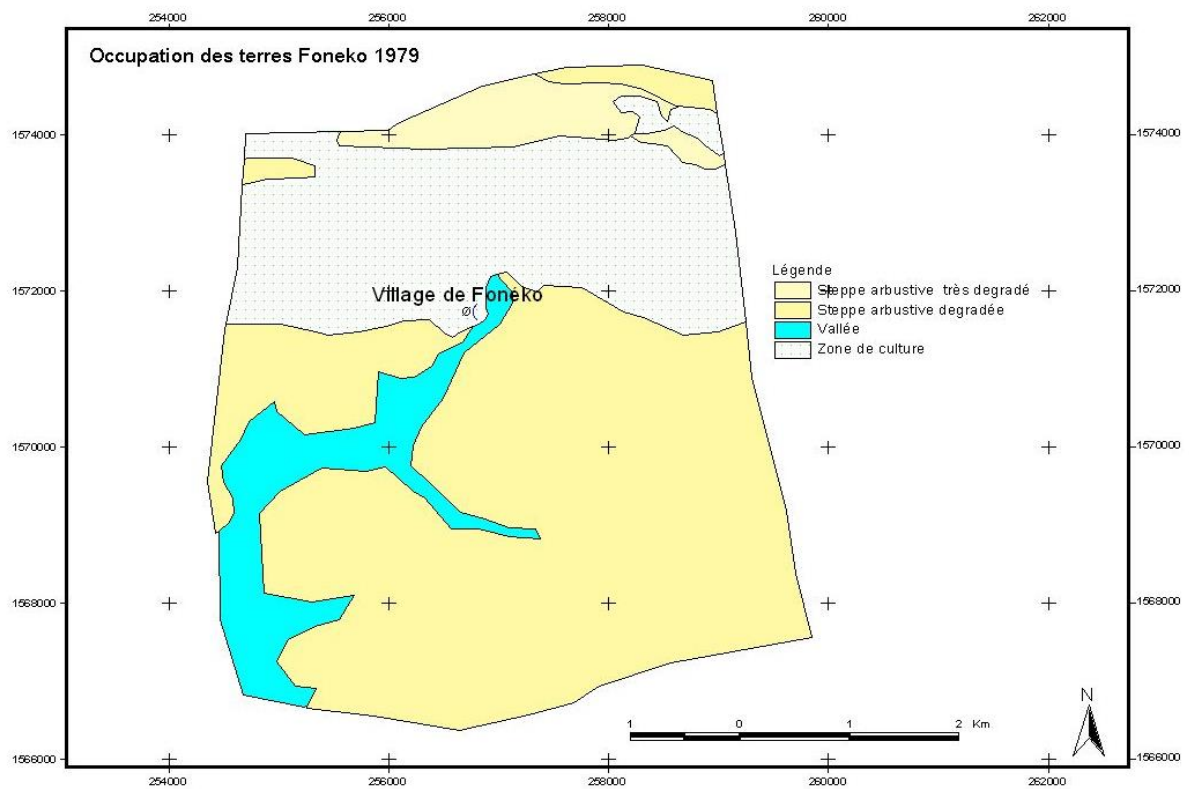


c

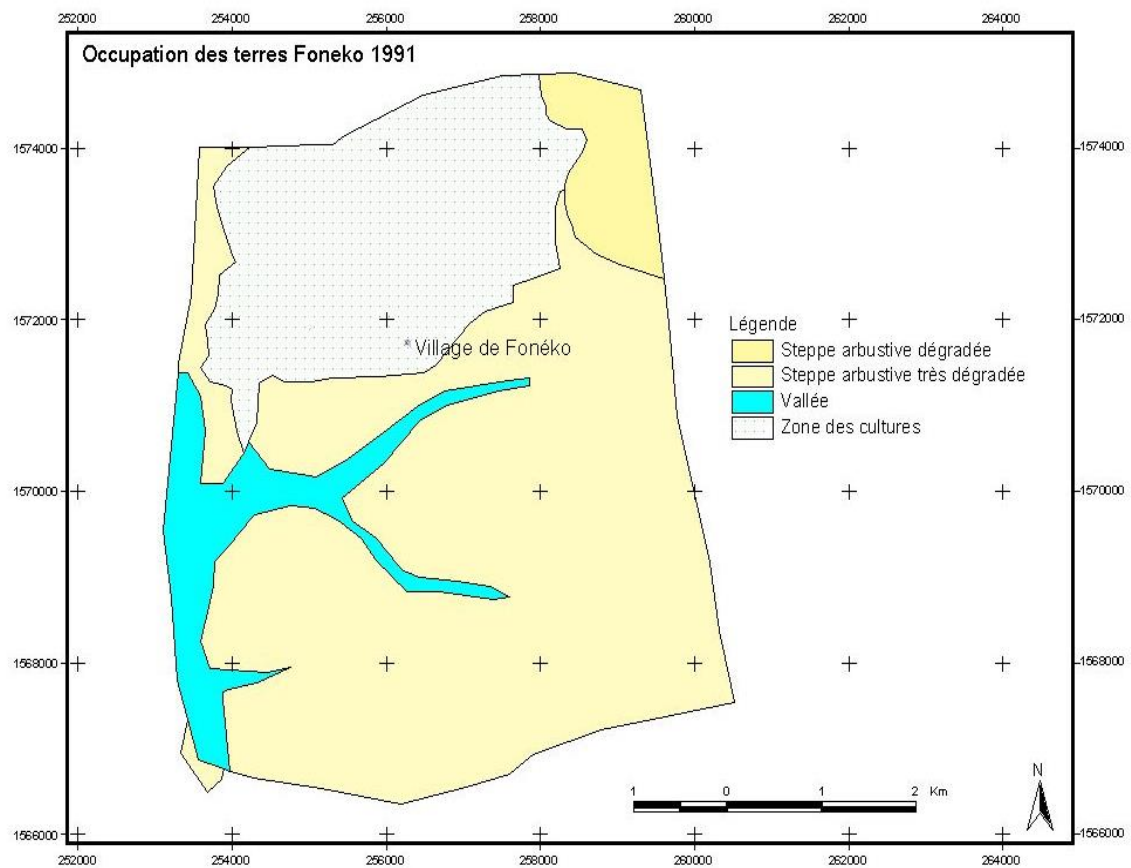
Figure 15a b et c : Evolution de l'occupation des terres dans le site de Ziban (1956, 1979, 1991)



a



b



c

Figure 16a b et c : Evolution de l'occupation des terres dans le site de Fonéko (1956, 1979, 1991)

3 Conclusion partielle

La transformation des espaces non agricoles en champs de cultures dans cette partie du Niger est une situation qui est attribuable au besoin pressant de terres arables pour augmenter la production agricole afin d'assurer une autonomie alimentaire à une population qui ne cesse d'augmenter surtout en milieu rural ; dans ce genre de milieu, le manque d'activités parallèles autres que l'agriculture fait que la terre reste le seul moyen d'assurer la survie. Ceci se traduit par une demande en terre dans les espaces communautaires comme les brousses tigrées et les autres formations ouvertes qui ne sont pas a priori des terres à vocation agricole.

CHAPITRE 5 : Végétation ligneuse

1 Introduction

1.1. Diversité des ligneux

Dans les pays sahéliens en général et au Niger en particulier, les espèces ligneuses occupent une place importante dans le maintien de la dynamique des écosystèmes et dans la vie socio-économique de la population (Saadou, 1990 ; Gérard et al., 1997). Le paysage sahélien actuel est une résultante de l'action des facteurs naturels et culturels au cours des temps notamment l'impact de l'homme sur le milieu. La diversité biologique des ligneux est sujette aux alternances physio-géographiques et climatiques. D'une manière générale, les connaissances actuelles sur la flore du Niger, fait état de 2.124 espèces végétales dont 1.461 espèces de la classe des Angiospermes (Saadou, 1998). D'autre part, le même auteur notait que la zone sud-ouest du pays est très mal connue au plan floristique.

Toutefois, en matière d'étude de la végétation, de nombreux travaux y ont été conduits, notamment Danjimo (2000), Garba (1984), Saadou (1990) et Boudouresque (1995), Ichaou (2002) qui ont permis d'identifier et de décrire plusieurs groupements végétaux des milieux aquatiques semi-aquatiques d'une part et des milieux drainés d'autre part. D'autres travaux ont concerné les agrosystèmes. Il s'agit notamment de : Saadou (1991, 1992, 1993) Manzo (1996), Ali (1997), Mallam Abdou (1998) et Iktam (1998).

La dégradation des écosystèmes terrestres et de leur diversité biologique a connu des manifestations notamment lors de diverses sécheresses successives au Sahel et au Niger ouest en particulier. Celles-ci se sont traduites par la dégradation de la végétation au Sahel à travers la perte des espèces ligneuses et des herbacées pérennes, souvent décrits comme un retrait des formations ligneuses le long des vallées et une diminution des espèces ligneuses sur les plaines (GEMS, 1988 ; Grouzis, 1988.). La variation des conditions climatiques au Sahel compromet la régénération naturelle des espèces ligneuses. Cette variation climatique consiste en une rareté des pluies, leur mauvaise répartition dans le temps et dans l'espace ; elle est très perceptible suivant un gradient sud-nord (Ozer, *et al.* 1995). Ainsi, dans les deux zones bioclimatiques telles que définies par Larwanou *et al.* (2002), des variations spécifiques des ligneux peuvent s'observer en terme de diversité, de régénération naturelle ou d'abondance spécifique. Les différents types d'occupations des terres notamment celles relatives aux activités humaines qui sont plus remarquables aux abords des villages par la prévalence des

champs et autres activités connexes peuvent influencer sur la composition floristique des ligneux et de leur capacité de régénération.

1.2. Régression des espèces ligneuses

Au Niger, comme dans beaucoup de pays sahéliens, il est remarquable à première vue une régression du patrimoine floristique. Cette régression qui se manifeste du nord vers le sud, se traduit par une réduction de la diversité des espèces végétales notamment les espèces ligneuses (Larwanou, 1998).

La sévère dégradation de l'environnement est établie selon plusieurs constats faits notamment sur la diminution de la couverture végétale, une raréfaction des espèces ligneuses et un remplacement des espèces pérennes par des annuelles à cycle court (Grouzis, 1988 ; Devineau et Guillannet, 1992).

Cette régression de la diversité des espèces végétales est due à la conjugaison de beaucoup de facteurs d'ordres naturel et anthropique. Certains auteurs ont révélé que la sécheresse se situe pour l'ensemble de la planète terre au premier rang des calamités naturelles (Wijkam et Timberlake, 1984). En plus de ce facteur naturel, l'homme apparaît comme l'auteur principal de la dégradation de l'environnement (Grouzis et Albergel, 1986 ; Mainguet, 1990).

2 Matériels et méthodes

2.1. Les types de sols et végétation associée

Les types de sols et végétation associée ont été évalués à l'échelle de la placette sur tous les transects suivis à l'aide des fiches élaborées pour la circonstance. Pour la détermination des types de sols, nous nous sommes servi du document de la FAO (1994) relatif aux directives pour la description des sols.

Les types de végétation quant à eux sont déterminés en se servant de la classification de Saadou (1993).

Pour les sols et la végétation, ce sont les grands ensembles végétaux qui ont été déterminés.

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS afin de déterminer la proportion en pourcentage des différentes catégories.

2.2. Les niveaux de dégradation des sols et types de végétation associée

Les données ont été collectées dans les sites lors des différents relevés. Au niveau de chaque transect et placette, des fiches de collecte de données ont été remplies par l'observation visuelle sur l'état de dégradation des sols, les types de sols et types de végétation associées. Les données relatives au niveau de dégradation des sols ont été collectées grâce à la méthode descriptive de la FAO (1994).

Des codes ont été attribués pour ce qui est du niveau de dégradation des sols comme suit.

1. Non dégradé = 1
2. Moyennement dégradé = 2
3. Peu dégradé = 3
4. Dégradé = 4
5. Très dégradé = 5

2.3. Les types d'occupation de terres

Trois types d'occupation de terres ont été identifiés dans les sites étudiés. On entend par occupation de terres, toute activité ou structure qui se trouve ou se pratique dans un espace donné de la terre. Les nomenclatures utilisées (formations naturelles, jachères et champs) peuvent être comprises sous l'angle spécifique de cette étude. Il a été considéré comme formation naturelle tout espace qui n'est ni en culture ni en jachère et qu'elle qu'en soit sa configuration ou position physiographiques. La végétation qui s'y trouve est par conséquent considérée comme naturelle sans perturbation par les activités liées à l'agriculture itinérante.

2.4. Les méthodes d'investigation utilisées

Plusieurs méthodes d'investigation phytosociologique ont été utilisées dans diverses études de la végétation ligneuse au Sahel. Il s'agit de la liste floristique des espèces pour établir les profils écologiques, (Ali, 1997), les principaux caractères phytosociologiques (Baina, 2000), l'étude des types biologiques de Raunkiaer et l'étude de la structure de la végétation (Larwanou, 1992). Pour la présente étude, une combinaison de ces méthodes a été utilisée afin de ressortir les informations souhaitées.

2.4.1. La période de relevé

La collecte des données a été faite pendant la saison des pluies plus précisément au mois d'août, la période de végétalisation des espèces ligneuses au Sahel. C'est la période pendant laquelle toutes les espèces peuvent être identifiées.

2.4.2. L'inventaire de la végétation ligneuse

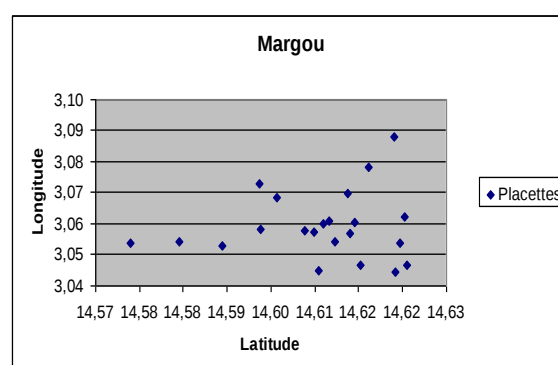
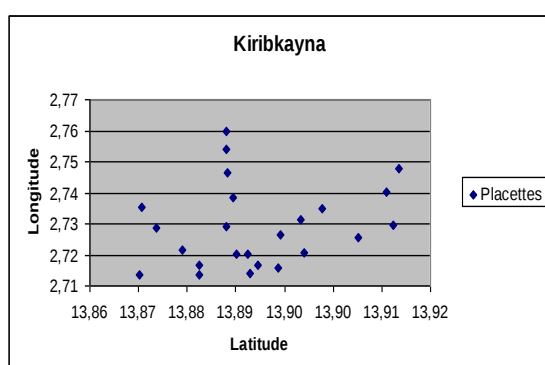
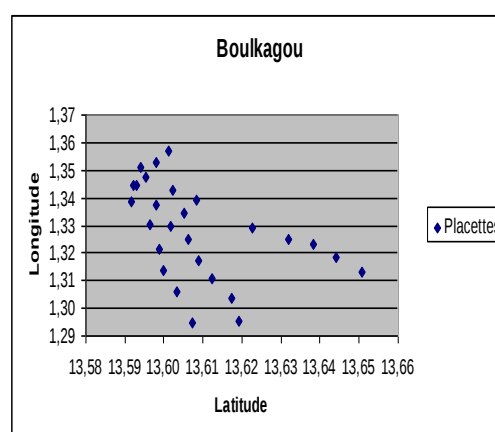
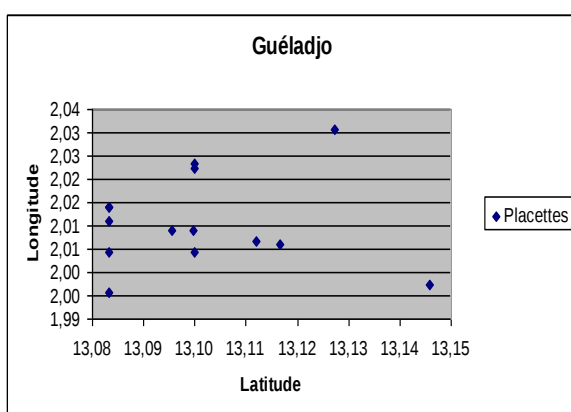
L'inventaire a été réalisé suivant des transects radiaires partant du Village vers la brousse. La méthode est similaire à celle adoptée par Yamba (1994). Ainsi, un inventaire dans les placettes le long des transects permet de faire ressortir l'hétérogénéité qui existe dans le milieu lorsqu'on s'éloigne du village. Pour une même région écologique, l'analyse de ces types de données permet de faire ressortir l'impact de l'occupation des terres (durée, modes d'exploitation) sur la dynamique des ressources du milieu.

Les transects ont été matérialisés suivant les configurations du terrain dans un terroir donné afin de couvrir tous les types d'occupation des terres et les différentes unités physiographiques. Ces transects sont variables suivant les terroirs villageois car ces derniers n'ont pas les mêmes configurations. Le nombre de transects suivis et de placettes posées est donné par le tableau 17. La superficie de chaque site ou terroir villageois matérialisé est de 59,4 km² conformément au document du recensement général de la population de 1988 (MP, 1988).

Au niveau de chaque transect, des placettes de 50 m x 50 m (2500 m²) sont placées à partir de 300 m du village tous les 500 m (figure 17). La taille de 2500 m² est choisie pour un souci de comparaison dans les différents types d'occupation de terres et unités physiographiques. Cette taille de placette (0,25 ha) permet une bonne comparaison entre les différents écosystèmes étudiés (Hall et Okali, 1979). La délimitation a été faite au moyen d'un mètre ruban de 100 m.

Tableau 17: Nombre de transects et de placettes par terroir

Sites	Nombre de transects	Nombre de placettes
Guéladjo	5	28
Boulkagou	4	27
Kiribkayna	5	24
Margou	4	22
Kokayna	5	29
Ziban	5	24
Fonéko	8	33



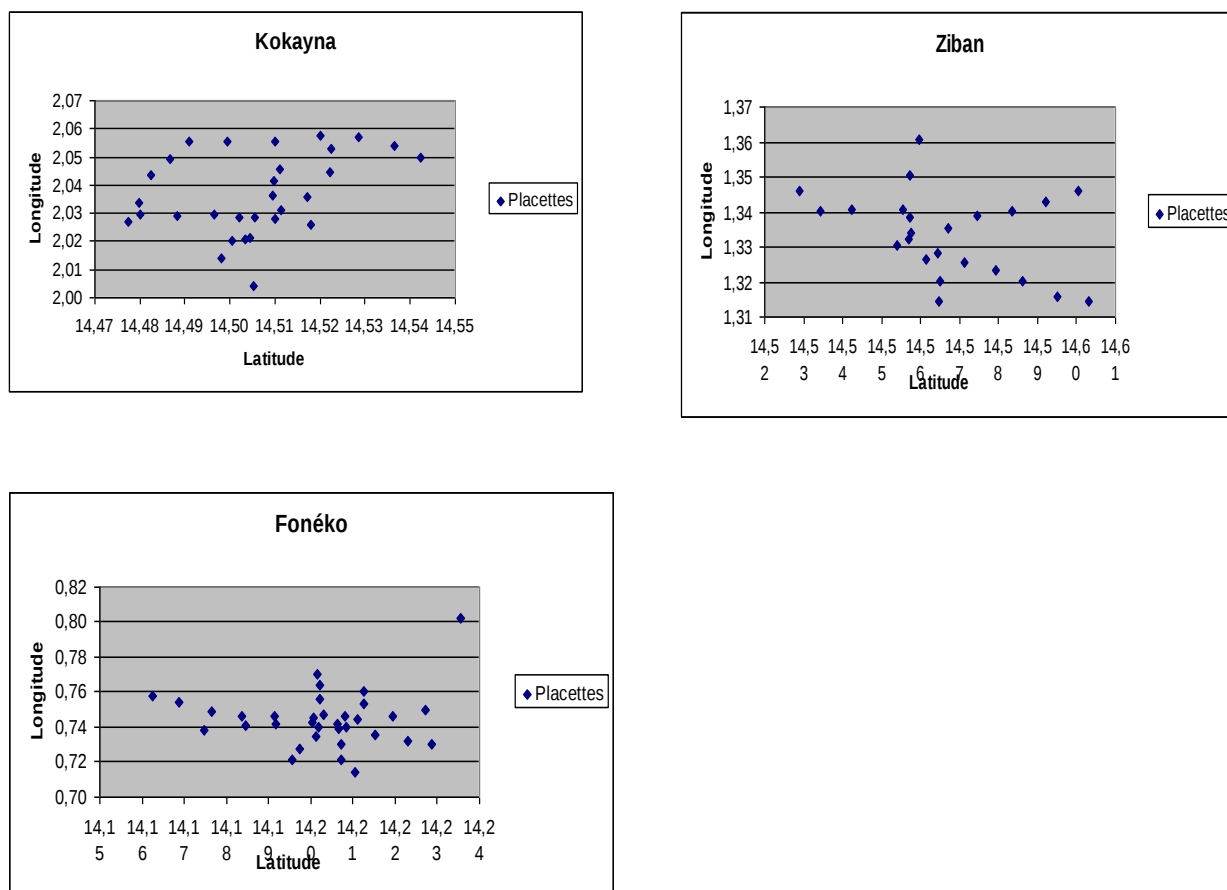


Figure 17: Répartition spatiale des placettes dans les différents sites.

2.5. La collecte des données

Au niveau de chaque placette, toutes les espèces ligneuses sont identifiées et recensées. Le nombre de pieds par espèce est déterminé. Les rejets et les pieds adultes sont recensés séparément pour chaque espèce. Est considéré comme rejet, tout pied d'une espèce dont la hauteur totale n'atteint pas 0,5 m et le diamètre à 0,2 m est inférieur ou égal à 3 cm. Un pied adulte est tout sujet d'une espèce dont les caractéristiques ci-dessus ne lui sont pas applicables.

Les paramètres dendrométriques mesurés sont :

- la hauteur totale de la plus grande tige pour tous les sujets dont la hauteur dépasse 0,5 m ;
- le diamètre à 0,2 m pour tous les sujets dont la hauteur totale n'atteint pas 1,30 m ;
- le diamètre à 1,30 m pour tous les sujets dont la hauteur totale dépasse 1,30 m.
- le nombre de tiges est déterminé par souche.

2.6. L'analyse des données

2.6.1. Les données relatives à la diversité

Plusieurs méthodes d'estimation de la diversité sont utilisées dans l'étude de la végétation en Afrique de l'Ouest (Hall et Swaine, 1976 ; Hall et Okali, 1979). Des indices de diversité sont utilisés pour l'estimation de la diversité des espèces végétales (Williams, 1974 ; Hurlbert, 1971 ; Itow, 1984, 1986 ; Itow et al. 1984).

Pour permettre une meilleure comparaison avec d'autres estimations de la diversité, l'indice I de Simpson, (Simpson, 1949 ; Williams, 1964) est utilisé à l'échelle de la parcelle, puis extrapolé par site ou type d'occupation des terres dans la présente étude:

$$I = N(N-1) / \sum_{i=1}^q n_i(n_i-1)$$

Où N = nombre total de pieds recensés;

q = nombre de différentes espèces recensées

n_i = nombre total de pieds pour la $i^{\text{ème}}$ espèce.

La réciproque de cet indice est utilisée pour apprécier la diversité. Ainsi, plus la valeur de la réciproque est faible, plus la diversité est importante et vice-versa.

2.6.2. Le potentiel de régénération

Le potentiel de régénération d'une espèce est défini ici comme étant le quotient de n_{ir}/N_{ia} ; où

n_{ir} = nombre de rejets pour l'espèce i ;

N_{ia} = nombre de pieds adultes pour l'espèce i .

Il est exprimé sous forme d'indice de régénération I_r :

$$I_r = (\log n_{ir}) / (\log N_{ia})$$

I_r est utilisé pour apprécier le potentiel de régénération. Donc, plus la valeur est grande, plus le potentiel de régénération est important et vice versa.

Ce potentiel de régénération indique que l'espèce en question a la possibilité de se régénérer dans le milieu où elle évolue dans les conditions actuelles.

L'indice I_r est déterminé pour toutes les espèces identifiées et énumérées dans les sites. Une classification est faite par ordre d'importance relative de I_r .

2.6.3. L'abondance de pieds des espèces et l'importance relative des espèces

L'abondance des espèces peut être définie par la présence en nombre des pieds d'une espèce donnée dans un terroir ou un type d'occupation de terres. Cette abondance peut être exprimée soit en nombre ou en pourcentage par rapport au nombre total des espèces recensées.

Pour le cas précis de cette étude, il est utilisé les deux formes d'estimation qui permettent d'apprécier la dominance des espèces par rapport à d'autres dans une unité de surface pour un terroir ou type d'occupation des terres. Un classement descendant est ainsi fait afin d'apprécier ce paramètre.

La différence, entre les différents facteurs (sites, occupation de terres et distances) et les paramètres étudiés (diversité, régénération et abondance des espèces), est analysée en utilisant ANOVA General Linear Model (GLM). La corrélation entre les différents facteurs est analysée pour établir une relation entre eux.

2.7. La tendance de la diversité ligneuse le long du gradient d'aridité

2.7.1. La collecte des données

La collecte des données a consisté en des enquêtes au niveau des villages retenus dans les différentes zones bioclimatiques. Des transects ont été suivis jusqu'à la limite d'un terroir villageois considéré dans l'objectif de vérifier les informations fournies par les populations concernant la disparition des espèces.

2.7.1.1. L'enquête

L'enquête a été conduite dans les sept terroirs villageois cités ci-haut.

Au niveau de chaque village, une assemblée villageoise est convoquée autour du chef et des questions ont été posées à l'aide d'un questionnaire élaboré pour la circonstance. Trois classes d'âge ont été considérées : vieux, âge moyen et jeunes. Il a été demandé au niveau de chaque classe de lister les noms des espèces disparues et celles qui sont menacées, l'utilisation faite de ces espèces, l'état du peuplement autrefois, les causes de disparition et les solutions envisageables. Les réponses ont été données par consensus.

Des transects ont été suivis jusqu'à la limite du terroir villageois afin de confronter les informations des paysans avec la réalité du terrain. Au cours de cet exercice, il est noté avec

un jugement serré les différentes espèces données par les paysans en utilisant le modèle de Guarino (1994). D'après ce modèle basé sur la distribution du taxon, un score sera attribué à chaque facteur. C'est ainsi qu'une espèce est rare avec un score de 10, présente localement avec un score de 5 et si l'espèce est abondante dans le milieu, on lui attribue 0. Guarino n'a pas tenu compte des espèces disparues, et pour répondre à notre objectif, nous avons attribué le score de 15 pour les espèces qui auraient disparues du milieu.

2.7.1.2. L'analyse des données

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS. Un croisement des paramètres a été fait afin de déterminer pour chaque cas le pourcentage de réponse donnée suivant les paramètres tels que les causes de disparition, les solutions, les différentes utilisations. A cet effet, le coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé pour chercher les différentes corrélations entre les paramètres qui interviennent dans la disparition des espèces.

3 Résultats

3.1. Déterminants pédologiques et des grands ensembles de végétation associée

3.1.1. Types de sols

Les types d'occupation de sols dans les sites d'étude sont les formations naturelles, les champs (ou parcs agroforestiers) et les jachères. Ce sont les trois grandes catégories d'occupations de sols rencontrées dans les sites.

Quant à la végétation ligneuse, elle est comprise dans de grands ensembles de formations naturelles, parcs agroforestiers (champs) et jachères (tableau 18).

Les parcs agroforestiers constituent le type de végétation dominant et cela s'explique par le fait que ce sont des arbres dispersés dans les champs et les jachères. Ils sont suivis de la steppe arbustive qui constitue le grand ensemble de formations naturelles dans la zone aride.

Les types de sols les plus dominants dans les sites d'étude sont les sols sableux à sablonneux (39,57 et 28,88%) suivis des sols latéritiques, sablo-argileux et limono-argileux. Les types de sols suivent la même évolution spatiale suivant le gradient sud-nord, (tableau 18).

Tableau 18 : Proportion (%) de types de sols dans les sites

Sites	Types de sols (%)									
	Argileux	Ferrugineux	Sol glacifié	Gravillonnaire	Latéritique	Limono-Argileux	Sableux	Sablo-argileux	Sablo-limonneux	Sablonneux
Guéladjo			7,41		22,22		40,74	11,11		18,52
Boulkagou			7,14	14,29	17,86		25,00			35,71
Kiribkayna					20,83	12,50	29,17	4,17		33,33
Margou			4,55	4,55		18,18	54,55			18,18
Kokayna		3,45		6,90			51,72			37,93
Ziban	4,17				4,17	4,17	33,33	12,50	16,67	25,00
Fonéko	3,03			3,03	3,03		42,42	15,15	3,03	30,30
Total	1,07	0,53	2,67	4,28	9,63	4,28	39,57	6,42	2,67	28,88

3.1.2. Types de végétation associée

Les types de végétation sont variables suivant les sites et les zones bioclimatiques. D'une manière générale, les parcs mixtes constituent 41,46% suivis des steppes arbustives (25,60%) et les brousses tigrées (10,71%). Dans la zone semi-aride, les brousses tigrées et les parcs mixtes prédominent. Au niveau de la zone aride, les steppes arbustives, steppes herbacées et d'autres formes de groupements végétaux tels que les fourrés, les galeries forestières et la végétation ripicole sont observées (tableau 19).

Tableau 19 : Proportion (%) de types de végétation dans les sites

Sites	Types de végétation										
	Bosquet ripicole	Brousse tigrée	Fourré	Galerie forestière	Parc mixte	Savane arbustive	Steppe arbustive	Steppe herbeuse	Végétation de fonds	Végétation bas-relique	Végétation ripicole
Guéladjo		20,83			70,83	4,17					4,17
Boulkagou		40			48	8				4	
Kiribkayna		12,5	6,25		50	31,25					
Margou		5	10	20	5		35				25
Kokayna					53,85		46,15				
Ziban					25		37,5	16,67	16,67	4,17	
Fonéko	6,06				36,36		45,45		6,06		6,06
Moyenne du total	1,19	10,71	1,79	2,38	41,67	4,76	25,60	2,38	3,57	1,19	4,76

3.2. Degré de dégradation des sols dans les sites

3.2.1. Niveau zones bioclimatiques

Suivant les critères définis pour le degré de dégradation des sols, les échelles de valeurs montrent que les sols de la zone semi-aride sont peu dégradés à 40% et dégradés à 35%. Pour la zone intermédiaire, les sols sont peu dégradés à 45% et dégradés à 25%. Quant à la zone aride, les sols sont dégradés à 45% et peu dégradés à 30% environ. Sur l'ensemble des sites de la zone d'étude, il ressort que les sols sont dégradés à 37,43% et peu dégradés à 35,83% ; les sols non dégradés constituent un peu moins de 3% (Figure 18).

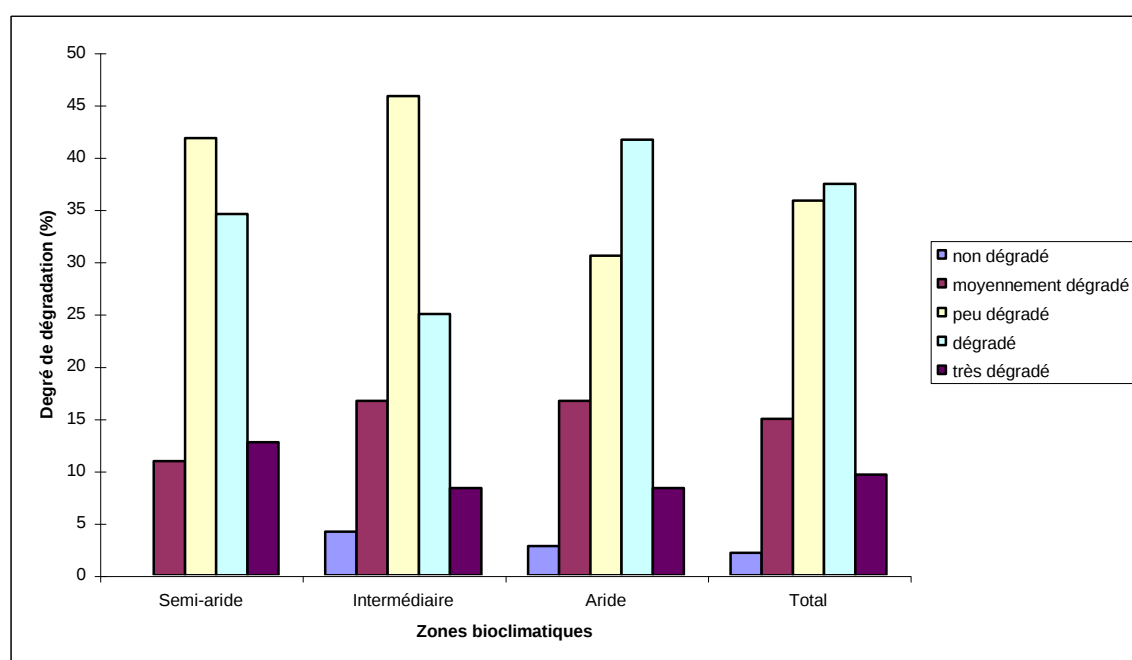


Figure 18: Niveau de dégradation des sols dans les zones bioclimatiques

3.2.2. Niveau sites

La situation des sols au niveau des sites montre que les sols sont plus dégradés à Guéladjo et les sites de la zone arides à savoir Margou, Kokayna, Ziban et Kiribkayna (Figure 19).

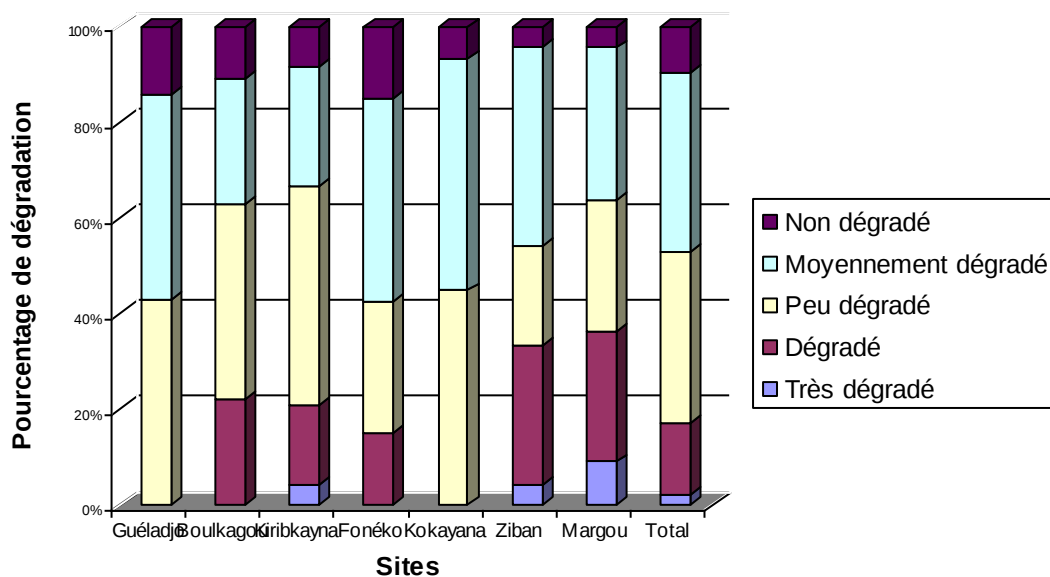


Figure 19 : Niveau de dégradation des sols dans les sites

Cependant, il ressort que les proportions des sols non dégradés et moyennement dégradés sont plus importants à Margou et Ziban (sites situés le plus au nord). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que ces sites contiennent des stations écologiques particulières notamment des plages marécageuses et des végétations ripicoles importantes.

3.3. Diversité des ligneux

3.3.1. Nombre d'espèces dans les sites étudiés

Dans les sites étudiés, il existe une différence significative ($p < 0,05$) pour le nombre moyen d'espèces par placette avec une différence la moins significative de 1,24. Les résultats montrent que les sites se trouvant dans la zone semi-aride (sites Guéladjo et Boulkagou), sont floristiquement plus riches que les sites de la zone aride (sites Margou et Ziban) (Figure 20).

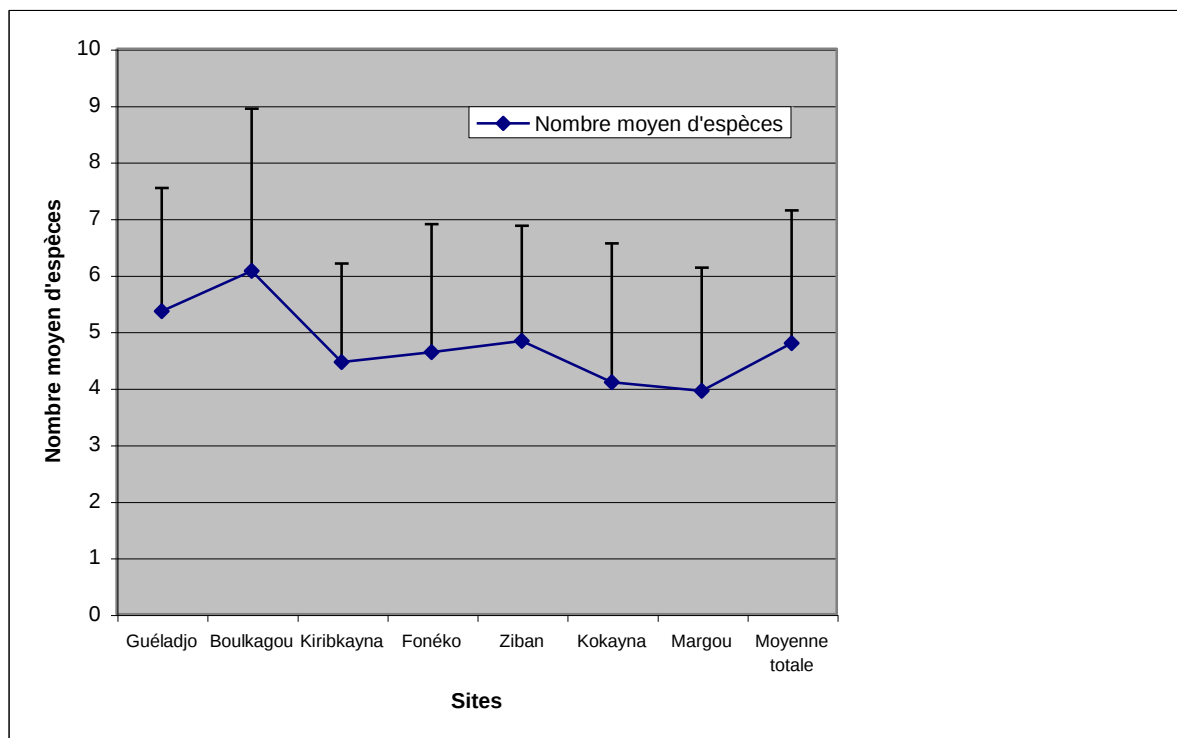


Figure 20 : Nombre moyen d'espèces par site

Ces résultats diffèrent lorsqu'on prend l'indice de Simpson. Avec cette méthode d'appréciation de la diversité, il ressort que le site Margou se trouvant dans la zone aride, renferme plus d'espèces que les sites de la zone semi-aride. Il est suivi des sites de Boulkagou et Guéladjo. Le site le plus pauvre en diversité est celui de Kokayna (tableau 20).

Tableau 20: Inverse de l'indice de Simpson

Sites	1/I
Guéladjo	0.07
Boulkagou	0,19
Kiribkayna	0,25
Margou	0,29
Kokayna	0.44
Ziban	0,34
Fonéko	0,34

3.3.2. Nombre d'espèces dans les types d'occupation de terres

Dans les types d'occupation de terres considérés, le nombre des espèces est variable. L'analyse de variance montre une différence significative entre les types d'occupation dans les différents sites et au sein des sites ($p < 0,05$). Au niveau des formations naturelles, le nombre d'espèces est plus important dans le site de Boulkagou, suivi du site I alors que les sites de la zone aride ont un nombre d'espèces inférieur aux deux premiers.

Les champs ou les parcs agroforestiers renferment plus de diversité en terme du nombre d'espèces par unité de surface considérée d'une manière générale que les autres types d'occupation de terres. Le plus petit nombre d'espèces est obtenu dans le site de Margou.

La jachère étant considérée comme une transition entre les deux premiers types d'occupation a un nombre d'espèces très variable suivant les sites. Cette variabilité est très significative ($p < 0,01$) dans le site de Fonéko (figure 21).

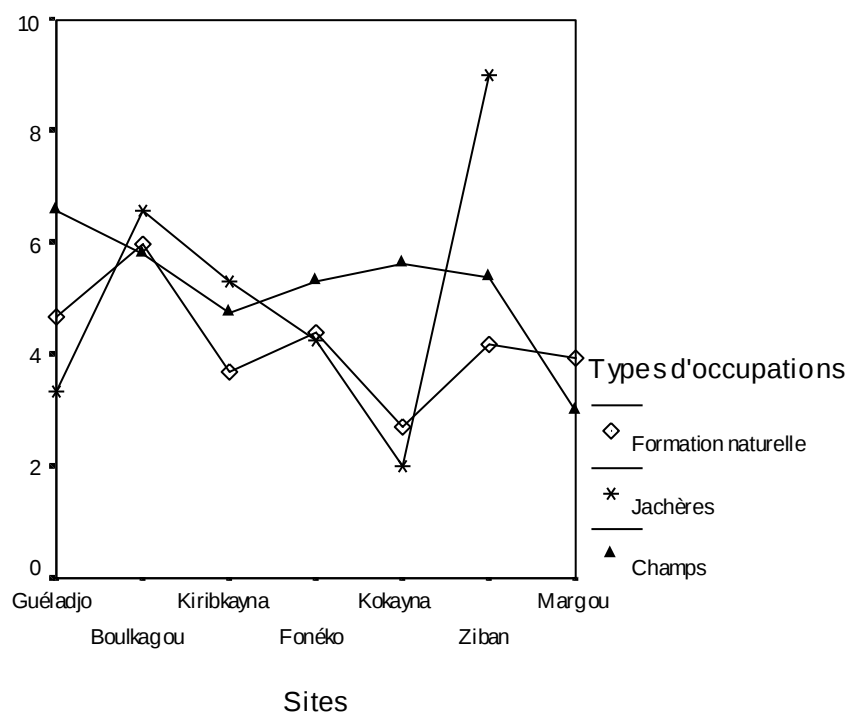


Figure 21 : Nombre moyen d'espèces par types d'occupation de terres dans les sites étudiés.

L'indice de Sympon confirme les résultats ci-dessous (tableau 21). Dans tous les sites étudiés, les champs renferment plus de diversité que les autres types d'occupation de terres. Les formations naturelles viennent en deuxième position, suivies des jachères.

Tableau 21: Appréciation de la diversité à partir de la réciproque de l'index de Sympon.

Sites	Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
Occupations							
Formations naturelles	0,41	0,18	0,40	0,31	0,59	0,34	0,39
Champs	0,13	0,15	0,20	0,36	0,25	0,53	0,33
Jachères	0,35	0,55	0,33		0,83	0,12	0,31

3.3.3. Nombre d'espèces rencontrées en partant du village vers la brousse

Les résultats issus des présentes investigations montrent qu'il existe une différence très significative ($P < 0,01$) entre les distances et entre distances et sites. Dans les sites plus agricoles (sites de Guéladjo et Boulkagou), le nombre d'espèces ligneuses par placette varie suivant les distances. Dans le site de Guéladjo, il ressort que la diversité est plus importante à côté du village (d1) qu'à d2 (800 m). A partir de cette distance, le nombre d'espèces est plus ou moins constant mais nettement supérieur à celui de d2. Par contre, dans le site de Boulkagou, le nombre d'espèces croît significativement à partir de d1 (300 m). Dans les sites Ziban et Margou, la diversité en terme du nombre d'espèces est plus ou moins uniforme à une légère exception pour le site Margou à partir de d4 (1800 m) (figure 22).

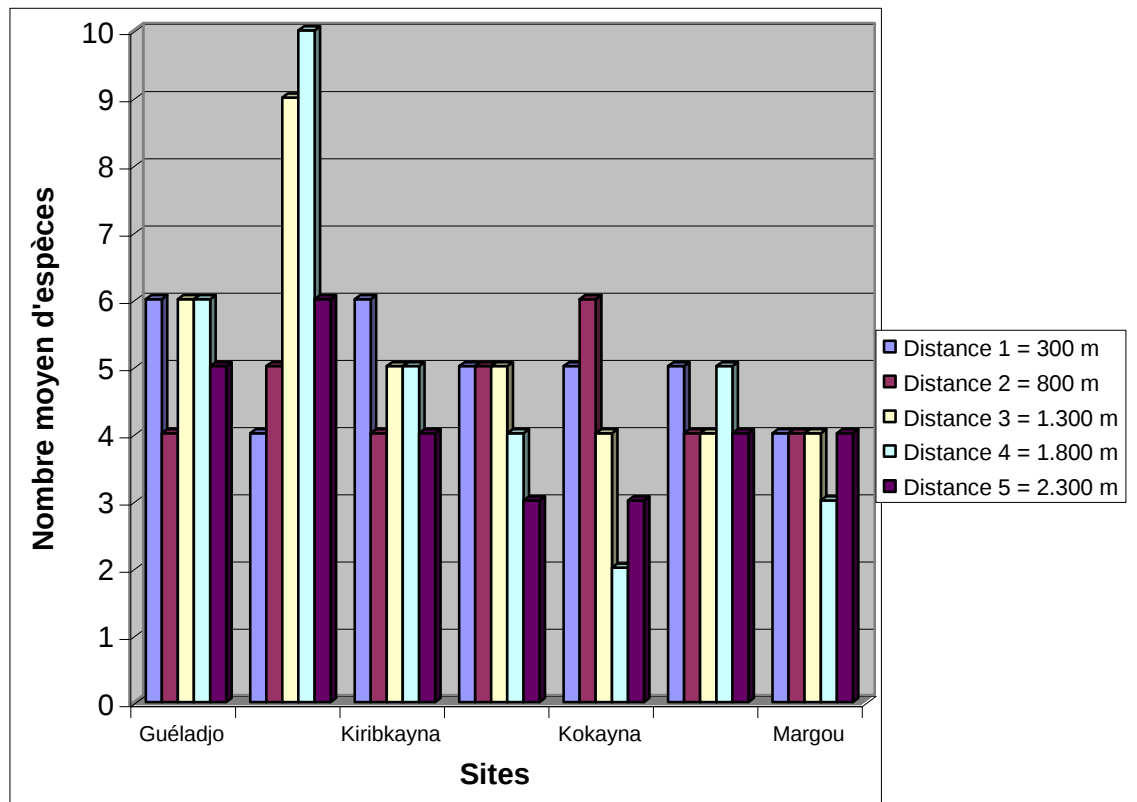


Figure 22: Nombre moyen d'espèces suivant les distances

3.4. Potentiel de régénération

3.4.1. Régénération à l'échelle des sites

Entre les sites, la différence est très significative ($p < 0,01$). Le site de Guéladjo a le nombre de rejets le plus élevé par placette (Figure 23). Il est suivi du site de Ziban situé dans la zone aride.

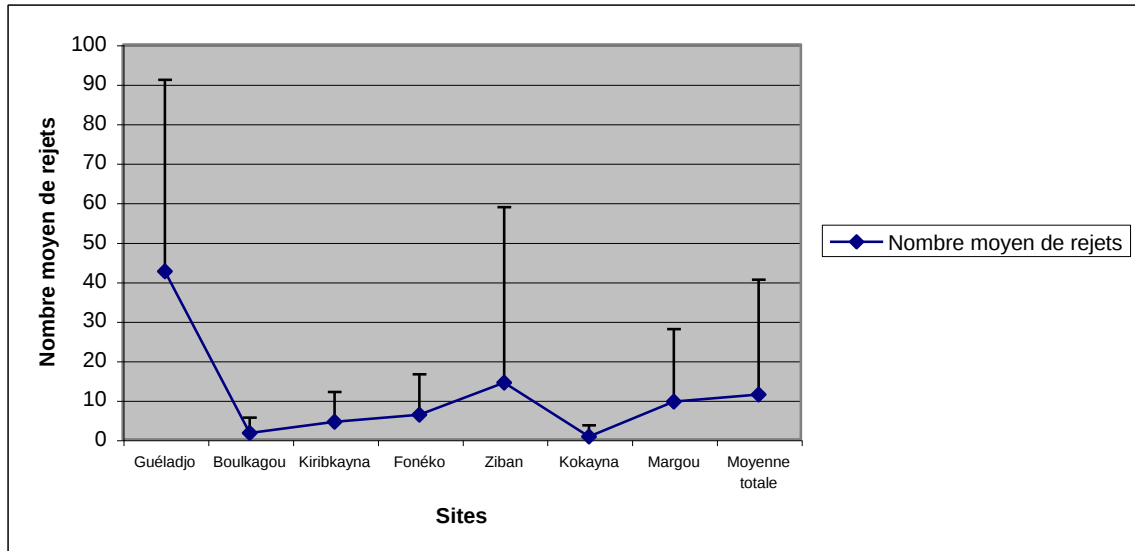


Figure 23: Nombre moyen de rejets par placette dans les sites

Ces résultats indiquent que la régénération des espèces dépend des conditions du milieu et des espèces. Cela se confirme par l'indice de régénération des espèces dans les sites et les types d'occupation de terres considérés.

L'indice de régénération des espèces est variable suivant les sites. Pour une même espèce, des indices différents ont été trouvés (tableau 22). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que certains sites présentent des conditions propices à la régénération de l'espèce en question que d'autres.

Tableau 22 : Indice de régénération (Ir) des espèces dans les sites

Espèces	Indice de régénération des espèces (Ir)						
	Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Fonéko	Kokayna	Ziban	Margou
Sites							
<i>Guiera senegalensis</i>	0,91	0,41	0,52		0,46		0,75
<i>Combretum micranthum</i>	0,74		0,47				
<i>Combretum glutinosum</i>	0,74	0,36	0,64	0,61			
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,89					0,17	
<i>Hyphaene thebaïca</i>	0,89						
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,93	0,52	0,36			0,49	
<i>Combretum nigricans</i>	0,67	0,22					
<i>Boscia senegalensis</i>	0,78		0,55			0,55	0,47
<i>Acacia nilotica</i>	0,46			0,35			0,62
<i>Gardenia sokotensis</i>	0,37						
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1						
<i>Stereospermum kunthianum</i>		1,39					
<i>Acacia laeta</i>						0,22	0,49
<i>Ziziphus mauritiana</i>						0,62	0,44
<i>Acacia raddiana</i>				0,79		0,85	
<i>Acacia seyal</i>				0,73			
<i>Prosopis juliflora</i>						0,38	

Ces résultats indiquent que le potentiel de régénération d'une espèce est fonction du milieu dans lequel elle évolue.

3.4.2. Régénération dans les types d'occupation de terres

La différence en terme de nombre moyen de rejets par placette dans les types d'occupation des terres est très significative ($p < 0,01$) entre les sites et non significatives entre types d'occupation. Au sein d'un même site, le potentiel de régénération dans les différents types d'occupation de terres n'est pas statistiquement différent. D'une manière générale, le nombre

moyen de rejets est plus important dans les types d'occupations de terres du site de Guéladjo et les formations naturelles ont un potentiel de régénération appréciable (figure 24).

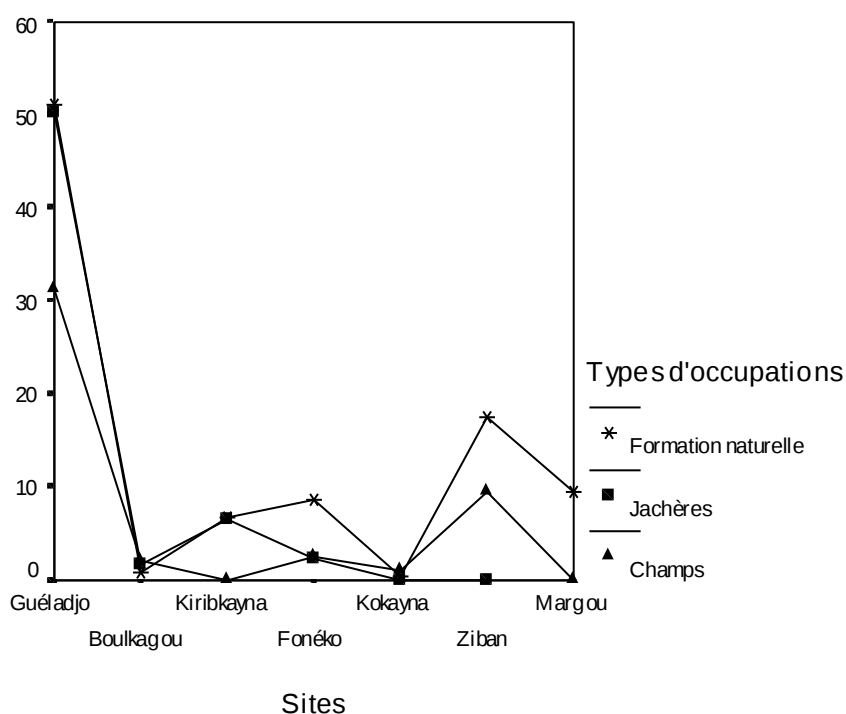


Figure 24: Nombre moyen de rejets par types d'occupation des sols

L'indice de régénération Ir des espèces est aussi variable suivant les types d'occupation de terres (tableau 23). L'espèce *Guiera senegalensis* est présente dans presque tous les types d'occupation de terres avec un indice Ir qui diffère d'un type d'occupation à un autre et au sein des sites.

Pour la répartition spatiale des espèces, il ressort que *Guiera senegalensis* est répandue dans tous les sites, donc dans les deux zones bioclimatiques avec des indices de régénération variables.

Par contre, certaines espèces sont spécifiques d'une zone donnée (tableau 24). Il s'agit de *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*, *Balanites aegyptiaca*, *Hyphaene thebaïca* et *Diospyros mespiliformis*.

Ces espèces ont des chances très faibles pour prospérer dans les sites de Ziban et de Margou car elles ont un potentiel de régénération nul dans la zone aride.

Tableau 23: Indice de régénération dans les types d'occupation des sols

Espèces	Indices de régénération																				
	Occupation	Guéladjo			Boullagou			Kiribkayna			Fonéko			Kokayna			Ziban			Margou	
		FN	CH	JC	FN	CH	JC	FN	CH	JC	FN	CH	JC	FN	CH	JC	FN	CH	JC	FN	CH
<i>Guiera senegalensis</i>		0,91	0,76	0,96	0,51		0,28	0,52		0,62				0,31			0,88			0,75	
<i>Combretum micranthum</i>		0,24	0,8	0,4				0,55													
<i>Combretum glutinosum</i>		0,73	0,69				0,43	0,53		0,74	0,9										
<i>Combretum nigricans</i>		0,58	0,41				0,43														
<i>Boscia senegalensis</i>		0,57		0,75													0,55			0,49	
<i>Gardenia sokotensis</i>		0,37																			
<i>Balanites aegyptiaca</i>		0,33	0,9														0,17				
<i>Acacia laeta</i>																				0,44	
<i>Acacia nilotica</i>			0,46								0,4									0,69	
<i>Acacia seyal</i>											0,7										
<i>Acacia raddiana</i>											0,8	0,7						0,6			
<i>Ziziphus mauritiana</i>																	0,42	0,7		0,44	
<i>Hyphaene thebaïca</i>			0,89																		
<i>Piliostigma reticulatum</i>			0,96	0,49		0,71															
<i>Dyospiros mespilliformis</i>			1																		
<i>Stereospermum kunthianum</i>						1,4															
<i>Prosopis juliflora</i>																	0,53				

FN :Formations :naturelles

CH :Champ

JC :Jachère

3.4.3. Régénération en partant du village vers la brousse

La différence est très significative ($p < 0,01$) entre les distances et les sites. La régénération augmente en partant du village vers la brousse dans les sites de Guéladjo, Boulkagou et Margou. Cependant, dans le site de Ziban, elle n'est pas uniforme (Figure 25).

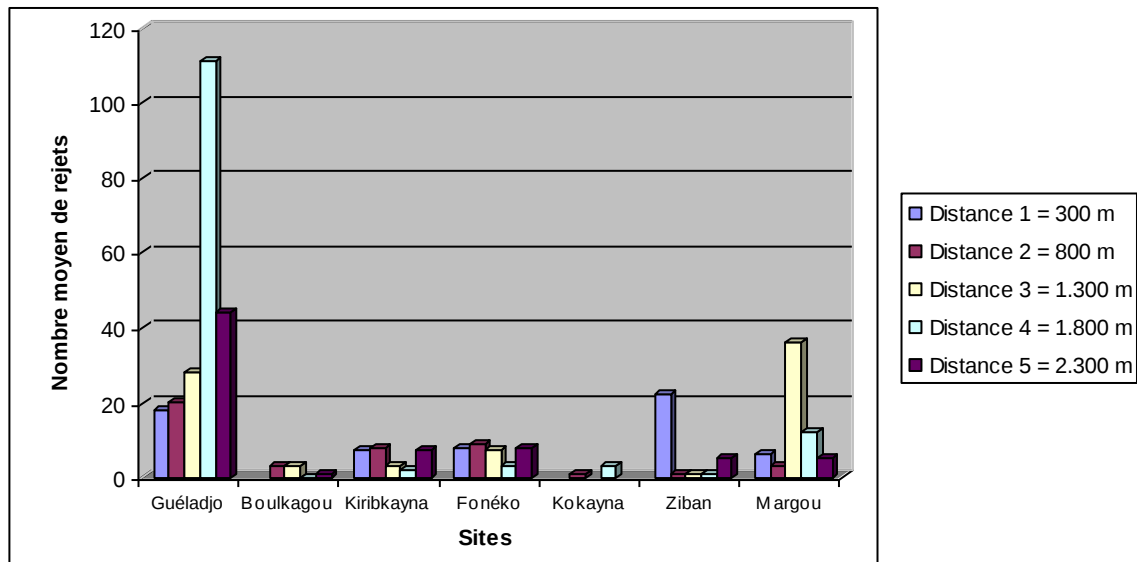


Figure 25: Nombre moyen de rejets par placette suivant les distances

L'indice de régénération quant à lui est très variable suivant les espèces, les sites et les distances. Les sites de Guéladjo et Ziban comportent plus d'espèces ayant des indices de régénération même si par ailleurs ces derniers ont une importance variable suivant les sites et les distances.

Jusqu'à la distance d3 (1300 m), cet indice n'existe pour aucune espèce dans les sites de Boulkagou et Margou. Certaines espèces n'ont aucun potentiel de régénération à côté du village (Tableaux 24 et 25). Cet indice commence à s'accroître pour beaucoup d'espèces à partir de d3 dans certains sites pour beaucoup d'espèces (tableaux 25 et 26). Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que les conditions de régénération ne sont pas réunies à côté du village où certains facteurs anthropiques peuvent être à la base. Aussi, à la distance d5, c'est

seulement au niveau du site de Guéladjo qu'il existe un indice de régénération des espèces (tableau 26).

Tableau 24: Indice de régénération à la distance d1

Espèces	Indice de régénération						
	Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,39						
<i>Combretum glutinosum</i>	0,33						
<i>Guiera senegalensis</i>	0,79			0,73			
<i>Hyphaene thebaïca</i>	0,92						
<i>Acacia nilotica</i>				0,88			0,42
<i>Combretum micranthum</i>			0,55				
<i>Piliostigma reticulatum</i>			0,42			1,59	
<i>Boscia senegalensis</i>			1,73				
<i>Acacia raddiana</i>						0,79	0,81
<i>Ziziphus mauritiana</i>						0,75	

Tableau 25: Indice de régénération à la distance d2

Espèces	Indice de régénération						
	Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1					0,19	
<i>Combretum glutinosum</i>	0,56						
<i>Guiera senegalensis</i>	0,61		0,67	0,55			
<i>Hyphaene thebaïca</i>	1,11						
<i>Combretum micranthum</i>	0,36						
<i>Piliostigma reticulatum</i>	1,1						
<i>Acacia raddiana</i>						0,94	0,74
<i>Prosopis juliflora</i>						0,53	

Tableau 26: Indice de régénération à la distance d3

Espèces	Indice de régénération						
	Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,9						
<i>Guiera senegalensis</i>	0,44		0,46	0,78			
<i>Hyphaene thebaïca</i>	0,86						
<i>Acacia nilotica</i>	0,63						
<i>Stereospermum kunthianum</i>		1.28					
<i>Combretum glutinosum</i>			0,67				
<i>Acacia raddiana</i>						0,24	0,74
<i>Acacia seyal</i>							0,85

Tableau 27: Indice de régénération à la distance d4

Espèces	Indice de régénération						
	Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,32						
<i>Combretum glutinosum</i>	0,82						0,72
<i>Guiera senegalensis</i>	0,93		0,33	0,65	0,51		
<i>Combretum micranthum</i>	0,75		0,62				
<i>Combretum nigricans</i>	0,73						
<i>Piliostigma reticulatum</i>	1,19						
<i>Acacia raddiana</i>						0,38	0,51

Tableau 28: Indice de régénération à la distance d5

Espèces	Indice de régénération						
	Guéladjo	Boullagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
<i>Guiera senegalensis</i>	0,9						
<i>Combretum micranthum</i>	0,76						
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,94						
<i>Boscia senegalensis</i>	0,78					0,58	
<i>Combretum nigricans</i>	0,65						
<i>Dyospiros</i>	3,45						
<i>mespilliformis</i>							
<i>Gardenia sokotensis</i>	0,40						
<i>Acacia raddiana</i>							0,80

Ces résultats indiquent que le potentiel de régénération de certaines espèces dans les deux zones bioclimatiques est fonction d'une certaine distance à partir du lieu d'habitation humaine. A côté des villages, les activités humaines peuvent être à la base de la réduction de l'indice de régénération, alors qu'à 2,3 km, d'autres facteurs comme le surpâturage interviennent pour empêcher la régénération des espèces dans certains terroirs.

3.4.4. Abondance relative du nombre de pieds et importance relative des espèces ligneuses

3.4.4.1. Importance relative du nombre de pieds des espèces dans les sites étudiés

La différence est très significative ($p < 0,01$) entre les sites pour l'importance relative des pieds des espèces ligneuses. Le nombre moyen de pieds par 0,25 ha est très important dans les sites de Guéladjo et Ziban (Figure 26).

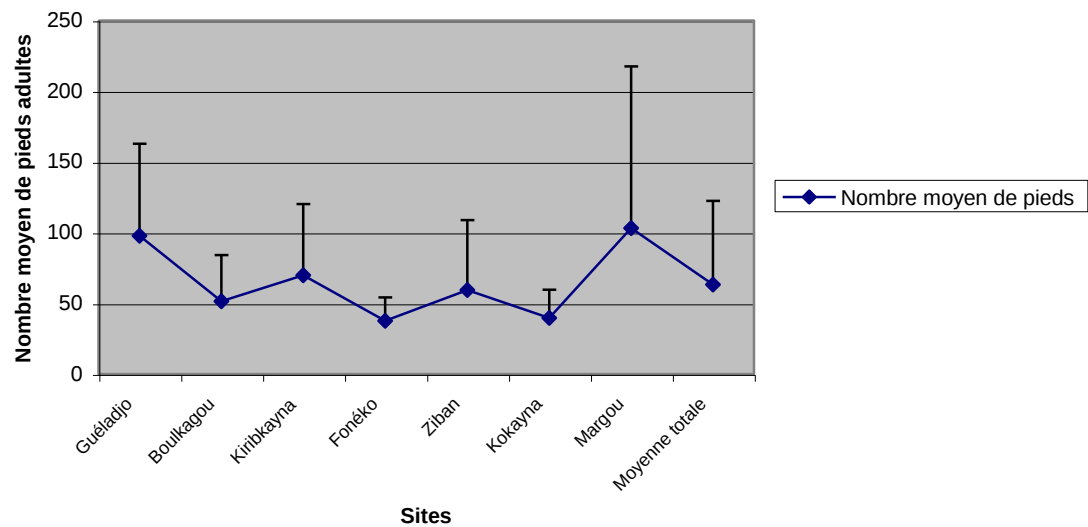


Figure 26: Nombre moyen de pieds adultes par placette dans les sites

La proportion du nombre de pieds par espèce exprime l'abondance des espèces dans un site donné ou types d'occupation de terres. La proportion des espèces dominantes par sites est la suivante (tableau 29).

Tableau 29: Importance relative de dix espèces ligneuses suivant les sites

Espèces	Sites	Importance relative (%)						
		Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
<i>Guiera senegalensis</i>		24	19	50		42	65	
<i>Combretum micranthum</i>		11	8	37		26	10	2
<i>Combretum glutinosum</i>		4	4		1	1	4	
<i>Balanites aegyptiaca</i>		3	3		10			5
<i>Hyphaene thebaïca</i>		2						
<i>Piliostigma reticulatum</i>		2	4				2	
<i>Combretum nigricans</i>		1	5	1				
<i>Boscia senegalensis</i>		1		9		24	8	6
<i>Acacia nilotica</i>			1		4	1		
<i>Gardenia sokotensis</i>								
<i>Combretum aculeatum</i>			2					
<i>Ziziphus mauritiana</i>			1		1	1	2	4
<i>Mitragyna inermis</i>			1					
<i>Acacia raddiana</i>					61	2		56
<i>Maerua crassifolia</i>					6	1	3	5
<i>Acacia laeta</i>					1		13	7
<i>Acacia ataxacantha</i>						1		
<i>Faidherbia albida</i>							2	
<i>Calotropis procera</i>							1	2
<i>Sclerocarya birrea</i>							1	
<i>Boscia angustifolia</i>				1				
<i>Grewia flavescens</i>				1				
<i>Acacia senegal</i>					3			
<i>Anogeissus leiocarpus</i>					2			
<i>Acacia seyal</i>					2			
<i>Grewia tenax</i>					1			
<i>Prosopis juliflora</i>					1			1

On constate que l'espèce *Guiera senegalensis* est dominante dans tous les quatre sites des zones semi-aride et aride. Elle est suivie dans l'ordre d'importance décroissante de *Combretum micranthum* et *Combretum glutinosum* (tableau 29). Ces espèces sont les seules qui sont communes aux quatre sites. Parmi les autres espèces, certaines espèces comme *Acacia raddiana*, *Maerua crassifolia*, *Acacia laeta*, *Acacia ataxacantha*, *Faidherbia albida*,

Calotropis procera et *Sclerocarya birrea* ne sont importantes que dans les deux sites de la zone arides.

3.4.4.2. Importance relative du nombre de pieds des espèces ligneuses par types d'occupations des terres

Le nombre moyen de pieds par placette est très significatif ($p < 0,01$) entre les types d'occupation de terres et les sites. Dans les sites de la zone semi-aride (Guéladjo et Boulkagou), les formations naturelles ont un nombre moyen de pieds plus élevé que dans les autres types d'occupation au sein d'un même site (Figure 27). Elles sont suivies par les champs dans l'ordre d'importance décroissante.

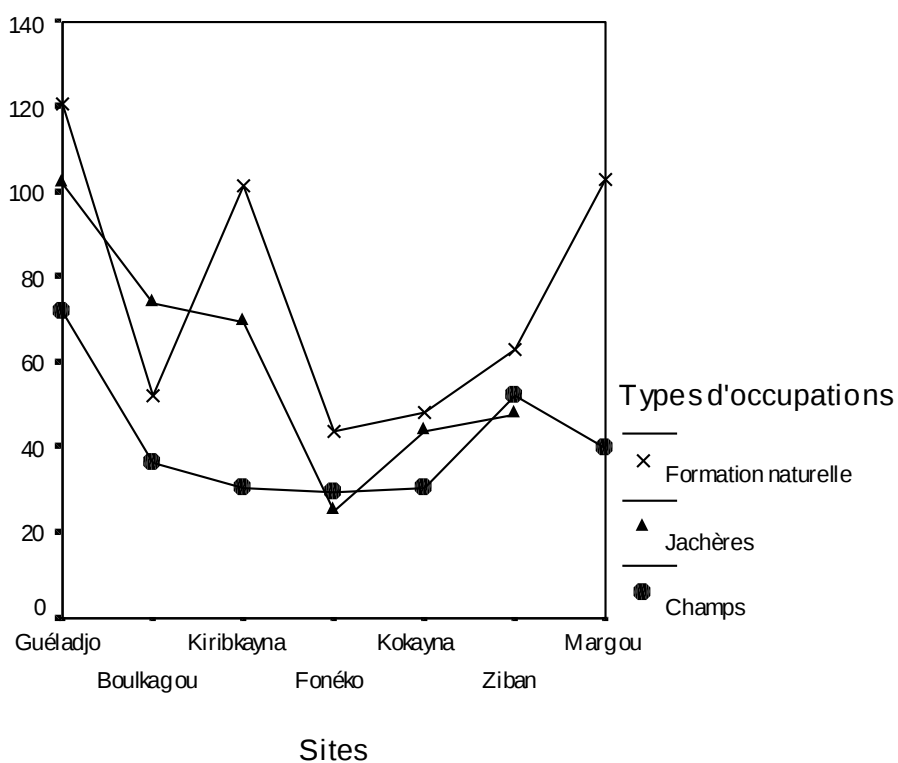


Figure 27: Nombre moyen de pieds des espèces ligneuses dans les types d'occupation de terres

3.4.4.3. Importance relative du nombre de pieds des espèces ligneuses en partant du village vers la brousse

Le nombre moyen de pieds par unité de surface utilisée permet de voir la distribution spatiale de ligneux en partant du village vers la brousse. Statistiquement, il existe une différence très significative ($p < 0,01$) entre sites et distance. Excepté le site de Guéladjo qui a un nombre moyen de pieds de 83,8 au niveau d1, pour tous les autres sites, le nombre moyen de pieds à côté du village est inférieur comparé aux autres distances (Figure 28). D'une manière générale, le nombre moyen de pieds commence à croître à partir de d1.

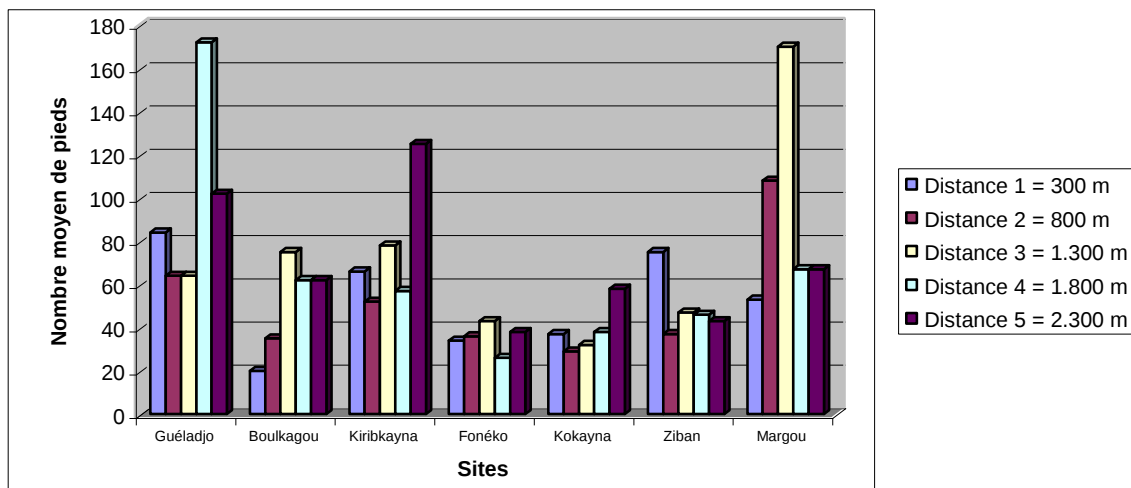


Figure 28: Nombre moyen de pieds adultes suivant les distances

Cette situation peut s'expliquer par l'influence des activités humaines à côté du village.

Le coefficient de corrélation de Pearson utilisée pour chercher des corrélations entre les différents paramètres montre qu'il existe des relations positives significatives entre nombre moyen d'espèces et nombre de rejets ($p < 0,05$) et nombre d'espèces et nombre de pieds adultes ($p < 0,01$) même si les coefficients de corrélation sont faibles (0,12 et 0,25 respectivement). La corrélation la plus significative se trouve entre le nombre de rejets et le nombre de pieds adultes (coefficient de corrélation de 0,52 à $p < 0,01$).

3.4.4.4. Discussion

La présente étude montre que la diversité en termes de nombre d'espèces par placette est plus importante dans les sites Guéladjo et Boulkagou en zone semi-aride que dans ceux de la zone aride. Cependant, la réciproque de l'indice de Simpson utilisée pour apprécier la diversité dans un écosystème donné (Hall et Okali, 1979) donne des résultats plus ou moins différents de ceux obtenus par la méthode statistique ANOVA qui a donné le nombre moyen d'espèces par unité de surface. En considérant cette dernière méthode, le nombre d'espèces est plus important dans le site de Margou que dans les autres sites.

Dans les types d'occupation de terres, les deux méthodes donnent les mêmes résultats pour le site de Guéladjo. La diversité est plus importante dans les champs que dans les autres types d'occupation de terres. Les sites de la zone semi-aride notamment Ziban et Fonéko sont pauvres en nombre d'espèces dans les types d'occupation de terres. Dans tous les sites des deux zones bioclimatiques, les résultats montrent qu'il y a plus de diversité dans les champs que dans les autres types d'occupation de terres.

En plus de la considération bioclimatique, un autre facteur qui peut expliquer la pauvreté en terme de diversité des espèces dans les sites et les types d'occupation de terres de la zone aride, est probablement le nombre élevé d'animaux avec leurs effets négatifs sur la diversité des espèces ligneuses. Ces deux facteurs ont été mis en évidence pour leurs actions sur l'environnement et plus précisément sur les espèces ligneuses par (GEMS, 1988 ; Grouzis, 1988).

Des assumptions les plus répandues affirment que les activités humaines ont un effet négatif sur la diversité des espèces ligneuses. Ces activités humaines sont plus importantes à côté des agglomérations. Ces assumptions peuvent être vraies pour tous les sites excepté le site I où il est apparu un nombre important d'espèces ligneuses à côté du village. Aussi, les résultats de la présente étude montrent qu'à la distance d5 (2,300 m) du village, le nombre d'espèces ligneuses décroît. Des investigations plus poussées pourraient définir les causes de cette régression.

Le potentiel de régénération tel que défini dans la présente étude est variable suivant les sites, les types d'occupation de terres, la distance du village vers la brousse et les espèces. Deux sites appartenant à une même zone bioclimatique ont un nombre moyen de rejets différent ; Aussi, une même espèce a un potentiel de régénération différent dans des sites d'une même

zone bioclimatique, des types d'occupation de terres d'un même site et sur des distances différentes en quittant les agglomérations, dans un même site. Cet état de fait indique que le potentiel de régénération ou la capacité d'une espèce à se régénérer dans un environnement donné dépend d'un certain nombre de facteurs dont entre autres les facteurs intrinsèques du milieu physique et biologique et les activités liées à l'homme.

L'importance relative du nombre de pieds dans les sites étudiés montre que le nombre de pieds par placette est plus important dans le site de Guéladjo et celui de Margou des zones semi-aride et aride respectivement. Les deux autres sites les suivent en termes de nombre moyen de pieds par placette.

En termes de nombre de pieds par placette, la moyenne des pieds de la zone semi-aride est supérieure à celle de la zone aride. Cette situation peut avoir son explication dans les conditions d'humidité des milieux, la zone semi-aride étant plus arrosée que la zone aride : par ailleurs, les activités humaines (élevage et agriculture) sont plus accentuées dans la dernière zone.

Par rapport à l'importance relative des espèces considérées, il apparaît que celle-ci est variable suivant les zones bioclimatiques et par conséquent, les sites s'y trouvant.

3.4.4.5. Conclusion partielle

Cette étude a permis de dégager un certain nombre de points qui peuvent ouvrir des voies pour des investigations plus poussées notamment sur l'impact des activités humaines sur la diversité des espèces ligneuses. Elle a apporté une contribution dans une meilleure connaissance du comportement de la composante ligneuse dans deux zones sahéliennes en particulier sur la dynamique des espèces ligneuses dans les types d'occupation de terres et la possible influence de l'homme sur la végétation en partant des agglomérations vers la brousse.

3.5. Régression des espèces ligneuses

Les espèces confirmées disparues dans les terroirs visités sont nombreuses et le nombre varie d'un site à un autre et d'une zone bioclimatique à une autre. Elles sont confirmées disparues parce qu'une confrontation a été faite entre les informations fournies par les populations et la situation actuelle sur le terrain.

Tableau 30: Espèces confirmées disparues des terroirs

Espèces disparues	Sites						
	Guéladjo	Boulkagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
<i>Acacia macrostachya</i>				X			
<i>Adansonia digitata</i>				X	X	X	X
<i>Albizzia chevalieri</i>				X			
<i>Annona senegalensis</i>					X		X
<i>Anogeissus leiocarpus</i>					X		
<i>Boscia angustifolia</i>						X	
<i>Cadaba farinosa</i>			X	X	X	X	
<i>Cassia sieberiana</i>					X	X	
<i>Cissampelos mucronata</i>				X			
<i>Combretum aculeatum</i>			X				
<i>Combretum micranthum</i>							X
<i>Combretum nigricans</i>				X			
<i>Commiphora africana</i>							X
<i>Detarium microcarpum</i>			X				
<i>Diospyros mespilliformis</i>				X			X
<i>Entada africana</i>							X
<i>Ficus ingens</i>	X		X				
<i>Grewia bicolor</i>			X	X	X	X	X
<i>Grewia flavescens</i>						X	X
<i>Grewia tenax</i>	X			X			X
<i>Khaya senegalensis</i>		X				X	
<i>Lannea acida</i>				X			X
<i>Maerua angolensis</i>			X				
<i>Parkia biglobosa</i>							X
<i>Prosopis africana</i>			X	X		X	X
<i>Pterocarpus erinaceus</i>					X		
<i>Sclerocaya birrea</i>						X	
<i>Sterculia setigera</i>	X			X			
<i>Stereospermum kunthianum</i>				X			
<i>Terminalia avicennoides</i>			X				
<i>Vitex doniana</i>			X				X
<i>Ximenia americana</i>	X				X	X	
Total	4	1	9	13	8	10	13

Il ressort du tableau 30 que les sites appartenant à la zone aride contiennent plus d'espèces disparues que ceux des autres zones bioclimatiques (semi-aride et intermédiaire).

Parmi les espèces, celles qui possèdent un pourcentage élevé de disparition par rapport à l'ensemble, du point de vue répartition par rapport aux sites toute zone bioclimatique confondue, sont : *Grewia bicolor* (8,62%), *Cadaba farinosa* (6,9%), *Adansonia digitata* (6,9%), *Prosopis africana* (6,9%), *Grewia tenax* (5,17%) et *Ximenia americana* (5,17%). Ce pourcentage est obtenu par rapport au nombre d'espèces disparues dans les sites.

A part *Prosopis africana*, toutes ces espèces qui ont un pourcentage élevé sont des espèces ligneuses alimentaires. *Prosopis africana* est une espèce qui est très recherchée par la population dans ces zones à cause de son bois très prisé et de son utilisation importante en pharmacopée traditionnelle.

3.5.1. Causes de disparition des espèces

Plusieurs causes de disparition ont été évoquées par les populations des terroirs étudiés.

Les effets de ces causes sont variables d'un site à un autre et d'une zone bioclimatique à une autre. D'une manière générale, les causes les plus évoquées par les populations par ordre d'importance sont : insuffisance des pluies (32,61%), sécheresse (28,26%), exploitation pour pharmacopée (15,22%), feux de brousse (5,07%), vents (4,35%), manque de régénération naturelle (3,62%) et vieillissement des sujets (2,9%) (Tableau 31).

Les causes les plus importantes d'après les paysans sont d'ordre naturel. Les seules causes d'ordre anthropique qu'on peut considérer comme importantes sont l'exploitation pour la pharmacopée, les feux de brousse et peut être le manque de régénération naturelle qui est une cause anthropique indirecte.

Tableau 31: Contribution spécifique (%) des causes évoquées à la disparition des espèces

Causes de disparition	Sites						
	Guéladjo	Boukagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko
Attaque parasitaire	33,34					4,35	
Coupe abusive				2,94		4,35	
Défrichement				2,94			
Déracinement			4,35				
Ecorçage				2,94			4
Exploitation pour pharmacopée		33,33	26,09	11,76	16,67	21,74	4
Feux de brousse					29,17		
Insuffisance des pluies	50	33,33	30,43	35,29	30,43	26,09	44
Manque de régénération naturelle				5,88	33,33		12
Sécheresse	16,66	33,33	34,78	11,76		34,78	36
Tarissement des points d'eau				5,88			
Vents			4,35	14,71			
Vieillessement des sujets				5,88		8,7	

3.5.2. Importance des superficies et types de peuplements occupés par les espèces autrefois

Les superficies occupées par les espèces disparues sont relativement importantes à de degré divers. 51,72 % des personnes enquêtées ont affirmé que les superficies sont importantes et le reste a répondu par l'affirmative.

Cette importance des superficies dépend du type de peuplement que formaient ces espèces dans les différents terroirs.

D'une manière générale, les espèces étaient sous forme de pieds dispersés dans les terroirs (50% du total de types de peuplement occupés par les espèces). Les peuplements denses occupent 18,97% et les peuplements très denses font 13,79%. Les peuplements présentant certaines particularités relatives aux conditions du terrain occupent aussi une place relativement importante (tableau 32).

Au sein d'un même terroir ou d'une zone bioclimatique la variabilité est nette en ce qui concerne la proportion de types de peuplements.

Tableau 32: Proportion de types de peuplements occupés par les espèces disparues

Sites	Proportion (%) de types de peuplement							
	Peuplement dense	Peuplement dense dans les endroits humides	Peuplement dense par endroit	Peuplement dispersé	Peuplement plus ou moins dense	Peuplement très dense	Pieds dispersés	Pieds groupés par endroit
Guéladjo	50						50	
Boulkagou							100	
Kiribkayna	11,11				11,11	22,22	55,56	
Margou	15,38			23,08	7,69	15,38	30,77	7,69
Kokayna	25	12,5					62,5	
Ziban	20	10	10				60	
Fonéko	15,38	7,69				30,77	46,15	
% de l'ensemble	18,97	5,17	1,72	5,17	3,45	13,79	50	1,72

3.5.3. Solutions préconisées par les populations pour la réintroduction des espèces disparues

Les populations ont eu à faire des propositions pour des solutions afin d'atténuer le phénomène.

Onze solutions possibles ont été proposées par les populations des sites visités. Ces solutions sont variables d'un site à un autre. Parmi les propositions faites, la plantation et le semis direct des espèces ligneuses disparues constituent à elles seules 65,19% avec respectivement 41,48% et 23,71%. La plantation a été citée dans tous les villages et le semis direct dans cinq sur les sept sites enquêtés. Elles sont suivies par la sensibilisation de la population, la protection et la disponibilité des semences avec respectivement 8,89%, 6,67% et 5,49% respectivement (tableau 33).

Toutes ces solutions peuvent être envisageables par les différents acteurs en vue de réduire ou atténuer le fléau.

Tableau 33: Solutions proposées par les populations

Solutions	Proposition (%) par rapport aux sites							% de l'ensemble
	Guéladjo	Boukagou	Kiribkayna	Margou	Kokayna	Ziban	Fonéko	
Bouturage	25		4,5					1,48
Disponibilité en semences			9,09	12,12			3,45	5,49
Disponibilité en eau							10,34	2,22
						4,35	13,79	3,7
Entretien des plantations								
Interdiction de coupe			4,55	6,06				2,22
Mise en défens			9,09	9,09				3,7
Plantation des espèces	75	50	36,36	42,42	31,82	43,48	44,83	41,48
Protection		50		3,03	9,09	4,35	13,79	6,67
Responsabiliser la population						4,35		0,74
Semis direct			36,36	27,27	27,27	21,74	10,35	23,71
Sensibilisation de la population						21,74	3,45	8,89

3.5.3.1. Utilisations des espèces

3.5.3.1.1. Consommation humaine

Les résultats de l'enquête montrent que 86,96% des espèces disparues sont utilisées dans la consommation humaine contre 13,04%.

Les organes consommés sont variables suivant les espèces.

Les feuilles constituent 55,79% des organes consommés ; elles sont suivies des fruits (38,95%). A Margou, tous les organes sont consommés. C'est le site qui se situe à l'extrême nord de la zone aride. Le degré de consommation des organes dépend des zones

bioclimatiques. C'est dans la zone aride que l'on constate que tous les organes sont consommés du moins à travers les résultats de cette enquête (tableau 34).

Tableau 34: Organes consommés

Sites	Organes consommés (%)			
	Bourgeons	feuilles	fleurs	fruits
Guéladjo		50,00		50,00
Boukagou		100,00		
Kiribkayna		64,29		35,71
Margou	5,26	57,89	5,26	31,58
Kokayna		50,00	7,14	42,85
Ziban		52,94	11,76	35,29
Fonéko		54,17		45,83
% par rapport à l'ensemble	1,05	55,79	4,21	38,95

Le mode de consommation est fonction de l'espèce et de l'organe exploité.

Pour les espèces ligneuses disparues, les organes sont consommés sous forme de fruits soit à l'état frais (35,41%) soit à l'état sec (20,83). Des transformations de ces organes sont possibles soit une seule espèce soit plusieurs espèces en mélange pour rendre le produit plus apte à la consommation. Les modes de consommation sont : bouillie (10,42%), sauce (10,42%) et assaisonnement (2,08%) (Tableau 35).

Dans la zone aride, tous les organes sont consommés soit à l'état cru ou transformés.

Le degré de consommation atteint 79,31% pour les organes des espèces disparues.

Le coefficient de corrélation de Pearson montre qu'il existe une corrélation négative à $p < 0.01$ de probabilité entre la consommation humaine et le degré de consommation et le mode d'exploitation des organes consommés avec respectivement $R^2 = -0,75$ et $R^2 = -0,41$. La corrélation est positive entre le degré de consommation et le mode d'exploitation des organes consommés avec $R^2 = 0,42$.

Tableau 35: Mode de consommation des organes

Sites	Mode de consommation (%)									
	Assaisonnement	Bouillie	Feuilles en mélange	Fleurs	Fruits frais	Fruits secs	Gomme	Jus	Non	Sauce
Guéladjo					66,67	33,33				
Boulkagou										
Kiribkayna		16,67	16,67		50	16,67				
Margou	7,69	15,38			30,77	7,69	7,69	7,69	7,69	15,38
Kokayna		16,67			16,67	33,33		16,67		16,67
Ziban		12,5	12,5		25	25		12,5		12,5
Fonéko				8,33	41,67	25		8,33		8,33
% par rapport à l'ensemble	2,08	10,42	4,17	2,08	35,41	20,83	2,08	8,33	2,08	10,42

3.5.3.1.2. Consommation animale

Toutes les espèces disparues sont consommées par les animaux. Les organes consommés sont les feuilles, les bourgeons, les fleurs et les fruits.

Les feuilles constituent à 56,12% des organes consommés par les animaux pour les espèces disparues. Elles sont suivies des fruits 38,37%. Dans la zone aride, tous les organes sont consommés alors que dans la zone semi-aride, seules les feuilles et les fruits ont été évoqués (tableau 36).

Le broutage constitue le seul mode de consommation des organes.

Aucune corrélation n'existe entre la disparition des espèces et la consommation animale d'après le test de corrélation avec le coefficient de Pearson.

Tableau 36: Proportion des organes consommés par les animaux dans les sites

Sites	Organes consommés (%)			
	Bourgeons	Feuilles	Fleurs	Fruits
Guéladjo		50,00		50
Boulkagou		100,00		
Kiribkayna		64,29		35,71
Margou	4,55	59,09	4,55	31,82
Kokayna		50,00	7,14	42,85
Ziban		52,94	11,76	35,29
Fonéko		54,17		45,83
Total	1,02	56,12	4,08	38,37

3.5.3.1.3. Utilisation du bois des espèces disparues

Le bois de toutes les espèces disparues est utilisé pour divers services.

Le bois des différentes espèces est utilisé à 60,44% comme bois-d'énergie, 20,88% comme bois d'œuvre et de services et 18,68% comme bois de service (tableau 37) seulement.

Le bois de ces espèces donne un charbon de bonne qualité à 40%, de qualité moyenne 32,23% et de mauvaise qualité 27,27% (tableau 38).

Tableau 37: Types de bois utilisés

Sites	Proportion du bois utilisé (%)		
	Chauffe	Oeuvre et services	Services
Guéladjo	66,67		33,33
Boulkagou	50,00	50,00	
Kiribkayna	52,94	23,53	23,53
Margou	68,42	15,79	15,79
Kokayna	53,85	15,38	30,77
Ziban	60,00	26,67	13,33
Fonéko	63,16	26,32	10,53
Total	60,44	20,88	18,68

Tableau 38: Qualité du charbon des espèces disparues

Sites	Qualité du charbon (%)		
	Bonne	Mauvaise	Moyenne
Guéladjo	50,00	50,00	
Boulkagou	100,00		
Kiribkayna	33,33	55,56	11,11
Margou	46,15	30,77	23,08
Kokayna	28,57	14,29	57,14
Ziban	33,33		66,67
Fonéko	41,67	25,00	33,33
Total	40,00	27,27	32,73

Le bois des espèces disparues est utilisé à 39% pour la construction des maisons, 26% pour les manches d'outils. Les réponses aberrantes constituent 24% en ce qui concerne l'utilisation du bois d'œuvre et services (figure 29).

Le bois est utilisé à des degrés différents dans les différents sites et au sein des zones bioclimatiques.

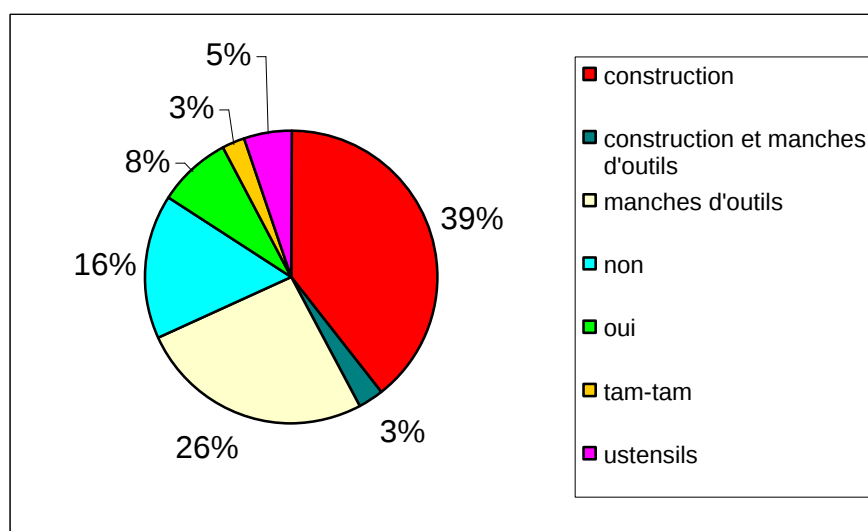


Figure 29: Proportion de différents types d'utilisations du bois d'œuvre et de services

Dans tous les sites, le degré d'utilisation du bois des espèces disparues est important dans tous les sites à 76,36%, moyen à 10,91% et 12,73% (tableau 39).

Le coefficient de corrélation de Pearson montre qu'il existe une corrélation négative entre la disparition des espèces et la qualité du charbon ; une corrélation positive est observée entre la qualité du charbon et l'utilisation du bois d'œuvre et de services à 5% de probabilité ($R^2 = 0,44$).

Tableau 39: Degré d'utilisation du bois

Sites	Degré d'utilisation du bois (%)		
	Faible	Important	Moyen
Guéladjo		50,00	50,00
Boulkagou		100,00	
Kiribkayna	33,33	55,56	11,11
Margou	30,77	53,85	15,38
Kokayna		85,71	14,29
Ziban		100,00	
Fonéko		100,00	
Total	12,73	76,36	10,91

3.5.3.1.4. Pharmacopée traditionnelle

Toutes les espèces sont utilisées en pharmacopée dans les sites et les zones bioclimatiques.

Les organes utilisés dans la pharmacopée traditionnelle sont les feuilles (33,96%), les écorces de tronc (33,33%) et les racines (32,70%).

Les organes sont exploités pour l'utilisation en pharmacopée par l'écorçage (34,59%), arrachage (33,33%) et déracinement (32,08%).

Le degré d'exploitation des organes est important à 94,55% et le mode d'utilisation est composé de la décoction des organes (98,25%) et la préparation de poudre de feuilles ou de racines (1,75%).

Le coefficient de corrélation de Pearson montre qu'il existe une corrélation négative entre la disparition des espèces et le mode d'exploitation des organes pour la pharmacopée à 5% de probabilité ($R^2 = 0,24$).

3.5.4. Discussion

Les résultats de cette étude montrent que trente deux espèces ligneuses ont disparu dans l'ensemble des sept sites. Les espèces ligneuses disparues sont plus nombreuses dans la zone aride que dans les deux autres zones. Le nombre d'espèces disparues est variable suivant les sites et les zones bioclimatiques. Les espèces les plus touchées par ce phénomène sont les espèces ligneuses alimentaires. Cet état de fait laisse présager que même si les causes naturelles ont été davantage évoquées par la population comme étant les principales causes de disparition, les causes anthropiques ont joué également un rôle.

En effet, parmi les douze principales causes de disparition, sept d'entre elles sont d'origine anthropique. Cependant la contribution spécifique des causes de disparition est plus importante pour les causes d'origine naturelle telles que la sécheresse et l'insuffisance de pluies. Ces résultats confirment plusieurs écrits sur les causes de disparition des espèces (Grouzis et Albergel, 1986 ; Larwanou, 2000).

Les sécheresses répétitives et la répartition anormale dans le temps et dans l'espace des pluies peut être considérée comme étant la cause la plus cruciale pour la disparition des espèces (Hiernaux, 2001).

La majorité des espèces disparues sont sous forme des pieds dispersés dans les champs. Ceci reflète la typologie des parcs agroforestiers qui sont une caractéristique des systèmes sahéliens (Ountéini, 1994). Les pieds dispersés des espèces disparues dans les champs représentent 50% de types de peuplements des espèces dans la zone d'étude.

Les solutions préconisées par les populations sont réalistes et réalisables. Ceci laisse penser que malgré que l'homme cause des effets néfastes sur l'environnement, il peut néanmoins intervenir pour renverser la tendance. La plantation et le semis direct des espèces sont des solutions qui peuvent réussir même si elles sont dépendantes d'un facteur limitant qui est l'eau.

Les différents types d'utilisation des espèces pour le bien-être de la population ont des effets très néfastes pour l'environnement. L'utilisation des espèces pour la consommation humaine porte préjudice à l'expansion de beaucoup d'espèces ligneuses alimentaires qui sont le plus touchées par le phénomène de disparition. Les organes consommés et le mode d'exploitation de ces derniers sont corrélés à la disparition des espèces. Les organes consommés à savoir les

bourgeons, les feuilles, les fruits, les fleurs sont des parties qui entrent dans le développement des espèces ligneuses. Une fois prélevées, la plante est handicapée et son développement est compromis.

L'utilisation du bois comme source d'énergie est fortement corrélée à la disparition des espèces surtout si l'espèce ligneuse donne de charbon de bonne qualité. La construction des maisons est une nécessité pour les populations et elle ne peut se faire sans utilisation du bois ; ce qui confirme le fort pourcentage de cette activité dans les utilisations du bois.

Compte tenu de la paupérisation progressive des populations et du besoin croissant du bois pour divers usages, le degré d'utilisation de cette ressource qui se raréfie progressivement, est très important à plus de 76%.

3.5.5. Conclusion partielle

Le phénomène de disparition des espèces ligneuses dans les zones bioclimatiques considérées est alarmant surtout dans la zone aride où, non seulement la moins riche en terme de diversité biologique des ligneux, mais aussi, le besoin est croissant pour différents usages avec le croît démographique et les effets néfastes du climat.

Les différentes causes de disparition des espèces peuvent être maîtrisées en se servant des propositions faites par les populations elles mêmes. Cependant, un effort supplémentaire doit être consenti par les différents acteurs afin d'appuyer les populations qui dépendent en grande partie de ces espèces pour leur survie.

CHAPITRE 6 : Végétation herbacée

1 Introduction

1.1. Diversité des herbacées

La végétation sahélienne est constituée essentiellement de deux éléments majeurs à savoir la strate herbacée composée principalement de plantes annuelles, en particulier des graminées, et d'un peuplement ouvert de plantes ligneuses. Le couvert herbacé sahélien est caractérisé par une stratification spatiale dans les zones bioclimatiques (Boudet, 1978). Le type de végétation herbacée est strictement lié au climat, aux sols et aux types d'occupations de sols. La végétation sahélienne est extrêmement variable tant dans sa composition floristique que dans la production de biomasse ne serait ce que sur son étroite dépendance de la pluviométrie qui est très variable au Sahel (Peyre de Fabrègues, 1984). Ainsi, Rattray (1969) propose une classification des tapis graminéens d'où il ressort que dans la partie ouest du Niger, on trouve les types C1 (*Cenchrus biflorus* Roxb et *Eragrostis tremula* Steud) des climats désertiques et subdésertiques et An (*Andropogon gayanus* Kunth) des climats tropicaux semi-humides prévalent.

La végétation de l'ouest nigérien est constituée de deux grands ensembles à savoir la savane arbustive et la steppe herbeuse à fourrés (Trochain, 1957).

Les types d'occupation de sols influent beaucoup sur le type de couvert herbacé tant sur la diversité, le recouvrement et la biomasse (Dan Jimo, 2000).

De tous ces facteurs, le climat paraît être le plus préoccupant quant au maintien d'une diversité à long terme de la composante herbacée. La rigueur climatique due notamment à la sécheresse de l'air, désavantage les succulentes et les herbacées pérennes alors que la régularité de la distribution saisonnière des pluies favorise les annuelles (Hiernaux, 2001). Cependant, les rares pérennes rencontrées en zone sahélienne telles que *Aristida sieberiana*, *Panicum turgidum* Forssk et même *Andropogon gayanus* sont plutôt favorisées par les perturbations qui accompagnent les défrichements ou les fortes pressions de pâture (Hiernaux, 1998).

La diversité floristique des espèces herbacées sur un gradient climatique n'a été que rarement abordée par certains auteurs. La cartographie des pâturages et les études de mise en valeurs ont été conduites depuis les années 1960 (Peyre de Fabrègues, 1963 ; 1965 et 1976 ; Peyre de Fabrègues et Rosseti, 1971). C'est surtout dans la zone semi-aride que des travaux ont été

conduits. Dans cette zone bioclimatique plus particulièrement dans la région de Gaya, 10 groupements floristiques dont ceux des herbacées ont été mis en évidence (Danjimo, 2000). La compréhension de la répartition spatiale de la diversité floristique des espèces herbacées le long d'un gradient pluviométrique, permettra d'apprécier l'importance affichée de cette diversité et au delà guidera les interventions futures dans la gestion et l'amélioration du pâturage herbacé.

1.2. Biomasse herbacée

La biomasse du couvert herbacé est utilisée en aménagement du pâturage comme étant un moyen de déterminer la capacité de charge d'un parcours, d'une formation naturelle et bien d'autres types d'occupation de sols. Cette biomasse est exprimée en terme de poids sec de la masse des herbes contenue dans une unité de surface. En plus de cette considération quantitative, l'appréciation qualitative est importante en vue de déterminer la qualité du pâturage. Cette qualité du pâturage est déterminante en ce sens que les animaux ont des préférences des espèces herbacées (Hiernaux, 2001). Au moment des pâtures, les animaux, en cas d'abondance du pâturage, font une sélection naturelle des espèces compte tenu des facteurs goût, succulence et odorat. C'est cette sélection spécifique qui permet de déterminer la qualité du pâturage après un passage d'animaux dans une aire donnée. D'autres moyens techniques permettent de déterminer la qualité bromatologique d'un couvert herbacé. C'est notamment l'analyse bromatologique des espèces prises individuellement ou collectivement qui est utilisée en vue de déterminer la teneur en éléments nutritifs, plus précisément la teneur en azote totale. La qualité d'une biomasse herbacée peut aussi être vue sous l'angle de la quantité de la biomasse sèche des composantes d'un ensemble de groupes herbacés. Il s'agit précisément des légumineuses, des graminées et autres espèces n'appartenant pas à ces deux grands groupes. La biomasse d'un couvert herbacé est considérée comme riche en terme de la qualité, si celle-ci renferme une quantité importante de légumineuses herbacées. Cette situation peut être évaluée en termes du nombre d'espèces herbacées légumineuses ou de leur biomasse.

Au Sahel, des travaux ont été menés pour la compréhension de la dynamique des parcours, la capacité de charge et les principes d'aménagements des pâturages (Boudet, 1969 ; Peyre de Fabrègues, 1967 ; Bartels *et al*, 1993 ; Cissé, 1986).

En dehors d'une vue globale des pâturages dans les parcours et les formations naturelles, il faudrait considérer une particularité importante du Sahel, qui joue un rôle très prépondérant et

contribue substantiellement dans l'alimentation du bétail. C'est le pâturage herbacé existant dans les champs de cultures et les jachères qu'il ne faut pas négliger lorsqu'on aborde l'idée du pâturage au Sahel. La majorité des travaux menés jusqu'à aujourd'hui dans ces types d'occupation de sols ont concerné la composition floristique et la régénération (Renard *et al*, 1993).

Les pâturages sahéliens ont de tout temps été considérés comme appartenant à une zone biogéographique donnée qui est comprise au Niger entre le 14^{ème} et le 18^{ème} parallèle. Des travaux effectués dans ce domaine depuis 1961 (Peyre de Fabrègues, 1963 ; 1965 ; 1967 ; 1968 ; 1970 ; Boudet, 1969 ; Peyre de Fabrègues et Rosseti, 1971 ; Rippstein et Peyre de Fabrègues, 1972) se sont concentrés dans cette zone. Cette situation est maintenant dépassée car l'élevage est aujourd'hui, au Niger, pratiqué dans toutes les zones biogéographiques.

Dans la bande sud du pays, les travaux menés sont ponctuels. Une étude traitant de l'évolution de la biomasse et de sa qualité sur un gradient pluviométrique au Niger est quasi-inexistante. La présente étude non seulement aborde cet aspect mais aussi se penche sur la contribution des types d'occupation de sols (formations naturelles, champs et jachères) dans la compréhension de la dynamique de la biomasse et de sa qualité dans les zones semi-aride et aride du Sahel nigérien.

2 Matériel et méthodes

2.1. La diversité biologique des espèces herbacées

Les données ont été collectées en mi-septembre, période à laquelle toutes les espèces herbacées sont parfaitement reconnaissables et en fin de cycle.

Des transects radiaires ont été suivis d'un bout à l'autre du terroir villageois à travers toutes les unités physiographiques et les types d'occupation de sols. Plusieurs transects ont été retenus lorsque ces derniers n'ont pas les mêmes configurations physiographiques et types d'occupation des sols.

La méthode d'étude phytosociologique utilisée est la méthode de quatre points centrés (Cottam et Curtis, 1956). Le long de chaque transect, des parcelles de 10 m x 10 m soit 100 m² sont placées à chaque 500 m. Au sein de chaque placette, 5 quadrats de 1 m² sont posés dont 4 dans les angles et 1 au centre de la parcelle. Cette méthode a été utilisée parce qu'elle

permet d'avoir moins de variations entre les moyennes des distances, beaucoup de données pour des espèces prises individuellement et qu'elle est moins sujette au biais subjectif.

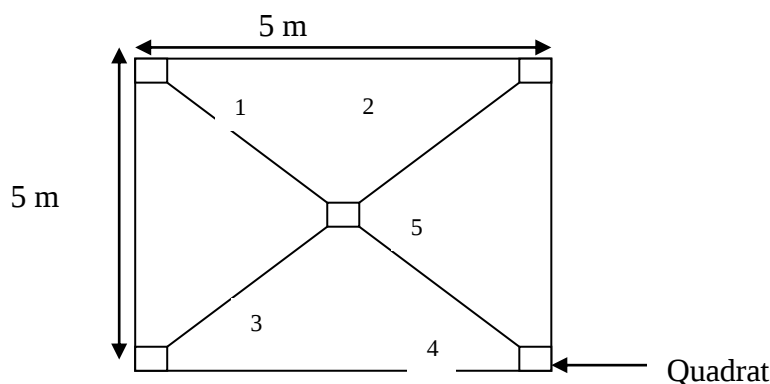


Figure 30: Matérialisation des quadrats de relevés sur une placette de 25 m²

Dans chaque quadrat, toutes les espèces herbacées sont identifiées et recensées. Celles qui n'ont pas pu être identifiées sont recensées, collectées sous forme d'herbier pour une identification ultérieure au laboratoire de biologie végétale de l'Université de Niamey.

L'analyse des données collectées a concerné d'abord les sites puis les types d'occupation des sols dans les sites des zones bioclimatiques considérées.

Toutes les espèces identifiées sont classées afin de déterminer le nombre total d'espèces par site et par types d'occupations de sols. Le logiciel SPSS a été utilisé pour le calcul du nombre moyen d'espèces par quadrat à l'échelle des sites et des types d'occupations de sols. L'analyse de variance (ANOVA) a été faite pour déterminer la différence significative entre les sites. Un test de régression a été fait afin de déterminer les relations entre les site et types d'occupations en termes de diversité biologique des herbacées.

Les tests de Post hoc pour les comparaisons multiples en terme du nombre moyen d'espèces par quadrat a permis de déterminer la différence la moins significative entre les sites et la signification statistique de ces différences. L'objectif de ce test est de confirmer ou infirmer les conclusions tirées des analyses précédentes. Le test de Duncan a été utilisé pour classer les sites en groupes suivant leur importance en diversité floristique des herbacées.

L'abondance relative des espèces est exprimée comme étant l'importance fréquentielle (IF). Cette importance fréquentielle est définie comme étant le quotient du nombre de fois où une

espèce est recensée dans les quadrats à l'échelle du site sur le nombre de quadrats posés dans un site ou type d'occupation de sols donnés. Elle est exprimée en pourcentage. D'une manière générale, l'abondance relative d'une espèce est exprimée sur la base du nombre d'individus par unité de surface.

2.2. La biomasse et la qualité des pâturages

Au niveau de chaque site, des transects ont été suivis avec comme repère le village. Ces transects sont matérialisés de façon à couvrir toutes les unités physiographiques et types d'occupation de sols dans chaque terroir afin de prendre en compte le maximum d'hétérogénéité au sein d'un site. Le nombre de transects est variable suivant les sites car ces derniers n'ont pas la même configuration géomorphologique.

La méthode d'étude phytosociologique utilisée est celle de quatre points centrés comme décrite ci-haut.

Les données ont été collectées en mi-septembre, période à laquelle le cycle phénologique de toutes les espèces herbacées est atteint au Sahel. Elles peuvent donc être identifiées sans aucune difficulté.

Au niveau de chaque placette, le recouvrement de chaque quadrat est déterminé par estimation du pourcentage de l'espace couvert au sein du quadrat ainsi que la hauteur moyenne du couvert herbacé dans le quadrat avec une règle graduée de 1m. Le recouvrement est défini théoriquement comme étant le pourcentage de la surface qui serait recouvert si on projetait verticalement sur le sol les organes aériens des plantes (Ndiaye, 1986). Le recouvrement est exprimé en pourcentage (%) et la hauteur en centimètre (cm). Puis, le contenu de chaque quadrat (m²) est coupé suivant trois groupes d'herbacées (légumineuses (L), graminées (G) et autres types d'espèces (A) n'appartenant pas à ces deux groupes). Chaque groupe est étiqueté et mis dans un sac en toile. Les trois groupes (dépendamment des quadrats) de la même parcelle sont mis dans un sac de format supérieur. Cette subdivision en groupe permettra de déterminer la qualité du couvert herbacé en terme du poids des légumineuses. En effet, les légumineuses, compte tenu du pourcentage de l'azote total qu'elles contiennent sont utilisées pour apprécier la qualité du pâturage.

Les échantillons de chaque site sont directement transportés au laboratoire pour un séchage au soleil pendant une semaine puis mis à l'étuve à 70°C pendant 48 heures afin d'avoir le poids sec. Le contenu de chaque sac est pesé avec une balance de précision 10 g. Afin de

préparer les données pour les analyses statistiques, un classement par site et par types d'occupation de sols au sein d'un site et zone bioclimatique considérés est fait.

Les logiciels EXCEL et SPSS ont été utilisés pour les différentes analyses. Ainsi, cinq types d'analyses ont été faites.

- 1) la moyenne par quadrat par site et par types d'occupation de sols de la biomasse sèche totale et par groupes d'herbacées pour la qualité du pâturage. Cette analyse est faite pour le recouvrement et la hauteur du couvert herbacé par quadrat sans distinction de groupes d'herbacées.
- 2) l'analyse de variance pour déterminer la différence significative entre les sites et les types d'occupation de sols dans les zones bioclimatiques en terme de la biomasse totale par quadrat et de la proportion de celle de groupes d'herbacées par quadrat.
- 3) La comparaison multiple pour déterminer la différence des moyennes la moins significative entre les sites, les types d'occupations de sols pour la biomasse totale par m² et par groupes d'herbacées.
- 4) Le test de corrélation entre la biomasse totale, le recouvrement et la hauteur du couvert herbacé à l'échelle des quadrats aux niveaux villages et types d'occupation de sols afin de déterminer le lien entre ces variables.
- 5) Le test de régression pour le paramètre biomasse sèche entre les sites et types d'occupation de sols.

3 Résultats

3.1. Diversité floristique à l'échelle des sites et des types d'occupations de sols

3.1.1. Nombre total d'espèces herbacées

Le nombre total d'espèces herbacées recensées et identifiées dans les sites et types d'occupation de sols est très variable. Les sites de la zone semi aride (Guéladjo et Boulkagou) ont un nombre total d'espèces plus important que ce soit à l'échelle des sites ou des types d'occupation de sols (tableau 40). Ils sont suivis d'une manière générale du site de la zone intermédiaire (Kribkayna) sauf dans les jachères où les sites de la zone aride (Margou, Kokayna, Ziban et Fonéko) présentent des chiffres très importants. Il faut noter qu'au niveau

de Fonéko, situé dans la zone aride, le nombre d'espèces herbacées dépasse ceux des autres sites de la même zone bioclimatique.

Tableau 40: Nombre total d'espèces identifiées et recensées

Sites	Echelle des sites	Types d'occupation des sols		
		Formations		
		naturelles	Parcs agroforestiers	Jachères
Guéladjo	63	40	26	45
Boullagou	38	33	28	
Kribkayna	40	28	30	11
Margou	24	24	7	10
Kokayna	30	18	18	20
Ziban	31	16	22	22
Fonéko	39	29	21	23

3.1.2. Nombre moyen d'espèces herbacées par m²

Le nombre moyen d'espèces herbacées par quadrat est très variable entre les sites et les zones bioclimatiques. Le site de Guéladjo appartenant à la zone semi-aride dépasse tous les autres sites en terme du nombre moyen d'espèces herbacées par quadrat. Il est suivi de celui de Fonéko de la zone aride. Quant aux sites de Boullagou et Kribkayna, appartenant respectivement aux zones semi-aride et intermédiaire, ils possèdent un nombre moyen identique qui dépasse ceux des autres sites de la zone aride (tableau 41). A part les sites de Guéladjo et Fonéko, tous les autres sites ont une moyenne inférieure à la moyenne totale cumulée qui est de 4,91 espèces par m². Ils constituent les pics des deux zones bioclimatiques.

Tableau 41: Nombre moyen d'espèces par quadrat à l'échelle des sites

Sites	Moyenne	Ecart type
Guéladjo	6,36	3,47
Boulkagou	4,85	2,73
Kribkayna	4,85	2,02
Margou	3,55	1,83
Kokayna	4,26	1,67
Ziban	4,31	2,66
Fonéko	6,19	3,09

Le test de comparaison multiple montre que la différence entre la moyenne du site de Margou situé dans l'extrême nord et celles de tous les autres sites est significative à $p < 0,05$. C'est le site qui a la plus petite moyenne du nombre d'espèces par m². La différence des moyennes des sites de Guéladjo et Fonéko n'est pas significative statistiquement. C'est aussi le cas entre la différence des sites de Kribkayna, Kokayna et Ziban. Les résultats de ce test confirment bien ceux des analyses précédentes (tableau 42).

Tableau 42: Post Hoc Test de comparaison multiple entre les différences les moins significatives des sites

Sites		Différence des moyennes (I-J)		Probabilité	Sites		Différence des moyennes (I-J)		Probabilité
Sites (I)	Sites (J)				Sites (I)	Sites (J)			
Margou	KK	-1,300	0,001**		Fonéko	MRG	2,638	0,001**	
	KoK	-0,713	0,080*			KK	1,338	0,001**	
	ZB	-0,763	0,061*			KoK	1,925	0,001**	
	FK	-2,638	0,001**			ZB	1,875	0,001**	
	BKG	-1,300	0,001**			BKG	1,338	0,001**	
	GLJ	-2,813	0,001**			GLJ	-0,175	0,667	
Kribkayna	MRG	1,300	0,001**		Boulkagou	MRG	1,300	0,001**	
	KoK	0,587	0,149			KK	0,000	1,000	
	ZB	0,538	0,187			KoK	0,587	0,149	
	FK	-1,338	0,001**			ZB	0,538	0,187	
	BKG	0,000	0,001**			FK	-1,338	0,001**	
	GLJ	-1,513	0,001**			GLJ	-1,513	0,001**	
Kokayna	MRG	0,713	0,080*		Guéladjo	MRG	2,813	0,001**	
	KK	-0,587	0,149			KK	1,513	0,001**	
	ZB	-0,050	0,902			KoK	2,100	0,001**	
	FK	-1,925	0,001**			ZB	2,050	0,001**	
	BKG	-0,587	0,149			FK	0,175	0,667	
	GLJ	-2,100	0,000**			BKG	1,513	0,001	
Ziban	MRG	0,763	0,061						
	KK	-0,538	0,187						
	KoK	0,050	0,902						
	FK	-1,875	0,000**						
	BKG	-0,538	0,187						
	GLJ	-2,050	0,001**						

*: Significative à 5%

** : Très significative à 1%

Avec KK : Kribkayna ; KoK : Kokayna ; FK : Fonéko ; MRG : Margou ; GLJ : Guéladjo ; ZB : Ziban ; BKG : Boulkagou.

Le test de Duncan fait ressortir trois sous groupes distincts (tableau 43).

Le groupement des sites a donné la classification ascendante suivante : le premier sous groupe est composé des sites de Margou, Kokayna et Ziban tous de la zone aride ; le second est composé des sites de Kokayna et Ziban de la zone aride, site de Kribkayna de la zone

intermédiaire et site de Boulkagou de la zone semi-aride ; le dernier sous groupe est constitué des sites de Fonéko de la zone aride et de Guéladjo de la zone semi-aride

Tableau 43: Test de Duncan pour la classification des sites en sous groupes

Sites	Sous-groupes		
	1	2	3
Margou	3,55		
Kokayna	4,26	4,26	
Ziban	4,31	4,31	
Kribkayna		4,85	
Boulkagou		4,85	
Fonéko			6,19
Guéladjo			6,36

3.1.3. Nombre moyen d'espèces herbacées par types d'occupation de terres

Le nombre moyen des espèces herbacées recensées et identifiées est variable suivant les sites et les occupations de sols au sein des sites (tableau 44). D'une manière générale, les formations naturelles possèdent moins de diversité que les champs et les jachères. Ces dernières, sont plus riches en diversité floristiques des espèces herbacées dans tous les sites et les zones bioclimatiques considérées.

Tableau 44: Nombre moyen d'espèces par types d'occupations de terres suivant les sites

Sites	Types d'occupations des sols	Moyenne du nombre d'espèces	Ecart type
Guéladjo	Formations naturelles	5,16	2,22
	Champs	5,73	3,17
	Jachères	11,00	3,46
Boulkagou	Formations naturelles	4,64	3,03
	Champs	5,11	2,30
Kribkayna	Formations naturelles	4,87	1,56
	Champs	4,60	2,65
	Jachères	6,20	0,45
Margou	Formations naturelles	3,40	1,76
	Champs	4,60	2,51
	Jachères	4,60	1,95
Kokayna	Formations naturelles	4,05	1,58
	Champs	4,15	1,23
	Jachères	4,80	2,14
Ziban	Formations naturelles	3,14	1,59
	Champs	4,60	2,44
	Jachères	7,93	2,43
Fonéko	Formations naturelles	5,88	3,09
	Champs	5,05	1,82
	Jachères	10,00	2,31

La différence des moyennes des formations naturelles avec les deux autres types d'occupation de sols est significative ($p < 0,05$) (tableau 45).

Tableau 45: Comparaison par pair de différence des moyennes du nombre d'espèces des types d'occupations de sols

Occupations		Différence des moyennes	Ecart type	Probabilité
Occupations (I)	Occupations (J)			
Formations naturelles	Champs	-0,277	0,263	0,293
	Jachères	-2,816	0,341	0,001**
Champs	Jachères	-2,539	0,393	0,001**
	Formations naturelles	0,277	0,263	0,293
Jachères	Champs	2,539	0,393	0,001**
	Formations naturelles	2,816	0,341	0,001**

** : la différence est très significative à 1%

Le test de Duncan effectué pour le classement des types d'occupation des terres donne deux sous groupes. Le sous-groupe 1 composé de formations naturelles et champs et le sous groupe 2 composé des jachères.

Le modèle de régression montre que tous les facteurs (sites, types d'occupation de sols et sites/occupation de sols) sont corrélés positivement avec un coefficient de régression $R^2 = 0,31$ (tableau 46).

Tableau 46: Tests des effets entre les variables pour le nombre moyen d'espèces

Variable	Somme des carrés Type I	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Coefficient R ²
Source						
Model corrigé	3827,508	19	201,448	12,663	0,001**	0.308
Interception	40444,672	1	40444,672	2542,263	0,001**	
Sites	1470,390	6	245,065	15,404	0,001**	
Occupations	1571,175	2	785,587	49,380	0,001**	
Sites* Occupations	785,943	11	71,449	4,491	0,001**	
Erreur	8590,819	540	15,909			
Total	52863,000	560				
Total corrigé	12418,328	559				

** : la différence est très significative à 1%

3.2. Abondance relative des espèces herbacées

3.2.1. Abondance relative dans les sites

L'abondance relative ou importance fréquentielle (IF) des espèces herbacées est variable suivant les sites et les types d'occupation de sols dans une zone bioclimatique donnée. Dans les sites de la zone semi-aride, les espèces dominantes sont : *Mitracarpus scaber* Zucc. , *Eragrostis tremula*, *Zornia glochidiata* Sm., *Sida cordifolia* Linn., *Cyperus* sp. avec une importance fréquentielle variant respectivement entre 26,5% et 61,25 à Boulkagou et 27,5% et 82,5 à Guéladjo. A Kiribkayna, site de la zone intermédiaire, les espèces dominantes sont : *Zornia glochidiata*, *Mitracarpus scaber*, *Eragrostis tremula*, *Digitaria horizontalis* Willd. et *Monechma ciliatum* (Jacq.) Milne-Redhead avec une importance fréquentielle variant entre 75 et 26,25%. Dans les sites de la zone aride, les espèces les plus dominantes sont : à Margou : *Zornia glochidiata*, *Cenchrus biflorus* Roxb, *Waltheria indica* L., *Alysicarpus ovalifolius* (Schumach) Léonard et *Eragrostis tremula* avec une importance fréquentielle variant entre 76,25 et 27,5% ; A Kokayna : *Cenchrus biflorus*, *Cassia mimosoides* Linn, *Panicum* sp., *Alysicarpus ovalifolius* et *Schoenefeldia gracilis* Kunth avec une importance fréquentielle variant entre 52,5 et 36,3% ; A Ziban : *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis* Trim.et Rupr., *Brachiaria deflexa* (Shumach) Robyns, *Alysicarpus ovalifolius* et *Eragrostis tremula* avec une importance fréquentielle variant entre 68,8 et 30% ; A Fonéko : *Alysicarpus ovalifolius*, *Eragrostis tremula*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis* et *Zornia glochidiata* avec une importance fréquentielle variant entre 37,5% et 58,75%.

Il apparaît clairement que les espèces herbacées dominantes varient d'un site à un autre et d'une zone bioclimatique à une autre. Néanmoins beaucoup d'espèces herbacées sont communes aux sites et aux zones bioclimatiques.

3.2.2. Abondance relative dans les types d'occupations des sols

L'importance fréquentielle des espèces est très variable entre les espèces et les types d'occupation de sols dans les différents sites et les zones bioclimatiques (Tableaux 47, 48 et 49).

Tableau 47: Importance fréquentielle de cinq premières espèces dans les formations naturelles

		Importance fréquentielle			Importance fréquentielle
Sites	Espèces	(%)	Sites	Espèces	(%)
Guéladjo	<i>Sida cordifolia</i>	57,78	Kokayna	<i>Cenchrus biflorus</i>	62,5
	<i>Zornia glochidiata</i>	57,78		<i>Panicum sp.</i>	57,5
	<i>Mitracarpus scaber</i>	35,56		<i>Schoenefeldia gracilis</i>	47,5
	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	31,11		<i>Alysicarpus vaginalis</i>	35
	<i>Eragrostis tremula</i>	26,67		<i>Eragrostis tremula</i>	35
Boulkagou	<i>Eragrostis tremula</i>	72	Ziban	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	88
	<i>Zornia glochidiata</i>	50		<i>Aristida mutabilis</i>	66
	<i>Mitracarpus scaber</i>	42		<i>Eragrostis tremula</i>	30
	<i>Sida cordifolia</i>	42		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	28
	<i>Brachiaria deflexa</i>	26		<i>Brachiaria deflexa</i>	26
Kribkayna	<i>Zornia glochidiata</i>	100,00	Fonéko	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	88
	<i>Digitaria horizontalis</i>	42,22		<i>Aristida mutabilis</i>	68
	<i>Monechma ciliatum</i>	33,33		<i>Brachiaria deflexa</i>	50
	<i>Eragrostis tremula</i>	31,11		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	44
	<i>Panicum sp.</i>	31,11		<i>Ipomoea vagans</i> Back	44
Margou	<i>Zornia glochidiata</i>	74,29			
	<i>Cenchrus biflorus</i>	57,14			
	<i>Waltheria indica</i>	31,43			
	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	25,71			
	<i>Eragrostis tremula</i>	24,29			

Ces résultats montrent que les espèces les plus importantes en terme de fréquence sont *Zornia glochidiata* et *Eragrostis tremula* qui apparaissent dans presque tous les sites. Une particularité à souligner c'est au niveau des sites de Ziban et Fonéko avec l'espèce *Schoenefeldia gracilis* qui domine dans les deux sites avec la même valeur d'importance fréquentielle. Cette espèce est effectivement l'espèce dominante car c'est sa zone et est caractéristique de la zone aride surtout dans les endroits non cultivés comme dans cette situation.

Dans les champs, au niveau des deux zones, ce sont les espèces caractéristiques des endroits cultivés qui se rencontrent. Il s'agit des espèces comme *Mitracarpus scaber*, *Brachiaria deflexa* et *Eragrostis tremula*.

Tableau 48: Importance fréquentielle de cinq premières espèces dans les champs

Importance fréquentielle			Importance fréquentielle		
Sites	Espèces	(%)	Sites	Espèces	(%)
Guéladjo	<i>Mitracarpus scaber</i>	100,00	Kokayna	<i>Mitracarpus scaber</i>	56,67
	<i>Eragrostis tremula</i>	66,67		<i>Cassia mimosoides</i>	43,33
	<i>Cyperus conglomeratus</i>	53,33		<i>Eragrostis tremula</i>	30,00
	<i>Eragrostis tremula</i>	33,33		<i>Cenchrus biflorus</i>	26,67
	<i>Schyzachirium exile</i>	26,67		<i>Digitaria horizontalis</i>	16,67
Boulkagou	<i>Mitracarpus scaber</i>	94,29	Ziban	<i>Brachiaria deflexa</i>	46,67
	<i>Eragrostis tremula</i>	85,71		<i>Celosia laxa</i>	33,33
	<i>Cyperus tuberosus</i>	48,57		<i>Eragrostis tremula</i>	33,33
	<i>Zornia glochidiata</i>	34,29		<i>Ipomoea vagans</i>	33,33
	<i>Commelina diffusa</i>	25,71		<i>Schoenefeldia gracilis</i>	33,33
Kribkayna	<i>Eragrostis tremula</i>	53,33	Fonéko	<i>Eragrostis tremula</i>	80
	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	50,00		<i>Alysicarpus vaginalis</i>	75
	<i>Euphorbia hirta</i>	50,00		<i>Euphorbia hirta</i>	75
	<i>Mitracarpus scaber</i>	30,00		<i>Mitracarpus scaber</i>	45
	<i>Jacquemontia</i>				
	<i>tamnifolia</i>	26,67		<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	40
Margou	<i>Zornia glochidiata</i>	100			
	<i>Eragrostis tremula</i>	80			
	<i>Waltheria indica</i>	80			
	<i>Cenchrus biflorus</i>	60			
	<i>Alysicarpus vaginalis</i>	40			

Au niveau des jachères, les espèces les plus importantes dans la zone semi aride sont *Eragrostis tremula*, *Mitracarpus scaber* et *Zornia glochidiata*. Dans la zone intermédiaire, les espèces dominantes sont *Cenchrus biflorus*, *Mitracarpus scaber*, *Pennisetum pedicellatum* Trim et *Schizacyirium exile* (Hochst) Pilg. Dans la zone aride les espèces comme : *Cassia*

mimosoides, *Panicum sp.*, *Cenchrus biflorus*, *Indigofera aspera* Linn. et *Alysicarpus ovalifolius* dominant (tableau 49).

Tableau 49: Importance fréquentielle de cinq premières espèces dans les jachères

Importance fréquentielle			Importance fréquentielle		
Sites	Espèces	(%)	Sites	Espèces	(%)
Guéladjo	<i>Eragrostis tremula</i>	100,00	Kokayna	<i>Cassia mimosoides</i>	80
	<i>Mitracarpus scaber</i>	86,67		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	55
	<i>Zornia glochidiata</i>	80,00		<i>Monechma ciliatum</i>	55
	<i>Waltheria indica</i>	53,33		<i>Schoenefeldia gracilis</i>	50
	<i>Borreria verticillata</i>	46,67		<i>Cenchrus biflorus</i>	45
Kribkayna	<i>Cenchrus biflorus</i>	80	Ziban	<i>Cenchrus biflorus</i>	80,00
	<i>Mitracarpus scaber</i>	80		<i>Brachiaria deflexa</i>	73,33
	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	80		<i>Digitaria horizontalis</i>	73,33
	<i>Schyzachirium exile</i>	80		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	66,67
	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	60		<i>Indigofera aspera</i>	46,67
Margou	<i>Panicum sp.</i>	80	Fonéko	<i>Indigofera aspera</i>	90
	<i>Zornia glochidiata</i>	80		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	80
	<i>Evolvulus alsinoides</i>	60		<i>Eragrostis tremula</i>	80
	<i>Waltheria indica</i>	60		<i>Zornia glochidiata</i>	80
	<i>Corchorus tridens</i>	40		<i>Cassia mimosoides</i>	70

3.2.3. Discussion

Cette étude de la diversité des espèces herbacées dans les zones semi-aride et aride du Sahel nigérien montre qu'en terme de diversité floristique, la zone semi-aride est de loin plus riche que la zone aride à l'échelle des sites étudiés.

Par contre, le nombre moyen d'espèces par m² est variable suivant les sites. La moyenne générale du nombre d'individus par site toutes zones bioclimatiques confondues est supérieure à la moyenne de cinq sites dont trois de la zone aride, un de la zone semi-aride et le site de la zone de transition. Deux sites se sont particularisés, il s'agit du site de Guéladjo de la zone semi-aride et le site de Fonéko de la zone aride. Si pour le premier, sa suprématie

s'explique par l'avantage pluviométrique, pour le second, d'autres causes sont à rechercher. Il est probable comme annoncé plus haut qu'il ait bénéficié du même avantage que le premier. Dans tout les cas, la pluviométrie est déterminante pour l'explication de cette différence.

De ce qui précède, et, du fait que les résultats de l'analyse montrent une différence significative entre les sites de la zone semi-aride et ceux de la zone aride, on peut affirmer que dans le Sahel nigérien, la diversité floristique des espèces herbacées est plus importante dans la zone à pluviométrie moyenne de 400 mm et au delà.

Dans les types d'occupations de sols, les résultats montrent que les jachères sont plus riches en diversité floristique que les autres types d'occupation de sols considérés. Cette situation trouve son explication dans le fait que les jachères constituent une transition entre les champs de cultures et les formations naturelles. Elles présentent un atout favorable pour le renouvellement de la diversité floristique de la strate herbacée dans toutes les zones bioclimatiques. Dans les formations naturelles, le nombre moyen d'espèces est plus ou moins homogène dans la zone aride. Il commence à croître à partir de la zone de transition. La situation de la diversité floristique des herbacées dans les champs de cultures est importante dans le site de la zone de transition et le site de Fonéko de la zone aride.

Dans les conditions normales il est attendu que les formations naturelles soient plus riches que les champs de cultures en terme de diversité. C'est exactement ce que les résultats de la présente étude ont montré sauf dans le cas du site de Fonéko qui se présente comme une particularité.

Les résultats de l'abondance relative exprimée en importance fréquentielle des espèces herbacées dans les zones semi-aride et aride à l'échelle des sites ont montré que presque chaque site a sa propre espèce dominante. Néanmoins, des espèces communes aux sites sont évidentes en termes d'importance fréquentielle. C'est probablement au niveau des types d'occupation de sols que les spécificités vont se dégager.

Il faudrait souligner la présence des légumineuses dans la composition floristique. Ce qui naturellement donnera une indication par rapport à la qualité du pâturage dans les zones bioclimatiques et les sites.

Dans les types d'occupation de sols, notamment les formations naturelles, des spécificités par rapport aux sites se dégagent. Les espèces caractéristiques des formations naturelles de certains sites sont remarquées. Il s'agit des espèces comme *Schoenefeldia gracilis* dans les sites de Ziban et Fonéko de la zone aride, *Cenchrus biflorus* dans les terres sableuses du site

de Kokayna et *Sida cordifolia* qui tend à coloniser toutes les aires de parcours du site de Guéladjo de la zone semi-aride.

Au niveau des champs de cultures, les espèces dominantes sont les adventices réputées des champs dunaires du Sahel nigérien (Akobundu et Agyakwa, 1989). Ce sont précisément, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Zornia glochidiata* et *Mitracarpus scaber* dans toutes les zones.

Les espèces caractéristiques des jachères dans les sites sont : *Zornia glochidiata*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula*, *Cassia mimosoides* et *Indigofera aspera*. Ces résultats sont confirmés par Böeker *et al.* (1996) qui ont noté dans une étude de la végétation du sud-ouest nigérien comme caractéristique des jachères, les espèces suivantes : *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Cassia mimosoides*, *Digitaria horizontalis*, *Fimbristylis hispidula* Linn, *Waltheria indica* et *Borreria sp.*

3.2.4. Conclusion

Depuis 1961, date à laquelle les premiers travaux sur les pâturages sahéliens au Niger ont commencé (Peyre de Fabrègues, *opp.cit.*), aucune étude sur la diversité des espèces herbacées suivant un gradient pluviométrique n'a eu lieu. Cette étude a permis de dégager les points suivants :

1. la diversité des espèces herbacées diminue du sud au nord dans le sud-ouest nigérien ;
2. la pluviométrie est un facteur déterminant dans le maintien de la diversité biologique des espèces herbacées ;
2. la mise en jachère des terres de cultures est un moyen de la reconstitution de la diversité biologique des espèces herbacées qui dégénère dans les formations naturelles et dans les champs de cultures à cause notamment des sarclages qui sont défavorables au cycle biologique des espèces herbacées ;
3. les espèces dominantes dans les zones bioclimatiques, ne sont connues qu'à l'échelle des types d'occupations plus précisément les formations naturelles.

De ces principales conclusions, il ressort que la dynamique du couvert herbacé dans les zones semi-aride et aride du Sahel nigérien est difficile à appréhender dans sa globalité qu'en la complétant avec la production de la biomasse et sa qualité en terme de pâturage. Cette qualité qui est fondamentalement fonction de types d'espèces herbacées constitutifs de sa diversité floristique.

3.3. Biomasse sèche à l'échelle des sites et des types d'occupation de sols

La moyenne de la biomasse sèche par m² est très variable dans les sites et les types d'occupation de sols au sein des sites et les zones bioclimatiques (tableau 50). Les résultats montrent qu'il existe une différence significative ($p < 0.05$) entre les sites pour la biomasse sèche par m² (tableau 51). Au niveau de la zone aride, la biomasse sèche par m² croît selon qu'on progresse du site le moins arrosé (Margou) vers le site le plus arrosé dans cette zone bioclimatique (Fonéko). Le site de la zone de transition est le plus pauvre en terme de quantité de biomasse sèche par m² à l'échelle des sites. Quant aux sites de la zone semi-aride, la quantité de la biomasse dans le site de Guéladjo est plus importante que celle du site de Boulkagou. Ces deux derniers sites sont plus garnis en terme de biomasse d'une manière générale que les sites de la zone aride et transitionnelle à l'exception du site de Fonéko de la zone aride qui présente une particularité qui reste à déterminer.

Cette différence de moyenne très significative ($p < 0,01$) entre les sites du nord et ceux du sud (tableau 52) pourrait être expliquée par la forte charge de pâture qui est plus importante au nord considérée comme une zone pastorale par excellence. Aussi, la différence pluviométrique peut être une explication valable.

L'écart type important entre les moyennes est dû au fait que les données des trois types d'occupation de sols ont été pondérées avec des types d'occupation de sols plus garnis en terme de biomasse que d'autres. En ce qui concerne ces types d'occupation de sols, les moyennes sont variables d'un site à un autre et au sein d'un même site (tableau 51). L'analyse de variance montre que la différence est moins significative au seuil de 5% entre les types d'occupation de sols et le paramètre biomasse sèche (tableau 52). A priori, on pourrait s'attendre à des résultats très intéressants dans les formations naturelles et les jachères. Cela est justement vérifié dans certains sites des deux principales zones bioclimatiques. Des sites comme celui de la zone de transition (Kribkayna) et le site de Guéladjo appartenant à la zone semi-aride ont des chiffres inférieurs pour les formations naturelles à cause de nombreux espaces vides dans les brousses tigrées qui les composent et les terrasses et rocaillies rencontrées dans ces sites. D'une manière générale, il ressort que les différences des moyennes entre les types d'occupations (formations naturelles, champs et jachères), est très significative (tableau 52). La différence des moyennes est positive entre les jachères et les deux autres types d'occupation de sols. Les jachères sont par conséquent plus garnies.

Tableau 50: Biomasse sèche (g) par m² dans les sites et types d'occupations de sols

Sites		Formations			
		Sites	naturelles	Champs	Jachères
Guéladjo	Moyenne	119,78	103,66	195,23	98,05
	Ecart type	94,82	94,27	79,31	76,14
Boulkagou	Moyenne	86,83	98,65	71,96	
	Ecart type	120,68	144,30	81,64	
Kribkayana	Moyenne	47,80	35,22	51,65	137,86
	Ecart type	51,68	32,13	56,23	80,27
Margou	Moyenne	52,24	48,48	89,58	67,56
	Ecart type	53,94	52,52	80,57	33,29
Kokayna	Moyenne	63,69	61,69	56,64	74,65
	Ecart type	60,92	49,99	74,80	66,76
Ziban	Moyenne	94,05	93,19	30,65	160,29
	Ecart type	123,31	98,15	36,40	204,33
Fonéko	Moyenne	123,36	142,89	64,47	143,45
	Ecart type	94,62	99,46	58,61	84,86

Tableau 51: Analyse de variance entre les paramètres biomasse sèche, recouvrement, hauteur et le facteur site.

Paramètres	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des	F	Signification .
			carrés		
Biomasse sèche	453143,291	6	75523,882	9,278	0,000**
Recouvrement	12189,443	6	2031,574	2,891	0,009*
Hauteur	17733,790	6	2955,632	6,904	0,000**

*: la différence des moyenne est significative à 5%

**: la différence est très significative à 1%

Tableau 52: Analyse de variance entre les paramètres biomasse sèche, recouvrement, hauteur et le facteur types d'occupation de sols.

Paramètres	Somme des carrées	Degré de liberté	Moyenne des carrées	F	Signification
Biomasse sèche	69760,273	2	34880,136	3,976	0,019*
Recouvrement	42750,865	2	21375,433	33,267	0,000**
Hauteur	38201,467	2	19100,733	49,207	0,000**

* : la différence des moyenne est significative à 5%. ** : la différence est très significative à 1%

Tableau 53: Comparaison multiple de différences de moyennes de la biomasse sèche par quadrat à l'échelle des sites.

(I) Site	(J) Site	Différence des moyennes			(I) Site	(J) Site	Différence des moyennes		
		(I-J)	Erreur standard	Probabilité			(I-J)	Erreur standard	Probabilité
MRG	KK	-0,016	6,838	0,998	FK	MRG	24,468	6,360	0,000**
	KOK	-5,542	6,529	0,396		KK	24,452	6,627	0,000**
	ZB	-27,433	6,852	0,000**		KOK	18,926	6,308	0,003**
	FK	-24,468	6,360	0,000**		ZB	-2,964	6,641	0,655
	BKG	-18,434	6,712	0,006*		BKG	6,035	6,497	0,353
	GLJ	-11,792	6,233	0,059*		GLJ	12,676	6,001	0,035*
KK	MRG	0,016	6,838	0,998	BKG	MRG	18,434	6,712	0,006*
	KOK	-5,526	6,790	0,416		KK	18,418	6,966	0,008*
	ZB	-27,417	7,101	0,000**		KOK	12,891	6,663	0,053*
	FK	-24,452	6,627	0,000**		ZB	-8,999	6,979	0,198
	BKG	-18,418	6,966	0,008*		FK	-6,035	6,497	0,353
	GLJ	-11,776	6,506	0,071*		GLJ	6,642	6,373	0,298
KOK	MRG	5,542	6,529	0,396	GLJ	MRG	11,792	6,233	0,059*
	KK	5,526	6,790	0,416		KK	11,776	6,506	0,071*
	ZB	-21,891	6,803	0,001**		KOK	6,250	6,180	0,312
	FK	-18,926	6,308	0,003**		ZB	-15,641	6,520	0,017*
	BKG	-12,891	6,663	0,053		FK	-12,676	6,001	0,035*
	GLJ	-6,250	6,180	0,312		BKG	-6,642	6,373	0,298
ZB	MRG	27,433	6,852	0,000**					
	KK	27,417	7,101	0,000**					
	KOK	21,891	6,803	0,001**					
	FK	2,964	6,641	0,655					
	BKG	8,999	6,979	0,198					
	GLJ	15,641	6,520	0,017*					

* : la différence des moyenne est significative à 5%. ** : la différence est très significative à 1%. Avec KK : Kribkayna ; KoK : Kokayna ; FK : Fonéko ; MRG : Margou ; GLJ : Guéladjo ; ZB : Ziban ; BKG : Boulkagou.

Tableau 54: Comparaison multiple de la différence des moyennes entre les types d'occupation de sols

Variable: biomasse sèche	LSD					
	Formations naturelles		Champs		Jachères	
	Champs	Jachères	Formations naturelles	Jachères	Formations naturelles	Champs
Différence des moyennes	12,921	-14,217	-12,921	-27,138	14,217	27,138
Erreur standard	4,150	4,924	4,150	5,568	4,924	5,568
Signification (p<0,01).	0,002**	0,004**	0,002**	0,000**	0,004**	0,000**

** : la différence est très significative à 1%

Le modèle de régression entre le paramètre biomasse sèche et les facteurs sites et types d'occupation de sols confirme les résultats ci-dessus. Le coefficient de régression ($R^2 = 0.143$) est positif même s'il n'est pas important entre les sources de régression (tableau 55).

Tableau 55: Modèle de régression pour le paramètre biomasse sèche pour les facteurs sites et types d'occupation de sols

	Somme des	Degré de	Moyenne des		Signification	Coefficient R^2
Source	carrées	liberté	carrées	F	(p<0,01)	corrigé
Modèle corrigé	851937,309	19	44838,806	5,903	0,000**	0,143
Interception	3936775,934	1	3936775,934	518,314	0,000**	
Village	453143,291	6	75523,882	9,943	0,000**	
Types						
d'occupation	54559,433	2	27279,716	3,592	0,028*	
Village*types						
d'occupation	344234,586	11	31294,053	4,120	0,000**	
Erreur	4086295,427	538	7595,345			

* : la différence des moyenne est significative à 5%

** : la différence est très significative à 1%

3.4. Recouvrement et hauteur du couvert herbacé dans les sites et types d'occupation de sols

Les résultats de l'analyse des données sur le recouvrement et la hauteur du couvert herbacé montrent que la différence est très significative entre le recouvrement et la hauteur moyenne du couvert herbacé dans les sites et les types d'occupations de sols (tableau 56). Les sites de Margou et de Ziban en zone aride présentent les recouvrements les plus importants ; Ce sont les deux sites qui sont au dessus de la moyenne générale des sites d'étude. Ils sont suivis des sites de Guéladjo et de Fonéko se trouvant respectivement dans les zones semi-aride et aride. Deux groupes se dégagent : le premier constitué des sites de Margou et Ziban, et, le deuxième composé des autres sites.

Pour la hauteur moyenne, trois niveaux se distinguent : le premier composé du site de Kokayna se trouvant dans la zone aride, le deuxième composé des sites de Boulkagou, Margou, Ziban, Guéladjo et Fonéko et le dernier constitué du site de Kribkayna appartenant à la zone de transition.

Dans les types d'occupation de sols, la variabilité est plus marquée. Dans les formations naturelles, le recouvrement est plus important dans les sites de Ziban, Fonéko et Margou de la zone aride. Les sites qui présentent les recouvrements les plus faibles sont Kribkayna et Guéladjo où l'on trouve beaucoup d'espaces vides à cause de la prédominance des brousses tigrées. La hauteur du couvert herbacée est aussi en dessous de celle des autres sites dans les sites de Kribkayna et Guéladjo alors qu'elle est importante dans les sites de Kokayna et Boulkagou situés respectivement dans les zones aride et semi-aride.

Au niveau des jachères, les sites de Kribkayna et Kokayna appartenant aux zones de transition et aride sont plus couverts que tous les autres sites. Le site de Guéladjo est le moins nanti en terme de recouvrement dans les jachères. La hauteur est importante dans les sites de la zone aride alors qu'elle est faible dans le site de Guéladjo appartenant à la zone semi-aride.

Dans les champs ou parcs agroforestiers, le recouvrement est plus important dans les sites de Margou et Guéladjo constituant les deux extrêmes des deux grandes zones bioclimatiques. Les sites les moins couverts sont ceux de Ziban et Fonéko de la zone aride. La hauteur du couvert herbacé dans les champs est plus importante dans le site de Guéladjo de la zone semi-aride, suivi du site de Margou de la zone aride.

D'une manière générale, pour les deux paramètres (recouvrement et hauteur du couvert herbacé) dans les types d'occupation de sols, les jachères sont plus couvertes que les autres types d'occupation de sols. Elles sont suivies des formations naturelles.

Tableau 56: Recouvrement moyen (%) et hauteur moyenne (cm) du couvert herbacé à l'échelle des sites et de types d'occupation de sols

Sites	Echelle des sites		Formations naturelles		Jachères		Parcs agroforestiers	
	Recouvrement	Hauteur	Recouvrement	Hauteur	Recouvrement	Hauteur	Recouvrement	Hauteur
Guéladjo	51.06 b	32.75 b	45.4 c	27.6 c	55,33 b	31 c	70,67 a	51,67 a
Boulkagou	46.58 b	37.6 b	52.27 bc	44.43 a			39,43 b	29 cb
Kribkayna	45.63 b	24.53 c	45.89 c	20.51 d	82 a	58 a	38,96 b	25 cbd
Margou	58.31 a	36.63 b	56.07 ba	34.77 cb	69 ba	69 a	79 a	30 b
Kokayna	50.63 b	44.24 a	53.97 bc	46.03 a	76,5 a	65,75 a	18,25 d	19,25 d
Ziban	58.31 a	36.63 b	64.2 a	33.5 cb	65,33 ba	66,67 a	31,67 cb	17 d
Fonéko	51.06 b	32.75 b	58.7 ba	35.5 b	64,5 ba	44,5 b	25,25 cd	20 cd
LSD	6,78	5,22	9,18	7,07	18,94	11,58	12,61	9,39

3.5. Qualité de la biomasse dans les sites et types d'occupation de sols

La différence entre la biomasse sèche des composantes du couvert herbacé (légumineuses, graminées et autres types d'herbacées) est très significative entre les sites, les composantes herbacées, types d'occupation de sols et sites/composantes herbacées dans les différentes zones bioclimatiques (tableau 57). Les graminées dominent en général dans les sites de la zone aride alors que le groupe des autres espèces herbacées prend le devant dans les sites de la zone semi-aride. Aussi, le groupe des légumineuses est dominant dans les sites de la zone semi-aride (tableau 58) et le site 3 de la zone aride.

Dans les types d'occupation de sols, les graminées dominent comme à l'échelle des sites. Quant aux légumineuses, les moyennes sont variables suivant les sites et les types d'occupation de sols. Dans la zone semi-aride et la zone de transition, la biomasse des légumineuses est plus importante dans les champs qui sont suivis des jachères. Au niveau de la zone aride, les champs sont plus riches en légumineuses d'une manière générale suivis des formations naturelles à l'exception du site de Kokayna.

En classant les groupes des herbacées, il ressort que les graminées sont plus importantes que les autres herbacées et les légumineuses viennent en dernière position. Cette situation est valable également à l'échelle des sites (tableau 59).

Tableau 57: Biomasse sèche (g) par m² de groupes d'herbacées à l'échelle des sites et des types d'occupation de sols

Sites	Qualité	Echelle	Sites Formations naturelles		Champs		Jachères	
			Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Guéladjo	L	22,24 b	14,08	22,77	48,63	67,41	32,61	33,68
	G	52,66 a	39,79	35,43	84,33	74,83	63,47	73,05
	A	38,37 ba	27,28	41,81	32,12	35,85	80,26	93,89
	LSD	16,91						
Boulkagou	L	43,90 a	42,57	60,16	47,81	68,83		
	G	62,43 a	90,47	162,33	36,47	52,08		
	A	30,63 a	32,99	41,87	27,49	42,9		
	LSD	33,38						
Kribkayna	L	18,8 b	16,86	18,95	23,54	27,45	6,5	7,25
	G	45,94 a	27,19	26,33	46,65	61,49	151,27	52,34
	A	21,51 b	21,52	28,35	23,64	22,44	12,94	10,23
	LSD	14,99						
Margou	L	3,94 b	4,18	9,08	3,03	4,21	1,8	
	G	36,25 a	36,02	43,5	47,88	82,36	12,07	19,35
	A	28,3 a	27,77	55,71	39,88	15,57	22,68	27,55
	LSD	19,26						
Kokayna	L	32,85 b	12,48	21,34	9,7	10,55	70,93	55,72
	G	52,67 a	64,49	50,72	14,64	14,2	65,51	57,55
	A	14,17 c	5,18	5,4	15,56	20,62	28,08	64,74
	LSD	14,56						
Ziban	L	7,02 b	7,73	8,07	16,93	24,26	3,66	3,3
	G	88,28 a	90,46	96,64	27,93	34,93	125,58	209,25
	A	21,67 b	17,16	26,56	9,25	10,08	37,02	36,5
	LSD	41,67						
Fonéko	L	15,21 b	15,26	34,92	16,64	13,16	13,06	7,05
	G	107,02 a	137	91,23	13,81	17,15	124,59	56,49
	A	15,3 b	10,45	14,24	15,78	11,06	29,38	20,96
	LSD	20,44						

Les chiffres précédés d'une même lettre ne sont pas différents statistiquement

A : les autres espèces herbacées

G : les graminées

L : les légumineuses

Tableau 58: Analyse de variance entre le paramètre biomasse sèche des groupes d'herbacées et les sites, types d'occupation de sols, groupes d'herbacées et sites/types d'occupation de sols.

Source	Degré de liberté	Type I somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr>F
Sites	6	265110,7	44185,12	7,28	0,0001**
Types d'occupation	2	100345,24	50172,61	8,26	0,0003**
Sites*types d'occupation	11	189189,06	17199	2,83	0,0012*
Qualité de la biomasse	2	458786,31	229393,15	37,79	0,0001**
Site*groupes d'herbacées	12	292471,1	24372,59	4,36	0,0001**

* : la différence des moyenne est significative à 5%

** : la différence est très significative à 1%

Tableau 59: Comparaison par pair des différences des moyennes de la biomasse des groupes d'herbacées sur l'ensemble des sites

Variable: Biomasse sèche		Différence moyenne	Erreur standard	Probabilité
(I) Qualité	(J) Qualité			
A	G	-39,160	5,258	0,001**
	L	5,421	6,379	0,396
G	L	44,581	6,467	0,001**
	A	39,160	5,258	0,001**
L	G	-44,581	6,467	0,001**
	A	-5,421	6,379	0,396

** : la différence est très significative à 1%

3.6. Discussion

La variabilité de la biomasse observée au niveau des sites relève de la présence des types d'occupation de sols qui sont sujets à de nombreuses activités d'origine anthropique et de la configuration topographique et des types de substrats présents. La tendance des résultats obtenus à l'échelle des sites démontre combien le facteur pluviométrie est prépondérant pour assurer une production importante de biomasse. Au niveau de la zone aride, la tendance ascendante du site le plus aride au site le plus arrosé explique cette situation. Cela est aussi vrai pour les sites de la zone semi-aride. Un autre facteur déterminant est le poids de pâture excessive et répétée par le nombre important de cheptel dans la zone aride qui est considérée

comme une zone pastorale par excellence. C'est probablement ce qui peut expliquer la régression de la biomasse herbeuse de la zone pastorale à la zone agricole.

Dans les types d'occupation de sols, il faut remarquer que les formations naturelles sont faibles en biomasse herbeuse alors qu'a priori, elles doivent en renfermer plus. Dans certains sites, surtout à prédominance de brousse tigrée avec la présence des espaces vides de végétation, les plateaux latéritiques, les glacis et les terrasses, peut être à la base. Ce qui est en accord avec les travaux de Danjimo (2000) dans une étude conduite dans l'ouest nigérien où il relève que la biomasse estimée dans ses sites varie entre 16.5 à 859.91 g/m². Les plus faibles valeurs de la biomasse sont celles des terres à vocation forestière constituées des plateaux latéritiques, glacis et terrasses.

La quantité de biomasse dans les champs dépasse celle des formations naturelles toutes zones confondues. Les travaux de Danjimo (*opp.cit.*) montrent que dans les champs, la biomasse varie de 96.26 à 272 g/m².

Les jachères se placent en tête en ce qui concerne la production de la biomasse sèche comme le confirment les travaux de Danjimo (*opp.cit.*) où la production de la biomasse varie de 47.8 à 859.91 g/m² avec une moyenne de 202.94 g/m² dans les jachères.

Les résultats de Danjimo peuvent être considérés comme surestimés car, dans une étude conduite dans la zone sahélo-soudanienne (900 mm de pluie), Grouzis (1988) obtenait une production de biomasse du couvert herbacé se situant entre 25 à 80 g/m² dans la savane arborée à Combretacées.

Les résultats de l'étude de Danjimo dépassent largement les résultats de la présente étude en terme de quantité de la biomasse sèche. La raison est que les résultats de cette dernière étude sont obtenus dans une zone plus arrosée (zone de Gaya, 700 mm de pluie par an). Dans le fonds, la tendance est la même. Ce qui nous amène à dire qu'au niveau de la partie sud-ouest nigérienne, en terme de la production de la biomasse du couvert herbacé, la classification suivante est possible : Biomasse jachères > biomasse champs > biomasse formations naturelles.

La biomasse des groupements des herbacées montrent la dominance des graminées (G) suivie du groupe des autres espèces (A) et les légumineuses (L) viennent en dernière position toutes zones bioclimatiques confondues, à l'échelle des sites et types d'occupation de sols. Cette situation s'explique par le fait qu'en général, les graminées dominent au Sahel. La domination de la biomasse du groupe des autres espèces herbacées est due au fait que ce groupe renferme

des espèces contenant plus d'eau dans les organes à morphologie plus robuste que les espèces herbacées appartenant à la famille des légumineuses.

Au regard de la qualité de la biomasse, prise dans l'angle de la quantité de la biomasse des légumineuses, il ressort que le pâturage des sites de la zone semi-aride est plus riche que celui des sites de la zone aride. Au niveau des types d'occupation de sols, les pâturages des champs sont plus riches que ceux des autres types d'occupation de sols ; ils sont secondés des jachères dans la zone aride et les formations naturelles dans la zone semi-aride.

Le recouvrement et la hauteur du couvert herbacé dans les sites et les types d'occupation de sols, toutes zones bioclimatiques confondues sont étroitement liés à la biomasse du couvert herbacé. Le test de corrélation à l'échelle des sites entre la biomasse sèche, le recouvrement et la hauteur fait ressortir des coefficients positifs à $p < 0.01$ entre la biomasse et le recouvrement, la biomasse et la hauteur et recouvrement/hauteur avec respectivement $R = 0.34$; 0.30 et 0.68 . Dans les types d'occupation de sols, les valeurs de R sont : 0.36 ; 0.28 et 0.68 . Les valeurs du coefficient sont plus ou moins identiques dans les sites et types d'occupation de sols. Ce qui confirme la dépendance de ces deux paramètres à la biomasse du couvert herbacé.

3.7. Conclusion

Pour une conservation et une gestion rationnelle des pâturages herbacés dans le Sahel nigérien, il est fondamental de prendre en compte les paramètres suivants : la pluviométrie, le type d'occupation de sols, types de sols, états de surface, les activités liées à l'homme et la qualité du pâturage en terme de la biomasse des légumineuses.

En considérant le paramètre pluviométrique, il est ressorti qu'il conditionne l'obtention d'une biomasse importante du couvert herbacé dans toutes les zones bioclimatiques (aride et semi-aride) et dans tous les types d'occupation de sols.

Comme les résultats ont montré que les jachères renferment plus de biomasse que les autres types d'occupation de sols à quelques exceptions près, il est nécessaire, de laisser les champs en jachères et probablement ameublir les sols des formations naturelles pour assurer les conditions de développement des espèces herbacées. Si la qualité des pâturages est recherchée en termes de quantité de la biomasse des légumineuses herbacées, les champs et les jachères doivent être pris en compte dans l'amélioration des pâturages.

CHAPITRE 7: Déterminants sociaux: Structure de la population, éducation et santé

1 Introduction

La population nigérienne croît ces dernières années avec un taux moyen annuel de croissance de 3,3% (DP/MDSP, 1997). Le taux d'accroissement annuel n'est donné qu'à titre indicatif, les données étant différentes d'une source à une autre. En effet, les chiffres de population sont estimés en fonction des données des recensements à partir de lois stables de mortalité et de natalité et sont donc réajustés à chaque recensement. Toutefois, les taux d'accroissement annuels permettent de déterminer la tendance générale de la population. Selon Gabas (1992), l'accroissement naturel de la population correspond à l'excédent ou au déficit des naissances sur le décès ; il est égal à l'excès algébrique du taux brut de natalité sur le taux brut de mortalité. Selon toujours le même auteur qui cite une source des Nations Unies, le taux d'accroissement naturel au cours des années 1960-1990 au Niger est compris pour la période 1960-1980 entre 2,5-3% et entre 1980-1990, 3-3,2%.

En effet, toutes les statistiques convergent vers ce taux au Niger. Ces tendances sont valables pour la région de Tillabéri. Le recensement général de la population de 1988 donne un taux d'accroissement moyen de 3,3% pour la région de Tillabéri.

Cette situation ne va pas sans conséquence sur les changements économique et social de la population. Ainsi, selon Couty (1992), il a fallu beaucoup de temps pour comprendre que le changement économique et social est essentiellement de nature endogène.

Pour les domaines de l'éducation et de la santé, un taux très faible de scolarisation a été estimé à 27% en 1996 et par un faible taux de couverture sanitaire surtout en milieu rural (CNEDD, 1998).

2 Structure de la population

2.1. Niveau régional

La population de la Région de Tillabéri évolue avec le même rythme que le niveau national (tableau 60). Mais cette évolution est variable suivant les départements.

La densité moyenne est de 17, 7 habitants au km². Certains départements présentent des densités plus importantes que les autres ; c'est le cas des départements de Kollo et Téra avec respectivement 23,5 et 18,7 habitants au km² contre 10,9 et 8,6 habitants au km² pour Filingué et Ouallam (tableau 61). Cette densité a évolué avec le temps, ce qui donne comme

conséquence l'augmentation de nombre de villages et la réduction de la superficie moyenne d'un terroir villageois (tableaux 62 et 63).

L'urbanisation dans la région et au sein des départements a aussi évolué positivement à l'exception du Département de Say qui a accusé un écart négatif (tableau 64).

Tableau 60: Evolution de la population du Département de Tillabéri

Localités	Recensement général de la population		Croissance de la population par localité (%)	Projection 1997
	1977	1988		
Filingué	208.499	285.977	3,0	369.887
Kollo	131.145	234.588	5,5	376.592
Ouallam	143.431	190.171	2,7	239.591
Say	97.486	163.376	4,9	249.138
Téra	210.089	295.969	3,2	392.974
Tillabéri	138.199	158.202	1,3	176.131
Niamey	242.973	397.437	4,7	
Total	1.171.822	1.725.720	3,3	

Source : RGP, 1988

Tableau 61 : Densité de la population par localité (1988)

Localités	Population		Superficie		Densité (hbt / km ²)
	Effectif	%	Valeur	%	
Filingué	285.977	16,6	26.217	26,9	10,9
Kollo	234.588	13,6	10.002	10,3	23,5
Ouallam	190.171	11,0	22.093	22,7	8,6
Say	163.376	9,5	14.430	14,8	11,3
Téra	295.969	17,1	15.794	16,2	18,7
Tillabéri	158.202	9,2	8.715	8,9	18,2
Niamey	397.437	23,0	255	0,2	1558,6
Total	1.725.720	100	97.506	100	17,7

Source : RGP, 1988

Tableau 62: Evolution de la densité de la population

Localités	Population		Superficie (km ²)	Densité (hbt / km ²)		
	1977	1988		1977	1988	Ecart
Filingué	208.499	285.977	26.217	8,0	10,9	2,9
Kollo	131.145	234.588	10.002	13,11	23,5	10,39
Ouallam	143.431	190.171	22.093	6,5	8,6	2,1
Say	97.486	163.376	14.430	6,8	11,3	4,5
Téra	210.089	295.969	15.794	13,3	18,7	5,4
Tillabéri	138.199	158.202	8.715	15,9	18,2	2,3
Niamey	242.973	397.437	255	952,8	1558,6	605,8
Total	1.171.822	1.725.720	97.506	12	17,7	5,7

Source : RGP, 1988

Tableau 63: Evolution du nombre de villages et superficies

Localités	Nombre des villages			Km ² pour un village		
	1977	1988	Ecart	1977	1988	Ecart
Filingué	327	362	35	80,2	72,4	7,8
Kollo	201	295	94	50	33,9	16,1
Ouallam	226	240	14	98	92,1	5,9
Say	150	205	55	96,2	70,4	25,8
Téra	331	370	39	47,7	42,7	5
Tillabéri	215	195	-20	40,5	44,7	-4,2
Total	1450	1667	217	62,3	59,4	2,9

Source : RGP, 1988

Tableau 64: Evolution de l'urbanisation

Localités	Population résidente						
	1977			1988			
	Urbaine	Totale	Taux	Urbaine	Totale	taux	Ecart
Filingué	6311	208499	3,0	9188	285795	3,2	0,2
Kollo	-	131145	-	5755	231318	2,5	2,5
Ouallam	3712	143431	2,6	6229	190057	3,3	0,7
Say	4405	97486	4,5	6338	162888	3,9	-0,6
Téra	8761	210089	4,2	12313	294939	4,2	0
Tillabéri	5270	138199	3,8	8377	157317	5,3	1,5
Niamey	233414	242973	0,96	39187	391876	100,0	0,04
Total				440076	1.714.190	25,7	

Source : RGP, 1988

2.2. Niveau villages

D'après le recensement général de la population de 1988, la population des villages enquêtés varie de 400 à 1700 habitants. L'âge des villages présente une grande variabilité de 30 à plus de 200 ans (données terrain). Le nombre de ménages est aussi variable d'un village à un autre (tableau 65).

Tableau 65: Structure de la population des sites d'étude

Sites	Age du village			Nombre de ménages	
	(années)	Total	Hommes	Femmes	
Guéladjo	105	1133	546	587	144
Boulkagou	224	1795	859	936	161
Kiribkayna	60	636	326	312	70
Margou	31	401	209	192	52
Kokayna	101	456	238	218	35
Ziban	200	1500	662	838	220
Fonéko	140	599	283	317	76

Sources : RGP, 1988 et données de terrain

Les groupes ethniques sont : Haoussa, Djerma, Peulh, Sonraï et Touareg dont les plus majoritaires sont Sonraï (42,86%), Djerma (37,36%), Peulh (14,29%). Les Haoussa et les Touareg sont minoritaires avec respectivement 4,4% et 1,1% de la population total (Figure 31).

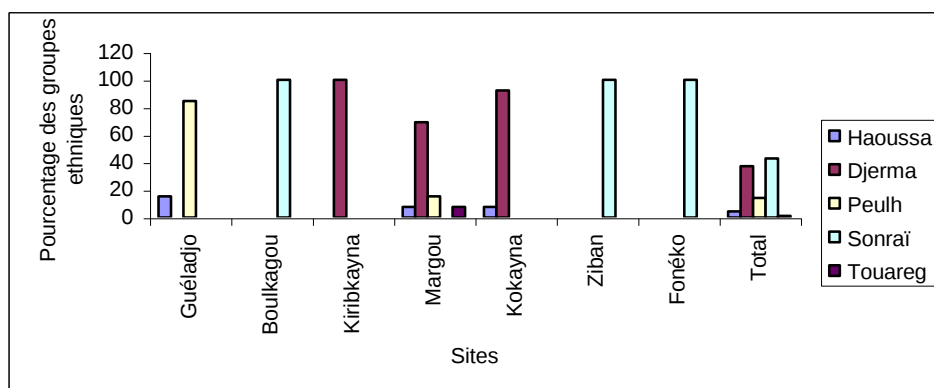


Figure 31: Proportion des groupes ethniques dans les sites

3 Activités principales des chefs de ménages

Les activités principales des chefs de ménage sont : l'artisanat, le commerce, l'agriculture, l'élevage et l'exode. 79,12% des personnes enquêtées sont des cultivateurs toutes zones bioclimatiques confondues, 4,4% sont des commerçants, 3,3% des éleveurs, et les autres activités économiques occupent 13,18%.

4 Education

4.1. Situation de l'éducation au niveau des sites

Au niveau des sites d'étude, 5 villages sur 7 possèdent une école primaire soit 71,43% de couverture en infrastructures scolaires.

Le type d'éducation et le niveau sont variables d'un village à un autre. Le type d'éducation va de l'alphabétisation, le coranique, l'école moderne et/ou la combinaison des trois types.

Bien que le pourcentage de couverture soit élevé dans les sites d'étude, 47% de la population de ces villages n'ont reçu aucune formation qu'elle soit traditionnelle ou moderne. Seulement

16% de la population a été scolarisé (Tableau 66) dont le niveau varie du primaire au secondaire.

Tableau 66: Situation de l'éducation (%) au niveau des sites

Sites	Alphabétisé	Coranique	Scolarisé	Scolarisé et coranique	Aucun
Guéladjo	23,08	23,08	7,69	7,69	38,46
Boulkagou		23,08	38,46		38,46
Kiribkayna			7,69		92,31
Margou		7,69			92,31
Kokayna		69,23		23,08	7,69
Ziban	7,69	38,46	7,69		46,15
Fonéko	15,38	7,69	3,77		46,15
Total	6,00	22,00	12,00	4,00	47,00

4.2. La scolarisation des enfants

Le nombre moyen d'enfants scolarisés par ménage est très petit dans tous les sites avec des variations suivant les cas (Figure 32). Dans tous les cas, le nombre de garçons scolarisés est supérieur à celui des filles.

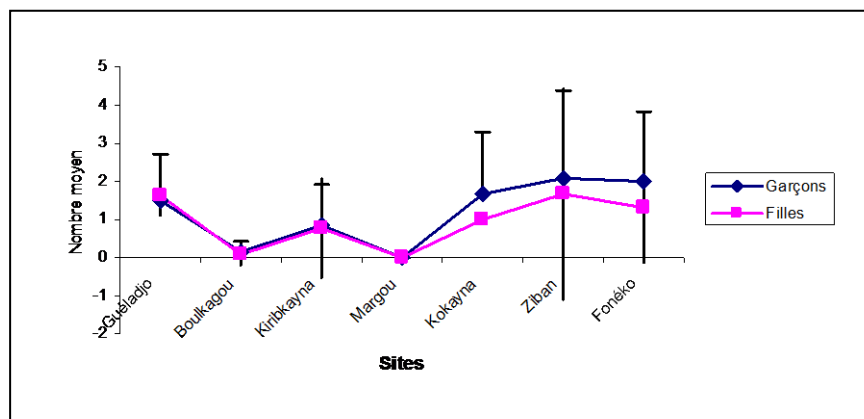


Figure 32: Nombre moyen de personnes scolarisées par ménage

Le pourcentage des enfants qui abandonnent précocement l'école est de 90,9% sur tous les sites. Dans certains des sites, 100% des enfants inscrits à l'école n'atteignent pas le cours moyen deuxième année (CM2).

4.3. Problèmes sociaux des filles et garçons

Les problèmes des filles dans les villages enquêtés sont très nombreux. Il s'agit de: la déscolarisation, l'exode vers les grands centres urbains, grossesse non désirée, manque d'activités. Les plus importants sont : la déscolarisation et le manque d'activités (40,96%), la déscolarisation et la grossesse non désirée (22,89%) et le mariage précoce (15,66%).

Chez les garçons, les problèmes évoqués sont : consommation des drogues, déscolarisation, manque d'activités, exode vers les centres urbains, la pauvreté et la conjugaison de tous ces maux. La proportion de ces maux est la suivante : déscolarisation, manque d'activités, exode et consommation des drogues (62,22%) et la pauvreté 21,11%)

5 Santé

Les infrastructures sanitaires font défaut dans les sites d'étude. Seulement 2 villages (Guéladjo et Fonéko) sur 7 possèdent un centre médical. Pour les autres villages, la distance la plus proche du centre médical varie entre 2 km (Boukagou) et 45 km (Margou).

Les maladies les plus fréquentes sont : le paludisme, la toux, la diarrhée et la méningite.

Les populations des villages enquêtés font recours à plusieurs systèmes de soins de santé: il s'agit entre autres de : Centre médical, pharmacie ambulante, marabouts et charlatans, pharmacopée traditionnelle et association de toutes les formes. Les systèmes de soins les plus utilisés sont : Centre médical et pharmacopée traditionnelle (38,4%), centre médical, pharmacopée traditionnelle et marabout (38,4%) et les autres formes de soins occupent 23,2%.

Nonobstant ces différentes formes de soins, les populations enquêtées éprouvent des difficultés pour se soigner (84,4%) contre 15,56%. Les raisons de ces difficultés sont : le manque d'argent, la distance de lieu de soins, la cherté des produits et la conjugaison de toutes ces raisons.

Même par rapport au traitement traditionnel, 17,98% des personnes enquêtés affirment qu'ils sont chers, 30,3% affirment que c'est par geste symbolique et 49,44% pensent que le traitement traditionnel n'est pas cher.

6 Conclusion partielle

La structure de la population dans la région de Tillabéri et au niveau des villages suit la même tendance qu'au niveau national. Dans l'hypothèse où cette tendance se poursuivrait, un ralentissement de la croissance démographique ne serait possible que s'il advenait une baisse sensible de la natalité. Les problèmes éducatifs et sanitaires sont très aigus et cela ne va pas sans conséquence sur le développement économique, social et même environnemental.

CHAPITRE 8: Déterminants économiques

1 Introduction

Les activités économiques dans le monde rural nigérien a suivi des évolutions depuis des décennies. Ces évolutions ont été motivées grâce à des situations contraignantes dues essentiellement à la recherche des voies de sorties pour subsister. Parmi les contraintes, il faut souligner les plus importantes à savoir les sécheresses qui occasionnent une incertitude pour la réussite des campagnes agricoles, la pauvreté qui sévit dans les ménages. La recherche des moyens pour mieux vivre est à la base de ces évolutions.

Il faudrait noter que dans le monde rural, contrairement aux grandes villes, les activités économiques se résument à l'agriculture de subsistance et de rente, l'élevage et le petit commerce (notamment les petites tables avec des produits de première nécessité dans les villages, l'artisanat et la boucherie).

Ces activités économiques sont pratiquées à la fois par les hommes et par les femmes. Les hommes pratiquent l'agriculture et l'élevage au sens large du terme ainsi que certaines activités comme l'exploitation et la vente du bois, la pêche et la pharmacopée traditionnelle.

Les femmes Sahéliennes en général et nigérienne en particulier participent pleinement à diverses actions de développement. Au Niger, la participation des femmes à la lutte contre la désertification par exemple doit leur assurer une place de choix promotionnel sur les plans économique, social et politique dans l'optique du développement durable. Ce genre de promotion doit être spécifique et est d'autant plus urgent car les femmes sont dans beaucoup de cas les seules forces vives surtout en milieu rural car les hommes s'adonnent à l'exode rural (Monimart, 1989). Les femmes s'adonnent à certaines activités aux fins de subvenir à leurs besoins substantiel, culturel et économique.

2 Les principales activités des chefs de ménage

L'agriculture est considérée au Niger et spécifiquement dans le milieu rural comme étant la principale activité économique. Ainsi, dans le sud-ouest nigérien, les résultats de la présente étude le confirment. 98,9% des producteurs enquêtés dans tous les sites étudiés et zones bioclimatiques confondues affirment que cette activité est leur première préoccupation alors que 87,78% de ces producteurs placent l'élevage en deuxième position.

Comme l'élevage, le petit commerce occupe des places variables suivant les sites. D'une manière générale, 78,8% des producteurs font du petit commerce leur 3^{ème} activité. Dans certains sites, cette activité est classée au quatrième rang notamment à Kiribkayna (33,33%), Fonéko (23,08%) et Guéladjo (16,67%) (Figure 33).

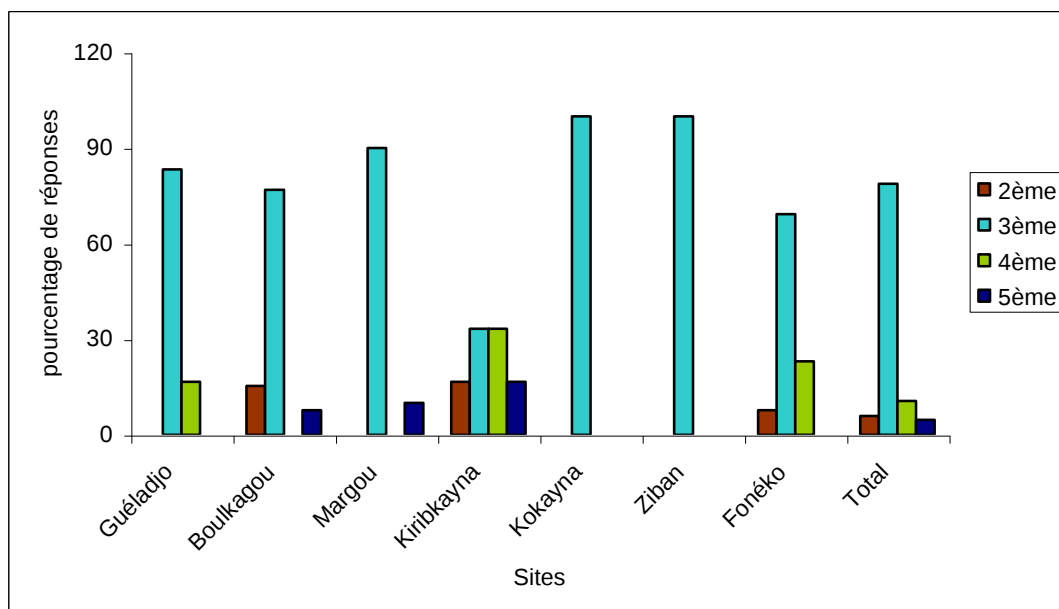


Figure 33: Place du petit commerce dans les sites

La pêche n'est pratiquée que dans deux terroirs villageois de la zone d'étude. Il s'agit de Guéladjo (avec l'affluent du fleuve Niger, le goroubi) et à Boukagou avec un autre affluent qui est la Sirba. La pêche, là où elle est pratiquée est positionnée à des rangs différents du 4^{ème} jusqu'au 8^{ème}. Elle occupe le 4^{ème} rang avec 33,34%, 5^{ème} rang avec 33,33%, 6^{ème} rang avec 19,05%, 7^{ème} rang avec 9,52% et 8^{ème} rang avec 4,76%. C'est vraiment une activité qui a une large variabilité de pratiquants. A proprement parler, ce n'est pas une activité qui occupe un temps important des producteurs car même les affluents sont saisonniers.

L'exploitation et la vente du bois sont aussi des activités importantes dans cette partie du Niger. Certains producteurs en ont fait une activité particulièrement dans les sites des plateaux non loin de la Capitale (Niamey). C'est une activité sans perte d'après les producteurs et beaucoup d'entre eux s'y donnent et s'en sortent aisément.

Ainsi, dans tous les sites d'étude, seul Kokayna n'enregistre aucun exploitant de bois et qui la considère comme activité économique.

Pour le reste des sites, cette activité est classée de la 3^{ème} jusqu'à la 9^{ème} place. Les places les plus importantes pour cette activité dans les sites sont : 5^{ème} (32,43%), 6^{ème} avec 27,03%) et 7^{ème} avec 13,51%). Les sites où cette activité est plus pratiquée sont Guéladjo, Kiribkayna et Boulkagou. Ce sont des sites de plateau non loin de Niamey et où les transporteurs de bois se rendent aisément et se ravitaillent à travers les marchés de bois. Ce sont les sites situés dans les zones semi-aride et de transition.

L'exploitation des arbres pour des raisons de pharmacopée est aussi prise comme activité par des producteurs dans beaucoup de sites. Comme l'exploitation et la vente du bois, cette activité est sans perte pour les pratiquants. C'est pour ces raisons qu'elle est placée en 4^{ème} position avec 15% ; 5^{ème} position avec 20%, 6^{ème} et 7^{ème} place avec 30% chacune. Du point de vue rentabilité économique et les pourcentages élevés suivant les rangs, on peut considérer cette activité comme importante dans cette partie du Niger.

La tannerie est considérée dans cette partie du Niger comme étant une activité moins lucrative notamment en milieu rural car elle est pratiquée dans certains sites seulement pour répondre à certains besoins de la famille. C'est donc une activité pratiquée pour une auto-satisfaction. Sauf dans des cas rares des demandes extérieures ont été évoquées. C'est aussi une activité de caste et c'est ce dernier cas qui démontre son importance relative en terme de classement comme activité économique. Elle est classée dans les sites de la 1^{ère} à la 8^{ème} place mais avec des proportions différentes suivant les personnes enquêtées. Dans les sites comme Kiribkayna, Kokayna et Ziban, cette activité n'est pas du tout pratiquée. Les raisons sont sociales d'après les producteurs. Seules les basses classes la pratiquent. A Margou, cette activité est pratiquée dans 75% des ménages et est considérée au premier rang. Ce sont les femmes du village en général qui la pratiquent. A Fonéko comme à Boulkagou, les personnes qui pratiquent cette activité sont de basse classe sociale. A Guéladjo par exemple, ce sont les personnes non originaires du village qui la pratiquent.

3 Principales activités des femmes et contraintes à leur épanouissement

Dans cette partie du Niger, les femmes pratiquent plusieurs activités d'ordre économique. Il s'agit de : cultures de case (37,81%), petit commerce (30,68%), embouche (17,15%), élevage (5,68%), vente de certains produits agricoles (3,41%), vannerie (1,14%), confection des nattes (1,14%) et celles qui ne font rien constituent 3,29%.

La restriction des femmes dans cette partie du Niger à la pratique de ces activités est strictement liée aux concepts de droit foncier et de l'appropriation des terres. Ainsi, le droit des femmes à la terre, s'arrête à l'usage (71,11%) et à la propriété (16,67%). Dans certains cas, 12,22% des femmes n'en disposent d'aucune de ces formes. Il apparaît que l'accès des femmes à la terre est un problème fondamental dans cette partie du Niger. Il est fondamental parce qu'il contribue à limiter une couche importante de la population à s'épanouir et de jouir de ses droits d'appropriation et de l'utilisation de la terre. Ainsi, selon Le Bris *et.al.* (1991), ce qu'on appelle foncier, c'est l'organisation de la société qui s'inscrit, se rend visible sur un territoire. Pour ces auteurs, le foncier est fonction de plusieurs facteurs qui entrent en jeu pour lier ces différentes préoccupations :

$$F = S (E + J + A) / T \times P (i, n, l)$$

F = foncier, S = rapport social, E = économie, J = juridique, A = Aménagement (techniques), P = politiques aux échelles i = internationale, n = nationale, l = locale, T = terre ou territoire.

Donc le foncier est l'ensemble particulier de rapports sociaux ayant pour support la terre ou l'espace territorial. Ces rapports sociaux sont principalement déterminés par les facteurs économiques (accumulation primitive de capital ou extraction de rente), juridiques (normes d'appropriation et modalités de règlement de conflits) puis par les techniques d'aménagement pouvant matérialiser et caractériser ces rapports sociaux en autant de régimes distincts.

Cette situation qui s'applique suivant les règles de société est fondée sur trois principes tels que décrits par Bohannan (1963) : 1) les peuples ont une représentation propre du terroir dans lequel ils vivent ; 2) ils disposent d'une série de concepts pour parler et traiter des rapports entre eux et les choses et 3) l'aspect spatial de leur organisation sociale trouve, d'une façon ou d'une autre, une expression ouverte en paroles et en actes.

Pour le cas de cette région du Niger, il faut remarquer, qu'en plus de l'aspect social, il y a aussi celui de la dépendance éternelle de la femme de l'homme surtout en milieu rural.

Cette considération, bien que culturelle a une nature égoïste et rétrograde.

En plus de ce problème foncier, la femme rurale rencontre d'autres problèmes aussi aigus.

L'approvisionnement en eau du ménage dans le milieu rural nigérien n'a jamais été une préoccupation de l'homme. C'est la femme qui s'en charge en plus d'autres travaux laborieux comme celui de la préparation de la nourriture familiale.

Les sources d'eau recensées dans les sites d'études sont : le forage, le marigot, le puits, la rivière et la mare. Toutes ces sources sont utilisées par les ménages et l'approvisionnement est assuré par les femmes.

Sur l'ensemble des sites, les populations sont approvisionnées à 43,33% à partir du forage, 35,56% puits, marigot (8,89%) et rivière (1,11%). Dans certains villages, les populations utilisent en même temps l'eau du puit et du marigot (1,11%), forage et puits (8,89%), forage, puits et mare (1,11%) (Tableau 67).

Ces sources d'eau sont variables dans un terroir à un autre. Dans ce sens, il faut retenir que tous les sites sont presque approvisionnés à partir des puits et forages. Les seuls sites qui utilisent les autres sources d'eau sont Margou, Fonéko et Kiribkayna.

Tableau 67: Proportion (%) des sources d'eau dans les sites

Sites	Forage	Marigot	Puits	Rivière	Puits et marigot	Forage et puits	Forage, puits et mare
Guéladjo	53,85		23,08			23,08	
Boulkagou	76,92		15,38	7,69			
Margou		7,69	84,62		7,69		
Kiribkayna	69,23					23,08	7,69
Kokayna	7,69		84,62			7,69	
Ziban	50,00		41,67			8,33	
Fonéko	46,15	53,85					
Total	43,33	8,89	35,56	1,11	1,11	8,89	1,11

La distance moyenne à la source d'eau augmente de la zone semi-aride à la zone aride. Ce qui signifie que les femmes de la zone aride parcourent plus de distance pour chercher l'eau quelque soit la source que celles de la zone semi-aride. Dans les deux premiers sites, les sources d'eau sont plus proches car localisés à côté des affluents du fleuve (Goroubi et Sirba). Pour les autres sites, ce sont soit des puits construits loin du village ou des marigots qui les alimentent. Aussi, cette variabilité de la distance des sources d'eau pourrait s'expliquer par la situation géomorphologique des sites. Les sites ayant des sources d'eau proches du villages sont situés dans les vallées ; c'est le cas de Guéladjo, Boulkagou et Ziban (figure 34).

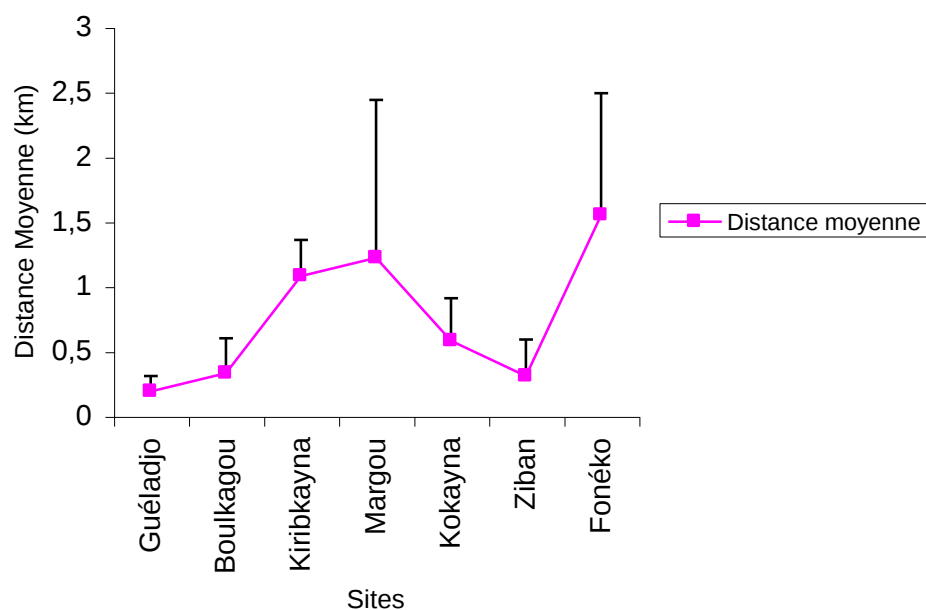


Figure 34: Distance moyenne de la source d'eau

Un autre aspect qui contribue au non épanouissement des femmes pour mener à bien leurs petites activités afin de subvenir à certains besoins est le manque de crédits. Dans tous les sites, 84,78% des femmes affirment qu'elles n'ont jamais bénéficié de crédit de quelque nature que se soit (figure 35).

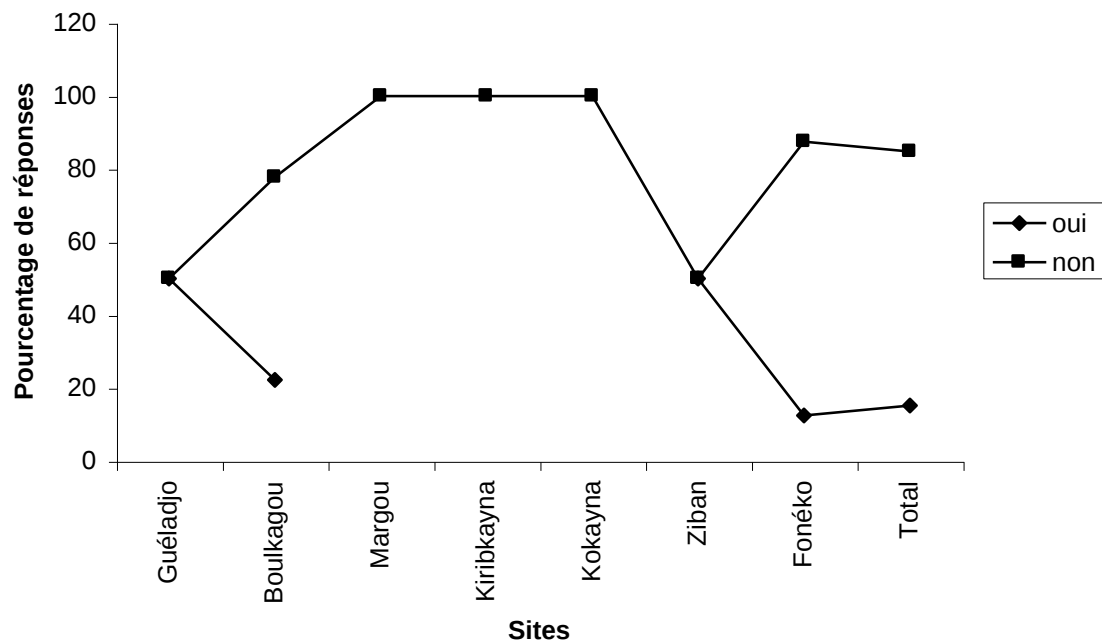


Figure 35: Disponibilité de crédits

4 Conclusion

La situation économique des populations dans les sites d'étude est très précaire, se caractérisant par la pratique des activités agricoles et de l'élevage. Les autres activités extra-agricoles y sont pratiquées pour permettre à ces populations de combler les déficits agricoles et subvenir à certains besoins. Les femmes rencontrent d'énormes difficultés relativement à la conduite de leurs activités quotidiennes, ce qui constitue un frein à leur épanouissement.

CHAPITRE 9 : Déterminants socio-économiques et leurs liens avec la diversité ligneuse

1 Pratiques paysannes et problèmes de l'agriculture dans les sites d'étude

1.1. Introduction

Au Niger, les aléas climatiques sont à l'origine d'une très forte instabilité de la production agricole génératrice de revenus (Bonjean, 1992).

L'agriculture au Niger connaît des problèmes divers ces dernières années. Les problèmes les plus frappants sont ceux relatifs au déficit pluviométrique, mais aussi et surtout à la pauvreté des sols et les pratiques archaïques avec les changements opérés dans le secteur agricole. Cette agriculture est soumise à un environnement particulièrement instable. Les producteurs nigériens ne sont pas incités à intensifier leurs cultures et les consommateurs sont soumis à de fortes variations des prix, en particulier dans les zones déficitaires (Hamadou, 1992)

L'accroissement de la population et le besoin en hausse des terres de cultures, ont contribué à la diminution et/ou même à la disparition complète des jachères (SEDES, 1987).

Au Niger, la durée de jachère était normalement de 15 ans et même au-delà. De nos jours elle est réduite à moins de 5 ans là où les jachères existent encore. Le coefficient de jachère / culture (superficie de jachère divisée par superficie de terre cultivée) au Niger est passé de 7,1 à 2,9 de 1960 à 1985, soit une réduction annuelle de 3,5% (SEDES, 1987). La période de jachère devient très courte pour reconstituer la fertilité du sol et arrêter la dégradation de sol ce qui est souvent la conséquence de la réduction des rendements des cultures par hectare (FAO, 1997)

Les arbres se trouvant dans les systèmes agraires sont relativement bien gérés même si par ailleurs de nombreux travaux ont montré l'importance de l'arbre dans le rehaussement de la fertilité des sols (Kellman, 1979 ; Bernhard-Reversat, 1982 ; Belsky, 1989 ; Weltzin et Coughenour, 1990).

Sous l'effet d'une saturation de plus en plus poussée de l'espace agricole utile liée à l'accroissement démographique et sous l'impact des épisodes répétés des sécheresses des dernières décennies, l'agriculture pluviale sahélienne se trouve maintenant en crise dans de nombreuses situations. Les performances des systèmes de culture se détériorent, les besoins céréaliers des populations rurales sont de plus en plus mal couverts, et l'extension du domaine

cultivé conjuguée à la disparition progressive des jachères aboutit à une nette dégradation du milieu (Milleville, 1990).

Les mesures à prendre en Afrique d'une manière générale et particulièrement au Niger en matière de développement agricole sont la protection des productions et du commerce local, intégration régionale accrue, création de nouvelles infrastructures, reconnaissance du rôle moteur des villes et encouragement de la propriété privée (Couty, 1992). L'étude des stratégies des producteurs invite à combiner deux grands types d'approches (Yung et Zaslavsky, 1992) : la première est analytique. Elle vise à identifier et à classer les composantes élémentaires des différentes stratégies, en confrontant de façon systématique les objectifs et les réponses auxquelles recourent les producteurs ; la deuxième est synthétique. Elle vise à caractériser les grands modèles de stratégies qui se combinent ou s'opposent au sein de chaque milieu rural, en spécifiant les groupes sociaux où ces modèles émergent, stagnent ou tendent à prédominer.

1.2. Matériel et méthodes

1.2.1. La catégorie des exploitants considérés

Au niveau de chaque terroir villageois, des chefs de ménages ont été pris au hasard pour la conduite des enquêtes. Ainsi, les informations demandées requièrent que les chefs de ménages ainsi que les chefs de villages fournissent des informations appropriées. Il était prévu que toutes les classes sociales soient enquêtées mais malheureusement, les jeunes ne détiennent pas certaines informations. Les chefs de ménages (hommes et femmes) ont été considérés dans tous les terroirs enquêtés. Le choix des personnes à enquêter était aléatoire mais guidé par le chef de village et les sages du village après un exposé succinct de l'objectif de l'enquête.

1.2. 2. La taille des échantillons

Le recensement général de la population de 1988 a servi de base pour la détermination de la taille des échantillons au niveau des villages. Normalement, des taux standard d'échantillonnage doivent être pris en compte mais nous avons préféré nous conformer à la situation du terrain et au volume du travail. C'est ainsi, qu'au niveau de chaque terroir villageois nous avons pris un échantillon de 13 chefs de ménage et le chef de village avec son

questionnaire à part. Cette taille d'échantillon, nous réconforte en ce sens qu'elle prend en compte le volume du travail et d'une manière réaliste.

Au total, 91 chefs de ménages ont été enquêtés (hommes et femmes) dans la zone étudiée. Quant aux chefs de villages, ils sont au nombre de 7.

1.2.3. Les variables considérées pour la collecte des données

Pour la collecte des données, plusieurs variables ont été considérées afin de nous permettre de collecter le maximum d'informations conformément au thème de l'étude. Ces variables comportent des sous-points dont le nombre varie d'une variable à une autre.

Parmi ces variables, il faut noter :

- A. au niveau des chefs de village : 1) l'identification du chef de village ; 2) l'historique du village ; 3) le niveau de conscience de la population sur les problèmes environnementaux ; 4) l'existence des pôles d'attraction dans le village ; 5) l'accessibilité au village ; 6) les infrastructures sanitaires ; 7) l'éducation ; 8) les conflits sociaux ; 9) l'intervention des projets de développement au niveau du village ; 10) l'existence des associations et coopératives au niveau du village.
- B. Au niveau des ménages : 1) l'identification des chefs de ménages ; 2) les moyens de transport utiles dont dispose le chef de ménage ; 3) les sources d'énergie qu'utilise le chef de ménage ; 4) la gestion hydrologique ; 5) la santé ; 6) l'éducation ; 7) les types d'activités économiques ; 8) les systèmes d'acquisition des terres de culture ; 9) les types de cultures que pratique le chef de ménage ; 10) l'organisation de la culture ; 11) les techniques et opérations culturales ; 12) la fertilisation des terres ; 13) les difficultés liées à l'exploitation des terres ; 14) le défrichage et abattage des arbres ;) 15) l'organisation de l'élevage ; 16) l'artisanat ; 17) la pêche ; 18) la commercialisation.

Toutes ces informations ont été collectées en un passage et des informations complémentaires y sont introduites au cours des autres passages.

1.2.4. La collecte des données

La collecte des données a été faite en un passage en grande partie pendant la période de repos des producteurs c'est à dire après les récoltes. C'est une période que nous considérons idéale

pour la collecte des données pour ce genre d'étude. Deux types de questionnaires ont été administrés. Le premier s'adresse au chef de village et le second au chef de ménage.

1.2.5. La manipulation des données socio-économiques

Les informations collectées ont été analysées en plusieurs niveaux :

1. le dépouillement des fiches d'enquêtes qui a consisté à faire ressortir les principales informations recherchées;
2. l'élaboration d'une maquette de saisie des données pour le besoin de l'analyse ;
3. la saisie des données avec le logiciel EXCEL ;
4. l'analyse des données avec le logiciel SPSS.

L'analyse descriptive a été faite sur les variables descriptives et l'analyse de variance, de corrélation et de régression a été faite pour déterminer les variables discriminantes.

Les informations relatives au village ont été tout d'abord triées, filtrées et analysées et des corrélations au sein des variables ont été recherchées. La même démarche a été suivie pour les informations relatives au ménage.

Pour la recherche d'une synergie entre les facteurs, ce sont les analyses de corrélation et de régression qui ont été utilisées.

1.3. Résultats

1.3. 1. Pratiques de l'agriculture

1.3.1.1. Principales cultures de subsistance ou de rente

Les cultures principales se définissent comme étant les cultures pratiquées pour la consommation directe des producteurs. Selon les producteurs enquêtés, on pourrait citer: le mil, le sorgho et le niébé. Ce sont des cultures de subsistance, classées par ordre d'importance par les chefs de ménages enquêtés. Ainsi, dans tous les villages couverts par l'étude, le mil est cultivé par 100% des producteurs enquêtés dans les zones semi-aride et de transition et 90,38% dans la zone aride, soit une moyenne totale de 94,51% toutes zones confondues. Le sorgho est cultivé en moyenne par 94,44% des producteurs des villages enquêtés. Dans le classement établi, le niébé vient après le sorgho. Ces cultures vivrières font de plus en plus l'objet de commercialisation.

Les spéculations comme l'arachide, le sésame, le gombo, le voandzou et l'oseille sont des cultures de rente pratiquées afin de permettre aux producteurs d'avoir des revenus supplémentaires. Les places qu'elles occupent sont variables d'une zone à une autre.

1.3.1.2. Systèmes de cultures

Les systèmes de culture dans les villages étudiés se caractérisent par des associations de culture sauf dans de rares cas où certaines cultures comme l'arachide et le niébé sont en culture pure. Dix huit différents types d'associations de cultures ont été enregistrés dont onze dans la zone semi-aride, deux dans la zone de transition et douze dans la zone aride. Les associations sont classées par ordre d'importance par les producteurs: mil/niébé (27,05%), mil/sorgho/niébé (22,96%), mil/sorgho (21,31%), sorgho/niébé (7,4%), mil/niébé/oseille (4,92%), mil/niébé/sésame, mil/sésame/sorgho, mil/sorgho/arachide, mil/sorgho/oseille, sorgho/maïs, niébé/sésame, sorgho/oseille (1,64% chacune), niébé/arachide, niébé/oseille, sésame/niébé/sorgho, sorgho/arachide, mil/arachide, mil/oseille (0,82% chacune).

1.3.1.3. Situation des sols

D'après les perceptions paysannes, les sols dans les zones bioclimatiques sont bons à 34,09%, très bons à 18,18%, moyens à 38,64% et mauvais à 9,09%. Ces proportions sont variables d'une zone bioclimatique à une autre. Au niveau des villages, les disparités sont plus marquées (Tableau 68).

Tableau 68: Perceptions paysannes sur le niveau de fertilité des sols (%)

Sites	Niveau de fertilité des sols			
	Bonne	Mauvaise	Moyenne	Très bonne
Guéladjo	30	10	60	
Boulkagou	38,46	15,38	23,08	23,08
Kiribkayna	30,77	7,69	38,46	23,08
Margou	30,77		38,46	30,77
Kokayna	38,46		61,54	
Ziban	15,38	30,77	15,38	38,46
Fonéko	53,85		38,46	7,69
Moyenne	34,09	9,09	38,64	18,18

1.3.1.4. Types d'amendement apportés ou stratégies paysannes

Pour rehausser le niveau de fertilité des sols, 98,84% des producteurs affirment qu'ils font des efforts. Ils reconnaissent presque à l'unanimité que les sols doivent être enrichis pour bien produire. Pour ce faire, 22% des producteurs utilisent le parcage et 71% apportent du fumier dans les champs. Les champs les plus servis sont d'après les producteurs ceux qui sont à côté du village. Le fumier est transporté sur la tête, à dos d'âne ou dans des charrettes.

L'utilisation d'engrais chimique est variablement pratiquée par les producteurs. Seulement (37,80%) des producteurs dans tous les villages enquêtés utilisent des engrais chimiques. Cette faible utilisation d'engrais chimique est liée au coût très élevé de ce produit. Les quelques producteurs qui en utilisent sont les « nantis » des villages. La faiblesse du pouvoir d'achat des producteurs (62,22%) est la cause principale.

1.3.1.5. Outils de travail de sol utilisés

Dans leurs pratiques, les producteurs de cette partie du Niger, utilisent un certain nombre d'outils aratoires traditionnels pour le travail du sol. Les outils les plus utilisés sont: la hilaire (35,60%), la houe (27,60%), la pelle (11,2%), la pioche (10%), le coupe-coupe (9,6%), la hache (4,4%).

Les producteurs font recours à la main d'œuvre temporaire (75,90%) pour leurs travaux.

1.3.1.6. Gestion de l'espace agraire

1.3.1.6.1. Mode d'acquisition et de répartition des terres

Cinq types d'acquisition de terres ont été relevés dans les sites étudiés. Il s'agit du prêt (35,81%), héritage (35,35%), achat (11,63%), don (11,16%) et location (6,05%).

En cas de litige ou de décès du chef de famille, des structures existent pour la répartition des champs. Ce sont : le chef de village (47,06%), le chef de famille (27,45%), les premiers occupants (18,30%), l'Imam du village (6,54%) et le chef de canton (0,65%). Il ressort que dans cette région, le problème foncier est réglé à l'amiable au sein des villages.

1.3.1.6.2. Augmentation du nombre de champs

L'augmentation du nombre de champs dans les villages, en terme numérique (pas de superficie) est observée dans cette partie du Niger. Les producteurs interrogés affirment (73,03%) que ce phénomène existe et l'augmentation des personnes dans les ménages serait à la base. Cette affirmation est confirmée car dans toutes les zones bioclimatiques, le nombre moyen de champs par chef de ménage est de $2,71 \pm 1,23$ et la distance moyenne domicile champ est de $3,01 \text{ km} \pm 2,18$. En considérant les zones bioclimatiques, il ressort que le nombre de champs par ménage croît de la zone semi-aride vers la zone aride en passant par la zone de transition. Le schéma suivant est ainsi formulé : Semi-aride < Aride < Transition.

Pour la distance domicile-champ on obtient le schéma suivant : Semi-aride > Aride > Transition (tableau 69).

Tableau 69: Nombre moyen de champs par chef de ménage et distance (km) domicile-champ

Zones bioclimatiques	Nombre de champs	Distance (km) domicile-champ
Semi-aride	$2,28 \pm 0,98$	$3,65 \pm 2,51$
Transition	$3,08 \pm 0,95$	$1,94 \pm 1,10$
Aride	$2,83 \pm 1,35$	$2,96 \pm 2,12$
Total	$2,71 \pm 1,23$	$3,01 \pm 2,18$

La variabilité, au sein des sites par rapport au nombre moyen de champs et la distance domicile-champ, est plus accentuée.

Par contre, les producteurs affirment (65,12%) que cette situation n'est pas due à un problème de manque de terre.

1.3.2. Elevage

Deuxième activité économique dans les sites, l'élevage y est diversement pratiqué avec des modes de gestion du cheptel variés. Ainsi, les différents modes de gestion du cheptel dans les ménages sont classés comme suit : Individuel, familial, communautaire et transhumant. Mais le plus important est individuel (96,65%) suivi du familial (87,8%).

Cet élevage est très rentable du moment où il est rapporté que le cheptel croît chaque année à 96,61%.

Pour le traitement en cas de maladies, les producteurs pratiquent deux types de traitements concomitamment : le traditionnel (64,71%) et le moderne (46,99%). Les services vétérinaires interviennent dans 55,29% des sites et donnent des produits et des conseils.

3.1.3. Problèmes de l'agriculture

Un des problèmes majeurs qui entravent la bonne réussite des campagnes agricoles au Niger est la mauvaise répartition dans le temps et dans l'espace des pluies. Les producteurs reconnaissent ce fait à 96,47% alors que toutes les cultures pratiquées sont dépendantes des pluies (98,67%).

L'association des cultures étant la principale composante du système de culture est dépendante des types de sols et de leurs niveaux de fertilité (97,44%). Les producteurs affirment qu'un sol pauvre et très sableux ne produit pas beaucoup si les cultures sont en association.

Pour que ces producteurs puissent conduire leurs activités agricoles dans des bonnes conditions et avoir une production satisfaisante, le crédit est plus qu'indispensable. Les engrais coûtent excessivement chers pour les producteurs. Mais le système de crédit n'est pas instauré de l'avis des producteurs (84,87%) dans toutes les zones. Plus de 68% des producteurs affirment qu'ils n'ont jamais bénéficié de système de crédit de quelque nature que ce soit. Il est une réalité au Niger, que quand les productions sont abondantes, les producteurs ont besoin d'écouler l'excédent mais cela fait défaut.

L'agriculture connaît des évolutions et des changements dans les pratiques paysannes à cause probablement du système de vulgarisation en place. Bien que ce système ait fourni des efforts notamment dans le transfert des technologies, la formation des producteurs demeure toujours

un point faible car, 65,65% des producteurs enquêtés n'ont jamais été formés. C'est un des points faibles du système de vulgarisation au Niger.

3.2. Discussion

Les pratiques agricoles au Sahel occidental nigérien sont restées sans évolution majeure. Les producteurs ont gardé jusqu'à lors leurs pratiques qu'ils ajustent suivant les circonstances. La répartition et leur mode d'acquisition sont régis par des règles coutumières. C'est ce qu'affirment (Chaumié, 1984) en rappelant que les règles foncières traditionnelles ont été instituées dans un monde ouvert de communautés villageoises ou lignagères. Selon (Bosc *et.al.*, 1994), les producteurs du Sahel sont doués dans leur grande majorité, d'une forte propension à l'innovation.

Cet ajustement face aux différentes situations notamment écologiques (pluviométrie et sols) a permis aux producteurs de cette partie du Niger d'adapter leurs systèmes de cultures.

Ainsi, face aux défis des sécheresses répétitives, il a été constaté une simplification des systèmes de cultures par une réduction des espèces cultivées et des façons culturales. Cette tendance à l'intensification n'est cependant pas générale. Cependant, localement, lorsque les conditions de terrain s'y prêtent, les agriculteurs adoptent des systèmes de cultures relativement intensifs. Ce genre de stratégies est fondé sur la diversification des activités ainsi que sur la mobilité des hommes et des cultures (Jouve, 1991).

Les producteurs ont une bonne connaissance de leurs terroirs et des exigences spécifiques des cultures ; il peut néanmoins advenir que, pour des raisons socio-culturelles (habitudes alimentaires), ils soient conduits à cultiver une culture dans un champ non approprié et sous une pluviométrie aléatoire, mais ils tempèrent ce risque en y associant d'autres cultures (Pochier, 1992). C'est la situation typique dans cette partie du Niger. Le nombre de cultures s'est rétréci sous l'effet de la dégradation des conditions pédoclimatiques et de la contrainte démographique, avec comme incidence un appauvrissement des successions culturales et la disparition des jachères assolées.

Le fait qu'il n'y ait pas eu d'évolution positive dans les pratiques agricoles, les producteurs rencontrent d'énormes problèmes d'ordres technique, économique et même social. Dans ce cas de figure, il va falloir donc créer un environnement économique et institutionnel favorable pour libérer les capacités d'innovations des producteurs. Pour Bertrand (1992), malgré de nombreux acquis techniques permettant d'améliorer les bilans organiques et minéraux des

sols, les fortes implications opérationnelles au plan économique et social de ces propositions en ont largement affaibli l'audience auprès des producteurs.

Les outils et les pratiques culturelles utilisés dans cette partie du Niger, permettent de comprendre la notion de la force productive et à définir celle-ci par rapport au jeu complexe des interactions unissant les pratiques techniques aux potentialités et aux contraintes du milieu naturel ainsi qu'aux réalités sociales démographiques et économiques. Pour Raynaud (1984), une telle approche implique que l'on donne une juste place à la souplesse des pratiques paysannes et à leur capacité de constant ajustement aux différentes sollicitations auxquelles ils sont confrontés.

La réduction des richesses organiques et minérales des terres, et les nombreux signes de dégradation du milieu mettent en lumière les déséquilibres qui apparaissent dans les modes de gestion de la fertilité des sols (Garin et Lericollais, 1990). C'est effectivement une situation typique du Sahel occidental nigérien. Pour faire face à cela, des stratégies paysannes sont en œuvre notamment le contrat de parcage, l'apport de fumier et d'une moindre mesure, l'engrais minéral.

La décroissance du nombre moyen de champs par chef de ménage de la zone semi-aride à la zone aride et l'augmentation de la distance du domicile au champ de la zone semi-aride à la zone aride sont des conséquences de l'augmentation de la population du moment où les producteurs reconnaissent eux-mêmes que la superficie était la même depuis l'antiquité. La décroissance du nombre de champs est due à l'embrigadement des champs par l'augmentation du nombre de personnes dans les ménages surtout dans la zone semi-aride où l'agriculture est l'activité principale. L'augmentation de la distance domicile- champ trouve son explication par le fait que les producteurs sont obligés à trouver des terrains loin du village dans les brousses à la recherche de nouvelles terres. C'est effectivement la situation décrite par Chaumié (1984) ; Bertrand (1984a) et Bertrand (1992).

Dans les conditions des pratiques et systèmes de production dans cette partie du Niger, l'activité agricole ne pourra contribuer à répondre aux besoins d'une population croissante.

Dans cette situation, des options tendant à appuyer les producteurs sont plus que nécessaires car les problèmes de débouchés et de crédits ont été soulignés par les producteurs eux-mêmes.

3.3. Conclusion

Les cultures de subsistance constituent les principales spéculations agricoles des populations de cette partie du Niger même si elles n'arrivent pas à satisfaire les besoins alimentaires de cette population à démographie galopante. La persistance de la pauvreté et les aléas pluviométriques permettent de proposer une diversification des systèmes de production. La dépendance des cultures vis-à-vis de la pluie présente des risques et mérite d'être remplacée par des petits systèmes d'irrigation pour sous-tendre cette diversification.

L'amélioration de la fertilité des sols dans cette partie du Niger, est dépendante du niveau de prospérité du producteur. L'instauration d'un système de crédit pourrait permettre aux démunis de se procurer l'engrais minéral et des charrettes pour le transport du fumier au champ. Les modes d'acquisition et de répartition des terres sont restés toujours traditionnels et doivent y continuer car les populations ne trouvent pas de problèmes dans leur application.

La démographie galopante est à la base de la diminution de la superficie des champs et l'augmentation en nombre de petits champs. Elle est aussi à la base de l'augmentation de la distance domicile - champ. Le système national de vulgarisation agricole doit déployer plus d'efforts pour appuyer les populations rurales en matière de formation sur les différents aspects du développement rural.

2 Arbres dans les systèmes agraires: Mode de gestion, atouts et contraintes

2.1. Introduction

Dans les systèmes agraires du Sahel occidental nigérien, les arbres ont une importance capitale pour les populations. Ils leur procurent divers bénéfices : aliments, médicaments traditionnels, fourrage, bois de feu, bois d'œuvre et de service, etc. Au-delà de ce rôle pour le bien être de la population, les arbres sont reconnus pour leur rôle irrévocable dans le maintien de l'équilibre écosystémique. Plusieurs travaux scientifiques ont montré l'importance de l'arbre dans l'amélioration de la fertilité des sols et l'augmentation de la production des céréales (Maï Moussa, 1997).

Traditionnellement, les populations sahéliennes gèrent les arbres dans les champs pour s'assurer que ces derniers sont préservés afin qu'ils continuent à jouer pleinement leurs rôles. L'entretien de la régénération naturelle, la plantation des arbres, la mise en jachère des

parcelles, l'élagage et l'émondage sont les principales pratiques de gestion rencontrées sur le terrain.

Les différents utilisateurs ont des conceptions différentes vis-à-vis de la préservation des arbres dans l'environnement sahélien. Ce problème sociologique et de comportement est bien partagé par les nomades et les sédentaires au Niger. Sur les plans sociologique, d'utilisation diverses, Bernus (1980) se demande si le nomade est bien réellement ce destructeur de forêts, propagateur du désert, opposé au sédentaire attaché à son terroir, créateur d'une stratégie délibérée de mise en valeur.

La politique forestière qui a affiché un visage répressif depuis les indépendances rend aujourd'hui les populations obsessives quant à la prise en charge de leur environnement. Les tendances actuelles des politiques forestières souscrivent à la restitution aux populations la responsabilité de la gestion de leur environnement. Pour Chaumié (1985), les structures traditionnelles sont en mutation et il est indispensable de saisir la dynamique de ces évolutions pour comprendre comment les populations gèrent leur espace familial, villageois et régional.

La différence en terme pluviométrique implique automatiquement qu'il existe des points de divergence sur l'abondance des arbres dans les systèmes agraires, le mode d'utilisation, la demande en produits ligneux et non ligneux et au-delà le besoin en protection de l'environnement.

L'analyse des principales pratiques, le mode de gestion ainsi que les avantages et les inconvénients des arbres dans les systèmes agraires du Sahel occidental nigérien suivant les différentes zones bioclimatiques pourraient contribuer substantiellement à appréhender les différentes stratégies.

2.2. Méthodologie

Les personnes enquêtées sont les chefs de ménages dans les sept sites cités précédemment, qui ont un droit de regard sur la gestion des arbres dans les champs. L'interview conduite est individuelle et les questions sont posées à l'aide d'un questionnaire fermé. Les questions sont axées sur la gestion de l'arbre dans les champs.

Un échantillon de 13 chefs de ménages a été retenu et interviewé par village en utilisant la méthode de "Ranked Set Sample" Subhash (2003) pour le choix des producteurs à enquêter. Cette méthode consistait à établir un certain nombre de critères exclusifs sur la base desquels

certains chefs de ménages ont été éliminés. Les données de l'enquête ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS notamment les analyses descriptives et de corrélation.

2.3. Résultats

2.3.1. Gestion des arbres dans les systèmes agraires

D'une manière générale, dans les sites étudiés, il ressort que les producteurs pratiquant la plantation des arbres dans leurs champs constituent (47,73%) contre (52,27%).

En rapport avec les zones bioclimatiques, l'idée de plantation est plus accentuée dans la zone aride ; 54,2% des producteurs interrogés plantent des arbres dans leurs champs alors que dans la zone semi-aride, ils constituent 48,7%.

Quant à la jachère, sur l'ensemble des sites étudiés, 87,91% des chefs de ménages interrogés affirment qu'ils la pratiquent mais à des degrés différents.

La durée de la jachère quant à elle varie de 5 ans et demi dans la zone semi-aride à 3 ans dans la zone aride. La moyenne générale, toutes zones bioclimatiques confondues, est de 4,40 ans. Cette moyenne décroît de la zone semi-aride vers la zone aride. Cette variabilité de la durée de la jachère est plus accentuée entre les sites même au sein d'une même zone bioclimatique. D'une manière générale, la même tendance est observée (figures 36a et 36b).

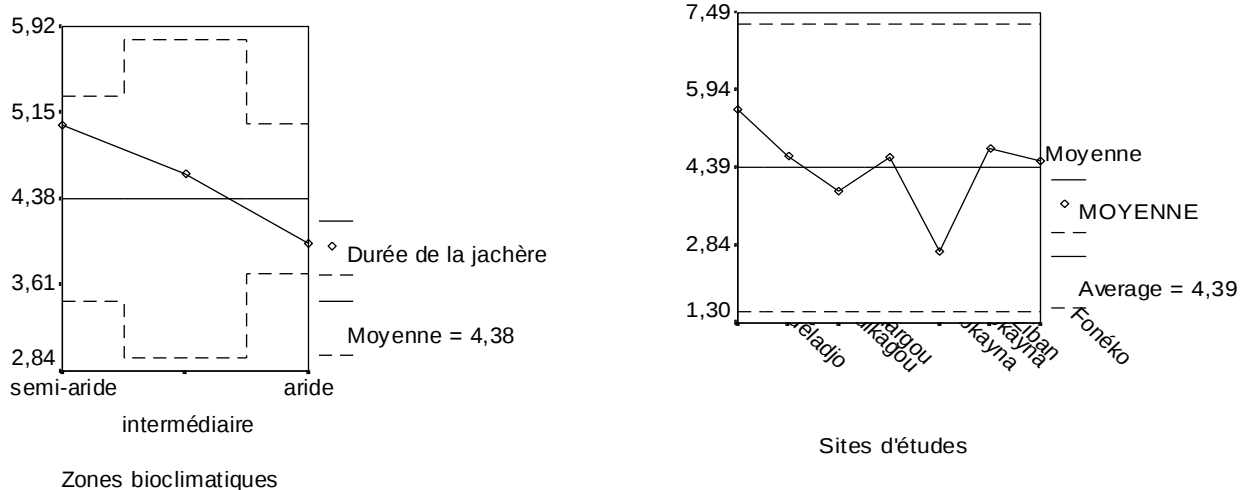


Figure 36: a. Moyenne de la durée de la jachère par rapport aux zones bioclimatiques et b. Moyenne de la durée de la jachère par rapport aux sites

La pratique du défrichage est effectuée par tous les producteurs interrogés. 98,9% de ces producteurs pratiquent le défrichage lors de la préparation des champs pour l'agriculture toutes zones bioclimatiques confondues.

Au cours de ce défrichage, les producteurs épargnent des arbres pour des raisons diverses dont entre autres : la production d'ombrage, du bois de feu et de service en cas de besoin, et d'autres usages.

Le nombre d'arbres épargnés dans les champs est variable d'un site à un autre et au sein d'une même zone bioclimatique. C'est dans les sites appartenant à la zone semi-aride que peu d'arbres sont épargnés. Le plus grand nombre d'arbres épargnés dans les champs est obtenu dans le site le plus au Nord (Margou) donc le plus aride et le plus petit nombre est obtenu dans le site le plus au sud (Guéladjo) dans la zone semi-aride (figure 37).

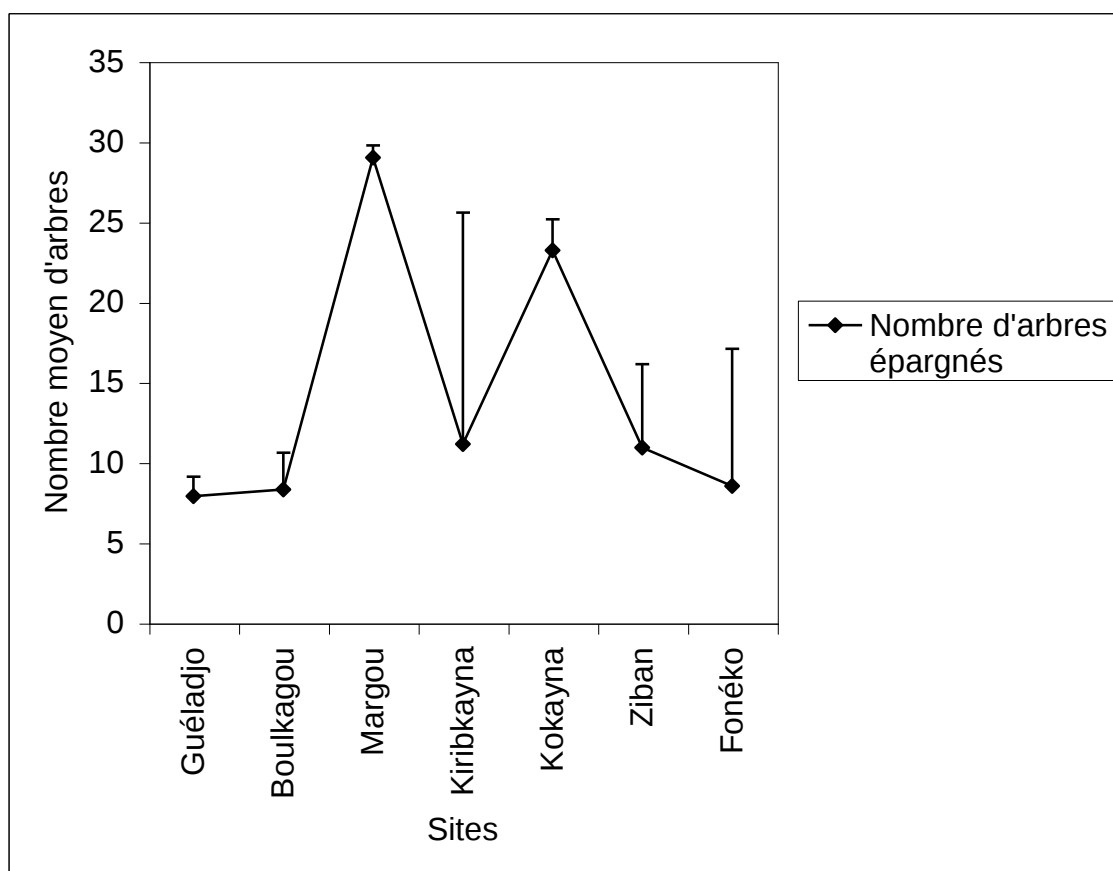


Figure 37: Nombre moyen d'arbres épargnés à l'hectare lors des défrichements

2.3.2. Les atouts

Les arbres dans les systèmes agraires du Sahel nigérien sont gérés et conservés parce qu'ils présentent certains atouts. Parmi ces derniers, il faut retenir la délimitation des champs faite à base de certaines espèces ligneuses.

Presque tous les arbres se trouvant sur la limite des champs sont préservés et épargnés de la coupe. Ce genre de mode de délimitation des champs constitue 67,03%. Un autre mode de délimitation utilisé par les producteurs de cette partie du Niger est la plantation des arbres sur les limites des champs (12,09%). Les espèces ligneuses les plus utilisées sont : *Euphorbia balsamifera*, *Hyphaene thebaïca*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Acacia senegal*.

Ces pratiques sont faites dans tous les sites de la zone d'étude donc dans toutes les zones bioclimatiques.

En plus de l'utilisation des arbres pour la délimitation des champs, les haies-vives constituent un aspect très important dans la zone Sahélienne pour la protection des champs contre la divagation des animaux et protéger les cultures contre les différentes formes d'érosion. Mais cet aspect n'a pas reçu l'amabilité des producteurs de cette partie du Niger. Ainsi, sur l'ensemble des producteurs enquêtés, seulement 26,32% utilisent les haies-vives défensives, 32,5% utilisent les haies-mortes pour les différentes protections. Ces haies-mortes sont des clôtures faites à base des branches mortes d'espèces ligneuses en particulier des épineux.

Autres vertus des arbres dans les systèmes agraires c'est l'amélioration de la fertilité des sols. Les producteurs reconnaissent que certaines espèces ligneuses se trouvant dans leurs champs améliorent la fertilité des sols. Dix sept espèces ont été citées par les producteurs et dont les plus importantes sont : *Faidherbia albida* (24,22%), *Guiera senegalensis* (13,28%), *Combretum micranthum* (8,59%), *Piliostigma reticulatum* (7,81%), *Balanites aegyptiaca* et *Combretum glutinosum* (6,25%) chacune, *Acacia nilotica* (5,47%).

La source d'énergie est un autre atout des espèces ligneuses pour que les producteurs gèrent les espèces ligneuses dans leurs champs. Ainsi, le bois des espèces ligneuses présente dans les champs, est utilisé comme source d'énergie et contribue à 45,05%, le pétrole lampant (34,07%) et la paille et autres résidus agricoles constituent le reste.

Le type de bois utilisé par les ménages est le bois sec (96,7%).

Pour la pharmacopée traditionnelle, toutes les espèces ligneuses présentes dans les terroirs étudiés sont utilisées à 100% et dont le degré d'utilisation est important à plus de 90%.

Les organes utilisés dans la pharmacopée traditionnelle sont les feuilles (33,96%), les écorces (33,33%) et les racines (32,70%).

Les organes sont exploités pour l'utilisation en pharmacopée par l'écorçage (34,59%), arrachage (33,33%) et déracinement (32,08%).

Le degré d'exploitation des organes est important à 94,55% et le mode d'utilisation est composé de la décoction des organes (98,25%) et de poudre de feuilles ou racines (1,75%). Le coefficient de corrélation de Pearson montre qu'il existe une corrélation négative entre le mode d'utilisation des espèces et le mode d'exploitation des organes pour la pharmacopée à 5% de probabilité ($R^2 = 0,24$).

Le bois des espèces ligneuses est plus utilisé pour la construction des maisons, les manches d'outils et certains ustensiles de cuisine (figure 38).

L'utilisation du bois des espèces ligneuses est à des degrés différents dans les différents sites et au sein des zones bioclimatiques.

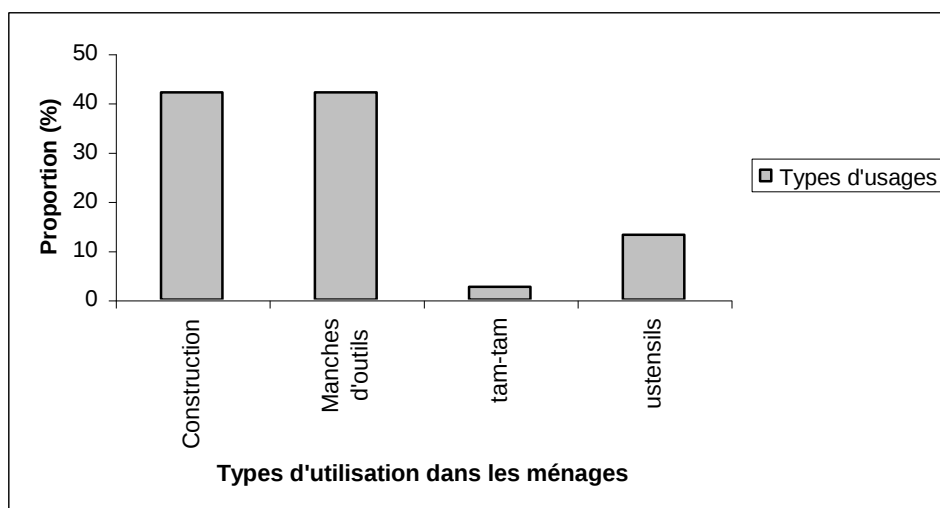


Figure 38: Proportion de différents types d'utilisations du bois d'œuvre et de services

Dans tous les sites, le degré d'utilisation du bois des espèces ligneuses est important à 76,36%, moyen à 10,91% et 12,73%. Une corrélation positive est observée entre la qualité du charbon et l'utilisation du bois en œuvre et services à 5% de probabilité ($R^2 = 0,44$).

2.3.3. Les contraintes

Les différentes contraintes dans la gestion des espèces ligneuses dans les systèmes agraires du Sahel nigérien, résident dans une compréhension dogmatique de la plupart des producteurs enquêtés. Certains répondent que l'arbre est un bien naturel (42,3%) et les autres reconnaissent que cette conception est dépassée et qu'il faille le gérer scrupuleusement (57,7%). En réalité, les partisans de cette dernière conception sont dépassés par le comportement de la première catégorie à cause des considérations sociales. Bien que les vertus de l'arbre soient reconnues par tous, il est évident que des considérations laxistes soient dominantes et entravent les efforts de ceux qui prônent que l'arbre doit être préservé non seulement pour ces effets immédiats mais aussi pour servir aux générations futures.

Dans ce pays où les pratiques coloniales de la gestion policière de l'environnement n'ont connu de changements palpitants que ces dernières années, il doit falloir du temps pour que la sensibilisation soit menée et que les impacts soient ressentis.

Il faut souligner que le service de l'environnement fait des efforts de sensibilisation et de police à la fois. Mais ces efforts ne sont pas encore efficaces car parmi les populations enquêtées, seulement 7% ont répondu avoir été amendées pour délit aux lois forestières du pays.

2.4. Discussion

La gestion des espaces agraires est une pratique ancienne des populations nigériennes. Le type de gestion dépend de la culture même de ces populations, et est sujet ces dernières décennies à des modes variés et souvent difficiles à accepter par ces mêmes populations.

La disparité qui existe suivant les zones bioclimatiques, est due essentiellement aux aléas climatiques et à l'accroissement galopant de la population et met en péril les anciennes pratiques. Le concept de plantation des espèces ligneuses dans les champs des producteurs ruraux n'est jamais une coutume. Mais ces dernières années, cela apparaît évident. Le fait que les producteurs de la zone semi-aride ne se gênent pas à entreprendre des plantations des arbres dans leurs champs comparativement à leurs pairs de la zone aride, laisse penser que

pour les premiers, ils disposent encore de végétation et pour les seconds, l'heure a sonné d'avoir quelques pieds d'espèces ligneuses pour subvenir à certains besoins et contrecarrer l'adversité.

Au Niger, la durée de jachère était normalement de 15 ans et même au delà. De nos jours elle est réduite à moins de 5 ans là où elle existe encore. Le coefficient de jachère / culture (superficie de jachère divisée par superficie de terre cultivée) au Niger décroît de 7,1 à 2,9 de 1960 à 1985; soit une réduction annuelle de 3,5% (SEDES, 1987). La période de jachère devient très courte pour reconstituer la fertilité du sol, et la dégradation de sol ce qui est souvent la conséquence de la réduction des rendements des cultures par hectare (FAO, 1997). Cette durée moyenne des jachères dans cette partie du Niger est sans conséquence sur le renouvellement de la fertilité des sols alors que les producteurs ne pouvant acquérir de l'engrais minéral. Selon Piéri (1986), citant plusieurs expérimentations, arrive à la conclusion que dans la zone tropicale semi-aride, en l'absence des jachères de longue durée, les rendements des cultures et la productivité des terres ne peuvent être maintenus que si l'on restitue au sol, des produits organiques déjà transformés comme le fumier et le compost. C'est évidemment ce que les producteurs de cette zone du Niger ont compris ; par manque de moyen pour ces produits, ils ont identifié par expérience un certain nombre d'espèces ligneuses qui peuvent très rapidement reconstituer la fertilité des sols suivant leurs pratiques. Les espèces évoquées par les paysans et qui sont épargnées dans les champs pour jouer ce rôle ont fait l'objet de plusieurs travaux. *Faidherbia albida*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* ont été évoquées par plusieurs auteurs pour leurs rôles fertilisants ; Pour le cas de *Guiera senegalensis*, cette considération est vérifiée à travers les travaux de Renard (1993), Wezel (1998) qui ont montré l'importance de cette espèce dans la reconstitution de la fertilité des sols et la production du bois de chauffe.

L'importance de *Faidherbia albida* sur la fertilité des sols et la productivité des cultures a été démontrée au Niger (Geiger *et.al.*, 1993 ; Maï Moussa *et.al.*, 1997).

Le nombre de pieds des espèces ligneuses épargnées dans les champs lors du défrichement est en dessus de celui obtenu par (Manzo, 1996) surtout dans la zone semi-aride. Les producteurs de la zone semi-aride épargnent peu d'arbres dans leurs champs contrairement à ceux de la zone aride. C'est certainement un problème de mentalité car dans le centre-est du pays, les populations ont massivement adopté la technique de régénération naturelle assistée (Marou *et.al.* 2002). Le raisonnement sur l'aspect de la plantation des arbres dans les champs est bien justifié sur ce comportement.

L'entêtement des producteurs à conserver les espèces ligneuses dans leur champ est un signe de reconnaissance sur leur importance.

Sturm (1997) a montré qu'il existe une forte corrélation entre la composition floristique des parcs agroforestiers et le système d'exploitation. Les arbres dans ces parcs sont pour la plupart des non-légumineuses à usages divers. Ils améliorent la fertilité des sols de façon significative et contribuent à beaucoup d'usages pour les producteurs.

2.5. Conclusion

La gestion actuelle des arbres dans les systèmes agraires dans le Sahel nigérien présente un certain espoir pour la conservation des espèces ligneuses dans les terroirs. Il est évident que dans certaines zones où un potentiel important existe, les populations ne font pas beaucoup d'efforts pour la conservation et l'enrichissement de leurs parcs. Dans ce cas précis, il va falloir entreprendre des campagnes de sensibilisation et même de formation sur l'intérêt de la gestion et la conservation des espèces ligneuses.

Les populations vivant dans la zone aride sont plus conscientes de la nécessité de gérer bien l'arbre pour non seulement son utilisation actuelle mais aussi pour la postérité.

Néanmoins, les vertus de l'arbre sont bien appréhendées par les populations des zones concernées ; ce qui constituera un atout pour faire comprendre aux populations « réticentes » l'enjeu que représente la gestion durable du couvert forestier.

Chapitre 10 : Synergie des différents facteurs

1 Influence des facteurs sur les types d'ensembles végétaux

Dans ce chapitre nous essayons de mettre en lien les différents facteurs qui interagissent pour positionner la diversité biologique végétale et l'état de la végétation dans la zone d'étude. Nous avons montré que la végétation dans son ensemble ainsi que sa composition sont déterminées suivant le gradient latitudinal, les zones bioclimatiques et les activités humaines. Quel genre de relations lient ces facteurs avec la végétation ? Est-ce une relation factorielle univariée ou multivariée qui influe cet état de fait ?

La fonction factorielle qui met en synergie les différents facteurs pour façonner la végétation et lui conférer une structure et un état est à la base de l'existence d'un paysage donné. Ainsi, en considérant la végétation, il est établi une fonction dont le modèle, univarié ou multivarié pourrait s'exprimer d'une manière générale : $EV = f(\text{différents facteurs})$; avec EV = état de la végétation ; f = fonction ;

En fixant l'hypothèse suivante : la végétation dans les sites est dépendante des facteurs suivants : site (S), zones bioclimatiques (ZB), types d'utilisation (TU), sols (SL), niveau de dégradation des sols (DS), unités physiographiques (UP), soit individuellement ou en association ;

Donc, $EV = f(S+ZB+TU+SL+DS+UP+S*ZB*TU*SL*DS*UP)$.

Ainsi, en prenant en compte cette fonction, afin de vérifier cette hypothèse, une analyse factorielle a été conduite en mettant en synergie les différents facteurs; le modèle factoriel complet est utilisé pour déterminer cette relation. Ce modèle met en relation deux ou plusieurs facteurs ensemble afin de déterminer le niveau de signification, la puissance à laquelle cette relation est établie et un coefficient de détermination R^2 .

- Types d'utilisation des sols comme facteur déterminant de types de végétation

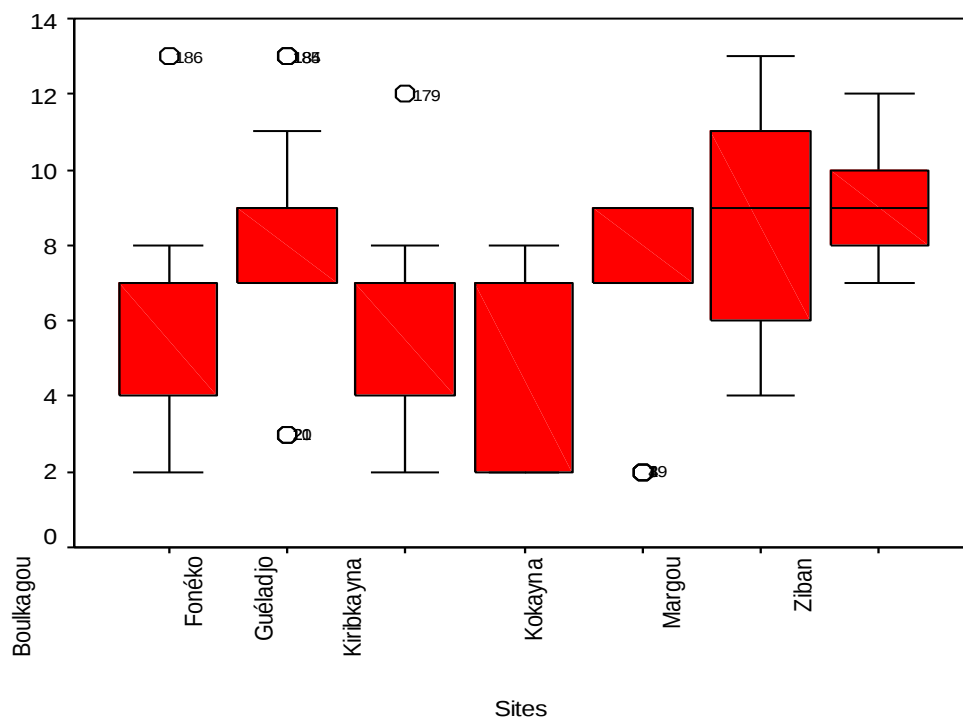
L'analyse des données montre que les types d'utilisation des terres est un facteur prépondérant dans le façonnement des types de végétation dans les sites ; la différence est très significative ($p < 0,01$) avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,96$. La puissance observée pour ce facteur dans la détermination de cette corrélation est de 90% (tableau 71).

Tableau 70: Modèle factoriel complet1

Variable dépendante: Type de végétation présentes						
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification	Puissance observée
Modèle	10298,53	30,00	343,28	109,60	0,00	1,00
Sites	61,15	6,00	10,19	3,25	0,00	0,92
Types d'utilisation des terres	81,05	7,00	11,58	3,70	0,00	0,97
Sites + types d'utilisation	320,19	16,00	20,01	6,39	0,00	1,00
Erreur	485,47	155,00	3,13			
Total	10784,00	185,00				
Calculé à partir d'alpha = ,05						
R²= ,955 (R² ajusté = ,946)						

Les sites, de part leur position géographique et bioclimatique présentent des ensembles végétaux différents. Ainsi, deux grands ensembles se dégagent : un ensemble de végétation semblable dans les sites de Guéladjo, Boulkagou et Kribkayna et un autre composé des sites Margou, Kokayna, Ziban et Fonéko ; le site de Margou, présente deux types de végétation appartenant à ces deux grands ensembles (Figure 39).

Les ensembles de végétation sont : 1 = bosquet ; 2 = brousse tigrée ; 3 = fourré ; 4 = galerie ; 5 = parc agroforestier mixte ; 6 = savane arborée ; 7 = savane arbustive ; 8 = steppe arbustive ; 9 = steppe herbeuse ; 10 = végétation ripicole.



- *: précédés des chiffres dénotent des types de végétation particuliers.

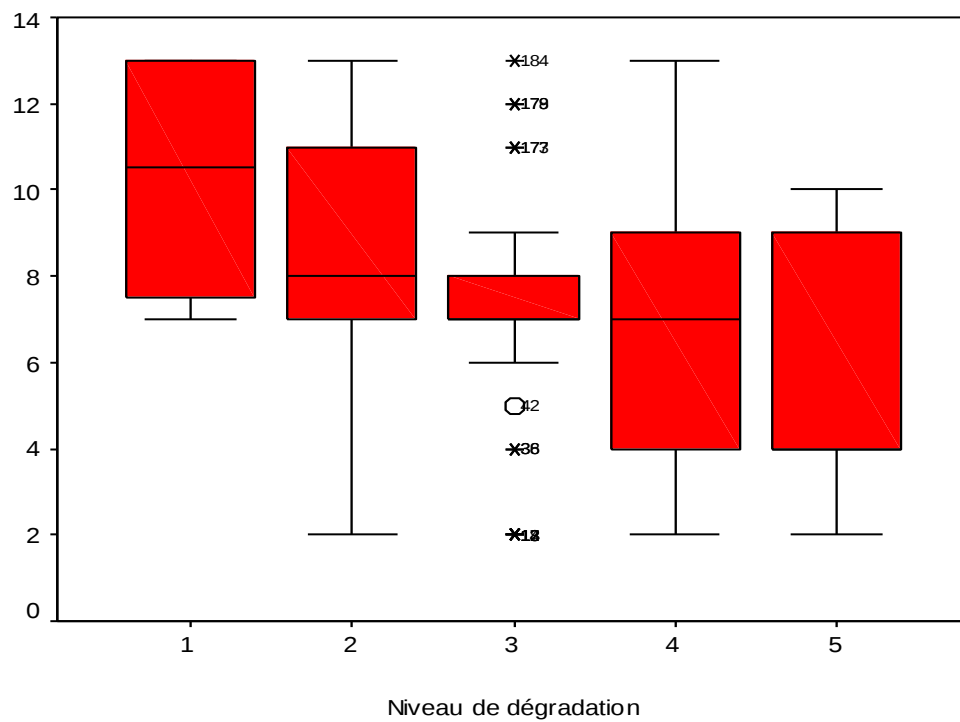
Figure 39: Ensembles végétaux dans les différents sites d'étude

Les types de sols et leur niveau de dégradation influent beaucoup sur la végétation dans les différents sites ; le coefficient de détermination est de $R^2 = 0,96$; les puissances observées sont variables suivant les facteurs ; cette puissance observée est plus importante en prenant les facteurs individuellement (tableau 71).

Tableau 71: Modèle factoriel complet 2

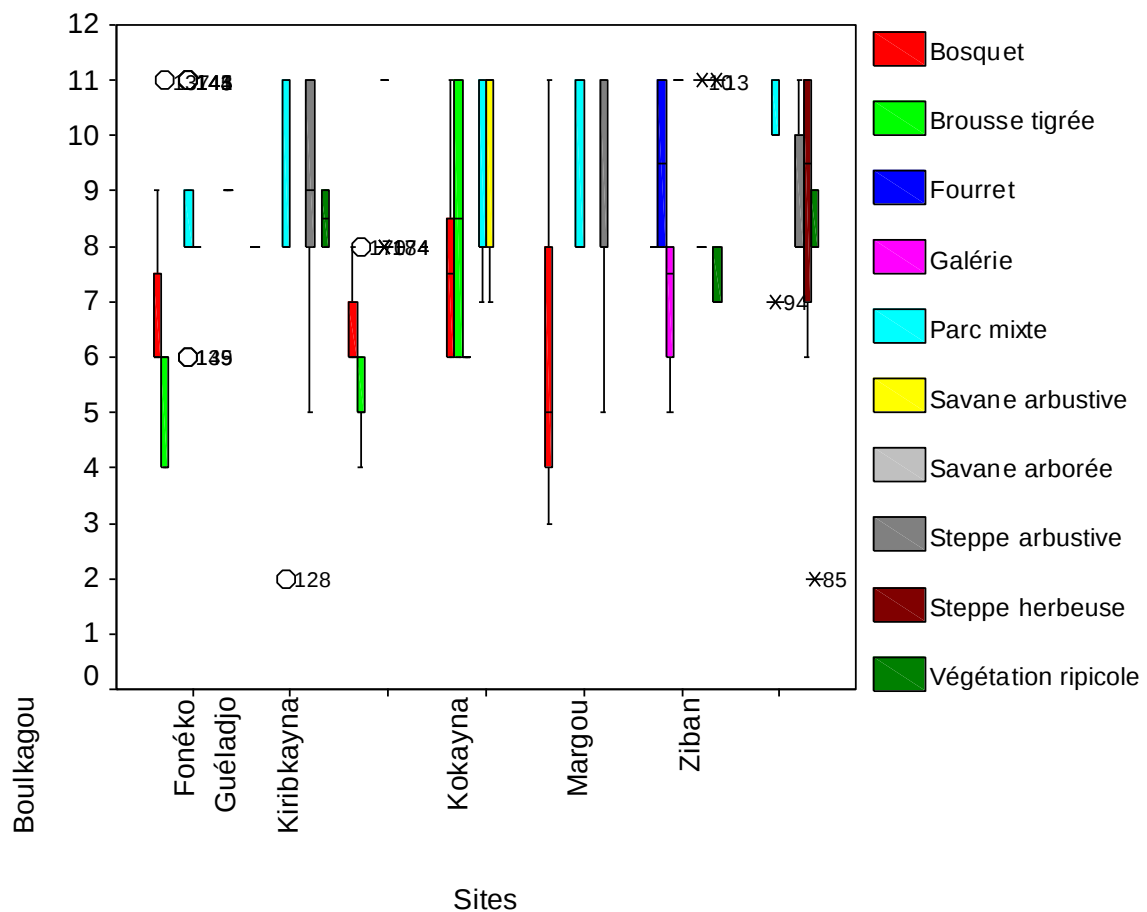
Variable dépendante: Type de végétation présentes						
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification	Puissance observée
Modèle	10308,13	67,00	153,85	38,15	0,00	1,00
Sites	177,65	6,00	29,61	7,34	0,00	1,00
Types de sols	46,05	9,00	5,12	1,27	0,26	0,60
Niveau de dégradation des sols	39,25	4,00	9,81	2,43	0,05	0,68
Sites*types de sols	65,65	13,00	5,05	1,25	0,25	0,70
Sites*niveau de dégradation des sols	35,23	11,00	3,20	0,79	0,65	0,42
Types de sols * niveau de dégradation des sols	23,65	5,00	4,73	1,17	0,33	0,40
Sites*types de sols*niveau de dégradation des sols	42,36	8,00	5,30	1,31	0,24	0,58
Erreur	475,87	118,00	4,03			
Total	10784,00	185,00				
Calculé à partir d'alpha = ,05						
R ² = ,956 (R ² ajusté = ,931)						

Quant au niveau de dégradation des sols, c'est ce facteur qui semble le plus parlant pour ce qui est de la détermination des types de végétation associés ; ainsi, pour les niveaux de dégradation plus avancés, ce sont les types de végétation anthropisés comme les champs (parcs mixtes, jachères, etc) qui dominent. Pour les niveaux de dégradation bas, les types de végétations associés sont les steppes herbeuses, arbustives, etc (figure 40).



- *: précédés des chiffres dénotent des types de végétation particuliers.

Figure 40: Niveau de dégradation des sols comme déterminants de types de végétation



* et 0 : précédés des chiffres dénotent des types de végétation particuliers.

Figure 41: Types de sols comme déterminant de types de végétation

Les unités physiographiques (plateau, versant, vallée, etc) ont des types de végétation qui leurs sont associés et constituent des facteurs importants de détermination de types de végétation. Le facteur de détermination pour les types de végétation associés est de $R^2 = 0,94$ et une puissance observée pour ce facteur de l'ordre de 99% (tableau 72).

Tableau 72: Modèle factoriel complet 3

Variable dépendante: Type de végétation présentes						
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification	Puissance observée
Modèle	10144,86	25,00	405,79	101,58	0,00	1,00
Sites	196,73	6,00	32,79	8,21	0,00	1,00
Unités physiographiques	117,72	5,00	23,54	5,89	0,00	0,99
Sites*unités physiographiques	127,60	13,00	9,82	2,46	0,00	0,97
Erreur	639,14	160,00	3,99			
Total	10784,00	185,00				
	Calculé à partir d'alpha = ,05					
	R² = ,941 (R² = ,931)					

L'action de l'homme sur le milieu qui traduit le type d'utilisation des terres sur les unités physiographiques agit très significativement ($p < 0,01$) sur le type de végétation associé ; le coefficient de détermination $R^2 = 0,93$ avec des puissances observées des deux facteurs pris individuellement de l'ordre de 80% (tableau 73).

Tableau 73 : Modèle factoriel complet 4

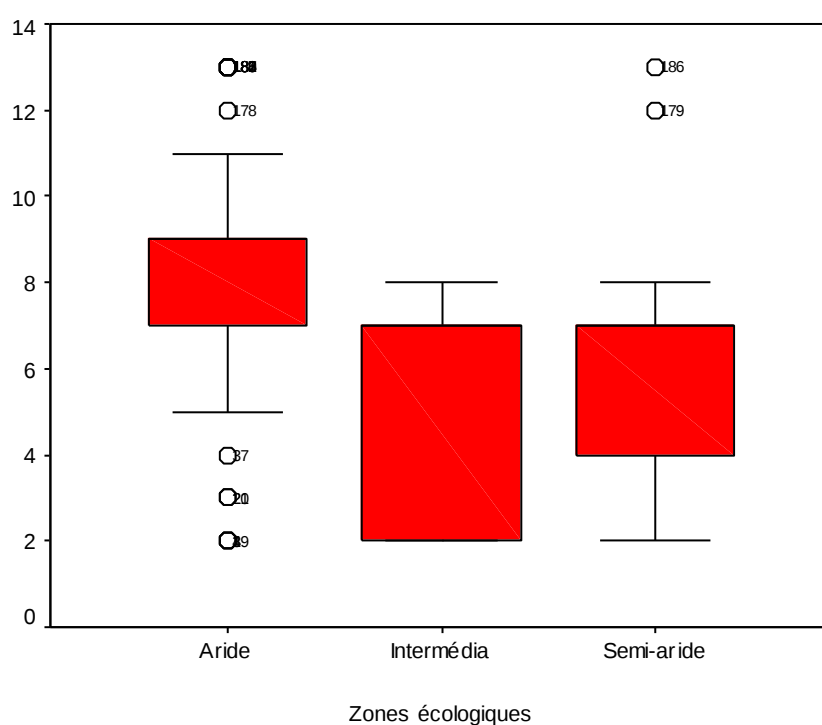
Variable dépendante: Type de végétation présentes						
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification	Puissance observée
Modèle	10030,29	26,00	385,78	81,38	0,00	1,00
Unités physiographiques	74,69	5,00	14,94	3,15	0,01	0,87
Types d'utilisation	71,32	7,00	10,19	2,15	0,04	0,80
Unités physiographiques*types d'utilisation	218,64	13,00	16,82	3,55	0,00	1,00
Erreur	753,71	159,00	4,74			
Total	10784,00	185,00				
Calculé à partir d'alpha = ,05						
R² = ,930 (R² = ,919)						

Dans les zones bioclimatiques considérées, différents types de végétation y sont associées ; les grands ensembles déterminés sont dans les zones semi-aride et intermédiaire, les types de

végétation fortement anthropisés alors que dans la zone aride ce sont des types de végétation à faible intervention de l'homme (tableau 74) et figure (42).

Tableau 74: Modèle factoriel complet 5

Variable dépendante: Type de végétation présentes						
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification	Puissance observée
Modèle	10502,05	86,00	122,12	42,88	0,00	1,00
Zones bioclimatiques	55,89	2,00	27,94	9,81	0,00	0,98
Types d'utilisation	60,51	7,00	8,64	3,04	0,01	0,93
Zones bioclimatiques*types d'utilisation	37,40	4,00	9,35	3,28	0,01	0,82
Types d'utilisation*unités physiographiques	31,36	6,00	5,23	1,84	0,10	0,66
Erreur	281,95	99,00	2,85			
Total	10784,00	185,00				
Calculé à partir d'alpha = ,05						
$R^2 = ,974$ ($R^2 = ,951$)						



* et 0 : précédés des chiffres dénotent des types de végétation particuliers.

Figure 42: Types de végétation suivant les zones bioclimatiques

2 Sur la végétation ligneuse

2.1. La position latitudinale

La relation utilisée est une fonction de régression linéaire de forme : $y = ax + b$ où, a est le coefficient et b la constante.

Le coefficient de détermination obtenu est le degré de relation entre la diversité et le facteur gradient latitudinal.

Les données utilisées pour l'obtention de cette régression sont le nombre d'espèces à l'échelle de relevé (placette) au sein d'un site donné et les coordonnées géographiques (latitude et longitude).

$Y_1 = 18,13X - 0,95$ (nombre d'espèces) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,21$ ($F = 0,0036$)

$Y_2 = 242,30X - 16,43$ (pour le nombre de rejets) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,30$ ($F = 0,0036$)

$Y_3 = 294,81X - 16,5$ (pour le nombre de pieds adultes) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,15$ ($F = 0,0459$)

Les coefficients de détermination obtenus n'atteignent guère 50%, même si la différence est significative, ce qui présuppose que la position latitudinale n'a pas beaucoup d'influence sur la végétation ligneuse ; d'autres facteurs pourraient déterminer ce lien.

2.2. Le gradient d'aridité bioclimatique

En utilisant la même fonction avec le facteur zone bioclimatique, les équations et coefficients de détermination suivants sont obtenus :

$Y_1 = 4,37X + 0,65$ (nombre d'espèces) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,26$ ($F = 0,0024$)

$Y_2 = 3,5X + 7,57$ (nombre de rejets) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,25$ ($F = 0,0022$)

$Y_3 = 65,5X + 9,77$ (nombre de pieds adultes) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,15$ ($F = 0,1330$)

Comme pour la position latitudinale, il existe une différence significative ($p < 0,001$) pour le nombre d'espèces et le nombre de rejets, mais les coefficients de détermination sont tout de

même faible ; la situation écologique n'est pas aussi prépondérante pour les paramètres nombre d'espèces, nombre de pieds adultes et non plus le nombre de rejets.

2.3. Activités humaines

La contribution des activités humaines sur la dynamique de la végétation est présentée par les équations suivantes :

$Y = 3,44X + 0,76$ (nombre d'espèces) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,29$ ($F = 0,0000$)

$Y = 16,41X - 2,89$ (nombre de rejets) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,09$ ($F = 0,2175$)

$Y = 92,61X - 16,62$ (nombre de pieds adultes) avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,26$ ($F = 0,0004$)

Le nombre d'espèces et le nombre de pieds d'adultes sont fortement corrélés aux activités humaines dans les types d'occupations des terres au sein des sites ; ainsi, la fonction explicative présente des corrélations positives et très significatives pour le nombre d'espèces et le nombre de pieds adultes même si les coefficients de détermination ne sont pas très importants.

3 Conclusion partielle

La synergie des différents facteurs (pris deux à deux ou plus) sur la végétation dans son ensemble contribue à comprendre les différents facteurs qui interagissent pour façonner un paysage végétal en diverses formes ; ainsi, les types de végétations associés sont fonction, dans cette partie du Niger, aux sites, aux sols, au niveau de dégradation des sols, à l'utilisation des terres, aux zones bioclimatiques et aux unités de paysages. Pour les paramètres comme le nombre d'espèces ligneuses, le nombre de pieds adultes, ils ont une corrélation positive avec la position latitudinale, les zones bioclimatiques et les types d'activités humaines ; le nombre de rejets n'est pas affecté par ces facteurs.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude sur la dynamique de la végétation dans l'ouest nigérien suivant un gradient d'aridité a fait ressortir deux zones bioclimatiques distinctes et une zone intermédiaire à travers la détermination du degré d'aridité bioclimatique. Ce dernier montre que l'aridité dans cette partie du Niger est marquée suivant un gradient sud-nord. Les deux principales zones bioclimatiques étant la zone semi-aride au sud et aride au nord avec une zone de transition ou intermédiaire entre les deux. Ainsi, les sites choisis suivant les critères prédéterminés se situent comme suit : Guéladjo et Boulkagou dans la zone semi-aride ; Kiribkayna dans la zone intermédiaire ; Fonéko, Kokayna, Ziban et Margou dans la zone aride. Ces sites sont classés suivant leurs positions latitudinales.

Les résultats de ce travail contribueront à préciser davantage le sens et une utilisation plus appropriée des termes zone semi-aride et zone aride pour cette région de l'ouest nigérien.

L'étude de l'évolution des types d'occupation des terres a fait ressortir que le besoin pressant des terres de culture a entraîné une diminution des espaces de formations végétales naturelles ouvertes. C'est ainsi qu'il a été observé une diminution des superficies des brousses tigrées et des steppes au profit des terres de culture.

L'étude sur la végétation ligneuse a permis de dégager un certain nombre de points qui peuvent ouvrir des voies pour des investigations plus poussées notamment l'impact des activités humaines sur la diversité des espèces ligneuses. Elle a apporté une contribution dans une meilleure connaissance du comportement de la composante ligneuse dans deux zones sahéliennes en particulier sur la dynamique des espèces ligneuses dans les types d'occupation des terres et la possible influence de l'homme sur la végétation en partant des agglomérations vers la brousse.

L'étude sur la tendance des espèces ligneuses montre que trente trois espèces au moins ont disparu dans les sept sites. Cette disparition des espèces ligneuses est plus importante dans la zone aride que dans les deux autres zones. Le nombre des espèces disparues est variable suivant les sites et les zones bioclimatiques. Les types d'espèces qui sont les plus touchées par ce phénomène de disparition sont les espèces ligneuses alimentaires. Cet état de fait laisse présager que même si les causes naturelles ont été plus évoquées par la population comme les principales causes de disparition, les causes anthropiques ont joué un rôle prépondérant.

Pour ce qui concerne la diversité des espèces herbacées, il ressort qu'elle diminue du sud au nord dans l'ouest nigérien ; la pluviométrie est un facteur déterminant dans le maintien de la diversité biologique des espèces herbacées ; la mise en jachère des terres de cultures est un moyen de la reconstitution de la diversité biologique des herbacées qui dégénère dans les formations naturelles et dans les champs de cultures à cause notamment du sarclage qui perturbe leur cycle biologique; les espèces dominantes dans les zones bioclimatiques, ne sont connues qu'à l'échelle des types d'occupations plus précisément les formations naturelles.

De ces principales conclusions, il ressort que la dynamique du couvert herbacé dans les zones semi-aride et aride du Sahel nigérien est difficile à appréhender dans sa globalité qu'en la complétant avec la production de la biomasse et sa qualité en terme de pâturage. Cette qualité qui est fondamentalement fonction de types d'espèces herbacées constitutifs de sa diversité floristique.

En considérant le paramètre pluviométrique, il est ressorti qu'il est indispensable pour l'obtention d'une biomasse importante du couvert herbacé dans toutes les zones bioclimatiques (aride et semi-aride) et dans tous les types d'occupation de sols.

Comme les résultats ont montré que les jachères renferment plus de biomasse que les autres types d'occupation de sols à quelques exceptions près, il est nécessaire, de laisser les champs en jachères et probablement d'ameublir les sols des formations naturelles pour assurer les conditions de développement des espèces herbacées. Si la qualité des pâturages est recherchée en termes de quantité de la biomasse des légumineuses herbacées, les champs et les jachères doivent être pris en compte dans l'amélioration des pâturages.

D'une manière générale, il ressort que la végétation dans cette partie du Niger est influencée par les facteurs écologiques, sociaux et économiques ; la contribution de ces facteurs pour un façonnement de la végétation dans son ensemble diffère d'un facteur à un autre. Même si dans tous les cas, les facteurs écologiques déterminent le type de végétation et sa diversité, les actions de l'homme sur cette dernière est marquante.

En terme de perspectives de recherche, il est proposé les axes suivants :

1. poursuivre les études sur les facteurs qui influent sur les différents ensembles de végétation dans cette partie du Niger ;
2. entreprendre des travaux de recherches sur la dynamique de la régénération des espèces ligneuses dans les différentes zones bioclimatiques ;

3. canaliser les réflexions sur une éventuelle détermination des indicateurs de suivi de la diversité biologique végétale dans les différentes zones bioclimatiques.

Bibliographie

1. **Abdou, M.M. (1998):** Analyse floristique et structurale de la végétation de l'agrosystème du Dallol Bosso au Niger. Mém. DEA, Univ. de Ouagadougou, 136p.
2. **Akobundu J.O et Agyakwa C.W (1989):** Guide des adventistes de l'Afrique de l'Ouest. IITA, Ibadan.522p.
3. **Ali, M (1997) :** Structure, fonctionnement et dynamique des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger. Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. de Ouagadougou. 212p.
4. **Ambouta, K.J.M (1984) :** Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'Ouest nigérien. Thèse, Docteur-Ingénieur ; Univ. Nancy I. 116p + annexes.
5. **Bagnouls, F. et Gaussen, G. (1953) :** Période de sécheresse et végétation. Paris, *C.R. Ac. Sc.*, 236 : 1076-1077.
6. **Bagnouls, F. et Gaussen, G. (1957) :** Climats biologiques et leur classification. *Ann. de géo.* 355(66) : 193-220.
7. **Bartels G.B., Norton B.E. and Perrier G.K. (1993):** An examination of the carrying capacity concept: *In:* Behnke R.H.Jr., Scoones I. and Kerven C (eds). Range ecology at equilibrium; new models of natural variability and pastoral adaptation in African savannas. ODI, London,
8. **Batisse, M (1969):** Problems facing arid land nations *In* "Arid lands in perspective", Mc Ginnies, W.G and Goldman, B.J., 1-12. American Association for the advancement of science, Washington and University of Arizona, Tucson Press.
9. **Baumer, M. (1987) :** Le rôle possible de l'agroforesterie dans la lutte contre la désertification et la dégradation de l'environnement. CTA. Convention ACP-CEE de Lomé.260p.

10. **Belsky, A.J., Amundson, R.G., Duxbury, J.M., Riha, S.J., Ali, A.R. & Mwonga, S.M. (1989).** The effects of trees on their physical, chemical, and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology*, **26**: 1005-1024.

11. **Bernhard-Reversat, F. (1982).** Biogeochemical cycle of nitrogen in a semi-arid savanna. *Oikos*, **38**: 321-332.

12. **Bernus, E (1980):** L'arbre dans le nomad's land. In : L'arbre en Afrique tropicale : la fonction et le signe. Cahiers ORSTOM. Séries sciences humaines (FRA). Vol.17, n°3-4. p.171-176.

13. **Bertrand, A (1984a) :** Les nouvelles politiques de foresterie en milieu Saheélien. Les cahiers de la recherche-développement, 8 :25-34

14. **Bertrand, A (1992) :** Le bois énergie : In : Bosc.P.M., Dollé, V., Garin, P. et Yung, J.M. (1992) : Le développement agricole au Sahel ; Tome I : Milieux et défis. Collection « Documents Sciences Agraires » N°17 ; p93-112.

15. **Bertrand, R (1992) :** les conditions agroécologiques : In : Bosc.P.M., Dollé, V., Garin, P. et Yung, J.M. (1992) : Le développement agricole au Sahel ; Tome I : Milieux et défis. Collection « Documents Sciences Agraires » ; p13-57.

16. **Böcker R., Wezel A., Koch W., Odongo J. et Hiernaux P(1996):** Management of spontaneous woody and herbaceous fallow vegetation in shifting cultivation systems of semi-arid Niger. Special program 308. Interim report of results 1994-1996. Univ. Of Hohenheim : 221-249.

17. **Bohannon, P (1963):** Land, tenure and land-tenure; African agrarian systems; Oxford; Oxford University Press; 106p

18. **Bonfils, M (1987):** Halte à la désertification au Sahel. CTA-Karthala. 270p.

19. **Bonjean, C (1992):** Instabilités des produits agricoles au Niger et stratégies paysannes au Niger. Economie rurale ; N°210, p.17-22.
20. **Bosc, P.M., Dollé, V., Garin, P et Yung, J.-M (1992):** Le développement agricole au Sahel. Tome I. Milieux et défis. Collection « Documents Systèmes Agraires » N°17. 342p.
21. **Bosc, P.M., Dollé, V., Garin, P et Yung, J.-M (1994):** Le développement agricole au Sahel. Tome V. Bibliographie. Collection « Documents Systèmes Agraires » N°17. CIRAD, France.342p.
22. **Boudet G (1969):** Etudes des pâturages naturelles du Dallol Maouri. Carte en couleur à 1/200.000.
23. **Boudet G (1978) :** Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères (3^{ème} édition) ; Manuels et précis d'élevage 4. Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux. Ministère de la Coopération. République Française. 258p.
24. **Boudouresque, E (1995) :** la végétation aquatique du Liptako Gourma (République du Niger). Thèse, Docteur es sciences. Univ. De Paris-sud, centre d'Orsay. 335p+annexes.
25. **Carbonnel, J.P et Hubert, P (1992) :** Pluviométrie en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne : remise en cause de la stationnarité des séries 37-51. In Le Floch, E.,
26. **Chaumié, J (1984) :** Gestion de l'environnement dans les pays sahéliens. Les cahiers de la Recherche-Développement. CIRAD ; N°8, p.17-24.
27. **Cissé. A.M. (1986):** Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne. Ph.D Thesis, Agricultural University, Wageningen/The Netherlands. 211p.

28. **CNEDD, 1998:** Evaluation de la diversité biologique du Niger; commission technique sur la diversité biologique. Conseil National de l'Environnement pour un Développement durable, CNEDD ; CAB du Premier Ministre, République du Niger. 79p.

29. **Cottam G et Curtis J.T. (1956):** The use of distance measurements in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.

30. **Couty, P (1992):** Le devenir des agriculteurs africains. *Cahiers Agricultures* ; Vol.1, N°1, p.66-69.

31. **DanJimo B (2000) :** Contribution à l'étude floristique, écologique et phytosociologique de la forêt classée de Gorou Bassounga et des milieux cultivés adjacents. Thèse de 3^{ème} cycle ; Univ. Niamey. 156p+annexes.

32. **DanJimo, B (1997) :** Contribution à l'étude floristique et écologique des formations naturelles et des agrosystèmes au sud du Département de Dosso (Niger). Mém. DEA ; Univ. de Ouagadougou. 67p.

33. **Direction de l'Environnement (2002) :** Projet de nomenclature d'occupation des sols au Niger (NOS). Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niamey Niger. 55p + annexes.

34. **DP/MDSP (1997) :** Projection de la population du Niger. Direction de la population, Ministère du Développement Social et de la Population ; 25p.

35. **Devineau, J.L., Guillaumet, J.L (1992) :** Origine, nature et conservation des milieux naturels africains. Le point de vue des botanistes. *Afrique contemporaine*, N°161, 79-90.

36. **De Martonne E. (1928) :** *Géographie physique. Vol. III : Biogéographie.* 1^{ère} ed. Paris : A. Colin,; 235 p.

37. **FAO /UNESCO (1979) :** *Carte de la répartition mondiale des régions arides.* Notes techniques du MAB7. Paris : Unesco, 55p.

38. **FAO (1993):** Programme national de gestion des ressources naturelles, mission de préparation, Volume I: Rapport principal et annexes. 79p.

39. **FAO (1994) :** Directives pour la description des sols. 3^{ème} édition (révisée). Services des sols – ressources, aménagement et conservation. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. ISRIC, FAO, Rome. 73p.

40. **FAO (1997):** *FAO Production Yearbook 1996*. Vol. 50. Rom: FAO. 235 pp.

41. **Floret, Ch. et Pontanier, R (1984):** Aridité climatique, aridité édaphique. Bull. Soc. Bot., Fr., 131, Actual. Bot., 2/3/4: 265-275.

42. **Floret, Ch., Schwaar, D (1966) :** Cartographie phyto-écologique à petite échelle et photo-interprétation en Tunisie du nord. 2^{ème} Symp. Int. De Photo-int., Paris, 1966. 31p.

43. **Fontaine, B (1991) :** Variations pluviométriques et connexions climatiques : l'exemple des aires de mousson indienne et ouest-africaine. Sécheresse 1991 : 2 : 259-64.

44. **Gabas, J.J. (1992) :** Les besoins alimentaires. In : Bosc, P.M., Dollé, V., Garin, P et Yung, J.-M (1992): Le développement agricole au Sahel. Tome I. Milieux et défis. Collection « Documents Systèmes Agraires » N°17. p137-148.

45. **Ganaba, S et Guinko, S (1998):** Structure et dynamique du peuplement ligneux de la région de la mare d'Oursi (Burkina Faso). In Bâ A.T., Madsen, J.E. and Sambou, B(eds) : Atelier sur la flore, la végétation et la biodiversité au Sahel. Aarhus University Press, Aarhus, AAU. Reports 3: 193-201.

46. **Garin, P. et Lericollais, A (1990) :** Evolution des pratiques agricoles depuis 20 ans et leur adaptation à la sécheresse, dans un village Sine au Sénégal. Montpellier CIRAD-DISA ; 106p.

47. **Garba, M (1984) :** Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des milieux aquatiques et hydromorphes de la République du Niger, de la longitude de Dogon Douchi au fleuve. Thèse de 3^{ème} cycle, Fac.Sc., Univ. Niamey. 145p.

48. **Geiger, S.C., Vandenbeldt, R.J. et Manu, A (1993):** Préalable de la fertilité du sol et variabilité de la croissance chez *Faidherbia albida*. In : Vandenbeldt, R.C. et Renard, C (1993) : *Faidherbia albida* dans les zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest. Compte rendu d'un atelier. 22-26 avril 1991, Niamey, Niger. P121-129.

49. **Gerard, F., Willen, F., Gerard, M., Laouali, E.M., Pierre, M. and Kiri, T. (1997):** The Niger household energy project: Promoting rural fuelwood markets and village management of natural woodlands. World Bank technical paper N°362. Washington, DC. 103p.

50. **Gounot, M (1969) :** Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson et Cie. 313p.

51. **Grouzis, M., Cornet., A et Bille, J.-C (1992) :** L'aridité : une contrainte au développement. Caractérisation, réponses biologiques, stratégies des sociétés. ORSTOM, Paris (France). 597p.

52. **Grouzis M (1988):** Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens. (Mare d'Oursi, Burkina Faso). ORSTOM, Paris, 139p.

53. **Grouzis, M (1988) :** Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens. Mare d'Oursi, Burkina Faso ; Coll. Etudes et thèses, Orstom, Eds, 336p.

54. **Grouzis, M., Albergel, J (1986):** Du risque climatique à la contrainte écologique ; Incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso. 243-254, In "le risque en agriculture", Elden, M et Milleville, P. eds. Coll. A travers champs, Orstom,

55. **Guarino, L (1997) :** Assessing the treat of genetic erosion, in : Plant genetic conservation : the in-situ approach (ed. Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V. and Hawkes, J.G.) pp 67-74. Chapman and Hall, London.

56. **Guy, M (1966):** Quelques principes et quelques expériences sur la méthodologie de la photointerprétation. Symposium International de Photo-interprétation. Paris, 1966. 45p.

57. **Hagen, R.T. (1982):** Remote sensing application to forestry in West Africa. Presented at the Sahel Resource Inventory and Mapping Coordination Workshop. May 20-24, Bamako, Mali. 25p.

58. **Haile, T. (1990):** Drought in Ethiopia: *In: 3rd WMO Symposium on meteorological aspects of tropical droughts*, Niamey, 30 April - 4 May 1990. WMO TMRP series 1190; 36: 273-8.

59. **Hall, J.B., Okali, D.U.U. (1979):** A structural and floristic analysis of woody fallow vegetation near Ibadan, Nigeria. *Journal of Ecology*, 67, 321-346.
60. **Hall, J.B., Swaine, M.D. (1976) :** Classification and ecology of closed-canopy forest in Ghana. *Journal of Ecology*, 64, 913-951.

61. **Hiernaux, P. (1998):** Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel. *Plant Ecology* 138:191-202.

62. **Hiernaux, P. (2001):** Fondements écologiques de la gestion des parcours au Sahel. *In : Tielkes, E., Schlecht, E., Hiernaux, P (eds): Elevage et gestion de parcours au Sahel, implication pour le développement. Verlag, Stuttgart/Allemagne. pp.291-302.*

63. **Hurault, J. (1976):** Photo-interprétation et télédétection dans le domaine du spectre visible et du proche infra-rouge. *Bull. d'info. IGN, N°32*. 22p.

64. **Hurlbert, S.H. (1971):** The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.

65. **Hubert, P et Carbonnel, J.P. (1987) :** Approche statistique de l'aridification de l'Afrique de l'Ouest. *Journal of Hydrology* ; 95 : 165-83.

66. **Hulme, M (1992):** Rainfall changes in Africa: 1931-1960 to 1961-1990. *Int. J. Climatol.* 1992; 12: 685-99.
67. **Hutchinson, J., Dalziel, J.M. and Keay, R.W.J. (1954):** Flora of West Tropical Africa; Vol.I. Part 1. Second edition. Millibank, London, SW1. 295p.
68. **Hutchinson, J., Dalziel, J.M. and Hepper, F.N. (1962):** Flora of West Tropical Africa; Vol.II. Second edition. Millibank, London, SW1. 544p.
69. **Hutchinson, J., Dalziel, J.M. and Hepper, F.N. (1962):** Flora of West Tropical Africa; Vol.III. Part 1. Second edition. Millibank, London, SW1. 276p.
70. **Hutchinson, J., Dalziel, J.M. and Keay, R.W.J. (1958):** Flora of West Tropical Africa; Vol.I. Part 2. Second edition. Millibank, London, SW1. 828p.
71. **Hutchinson, J., Dalziel, J.M. and Hepper, F.N. (1962):** Flora of West Tropical Africa; Vol.III. Part 3. Second edition. Millibank, London, SW1. 574p.
72. **Ichaou, A. (1995):** Etude de la productivité des formations forestières de brousse tigrée et brousse diffuse: conséquences pour la gestion et la régénération de ces formations. Mémoire Ing. E et F ORSTOM – IPR de Katibougou, Université du Mali, 161p.
73. **Ichaou, A. (2000) :** Dynamique et productivité des structures forestières contractées des plateaux de l'Ouest nigérien. Thèse, Univ. Paul Sabattier de Toulouse III. 231p.
74. **Iktam, A. (1998) :** Le parc agroforestier à karité au sud-ouest du Niger : cas des arrondissements de Boboye et de Gaya. Mém. DEA, Univ. De Cocody-Abidjan. UFR Biosciences. 75p.
75. **Itow, S.(1984):** Species diversity of Fagaceae-absent evergreen broadleaf forests on three NW-Kyushu satellite islands. *Jap. J. Ecol.* 34: 225-228.

76. **Itow, S. (1986):** Species diversity of equatorial insular forests on Ponape and Kosrae, Micronesia. *Ecol. Res.* 1: 223-227.
77. **Itow, S., Ono, M. and Seki, T. (1984):** Species diversity of subtropical evergreen broadleaved forests on the Ryuku and the Bonin Islands. *Jap. J. Ecol.* 34: 467-472.
78. **JICA (1999) :** Etude sur le plan de lute contre la désertification dans le département de Tillabéri en République du Niger (Rapport principal), 311p + annexes.
79. **Jouve, P (1991) :** Sécheresse au Sahel et stratégies paysannes. *Sécheresse ; Vol.2* N°1, p.61-69.
80. **Kebbede, J (1988):** Cycles of famine in a country of plenty ; the case of Ethiopia ; *Geojournal* 17 : 125-32.
81. **Kellman, M. (1979).** Soil enrichment by neotropical savanna trees. *J. Ecology*, **67**: 565-577.
82. **Larwanou M., Saadou M., Nonguierma A. (2004) :** Détermination du degré d'aridité bioclimatique de sept localités du Département de Tillabéri (sud-ouest du Niger) : Classement en zones bioclimatiques (sous presse).
83. **Larwanou, M (1992):** Ecological survey of the Gorou Bassounga forest reserve, Gaya, Republic of Niger. B.Sc dissertation, Dept. Of forestry, Univ. of Ibadan, Nigeria.
84. **Larwanou, M (1998) :** Rapport technique d'activités ; INRAN. 58p.
85. **Larwanou, M. (2000) :** Rapport national sur les activités des réseaux du programme SAFORGEN : les espèces ligneuses alimentaires. Atelier sur les espèces ligneuses alimentaires, organisé par l'IPGRI et le Programme SAFORGEN, 11-13 décembre 2000, CNSF, Ouagadougou, Burkina Faso. 38p.

86. **Le Bris, E., Le Roy, E et Mathieu, P (1991) :** l'appropriation de la terre en Afrique noire : Manuel d'analyse, de décision et de gestion foncières. Editions Karthala. 359p.

87. **Le Floch, E., Grouzis, M., Cornet., A et Bille, J.-C (1992) :** L'aridité : une contrainte au développement. Caractérisation, réponses biologiques, stratégies des sociétés. ORSTOM, Paris (France). 597p.

88. **Le Houerou, H.M. et Popov, G.F. (1981) :** An eco-climatic classification of inter-tropical Africa. Rome, FAO, Plant prod. and prot. Paper n°31, i + 40p. + 3 map sheets.

89. **Maï Moussa, K.A, Williams, J.H et Odongo, J.C.W (1997) :** Diversification des cultures sous *Faidherbia albida* en milieu paysan dans la zone semi-aride de l'Afrique de l'Ouest. In G.Renard, A.Neef, K.Beckert and M.von Oppen (eds.): Soil fertility management in West African land use systems. Proceedings of the regional workshop. Margraf verlag. Niamey, Niger 4-9 march 1997. p299-303.

90. **Mainguet, M 1990 :** La désertification : une crise autant socio-économique que climatique. Sécheresse N°3, vol.1, 187-195.

91. **Mainguet, M (1995) :** L'homme et la sécheresse ; Edition Masson, Paris, France. 335p.

92. **Manzo, M (1996) :** Etude des jachères dans l'ouest du Niger, gestion traditionnelle et structure du peuplement végétal dans le canton de Torodi. Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. de Ouagadougou. 136p.

93. **Martonne, E. de (1928) :** *Géographie physique, 1ère ed. Vol. III : Biogéographie.* Paris, A. Colin. 235P.

94. **Milleville, P (1989) :** Conditions sahéliennes et systèmes de culture du mil. Regional seminar on cereal of the semi-arid tropics. ORSTOM, IFS (1989). P.86-103.

95. **Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire (2003) :** Atlas du Niger, dernière version. République du Niger. 88p.

96. **Ministère du Plan (1977) :** Recensement général de la population ; Résultats définitifs. République du Niger ; 164p.

97. **Ministère du Plan (1988) :** Recensement général de la population ; Résultats définitifs. République du Niger ; 185p.

98. **Monimart, M (1989) :** Femmes du Sahel : la désertification au quotidien. OCDE. Paris ; Karthala. 263p.

99. **Ndiaye P (1986) :** Méthodes d'inventaire, analyse et cartographie de la végétation. Exemple de l'embouchure du Saloum (Sénégal). Notes de biogéographie N°1. Université de Dakar. 47 p + annexes.

100. **Nonguierma, A (1997) :** Le système Agrhymet de suivi par télédétection des indicateurs de désertification. Communication présentée à l'Université sur les technologies innovantes, Rabat (Maroc), 8-12 décembre 1997. 19p.

101. **Ounteini, I.A 1994 :** Les parcs agroforestiers au Niger. Etat des connaissances et perspectives de recherches. Consultation dans le cadre du Réseau ICRAF/SALWA. 76p.

102. **Ozer, P. et Erpicum, M (1995) :** Méthodologie pour une meilleure représentation spatio-temporelle des fluctuations pluviométriques observées au Niger depuis 1905 : Sécheresse, N°1, Vol. 6, mars 1995. 103-108.

103. **Pelissier, P. (1989) :** Sécheresse, sociétés et développement, 19-25 ; *In* Bret, B (éds) "les hommes, face aux sécheresses", IHEAL et EST-Samuel Tastet éditeur, 422p.

104. **Penman, H.L. (1948):** Natural evaporation from open water, bare soil and grass. London, *Proc. Roy. Soc.*, 193: 120-145.

105. **Peyre DE Fabrègues B (1963) :** Etude des pâturages naturels sahéliens, ranch de nord-Sanam (Niger). Maison – Alfort, IEMVT. 132 p., 1 carte en couleur à 1/100.000.
106. **Peyre DE Fabrègues B (1965) :** Etude des pâturages naturels sahéliens, ranch de nord-Gouré (Niger). Maison – Alfort, IEMVT. 163 p., 1 carte en couleur à 1/100.000.
107. **Peyre DE Fabrègues B (1968) :** Etude de mise en valeur du complexe pastoral du Tamesna. Rapport de campagne, Août 1967-mai 1968. Maison – Alfort, IEMVT.
108. **Peyre DE Fabrègues B (1970) :** Pâturages naturels sahéliens du sud-Tamesna (République du Niger). Maison – Alfort, IEMVT. 200 p., 2 cartes en couleur à 1/500.000.
109. **Peyre DE Fabrègues B (1984) :** Agropastoralisme et végétation. *In* Gaston A et Lamarque G (1994): les pâturages sahéliens de l’Afrique de l’Ouest. Extraits des Atlas’’Elevage et potentialités pastorales sahéliennes). CTA ; p37-50.
110. **Peyre DE Fabrègues B., Lebrun J.P. (1976) :** Catalogues des plantes vasculaires du Niger. Maison – Alfort, IEMVT. 433p.
111. **Peyre DE Fabrègues B., Rosseti C (1971) :** Evolution des pâturages naturels sahéliens, du sud Tamesna (Niger). Maison – Alfort, IEMVT. 135 p., 4 cartes en couleur à 1/50.000.
112. **Peyre DE Fabrègues, B (1967) :** Etude agrostologique des pâturages de la zone nomade de Zinder. Rome, FAO ; Maison-Alfort, IEMVT, 188p. 1 carte en couleur à 1/400.000.
113. **Piéri, C. (1986) :** Fertilisation des cultures vivrières et fertilité des sols en agriculture paysanne subsaharienne. *Agritrop*. 10 (1) : 88-97.
114. **Pierre, R (1996) :** Sécheresse et aridité : Leur impact sur la désertification au Maghreb. *Sécheresse* N°4, Vol. 7, décembre 1996. 287-97.

115. **Pochtier, G (1992) :** Les systèmes de production à dominante agricole. In : Bosc PM, Dollé V, Garin P, Yung JM. (1992) : Le développement agricole au Sahel ; Tome I : Milieux et défis. Collection « Documents Sciences Agraires » N°17 ; 213-228.
116. **Prescott, J.A. et Thomas, J.A. (1949):** *Proceed. R. Geogr. Soc. Australia. S. Austr. Broc.*, 50 :42.
117. **Rattray J. M. (1969):** Tapis graminéens d'Afrique. Rome F.AO. (Etudes agricoles N°49).
118. **Raynaut, C (1984) :** Outils agricoles de la région de Maradi (Niger) : Cahiers ORSTOM. Séries sciences humaines. Vol.20, N°3-4, p.505-536.
119. **Renard C., Boudouresque E., Schmelzer G et Batiano A (1993) :** Evolution d'une jachère sur une période de 8 ans à Sadoré, Niger : Composition botanique et régénération forestière. In : FLORET C., et SERPANTIER G (eds): la jachère en Afrique de l'Ouest; Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris/France, pp.297-306.
120. **Renard, C. (1993):** Evolution d'une jachère sur une période de huit ans à Sadoré (Niger): Composition botanique et régénération forestière. Collection colloques et séminaires. ORSTOM, Paris : 297-306.
121. **Rippstein G., et Peyre DE Fabrègues B (1972) :** Modernisation de la zone pastorale du Niger. Maison – Alfort, IEMVT, 306p, 1carte en couleur à 1/1000.000.
122. **Riquier, J.R et Rosseti, Ch. (1976) :** Considérations méthodologiques sur l'établissement d'une carte des risques de désertification. Rome, FAO., Rapport d'une consultation technique sur la désertification.
123. **Rochette, R.M (1989) :** Le Sahel en lutte contre la désertification. Leçons d'expériences. CILSS, GTZ et DEU : Margraf, 592p.

124. **Rognon, P (1996) :** Sécheresse et aridité : leur impact sur la désertification au Maghreb. Sécheresse 1996 ; 7 :287-297.

125. **Roussel, B (1987):** les groupements végétaux hydrophiles et ripicoles d'une région sahélienne (Ader-Doutcchi, République du Niger). Thèse, Docteur, es sciences naturelles. Univ. Blaise Pascal de Clermont-Ferrand. 317p.

126. **Saadou, M (1998) :** Evaluation de la diversité biologique au Niger : Eléments constitutifs de la biodiversité végétale. Conseil National de l'Environnement pour un développement durable SE/CNEDD. Projet NER/97/G31/A/1G/99 « Stratégie Nationale de plan d'action – Diversité biologique », Niamey, Niger, 138p.

127. **Saadou, M. (1990) :** La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Doctorat es- Sciences Naturelles – *Université de Niamey, Niger*. 395p. + annexes.

128. **Saadou, M (1993) :** les forêts sèches basses des plateaux latéritiques situés à l'Est du fleuve en secteur phytogéographique Nord-Soudanien. Bulletin africain de l'Institut oikos. N°5, 31-41.

129. **SEDES (1987) :** *Etude du secteur agricole du Niger*. Société d'études pour le développement économique et social, Niamey, Niger. 59p.

130. **Seyni, H (1992) :** Caractérisation de l'instabilité du marché céréalier du Niger : quels enseignements tirés de l'analyse des prix des céréales pour la régulation du marché dans le contexte des politiques de libéralisation ? Mémoire DAA, Rennes, ENSAR, 95p.

131. **Sinclair, A.R. & Fryxell, J.M. (1985):** The Sahel of Africa: Ecology of disaster.

132. **Stiles, D (1995):** An overview of desertification as dryland degradation. In Stiles, D (eds): Social aspects of sustainable dryland management: 3-20, Wiley Chichester.
133. **Sturm, H-J (1997):** The importance of agricultural parks for soil fertility management: *In* G.Renard, A.Neef, K.Beckert and M.von Oppen (eds.): Soil fertility management in West African land use systems. Proceedings of the regional workshop. Margraf verlag. Niamey, Niger 4-9 march 1997. P305-309.
134. **Subhash, C (2003):** Design and analysis of farmer participatory trials. Party numbers: How to generate and analyse them. ICRISAT, Statistics Unit. Patancheru, India.35p.
135. **Sympson, E.H. (1949):** Measurement of diversity. Nature, London, 163, 688p.
136. **Theodore, M (1992) :** Synthèse du désert ; Sécheresse N°1, Vol. 3.
137. **Tricart, J (1976) :** Quelques aspects de l'utilisation des images multispectrales du satellite Landsat 1 dans l'étude écologique des pays tropicaux (Mali, Colombie, Vénézuëla) ; Travaux et documents de géographie tropicale, N°25. Bordeaux, France. 23p.
138. **Trochain J.L. (1957):** Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Etud. Centrafr., Brazaville, 1957 (13-14) : p55-93.
139. **UNESCO (1979) :** Carte de la répartition mondiale des régions arides . Paris, UNESCO, Notes techn. du MAB7, 55p.
140. **Walter, H (1977) :** Vegetations zones und klima. Die öhologishche Gliederung der Biosphäre. Stittgart 1977, 309p.

141. **Weltzin, J.F. & Coughenour, M.B. (1990):** Savanna tree influence on understory vegetation and soil nutrients in north-western Kenya. *J. Veg. Sci.*, **1**: 325-334

142. **Wezel, A. (1998):** Brachewechselwirtschaft und Managementmöglichkeiten im semiariden Niger, Westafrika. Pflanzengesellschaften, Integration von Büschen in den Hirseanbau. Stuttgart: Verlag Ulrich E. Grauer. 195 pp.

143. **Wijkman, J.V., Timberlak, L.V (1990):** Natural disasters ; acts of God or acts of man? Earthscan, London, 154p.

144. **Williams, C.B. (1964):** Patterns in the balance of nature. Academy Press London. 375p.

145. **Wolde-Mariam, M (1982):** Vulnerability to famine in rural Ethiopia, 1958-1977. *In: Proceedings of the 7th International Conference of Ethiopia studies*, 26-29/04/1982. Univ. de Lund. 511-20.

146. **Yamba, B (1994) :** Les ressources ligneuses et problèmes d'aménagement forestier dans la zone agricole du Niger. Thèse de Doctorat, Univ. Michel de Montaigne. Bordeaux III. Institut d'Aménagement et Ressources Naturelles. Tome 1 et 2. 392p.

147. **Yung, J.M. et Zaslavsky, J (1992) :** Pour une prise en compte des stratégies des producteurs. Documents systèmes agraires. Montpellier : CIRAD-SAR ; N°18 ; 72p.

Annexe 1 : Fréquence relative des espèces herbacées à l'échelle des sites

Margou		Kiribkayna		Kokayna		Ziban	
Espèces	Fréquence	Espèces	Fréquence	Espèces	Fréquence	Espèces	Fréquence
<i>Zornia glochidiata</i>	76,25	<i>Zornia glochidiata</i>	75	<i>Cenchrus biflorus</i>	52,5	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	68,8
<i>Cenchrus biflorus</i>	53,75	<i>Mitracarpus scaber</i>	45	<i>Cassia mimosoides</i>	48,8	<i>Aristida mutabilis</i>	50
<i>Waltheria indica</i>	36,25	<i>Eragrostis tremula</i>	37,5	<i>Panicum sp.</i>	40	<i>Brachiaria deflexa</i>	38,8
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	27,5	<i>Digitaria horizontalis</i>	32,5	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	38,8	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	36,3
<i>Eragrostis tremula</i>	27,5	<i>Monechma ciliatum</i>	26,25	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	36,3	<i>Eragrostis tremula</i>	30
<i>Panicum subalbidum</i>	25	<i>Cenchrus biflorus</i>	23,75	<i>Eragrostis tremula</i>	35	<i>Digitaria horizontalis</i>	22,5
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	17,5	<i>Panicum sp.</i>	17,5	<i>Zornia glochidiata</i>	26,3	<i>Monechma ciliatum</i>	21,3
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	15	<i>Brachiaria lata</i>	16,25	<i>Monechma ciliatum</i>	25	<i>Ipomoea vagans</i>	18,8
		<i>Pennisetum pedicellatum</i>	15	<i>Euphorbia hirta</i>	15	<i>Cenchrus biflorus</i>	16,3
<i>Panicum sp.</i>	13,75	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	13,75	<i>Waltheria indica</i>	11,3	<i>Panicum subalbidum</i>	15
<i>Mitracarpus scaber</i>	11,25						
<i>Chrozophora senegalensis</i>	8,75	<i>Panicum laetum</i>	13,75	<i>Digitaria horizontalis</i>	10	<i>Evolvulus alsinoides</i>	11,3
<i>Corchorus tridens</i>	8,75	<i>Cassia mimosoides</i>	12,5	<i>Panicum subalbidum</i>	8,75	<i>Cassia tora</i>	10
		<i>Ipomoea vagans</i>	12,5	<i>Chrozophora senegalensis</i>	6,25	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	10
<i>Cassia mimosoides</i>	6,25	<i>Panicum repens</i>	12,5	<i>Boerhavia diffusa</i>	5	<i>Indigofera aspera</i>	10
<i>Evolvulus alsinoides</i>	6,25	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	11,25	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	5	<i>Zornia glochidiata</i>	10
<i>Commelina diffusa</i>	3,75						
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	3,75	<i>Phyllanthus amarus</i>	11,25	<i>Schizacyrium exile</i>	5	<i>Cassia mimosoides</i>	8,75
<i>Celosia laxa</i>	2,5	<i>Waltheria indica</i>	11,25	<i>Leonotis nepetifolia</i>	3,75	<i>Celosia laxa</i>	7,5
<i>Schyzachirium exile</i>	2,5	<i>Stachytarpheta indica</i>	10	<i>Celosia laxa</i>	2,5	<i>Andropogon gayanus</i>	6,25
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	8,75	<i>Fimbristylis hispida</i>	2,5	<i>Euphorbia hirta</i>	6,25
<i>Blumea aurita</i>	1,25			<i>Pennisetum pedicellatum</i>	2,5	<i>Panicum sp.</i>	5
<i>Brachiaria lata</i>	1,25	<i>Celosia trigyna</i>	7,5	<i>Sesamum indicum</i>	2,5	<i>Waltheria indica</i>	5
<i>Convolvulus sp.</i>	1,25	<i>Commelina diffusa</i>	6,25	<i>Stachytarpheta indica</i>	2,5	<i>Corchorus tridens</i>	3,75
<i>Digitaria horizontalis</i>	1,25	<i>Corchorus tridens</i>	6,25				
<i>Echinochloa obtusiflora</i>	1,25	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	6,25	<i>Brachiaria deflexa</i>	1,25	<i>Hypoestes cancellata</i>	3,75
<i>Monechma ciliatum</i>	1,25	<i>Pupalia lappacea</i>	6,25	<i>Brachiaria diffusa</i>	1,25	<i>Mitracarpus scaber</i>	3,75
				<i>Corchorus tridens</i>	1,25	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	2,5
		<i>Schoenefeldia gracilis</i>	6,25	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1,25	<i>Mariscus alternifolia</i>	2,5
		<i>Schizachyrium exile</i>	6,25	<i>Hypoestes cancellata</i>	1,25	<i>Stachytarpheta indica</i>	2,5
		<i>Gomphrena celisoides</i>	5			<i>Aristolochia bracteolata</i>	1,25
				<i>Hypoestes verticillaris</i>	1,25	<i>Heteranthera callifolia</i>	1,25
		<i>Evolvulus alsinoides</i>	3,75	<i>Ipomea vagans</i>	1,25	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	1,25
		<i>Blumea aurita</i>	2,5			<i>Sesbania pachycarpa</i>	1,25
		<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	2,5	<i>Mitracarpus scaber</i>	1,25		
		<i>Evolvulus celosoides</i>	2,5				
		<i>Ipomea muricata</i>	2,5				
		<i>Melochia corchorifolia</i>	2,5				
		<i>Amaranthus spinosus</i>	1,25				
		<i>Cenchrus tremula</i>	1,25				
		<i>Desmodium salicifolium</i>	1,25				
		<i>Euphorbia hirsuta</i>	1,25				
		<i>Euphorbia hirta</i>	1,25				
		<i>Sida cordifolia</i>	1,25				
		<i>Striga hermonthea</i>	1,25				
		<i>Trianthema pentandra</i>	1,25				

Annexe 1 : Fréquence relative des espèces herbacées à l'échelle des sites (suite)

Fonéko		Boullagou		Guéladjo	
Espèces	Fréquence	Espèces	Fréquence	Espèces	Fréquence
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	58,75	<i>Mitracarpus scaber</i>	61,25	<i>Eragrostis tremula</i>	82,5
<i>Eragrostis tremula</i>	52,5	<i>Eragrostis tremula</i>	52,5	<i>Mitracarpus scaber</i>	61,3
<i>Aristida mutabilis</i>	50	<i>Zornia glochidiata</i>	47,5	<i>Zornia glochidiata</i>	48,8
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	43,75	<i>Sida cordifolia</i>	40	<i>Sida cordifolia</i>	33,8
<i>Zornia glochidiata</i>	37,5	<i>Cyperus conglomeratus</i>	26,25	<i>Cyperus conglomeratus</i>	27,5
<i>Brachiaria deflexa</i>	36,25	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	18,75	<i>Digitaria horizontalis</i>	27,5
<i>Ipomoea vagans</i>	36,25	<i>Cenchrus biflorus</i>	17,5	<i>Schizachyrium exile</i>	23,8
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	30	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	15	<i>Borreria verticillata</i>	18,8
<i>Euphorbia hirta</i>	28,75	<i>Brachiaria deflexa</i>	13,75	<i>Cassia tora</i>	18,8
<i>Corchorus tridens</i>	26,25	<i>Corchorus tridens</i>	12,5	<i>Brachiaria deflexa</i>	17,5
<i>Monechma ciliatum</i>	25	<i>Euphorbia hirta</i>	12,5	<i>Corchorus tridens</i>	17,5
<i>Indigofera aspera</i>	20	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	11,25	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	17,5
<i>Digitaria horizontalis</i>	18,75	<i>Cassia tora</i>	11,25	<i>Triumfetta cordifolia</i>	17,5
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	18,75	<i>Commelina diffusa</i>	11,25	<i>Evolvulus alsinoides</i>	13,8
<i>Cassia mimosoides</i>	16,25	<i>Aristida mutabilis</i>	10	<i>Panicum subalbidum</i>	13,8
<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	16,25	<i>Digitaria horizontalis</i>	10	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	13,8
<i>Mitracarpus scaber</i>	16,25	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	10	<i>Waltheria indica</i>	13,8
<i>Hypoestes cancellata</i>	8,75	<i>Monechma ciliatum</i>	10	<i>Setaria pallide-fusca</i>	11,3
<i>Cassia tora</i>	7,5	<i>Hypoestes cancellata</i>	8,75	<i>Aristida mutabilis</i>	10
<i>Cenchrus biflorus</i>	7,5	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	8,75	<i>Ipomoea vagans</i>	10
<i>Evolvulus alsinoides</i>	7,5	<i>Celosia trigyna</i>	7,5	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	10
<i>Striga hermonthea</i>	7,5	<i>Evolvulus alsinoides</i>	7,5	<i>Andropogon gayanus</i>	8,75
<i>Waltheria indica</i>	7,5	<i>Ipomoea vagans</i>	6,25	<i>Cassia mimosoides</i>	8,75
<i>Cyperus esculentus</i>	6,25	<i>Panicum subalbidum</i>	6,25	<i>Loudetia phragmitoides</i>	8,75
<i>Panicum subalbidum</i>	5	<i>Peristrophe bicalyculata</i>	6,25	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	7,5
<i>Celosia trigyna</i>	3,75	<i>Waltheria indica</i>	6,25	<i>Phyllanthus amarus</i>	7,5
<i>Melochia corchorifolia</i>	3,75	<i>Fimbristylis hispidula</i>	5	<i>Acanthospermum hispidum</i>	5
<i>Sida cordifolia</i>	3,75	<i>Stachytarpheta indica</i>	5	<i>Borreria cancellata</i>	5
<i>Crotalaria macrocalyx</i>	2,5	<i>Striga hermonthea</i>	5	<i>Cenchrus bifloris</i>	5
<i>Cyperus conglomeratus</i>	2,5	<i>Phyllanthus amarus</i>	3,75	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	5
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	2,5	<i>Andropogon gayanus</i>	2,5	<i>Melochia corchorifolia</i>	5
<i>Commelina diffusa</i>	1,25	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	2,5	<i>Merremia aegyptia</i>	5
<i>Digitaria deflexa</i>	1,25	<i>Fimbristylis hispidula</i>	2,5	<i>Borreria scabra</i>	3,75
<i>Euphorbia hirta</i>	1,25	<i>Pennisetum violaceum</i>	2,5	<i>Hibiscus asper</i>	3,75
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	1,25	<i>Schyzachirium exile</i>	2,5	<i>Indigofera aspera</i>	3,75
<i>Ipomoea eriopcarpa</i>	1,25	<i>Cassia mimosoides</i>	1,25	<i>Aristida adscensionis</i>	2,5
<i>Melochia corchorifolia</i>	1,25	<i>Melochia corchorifolia</i>	1,25	<i>Heteropogon giganteus</i>	2,5
<i>Sida cordifolia</i>	1,25	<i>Sida cordifolia</i>	1,25	<i>Peristrophe bicalyculata</i>	2,5
				<i>Striga hermonthea</i>	2,5
				<i>Trianthema pentandra</i>	2,5
				<i>Achyranthes aspera</i>	1,25
				<i>Blumea aurita</i>	1,25
				<i>Cassia occidentalis</i>	1,25
				<i>Ceratothera sesamoides</i>	1,25
				<i>Coccinia grandis</i>	1,25
				<i>Commelina forskalaei</i>	1,25

<i>Diheteropogon giganteus</i>	1,25
<i>Eragrostis tremula</i>	1,25
<i>fimbristylis miliacea</i>	1,25
<i>Hypoestes cancellata</i>	1,25
<i>Hypoestes verticillaris</i>	1,25
<i>Indigofera pilosa</i>	1,25
<i>Indigofera simplicifolia</i>	1,25
<i>Ipomoea vagans</i>	1,25
<i>Ipomoea coptica</i>	1,25
<i>Ipomoea involucrata</i>	1,25
<i>Ipomoea pestigrades</i>	1,25
<i>Kohautia senegalensis</i>	1,25
<i>Leucas martinicensis</i>	1,25
<i>Panicum laetum</i>	1,25
<i>Polycarpea linearifolia</i>	1,25
<i>Setaria barbatra</i>	1,25
<i>Trichodesma africanum</i>	1,25

Listes des Taxa cités

Acanthospermum hispidum (DC.) Asteraceae)
Achyranthes aspera (L.) (Amaranthaceae)
Alysicarpus ovalifolius (Leonard.) (Leguminaceae)
Amaranthus spinosus (Linn.) Amaranthaceae)
Andropogon gayanus (Kunth.) (Poaceae)
Aristida adscensionis (Henrard.) (Poaceae)
Aristida mutabilis (Trim et Ruppr.) (Poaceae)
Blumea aurita (Linn.) DC. (Asteraceae)
Borreria cancellata (L.) (Rubiaceae)
Borreria scabra (L.) (Rubiaceae)
Borreria verticillata (L.) (Rubiaceae)
Brachiaria lata (CE Hubbard ex Robins.) (Poaceae)
Cassia mimosoides (Linn.) (Caeasalpiniaceae)
Cassia occidentalis (Linn.) (Caeasalpiniaceae)
Cassia tora (L.) (Caeasalpiniaceae)
Cenchrus biflorus (Roxb.) (Poaceae)
Coccinia grandis (L.) Vogt. (Cucurbitaceae)
Commelina diffusa (JK Morton.) (Commeliniaceae)
Commelina forskalaei (Kunth.) (Commeliniaceae)
Corchorus tridens (L.) (Tiliaceae)
Cyperus amabilis (Linn.) (Cyperaceae)
Cyperus tuberosus (Linn.) (Cyperaceae)
Dactyloctenium aegyptium (Thonn ex Vah.) (Cyperaceae)
Desmodium salicifolium (Poir.) DC. (Fabaceae)
Digitaria horizontalis (Willd.) (Poaceae)
Diheteropogon giganteus (Stafl.) (Poaceae)
Eragrostis tremula (Steud.) (Poaceae)
Euphorbia hirta (Linn.) (Euphorbiaceae)
Euphorbia hyssopifolia (Linn.) (Euphorbiaceae)
Evolvulus alsinoides (Linn.) (Convolvulaceae)
Fimbristylis miliacea (Walh.) (Cyperaceae)
Gomphrena celisoides (Brouss, ex Willd.) (Polygonaceae)

Heteropogon melanocarpus (Benth.) (Poaceae)
Hibiscus asper (Hook f.) (Malvaceae)
Hypoestes cancellata (Nees.) (Acanthaceae)
Hypoestes verticillaris (Linn f.) (Acanthaceae)
Indigofera hirsuta (Linn.) (Fabaceae)
Ipomoea vagans (Back.) (Convolvulaceae)
Jacquemontia tamnifolia (L.) Griseb (Convolvulaceae)
Kohautia spp, (Rubiaceae)
Leucas martinicensis (Jacq.)Ait. (Lamiaceae)
Loudetia phragmitoides (Hubb.) (Poaceae)
Melochia corchorifolia (L.) (Cucurbitaceae)
Monechma ciliatum (Milne-Redhead.) (Acanthaceae)
Mitracarpus scaber (Zucc.) (Rubiaceae)
Panicum laetum (Kunth.) (Poaceae)
Panicum repens (L.) (Poaceae)
Panicum subalbidum (Kunth.) (Poaceae)
Pennisetum pedicellatum (Trin.) (Poaceae)
Pennisetum violaceum (Rich.) (Poaceae)
Peristrophe bicalyculata (Retz.) Nees. (Acanthaceae)
Phyllanthus amarus (Schum et Thom.) (Euphorbiaceae)
Polycarpea linearifolia (Peter.) (Polygalaceae)
Pupalia lappacea (L.) Juss, (Amaranthaceae)
Schoenefeldia gracilis (Kunth.) (Poaceae)
Schizachyrium exile (Pilg.) (Poaceae)
Setaria barbata (Kunth.) (Poaceae)
Setaria pallide-fusca (Hubb.) (Poaceae)
Sida cordifolia (Linn.) (Malvaceae)
Striga hermontheca (Benth.) (Scrophulariaceae)
Triumfetta cordifolia (A.Rich.) (Tiliaceae)
Waltheria indica (L.) (Sterculiaceae)
Zornia glochidiata (Sm.) (Fabaceae)

ANNEXE 2 : FICHE DE COMPTAGE ET D'INVENTAIRE DES LIGNEUX

1. Fiche de comptage des ligneux

Arrondissement:.....
Site:.....Parcelle N°:..... Topographie:..... Sol:.....
Latitude:..... Longitude:..... Altitude:.....
Zone bioclimatique:.....
Zone agro-écologique:.....
Type d'utilisation (influence de l'homme):.....
Type de formation③écotype).....
Strates et espèces dominantes:.....

Espèces	Régénération ($H \leq 50$ cm)	Adulte ($H > 50$ cm)

2. Fiche d'inventaire des ligneux et de recouvrement

Arrondissement:.....

Site:..... Parcelle N°:..... Topographie:..... Sol:.....

Latitude:..... Longitude:..... Altitude:.....

Zone bioclimatique:.....

Zone agro-écologique:.....

Type d'utilisation (influence de l'homme):.....

Type de formation⊗écotype).....

Strates et espèces dominantes:.....

Espèces	Hauteur	Diamètre du tronc (cm) ou au collet	Recouvrement		Etat sanitaire
			D1 (cm)	D2 (cm)	

[illegible]

ANNEXE 4 : FICHE D'ENQUETE SUR LES ESPECES LIGNEUSES DISPARUES OU MENACEES DE DISPARITION

1. Enquête sur les espèces ligneuses disparues ou menacées de disparition (fiche de recensement des espèces)

Arrondissement:.....

Site:.....

Village:.....

Zone bioclimatique:.....

Zone agro-écologique:.....

Enquêteur:..... Date de l'enquête:.....

1. Espèces disparues	Utilisation						
	Alimentation		Bois			Pharmacopées	Autres
	Humaine	Animale	Chauffe	Oeuvre	Service		

2. Espèces menacées	Utilisation						
	Alimentation		Bois			Pharmacopées	Autres
	Humaine	Animale	Chauffe	Oeuvre	Service		

2. Enquête sur les espèces forestières disparues ou menacées (Questionnaire par espèce)

1. Les causes de disparition:

Veillez énumérer d'après vous toutes les causes de disparition de ces espèces:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

2. Situation du peuplement autrefois (50 ans):

1. la superficie autrefois occupée par ces espèces était-elle importante?

1. *oui* 2. *non*

2. Si oui, décrivez un peu l'étendue:.....
.....

3. Les solutions envisageables:

Quelles sont d'après vous les solutions urgentes pour remédier à cette situation?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

4. Utilisations:

I. *Alimentation:*

A. Humaine

1. Quelles sont les organes consommés:.....
.....

2. Quel est le mode de consommation de l'organe?
:.....
.....
.....

3. Degré de consommation:

1. Faible /___/ 2. Moyen /___/ 3. Important /___/

4. Mode d'exploitation des parties consommées

1. Cueillette /___/ 2. Arrachage /___/ 3. Coupe /___/ 4. Déracinement /___/

B. Animale

1. Quelles sont les organes consommés:.....

.....

2. Quel est le mode de consommation de l'organe?

.....

.....

3. Degré de consommation:

2. Faible /___/ 2. Moyen /___/ 3. Important /___/

3. Mode d'exploitation des organes consommés

1. Broutage /___/ 2. Autres (Spécifier) /___/:.....

II. Bois

A. Chauffe / / Oui / / Non

B. Œuvre / / Oui / / Non

C. Service / / Oui / / Non

3. Degré d'utilisation:

1. Faible /___/ 2. Moyen /___/ 3. Important /___/

4. Dans le cas (A), indiquez la qualité du charbon:

1. bonne /___/ 2. Moyenne /___/ 3. Mauvaise /___/

5. Dans les cas (B) et (C), indiquez les œuvres et les services.

1. Construction /___/ 2. Manches d'outils /___/ 3. Tam-tam /___/ 4. Selles des dromadaires et cheval /___/ 5. Ustensiles domestiques /___/ 6. Autres (Spécifier).....

III. Pharmacopées traditionnelles

1. Quelles sont les organes exploitées et utilisées:.....

.....

2. Degré d'exploitation :

1. Faible /___/ 2. Moyen /___/ 3. Important /___/

4. Mode d'exploitation des organes utilisés

1. Arrachage /___/ 2. Ecorçage /___/ 3. Déracinement /___/ 4. Autres (Spécifier):.....

.....

2. Quel est le mode d'utilisation de l'organe?

.....

.....

IV. Autres utilisations (à spécifier):

.....

ANNEXE 5 : FICHE DE COLLECTE DES DONN2ES PEDOLOGIQUES, DE VEGETATION ET D'UTILISATION DES TERRES

FICHE DE TERRAIN N°	
Observateur.....	Date:.....
Site:.....	Transect N°:..... Parcelle N°:.....
Latitude:.....	Longitude:..... Altitude:.....
Photo ou image N°:.....	

TOPOGRAPHIE	
Pentes ! Faible (<2%) ! Moyenne (3-10%) ! Forte (>10%)	
Position ! Sommet ! Versant ! Plateau ! Dépression ! Plaine ! Collines ! Autres	
Exposition ! Nord ! Nord-Est ! Est ! Sud-Est ! Sud ! Sud-Ouest ! Ouest ! Nord-Ouest	
Remarques	

PEDOLOGIE	
Profondeur ! Faible (<5 cm) ! Moyenne (50-10 cm) ! Forte (>100 cm)	
Texture ! Sable ! Argile ! Limon ! Humus	
Humidité ! Nulle ! Faible ! Moyenne ! Forte	
Remarques (types de sol et couleur)	

OCCUPATION / UTILISATION DES TERRES	
Types de Cultures ! Céréales ! Riz ! Vergers ! Maraîchage ! Jachères ! Autres	
Aspect ! Homogène ! Hétérogènes ! Commentaires	
Autres occupations ! Plans d'eau ! Marécages ! Sols nus ! Pâturages ! Habitat ! Autres	
Remarques	

VEGETATION				
	Hauteur	recouvrement	Espèces dominantes	
Types de formation	! Forêt ! Savane boisée ! Savane arbustive ! Savane herbeuse ! Steppe ! Brousse tigrée ! Autres			
Strate arborée	! > 12m	! < 10%		
	! 5-12m	! 10-40%		
Strate arbustive	! 3-5m	! 40-70%		
	! < 3m	! > 70%		
Strate herbacée		R =%		
Remarques	! Feux	! Déboisement	! Surpâturage	! Autres

OBSERVATIONS GENERALES	
Erosion	! Négligeable ! Nappes ! Rigoles ! Ravins ! Eolienne ! Glissement ! Eboulis ! Autres
Remarques d'ensemble	

ANNEXE 6 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE.

I. IDENTIFICATION DU CHEF DE VILLAGE OU hameau.

1. Noms et prénom

2. Classe d'âge du chef /____/

20 à 35 ans

36 à 50 ans

51 ans et plus

3. Catégorie socioprofessionnelle /____/____/

1. Agriculteur

2. Eleveur

3. Commerçant

4. Marabout

5. Guérisseur

6. Artisan (maçon, forgeron, cordonnier, bûcheron)

7. Autres (à spécifier)

4. Situation matrimoniale /____/

1) marié /____/ ; Nombre de femmes : /____/ ; Nombre d'enfants : /____/

2) 2) divorcé 3) veuf

5. Niveau d'instruction /____/

1) aucun 2) scolaire 3) coranique 4) professionnelle 5) alphabétisation

6. Groupe ethnique d'appartenance du chef

1) haussa 2) djerma 3) peulh 4) kanuri 5) toubou 6) dendi 7) touareg 8) sonraï 9) gourmantché 10) autres (à préciser).....

7. Existe t-il d'autres groupes ethniques dans votre village? /____/

1. oui

2. non

1. Si oui, lesquels?

1. Haoussa /____/ 2. Djerma /____/ 3. Sonraï /____/ 4. Peulh /____/ 5. Kanouri /____/

6. Dendi /____/ 7. Toubou /____/ 8. Touareg /____/ 9. Gourmantché /____/

10. Autres (à spécifier) /____/

II. Historique du village

1. Quelle est l'histoire de votre village/ tribu?

a) Date d'implantation (se référer à un événement):.....

b) Motifs d'implantation:.....

c) Origine du fondateur:.....

2. Quelle est la taille de votre village ou tribu? /____/

1) très peuplé :/____/ ; environ combien : /____/

2) moyennement peuplé :/____/ ; environ combien : /____/

3) peu peuplé :/____/ ; environ combien : /____/

4) pas du tout peuplé:/____/ ; environ combien : /____/

3. Pourquoi?

.....

.....

4. Comment est-ce que le village a évolué?.....

.....

.....
5. Votre village ou tribu dépend de quelle entité administrative ? /___/

6. Pourquoi?
.....
.....

7. Qu'est-ce qui détermine la cohésion sociale et la capacité d'intervention économique de votre village ou tribu?

- | | | |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 1. Famille /___/ | 2. Religion /___/ | 3. Regroupement par affinité /___/ |
| 1. oui | 1. oui | 1. oui |
| 2. non | 2. non | 2. Non |
| 4. regroupement par sexe | 5. Regroupement par âge | 6. Autres (à spécifier) |
| 1. oui | 1. oui | 1. oui |
| 2. non | 2. non | 2. Non |

III. NIVEAU DE CONSCIENCE DE LA POPULATION SUR LES PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX

1. A votre avis, y-a-t-il une prise de conscience des problèmes de dégradation de l'environnement dans votre village par la population? /___/

1. oui 2. Non

2. si oui, comment se manifeste cette prise de conscience?
.....
.....

3. Si non, pourquoi?
.....

IV. POLES D'ATTRACTION

1. Existe t-il un pôle d'attraction dans votre village? /___/

1. oui 2. Non

2. si oui le (s)quel(s)?

- | | | |
|----------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. mare /___/ | 2. Marché hebdomadaire /___/ | 3. Mosquée de vendredi /___/ |
| 1. oui | 1. oui | 1. oui |
| 2. non | 2. non | 2. Non |
| 4. école /___/ | 5. Dispensaire /___/ | 6. Autres (à préciser) /___/ |
| 1. oui | 1. oui | 1. oui |
| 2. non | 2. non | 2. Non |

V. ACCESSIBILITE AU VILLAGE/TRIBU

1. A quelle distance du centre urbain le plus proche se trouve votre village ou tribu /___/ /___/ /___/ km

2. Accède t-on à votre village ou tribu par:

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|---|
| 1. route bitumée /___/ | 2. Route latéritique /___/ | 3. Piste accessible à tout véhicule /___/ |
| 1. oui | 1. oui | 1. oui |
| 2. non | 2. non | 2. Non |
| 4. piste véhicule TT /___/ | 5. A pieds seulement /___/ | 6. Autres (à préciser) /___/ |
| 1. oui | 1. oui | 1. oui |
| 2. non | 2. non | 2. Non |

3. Qui a financé la route ou la piste qui mène à votre localité?

1. l'Etat /___/ 2. Les projets de développement (indiquer lesquels) /___/

1. *oui* 1. *oui*
 2. *non* 2. *non*
 3. le village ou tribu /___/ 4. Autres (à préciser) /___/
 1. *oui* 1. *oui*
 2. *non* 2. *non*
 4. Qui en assure l'entretien?
 1. l'Etat /___/ 2. Les projets de développement (indiquer lesquels) /___/
 1. *oui* 1. *oui*
 2. *non* 2. *non*
 3. le village ou tribu /___/ 4. Autres (à préciser) /___/
 1. *oui* 1. *oui*
 2. *non* 2. *non*

5. Arrive t-il à votre village d'être inaccessible? /___/

1. *oui* 2. *non*

6. Si oui, à quelle période de l'année ?.....

7. Que proposeriez-vous pour pallier à ces problèmes?

.....

VI. INFRASTRUCTURES SANITAIRES

1. Votre village ou tribu dispose t-il/elle:

1. dispensaire /___/ 2. maternité /___/ 3. Dépôts pharmaceutiques /___/
 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui*
 2. *non* 2. *Non* 2. *non*
 4. autres (à préciser) /___/.....
 1. *oui*
 2. *non*

2. A quelle distance se trouve votre village du centre médical le plus proche?

/___/ /___/ /___/ km

3. Quelles sont les maladies les plus fréquentes dans votre localité?

1. paludisme /___/ 2. Diarrhée /___/ 3. Mal de ventre /___/
 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui*
 3. *non* 2. *Non* 2. *non*
 4. problèmes d'accouchement /___/ 5. Autres (à préciser) /___/.....
 1. *oui* 1. *oui*
 3. *non* 2. *Non*

VII. SANTE

1. Quelles sont les maladies les plus fréquentes ?

.....

2. En cas de maladies, faites –vous recours : /___/

1. Centres de santé 2. Soins traditionnels 3. Aux deux 4. Pharmacie ambulante et par terre 6.
 Marabouts 7. Autres (à préciser) : /___/.....

.....

3. Pour quelles maladies faites-vous recours aux soins traditionnels ?

.....

4. Quelles espèces (végétales ou animales) utilisez-vous le plus souvent pour vous soigner ?.....

5. Quelles sont les espèces les plus fréquemment utilisées ?

1. pour les nourrissons ?.....
2. pour les hommes ?.....
3. pour les femmes ?

6. Quelles sont les organes les plus utilisés pour chacune des espèces citées ci-haut ?

7. Pour quelles maladies faites-vous recours aux deux types de soins ?

8. Vous arrive t-il d'avoir des difficultés pour vous soigner ? /___/

1. oui
2. Non

9. Si oui, pourquoi ? /___/

1. par manque d'argent
2. Par manque de dispensaire
3. Par empêchement dû aux génies
4. Problèmes de distance
5. Autres (à préciser).....

10. Les traitements par la médecine traditionnelle, reviennent-ils ces derniers temps ? /___/

1. moins cher
2. Cher
3. Très cher
4. Juste un geste symbolique

Si oui, pourquoi ?

2. A quelle religion appartenez-vous ? /___/

1. l'islam
2. Le christianisme
3. L'animisme
4. Autres (à préciser)

12. Votre communauté religieuse mène t-elle des actions pour la protection de l'environnement ? /___/

1. Oui
2. non

13. Si oui, en quoi faisant ?

1. en plantant des arbres /___/
2. En finançant des travaux /___/

1. Oui
2. Non
1. oui
2. non

3. En sensibilisant les populations
4. Autres (à préciser) /___/.....

1. Oui
2. Non
1. oui
2. Non

14. Votre religion, a-t-elle des méthodes propres à elle de protection de l'environnement ? /___/

1. oui
2. non

15. Si oui, lesquelles ?

16. Pouvez-vous sensibiliser les fidèles sur l'usage rationnel de l'environnement ? /___/

1. oui
2. non

17. Si oui, comment devez-vous opérer ?

18. Que vous faut-il pour bien mener cette sensibilisation ?

VIII. EDUCATION

1. Y a-t-il dans votre village ou hameau ?

1. une école primaire /___/ 2. Collège /___/ 3. Les deux /___/

1. oui

1. oui

1. oui

2. non

2. Non

2. non

4. autres (à préciser) /___/

1. oui

2. non

2. Avez-vous d'enfants à l'école ? /___/

1. oui

2. non

3. Si oui, combien ?

1. filles /___/___/

2. Garçons /___/___/

3. A votre avis, l'introduction de l'enseignement de la gestion des ressources naturelles à l'école peut-elle préparer les enfants à devenir des défenseurs potentiels de l'environnement ? /___/

1. oui

2. Non

4. Existe-t-il une association des parents d'élèves dans votre village /tribu ? /___/

1. oui

2. non

5. Si oui, peut-elle soutenir l'effort d'un tel enseignement ? /___/

1. oui

2. Non

6. Si oui, en quoi faisant ?

7. Y-a-t-il dans votre village ou hameau des enfants déscolarisés ? /___/

1. oui

2. Non

8. Dans votre village, les jeunes rencontrent t-ils des problèmes sociaux et économiques ? /___/

1. oui

2. Non

9. Si oui, des garçons et des filles, lesquels sont les plus concernés ? /___/

1. les garçons

2. Les filles

3. Tous les deux groupes

10. Quels sont les types de problèmes que rencontrent les garçons ?

1. déscolarisation /___/ 2. Délinquance /___/ 3. Consommation de drogue /___/

1. oui

1. Ou

1. oui

2. Non

2. non

2. non

4. exode rural /___/

5. Manque d'activités /___/

6. Autres (à préciser)

3. oui

1. Ou

1. oui

4. Non

2. non

2. non

11. Quels sont les types de problèmes que rencontrent les filles ?

1. déscolarisation /___/ 2. Délinquance /___/ 3. Consommation de drogue /___/
1. oui 1. Ou 1. oui
2. Non 2. non 2. non

4. exode rural /___/ 5. Manque d'activités /___/ 6. Prostitution /___/
1. oui 1. Oui 1. oui
2. Non 2. non 2. non

7. grossesse indésirée /___/ 8. Autres (à préciser).....
1. oui 1. Oui
2. Non 2. non

12. Quelles sont, selon vous, les principales causes de difficultés qu'ils rencontrent ?

1. pauvreté /___/ 2. Manque d'activités /___/ 3. Mariage précoce /___/
1. oui 1. Oui 1. oui
2. Non 2. non 2. non

4. mariage forcé /___/ 5. Autres (à préciser)
1. oui 1. Oui
2. Non 2. non

IX. LES CONFLITS SOCIAUX

1. Votre village ou tribu a-t-il/elle connu ou connaît des conflits sociaux? /___/

1. oui 2. Non

2. Si oui, quelle est la nature de ces conflits?

1. champêtre /___/ 2. Couloir de passage /___/ 3. Aire de pâturage /___/
1. oui 1. oui 1. oui
2. non 2. Non 2. non

4. accès aux points d'eau /___/ 5. Chefferies /___/ 6. Politiques /___/
1. oui 1. oui 1. oui
9. non 2. Non 2. non

7. religieux /___/ 8. Familiaux /___/ 9. Inter-ethniques /___/
1. oui 1. oui 1. oui
2. non 2. Non 2. non

10. autres (à préciser) /___/.....
1. oui
2. non

3. Le mécanisme de règlement de vos conflits est-il?

1. traditionnel /___/ 2. Moderne /___/ 3. Les deux
1. oui 1. oui 1. oui
2. non 2. Non 2. non

10. Lequel est le plus efficace? /___/

1. traditionnel /___/ 2. Moderne /___/

11. Pourquoi ? (justifier votre réponse):.....

.....

12. Quelle est l'autorité qui règle le plus souvent vos conflits sociaux? /___/

1. le chef de village /___/ 2. Le chef de tribu /___/ 3. Le chef de canton /___/ 4. Le chef de brigade /___/
5. La justice /___/ 6. Autres (à préciser) /___/.....

13. Quelles sont les différentes strates sociales qui existent dans votre village ou tribu?

.....

X. INTERVENTION DES PROJETS ET/OU ONG

1. Votre village ou tribu a-t-il/elle bénéficié de l'intervention d'un projet? /___/

1. oui 2. Non

Si oui dans quel domaine:

2. Votre village ou tribu bénéficie-t-il/elle d'un projet? /___/

1. oui 2. Non

3. Pouvez-vous nous donner le ou les projets ou ONG qui interviennent dans votre localité?

.....
.....

4. Dans quels domaines interviennent-elles?

.....

XI. ASSOCIATIONS ET COOPERATIVES

1. Avez-vous des associations ou coopératives de développement dans votre village ou tribu? /___/

1. oui 2. Non

2. Si oui, lesquelles?

.....

3. Que font-elles?

.....

4. Bénéficient-elles dans le domaine de la gestion des ressources naturelles (GRN)?

1. encadrement /___/ 2. de formation /___/ 3. d'initiation /___/ 4. d'appui financier /___/

1. oui 1. oui 1. oui 1. oui
3. non 2. Non 2. non 2. non

5. autres (à préciser) /___/:

5. A votre avis quels sont les thèmes de discussions qui ont beaucoup profité à la population de votre localité lors du passage de l'équipe de sensibilisation?

.....

6. Quels sont les thèmes que vous souhaiteriez qu'on approfondisse pour mieux sensibiliser la population ?

1. par rapport aux adultes:

.....

2. par rapport aux jeunes:

.....

3. par rapport aux femmes:

.....

7. Que suggérez-vous pour l'amélioration de la gestion des ressources naturelles pour le bien être social dans votre localité?

XI. MOYENS DE TRANSPORT UTILES

1. Votre domicile est-il loin de votre champ? /___/

1. *oui* 2. *non*

2. A quelle distance? /___/

1. moins de 1 km 2. : 1 à 2 km 3. : 2 à 3 km 4. : 3 à 4 km 5. : 4 à 5 km
6. : 5 à 6 km 7. : 6 à 7 km 8. : 7 à 8 km 9. : 8km et plus.

3. Comment transportez-vous les produits agricoles?

1. charrette /___/ 2. Ane /___/ 3. Cheval /___/ 4. Pousse-pousse /___/ 5. Sur tête /___/

1. *oui* 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui*
2. *non* 2. *non* 2. *non* 2. *non* 2. *non*

6. moto /___/ 7. Vélo /___/ 8. Chameau /___/ 9. Camion 10. Pirogue /___/

1. *oui* 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui*
2. *non* 2. *non* 2. *non* 2. *non* 2. *non*

3. Autres (à préciser) /___/ :

1. *oui* 2. *Non*

4. Quel bois utilisez-vous pour la confection des selles de chevaux et de dromadaires?

.....
.....

5. Quelle peau ou cuir utilisez-vous pour la confection des selles de dromadaires et des chevaux?

.....
.....

6. A combien en moyenne vous revient le transport des produits agricoles du champ au grenier ?

/___/___/___/___/

7. A combien vous revient selon les quantités le transport des produits agricoles du grenier au marché?

/___/___/___/___/

XII. SOURCES D'ENERGIE

1. Quelle est votre source habituelle d'énergie domestique? A classer les différentes sources

1. lampe-torche /___/ 2. Lampe à pétrole /___/ 3. Bougie /___/ 4. Bois et paille /___/

1. *oui* 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui*
2. *Non* 2. *Non* 2. *Non* 2. *Non*

5. charbon /___/ 6. Lampe à huile /___/

1. *oui* 1. *Oui*
2. *non* 2. *Non*

1. Autres (à préciser) /___/ :

1. *oui*

2. *non*

2. Se sert-on du bois pour la cuisine dans votre ménage? /___/

1. *oui* 2. *Non*

3. Si oui, convertis en argent, combien y consacrez-vous par jour? /___/

1. : 50 francs 2. 100 francs 3. 150 francs 4. 200 francs 5. Plus de 200 francs

4. Pour l'obtention du bois de chauffe, coupez-vous? /___/

1. du bois sec 2. Du bois vert 3. Les deux

5. Quelles sont les espèces préférées par la population de votre village?

a. pour bois de chauffe:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

b. pour construction des maisons:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

c. pour manches et outils

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

6. Que pensez-vous de l'exploitation des arbres dans votre village ou tribu?

7. Quelles sont les espèces ligneuses utilisées en cas de famine? -----

8. Veuillez les classer par ordre d'importance du point de vue consommation.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

9. Quelles sont les parties consommées? -----

10. Quelle est la période de disponibilité des produits comestibles?-----

11. Comment vous procurez-vous les fibres végétales? -----

12. Citez les différentes espèces à fibres utilisées dans votre village

13. Avez-vous l'habitude d'utiliser les foyers améliorés? /___/

1. oui 2. Non

Si oui, combien de fois?

1. une fois 2. Deux fois 3. Trois fois 4. Plusieurs fois

Si non, pourquoi?

14. Quels sont les différents types de foyers améliorés que vous connaissez?

XIII. GESTION HYDROLOGIQUE

1. Quelle eau utilisez-vous dans votre village ou tribu pour la consommation ?

1. robinet /___/ 2. Puits /___/ 3. Forage /___/ 4. Fleuve /___/

1. *oui* 1. *oui* 1. *oui* 1. *oui*

2. *non* 2. *non* 2. *non* 2. *Non*

5. mare 6. Marigot 7. Autres (à préciser) /___/ 1.

Oui 1. *Oui*

2. *non* 2. *Non*

2. Si c'est un puits, utilisez-vous une poulie pour l'exhaure ? /___/ .

1. *oui* 2. *Non*

3. Si oui, quel type de bois utilisez-vous de préférence pour la confection de la poulie ?

4. Quelle eau est beaucoup plus à votre portée ? /___/

1. robinet 2. Puits 3. Forage 4. Fleuve 5. Mare 6. Marigot 7. Collecte des eaux de toitures

8. Autres (à préciser) :.....

5. A quelle distance de votre maison se trouve cette eau ?

XIV. TYPES D'ACTIVITES ECONOMIQUES

1. Quelles sont les activités économiques dans votre village ou hameau ?

1. agriculture /___/ 2. Elevage /___/ 3. Artisanat /___/

1. *oui* 1. *Oui* 1. *oui*

2. *Non* 2. *non* 2. *non*

4. pêche /___/ 5. Petit commerce /___/ 6. Exploitation et vente du bois /___/

1. *oui* 1. *Oui* 1. *oui*

2. *Non* 2. *non* 2. *non*

2. autres (à préciser) /___/

2. Classer par ordre en numérotant de 1 à 10 les activités économiques dominantes.

Activités	Rang
Agriculture	
Elevage	
Artisanat	
Pêche	
Tannerie	
Bûcheron	
Boucherie	
Commerce	
Tradipraticien	
Autres (à préciser)	

3. Quelles sont les potentialités naturelles de votre terroir ?

1. mare /___/ 2. Végétation /___/ 3. Rivière /___/ 4. Marigot /___/ 5. Forêt /___/
 1. oui 1. Oui 1. oui 1. Oui 1. oui
 2. Non 2. non 2. Non 2. Non 2. non
 6. faune /___/ 7. Autres (à préciser) /___/.....
 1. oui 1. Oui
 2. Non 2. non

4. Existe –t-il des ressources non exploitées dans votre terroir ? /___/

1. oui 2. Non

5. Si oui, lesquelles ?

.....

XV. SYSTEME D'ACQUISITION DES TERRES DE CULTURE

1. la répartition des terres de culture tient dans votre village/tribu à : /___/

1. l'autorité du chef de village 2. L'autorité des premiers occupants 3. L'autorité du chef de famille 4.
 L'autorité du chef de canton 5. Autres (à préciser) :.....

.....

2. Comment acquiert-on les terres de cultures ?

1. don 2. Achat 3. Héritage 4. Prêt 5. Location

6. autres (à préciser) :

.....

Délimitation des champs !!!

3. Quelles plantes utilisez-vous pour délimiter les champs ?

.....

4. Pourquoi ?

.....

5. Combien de champs possédez-vous ? /___/

1. aucun 2. Un (1) 3. Deux (2) 4. Trois (3) 5. Quatre (4) 6 plus de quatre
 (à préciser).....

Comment les avez-vous acquis :

.....
.....

6. Avez-vous une fois augmenté la superficie de votre champ ? /___/

1. *oui*

2. *Non*

7. pourquoi ?

.....
.....

8. La femme a-t-elle un droit ? /___/

1. d'usage de la terre ?

2. De propriété de la terre ?

3. Les deux

4. Aucun

9. Justifier votre réponse ?

.....
.....

10. Quels types d'activités économiques exercent les femmes dans votre ménage ?

.....
.....

XVI. TYPES DE CULTURES

1. Quels types de cultures pratique-t-on dans votre village ?

1. sorgho /___/

2. Maïs /___/

3. Niébé /___/

4. Mil /___/

5. Arachides /___/

1. *oui*

1. *Oui*

1. *oui*

1. *Oui*

1. *oui*

2. *Non*

2. *Non*

2. *Non*

2. *Non*

2. *Non*

6. autres (à préciser) /___/

1. *oui*

2. *non*

2. Laquelle de ces cultures est dominante ? /___/

1. sorgho

2. Maïs

3. Niébé

4. Mil

5. Arachides

6. Autres (à

préciser)

XVII. ORGANISATION DE LA CULTURE

1. Associez-vous plusieurs cultures dans un même champ ? /___/

1. *oui*

2. *Non*

2. si oui, lesquelles et pourquoi ?

.....
.....

3. Si non, pourquoi ?

.....
.....

XVIII. TECHNIQUES ET OPERATIONS CULTURALES

1. Les diverses opérations culturales se basent –elles sur ?

1. localisation et nature des sols /___/

1. *oui*

2. *Non*

2. le rythme et la période des cultures /___/

1. *oui*

2. *non*

3. la pluviométrie /___/
1. *oui* 2. *Non*

XIX. FERTILISATION DES TERRES

Types de sols !!!

1. Comment trouvez-vous la fertilité de vos sols ? /___/
1. mauvaise 2. Moyenne 3. Bonne 4. Très bonne

2. Quelles sont dans votre zone les plantes indicatrices de mauvaise fertilité ?

.....

.....

3. Quelles sont dans votre zone les plantes indicatrices de la remontée du niveau de fertilité ?

.....

.....

4. Connaissez-vous les arbres qui améliorent la fertilité de vos champs ? /___/
1. *oui* 2. *Non*

5. Si oui, citez les :

.....

.....

6. Possédez-vous des connaissances modernes et/ou traditionnelles pour fertiliser les sols et les terres ? /___/
1. *oui* 2. *Non*

4. Si oui et s'il s'agit du fumier, comment procédez-vous ?

1. transport de la maison au champ ? /___/ 2. Contrat avec les éleveurs ? /___/
1. *oui* 2. *Non* 1. *Oui* 2. *Non*
3. existence des fosses fumières ? /___/ 1. *Oui* 2. *Non*
4. Fabrication du compost avec des ordures ménagères ? /___/ 1. *Oui* 2. *Non*

8. Utilisez-vous des engrais chimiques ? /___/ 1. *Oui* 2. *Non*

9. Avez-vous reçu une formation dans le domaine agricole ? /___/

1. *oui* 2. *Non*

10. Si oui, par quel canal ?

1. Services techniques /___/ 2. Autres (à précisez) /___/.....
1. *oui* 2. *Non* 1. *Oui* 2. *Non*

11. Pratiquez-vous la jachère pour améliorer la fertilité de vos champs ? /___/

1. *oui* 2. *non*

12. Si oui, quelle est la durée ? /___/___/

13. Quels sont les outils que vous utilisez ?

1. tracteur /___/ 2. Charrue /___/ 3. Houe /___/ 4. Pelle /___/
1. *oui* 1. *oui* 1. *Oui* 1. *oui*
2. *Non* 2. *Non* 2. *Non* 2. *non*
5. pioche /___/ 6. Hilaire /___/ 7. Autres (à préciser) /___/.....
1. *oui* 1. *Oui* 1. *oui*
2. *Non* 2. *non* 2. *Non*

11. Les prix des outils, conviennent-ils à votre pouvoir d'achat ? /___/

1. *oui* 2. *non*

12. Pourquoi ?

1. Quelles sont les difficultés liées à l'exploitation agricole ?

1. mauvaise répartition des pluies /___/ 2. Manque de crédit /___/

- 2. Faites-vous aussi recours à une main d'œuvre payante ? /___/**

- ### 3. Si oui, quel est le système de rémunération ?

- ## XXI. DEFRICHAGE ET ABBATAGE DES ARBRES

1. L'exploitation des terres passe-t-elle par le défrichage ou l'abattage des arbres ? /___/

- 2. Si oui, combien d'arbres abattez-vous par an ? /___/**

- 3. Laissez-vous certains arbres dans vos champs ? /___/**

4. Si oui, lesquels ?

5. Pourquoi ?

6. Plantez-vous en d'autres en remplacement ? /____/

- 7. Pratiquez-vous des haies-vives ? /___/**

- ## 8. Les haies mortes ? / /

- Sur quelle exploitation ?

9. Pourquoi ?

XXVI

.....
.....
11. Pensez-vous que la gestion des ressources naturelles de type moderne ? /___/

1. vous écarte 2. Vous intègre et implique 3. Autres arguments (à préciser)

.....
.....

12. Les forestiers vous ont-ils infligé une amende une fois pour avoir coupé un arbre ?

1. *oui* 2. *Non*

13. Si oui, combien avez-vous payé exactement ? /___/___/___/___/___/

14. Quels sont les arbres qui fournissent du bois utilisé pour la construction de vos habitats?

1. pour la toiture :

.....
.....

2. pour les lits :

.....
.....

3. pour les nattes :

.....
.....

4. pour les supports des cases, sékos et hangars :

.....
.....

15. quels sont les arbres qui fournissent du bois pour la construction des enclos pour vos animaux?

.....
.....

16. Pourquoi?

.....
.....

XXII. ORGANISATION DE L'ELEVAGE

1. L'élevage est-il dans votre localité ? /___/

1. individuel 2. Familial 3. Communautaire 4. Transhumant
5. intensif et/ou extensif 6. Autres (à préciser).....

2. Pour quelles raisons ? /___/___/___/

1. économiques 2. Culturelles 3. Les deux

3. Quel est le rythme d'augmentation de votre bétail ? /___/

1. un an 2. Deux ans 3. Trois ans 4. Autres (à préciser).....

4. De combien pour les bovins ? /___/___/___/___/___/

5. Et de combien pour les petits ruminants ? /___/___/___/___/___/

6. Quelles sont les maladies constatées dans votre cheptel ?

1. charbon bactérien /___/ 2. Dermato /___/

1. *oui* 1. *Oui*

2. *Non* 2. *non*

3. trypanomiase 4. Autres (à préciser).....

1. *oui* 1. *Oui*

2. *Non* 2. *non*

7. Avez-vous des agents et auxiliaires d'élevage dans votre village/tribu ?

1. *oui* 2. *Non*

8. Si oui, comment faites-vous pour procurer les médicaments ? /___/

1. en payant 2. Gratuitement 3. Les deux 4. Autres (à préciser).....

9. Utilisez-vous des plantes pour soigner vos animaux ? /___/

1. oui 2. Non

10. Lesquelles ?

.....

11. Quels sont les organes utilisés par types de plantes ?

.....

12. Quelles sont les espèces élevées dans votre village ou tribu ?

1. bovin /___/ 2. Caprin /___/ 3. Volaille /___/ 4. Camelin /___/

1. oui 1. oui 1. Oui 1. oui

2. Non 2. Non 2. Non 2. non

2. 5. ovin /___/ 6. Porcin /___/ 7. Autres (à préciser) /___/.....

1. oui 1. oui 1. Oui

2. Non 2. Non 2. Non

13. Lequel est dominant ? /___/

1. bovin 2. Caprin 3. Volaille 4. Camelin 5. Ovin 6. Porcin

7. Autres (à préciser).....

14. Vous arrive –t-il d’avoir un problème de pâturage ou d’abreuvement ? /___/

1. oui 2. Non

15. A quel moment de l’année ?

a) pour le pâturage :

b) pour l’abreuvement :

c) les deux à la fois :

16. Quelles sont les autres difficultés liées à l’élevage ?

.....

XXIII. LA COMMERCIALISATION

1. Avez-vous un marché dans votre village/tribu?

1. oui 2. Non

2. Si oui, est-il? /___/

1. quotidien 2. Hebdomadaire

3. Que vendez-vous dans votre marché?

1. produits agricoles /___/ 2. Produits d’élevage /___/

1. Oui 1. oui

2. Non 2. Non

3. produits artisanaux /___/ 4. Produits de pêche /___/

1. Oui 1. oui

2. Non 2. Non

5. produits forestiers /___/ 6. Autres (à préciser) /___/.....

1. Oui 1. oui

2. Non 2. Non

4. Selon les périodes de l'année, à combien vendez-vous?

	Pendant la période de récoltes	Pendant la période de soudure
1. une botte de mil	/ / / / /	/ / / / /
2. une mesure de mil	/ / / / /	/ / / / /
3. un sac de 50 kilo	/ / / / /	/ / / / /
4. une vache	/ / / / /	/ / / / /
5. une chèvre	/ / / / /	/ / / / /
6. un mouton	/ / / / /	/ / / / /
7. une poule	/ / / / /	/ / / / /
8. une pintade	/ / / / /	/ / / / /
9. une calebasse de lait	/ / / / /	/ / / / /
10. un fagot de bois	/ / / / /	/ / / / /
11. une perche	/ / / / /	/ / / / /
12. une traverse	/ / / / /	/ / / / /
13. une botte de foin d'herbe sèche	/ / / / / / / / / /	/ / / / / / / / / /
14. Autres (à préciser)	/ / / / /	/ / / / /

5. Consommez-vous la grande partie de vos productions agricoles? / /

1. oui 2. Non

6. Pourquoi?

.....

7. Les dépenses liées aux facteurs de production agricole sont-elles compensées par un bon rendement agricole?

1. oui 2. Non

8. Pourquoi? ?

.....

19. Vous arrive-t-il d'acheter des produits agricoles sur le marché? / /

1. oui 2. Non

20. Pour quelles raisons? / /

1. commerciales 2. Subsistance

21. Si c'est pour des raisons de subsistance, combien de sacs ou de bottes achetez-vous pour atteindre la prochaine saison? / / / / /

N° d'ordre



UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI DE NIAMEY

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE

Présentée par

Larwanou MAHAMANE

Ingénieur des Eaux et Forêts

Pour l'obtention du titre de Docteur de l'Université Abdou Moumouni

Option : Biologie et Ecologie Végétales

**Dynamique de la végétation dans le domaine sahélien du
Niger occidental suivant un gradient d'aridité : rôles des
facteurs écologiques, sociaux et économiques**

Soutenue le 13 septembre 2005 devant la commission d'examen composée de :

GUINKO Sita, Professeur, Université de Ouagadougou, Président

SAADOU Mahamane, Professeur, Université Abdou Moumouni, Directeur de thèse

AKPAGANA, Koffi, Professeur, Université de Lomé, Rapporteur

GUERO Yadji, Maître de Conférence, Université Abdou Moumouni, Examineur

ALI Mahamane, Maître Assistant, Université Abdou Moumouni, Examineur

Avant propos

Le présent travail, fruit de plusieurs années de travail rentre dans le cadre de la compréhension de l'interaction de plusieurs facteurs sur la dynamique de la végétation dans la partie du Niger occidental.

Au terme de ce travail, plusieurs personnes physiques et morales nous ont apporté leur concours et nous tenons à leur exprimer toute notre gratitude. Nous pensons notamment à :

- Monsieur le Professeur Mahamane Saadou, qui n'a ménagé aucun effort pour voir l'aboutissement heureux de ce travail. Il s'est beaucoup investi et comporté en père à notre égard ; les mots nous manquent pour lui exprimer toute notre gratitude. Que Dieu le bénisse, AMEN.
- Dr Amadou Ibrah Niang, Coordinateur Régional ICRAF/sahel pour son appui constant ;
- Tout le personnel de l'INRAN et plus particulièrement les techniciens du Département de Recherches Forestières qui nous ont appuyé lors de la collecte des données ;
- Dr Seyni Hamadou qui nous a assisté dans l'analyse des données socio-économiques ;
- Messieurs Laminou Attaou, Salah Habi, Laouali Ada et bien d'autres qui nous ont supporté moralement ;
- Notre épouse Haoua Mamadou Diakité et nos enfants Anass, Loukoumanou et la petite Mamy qui nous ont supporté moralement.

Dans l'impossibilité de citer tous ceux qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail, nous leur présentons toute notre reconnaissance.

Résumé

L'étude sur la dynamique de la végétation du Niger occidental suivant un gradient d'aridité en mettant en jeu les rôles des facteurs écologiques, sociaux et économiques a été conduite dans la région de tillabéri entre les longitudes 0° et 3°. Cette étude a permis de mettre en exergue la présence dans cette région du Niger de trois zones bioclimatiques, semi-aride, aride et de transition. Sept sites ont été déterminés dans les trois zones bioclimatiques pour servir de cadres d'investigation.

L'analyse des rôles des facteurs écologiques, sociaux et économiques sur la dynamique de la végétation a été faite suivant les trois zones bioclimatiques

L'évolution de l'occupation des terres montre que très peu d'années restent pour que les espaces dans certains sites soient transformés en champs de culture.

Les résultats montrent que du point de vue diversité floristique des ligneux, les sites se trouvant dans la zone semi-aride sont floristiquement plus riches que ceux de la zone aride. Dans les types d'occupation de terres (formations naturelles, champs et jachères), il existe une différence significative ($p < 0,05$) dans les sites et au sein d'un site donné et suivant les distances en partant du village vers des zones plus éloignées du terroir.

En ce qui concerne la composante ligneuse, 33 espèces sont signalées comme ayant complètement disparu des sept sites dont 5 espèces de la zone semi-aride, 9 espèces dans la zone de transition et 29 dans la zone aride. Les espèces les plus touchées par le phénomène de disparition sont des espèces ligneuses alimentaires (86.96%) avec pour les feuilles (55.79%) et les fruits (31.58%). Les causes de cette disparition sont d'ordre naturel et anthropique.

En ce qui concerne la composante herbacée, les résultats montrent que la zone semi-aride est floristiquement plus riche et est suivie de la zone intermédiaire. Le nombre moyen d'espèces par m² est quant à lui variable au sein des zones bioclimatiques avec une moyenne générale de 4.91 espèces par m². Les jachères sont plus riches en diversité floristique que les deux autres types d'occupations toutes zones bioclimatiques confondues.

La biomasse sèche par m² des herbacées est plus importante dans les sites de la zone semi-aride et dans les jachères au sein des sites, suivies des champs et des formations naturelles respectivement dans la zone semi-aride et la zone aride. La biomasse sèche par m² est plus importante pour les graminées et les espèces herbacées autres que les légumineuses dans les sites, zones bioclimatiques et types d'occupation de sols confondus. Pour la biomasse sèche des légumineuses herbacées, expression de la qualité des pâturages, les champs et les jachères sont plus riches.

L'étude de l'arbre dans les systèmes agraires montre que les populations de la zone aride gèrent et préservent mieux les arbres dans leurs champs. La jachère est pratiquée par 87,91% des producteurs et la durée moyenne est de 4,4 ans. Le défrichage est pratiqué à plus de 98,9% et les pieds des arbres épargnés par champ, varient entre 8 dans la zone semi-aride et une vingtaine dans la zone aride. Les arbres sont utilisés pour la délimitation des champs, l'amélioration de la fertilité des sols, la pharmacopée traditionnelle et, la fourniture de bois énergie, d'œuvre et de service.

La synergie des facteurs sur la dynamique de la végétation montre que cette dernière est fortement liée à la position latitudinal, zones bioclimatiques, types d'activités humaines, types de sols et niveau de dégradation des sols.

Mots clés : Sahel ; Niger ; Zones bioclimatiques ; Occupations des terres ; Diversité végétale ; Disparition des espèces ligneuses ; Végétation.

SUMMARY

The study on vegetation dynamic of western Niger according to aridity gradient with emphasis on ecological, social and economic factors was carried out in Tillaberi region between 0° and 3° of longitude. Three biological zones were determined: semi-arid, arid and transition zones. Seven sites were identified in the three bioclimatic zones for further investigations.

Analysis of the roles of ecological, social and economic factors on vegetation dynamics was conducted according within these three bioclimatic zones.

Land use trend showed that very few years remain for all spaces to be transformed to farms in the study sites.

Results showed that in ligneous species diversity, semi-arid sites are richer than those of arid zone. In land use types (natural formations, farms and fallows), a significant difference ($p < 0.05$) exists in sites and within site and following distances from village to the bush.

With regard to ligneous species trend, 33 tree species completely disappeared from the seven sites: 5 species from semi-arid, 9 species from the transition zone and 29 species in the arid zone. Species more affected are food tree species (86.96%) with leaves (55.79%) and fruits (31.58%). The causes are natural and anthropogenic.

Herbaceous species diversity is important in the semi-arid followed by transition zone. Mean number of species by m^2 is variable within bioclimatic zones with genera mean of 4.91 species by m^2 . Fallows are richer in herbaceous species diversity than other land uses in all bioclimatic zones.

Dry herbaceous biomass by m^2 is more important in sites of semi-arid and fallows within sites followed by farms and natural formations in semi-arid and arid zones respectively. This biomass by m^2 is more important for gramineous species and others non leguminous species in sites, bioclimatic zones and land uses. For herbaceous leguminous dry biomass, expression of pasture quality, farms and fallows are richer

Study of trees in farms showed that farmers from arid zone manage and preserve trees in their farms than their colleagues from other bioclimatic zones. Fallows are practiced by 87.91% of farmers for a mean duration of 4.4 years. Land clearing is practiced by more than 98.9% and mean number of trees left in a farm varies from 8 in the semi-arid and more than 20 in arid zone. Trees are used for farm delimitation, soil fertility improvement, traditional medicine and wood.

Factors synergy on vegetation dynamic showed that the latter is highly related to latitudinal position, bioclimatic zones, anthropogenic activities, soil types and its level of degradation.

Key words: Sahel; Niger; bioclimatic zones; land use; plant diversity; disappeared tree species; Vegetation.

TABLEAU 1: COMPARTIMENTS PHYTOGEOGRAPHIQUES DE L'OUEST NIGERIEN (D'APRES SAADOU, 1993, MODIFIE PAR ICHAOU, 2000).	12
TABLEAU 2: POPULATION DE TILLABERI ET EVOLUTION PAR ARRONDISSEMENT (1977-2014)	13
TABLEAU 3 : ANNEES DEFICITAIRES SUR LA BASE DES PLUVIOMETRIES ANNUELLES	22
TABLEAU 4 : INDICES D'ARIDITE BIOCLIMATIQUE DE SEPT LOCALITES DU DEPARTEMENT DE TILLABERI	26
TABLEAU 5: CARACTERISTIQUES DES SITES RETENUS	33
TABLEAU 6: REFERENTIELS DES SEQUENCES UTILISEES DE LA COUVERTURE 1956.	35
TABLEAU 7 : REFERENTIELS DES SEQUENCES UTILISEES DE LA COUVERTURE 1979.	36
TABLEAU 8: TYPE D'OCCUPATION DES TERRES IDENTIFIEES DANS LES DIFFERENTS SITES	39
TABLEAU 9 : EVOLUTION DES SUPERFICIES (HA) DES TYPES D'OCCUPATION DES TERRES A GUELADJO	40
TABLEAU 10 : EVOLUTION DES SUPERFICIES (HA) DES TYPES D'OCCUPATION DES TERRES A BOULKAGOU	40
TABLEAU 11: EVOLUTION DES SUPERFICIES (HA) DES TYPES D'OCCUPATION DES TERRES A KRIKAYNA	41
TABLEAU 12 : EVOLUTION DES SUPERFICIES (HA) DES TYPES D'OCCUPATION DES TERRES A MARGOU	41
TABLEAU 13 : EVOLUTION DES SUPERFICIES (HA) DES TYPES D'OCCUPATION DES TERRES A KOKAYNA	41
TABLEAU 14 : EVOLUTION DES SUPERFICIES (HA) DES TYPES D'OCCUPATION DES TERRES A ZIBAN.	42
TABLEAU 15 : EVOLUTION DES SUPERFICIES (HA) DES TYPES D'OCCUPATION DES TERRES A FONEKO.	42
TABLEAU 16 : NOMBRE D'ANNEES RESTANT POUR LA TRANSFORMATION DE L'ESPACE EN CHAMP	43
TABLEAU 17: NOMBRE DE TRANSECTS ET DE PLACETTES PAR TERROIR	58
TABLEAU 18 : PROPORTION (%) DE TYPES DE SOLS DANS LES SITES	63
TABLEAU 19 : PROPORTION (%) DE TYPES DE VEGETATION DANS LES SITES.	63
TABLEAU 20: INVERSE DE L'INDICE DE SYMPSON.	66
TABLEAU 21: APPRECIATION DE LA DIVERSITE A PARTIR DE LA RECIPROQUE DE L'INDEX DE SYMPSON.	68
TABLEAU 22 : INDICE DE REGENERATION (Ir) DES ESPECES DANS LES SITES	71
TABLEAU 23: INDICE DE REGENERATION DANS LES TYPES D'OCCUPATION DES SOLS	73
TABLEAU 24: INDICE DE REGENERATION A LA DISTANCE D1	75
TABLEAU 25: INDICE DE REGENERATION A LA DISTANCE D2	75
TABLEAU 26: INDICE DE REGENERATION A LA DISTANCE D3	76
TABLEAU 27: INDICE DE REGENERATION A LA DISTANCE D4	76
TABLEAU 28: INDICE DE REGENERATION A LA DISTANCE D5	77
TABLEAU 29: IMPORTANCE RELATIVE DE DIX ESPECES LIGNEUSES SUIVANT LES SITES	79
TABLEAU 30: ESPECES CONFIRMES DISPARUES DES TERROIRS	84
TABLEAU 31: CONTRIBUTION SPECIFIQUE (%) DES CAUSES EVOQUEES A LA DISPARITION DES ESPECES.	86
TABLEAU 32: PROPORTION DE TYPES DE PEUPELEMENTS OCCUPES PAR LES ESPECES DISPARUES	87
TABLEAU 33: SOLUTIONS PROPOSEES PAR LES POPULATIONS	88
TABLEAU 34: ORGANES CONSOMMES	89
TABLEAU 35: MODE DE CONSOMMATION DES ORGANES.	90
TABLEAU 36: PROPORTION DES ORGANES CONSOMMES PAR LES ANIMAUX DANS LES SITES.	91
TABLEAU 37: TYPES DE BOIS UTILISES.	91
TABLEAU 38: QUALITE DU CHARBON DES ESPECES DISPARUES.	92
TABLEAU 39: DEGRE D'UTILISATION DU BOIS.	93
TABLEAU 40: NOMBRE TOTAL D'ESPECES IDENTIFIEES ET RECENSEES	102
TABLEAU 41: NOMBRE MOYEN D'ESPECES PAR QUADRAT A L'ECHELLE DES SITES.	103
TABLEAU 42: POST HOC TEST DE COMPARAISON MULTIPLE ENTRE LES DIFFERENCES LES MOINS SIGNIFICATIVES DES SITES.	104
TABLEAU 43: TEST DE DUNCAN POUR LA CLASSIFICATION DES SITES EN SOUS GROUPES	105
TABLEAU 44: NOMBRE MOYEN D'ESPECES PAR TYPES D'OCCUPATIONS DE TERRES SUIVANT LES SITES	106
TABLEAU 45: COMPARAISON PAR PAIR DE DIFFERENCE DES MOYENNES DU NOMBRE D'ESPECES DES TYPES D'OCCUPATIONS DE SOLS	107
TABLEAU 46: TESTS DES EFFETS ENTRE LES VARIABLES POUR LE NOMBRE MOYEN D'ESPECES	107
TABLEAU 47: IMPORTANCE FREQUENTIELLE DE CINQ PREMIERES ESPECES DANS LES FORMATIONS NATURELLES	109
TABLEAU 48: IMPORTANCE FREQUENTIELLE DE CINQ PREMIERES ESPECES DANS LES CHAMPS.	110
TABLEAU 49: IMPORTANCE FREQUENTIELLE DE CINQ PREMIERES ESPECES DANS LES JACHERES	111
TABLEAU 50: BIOMASSE SECHE (G) PAR M ² DANS LES SITES ET TYPES D'OCCUPATIONS DE SOLS	115
TABLEAU 51: ANALYSE DE VARIANCE ENTRE LES PARAMETRES BIOMASSE SECHE, RECOUVREMENT, HAUTEUR ET LE FACTEUR SITE.	115
TABLEAU 52: ANALYSE DE VARIANCE ENTRE LES PARAMETRES BIOMASSE SECHE, RECOUVREMENT, HAUTEUR ET LE FACTEUR TYPES D'OCCUPATION DE SOLS.	116
TABLEAU 53: COMPARAISON MULTIPLE DE DIFFERENCES DE MOYENNES DE LA BIOMASSE SECHE PAR QUADRAT A L'ECHELLE DES SITES.	116

TABLEAU 54: COMPARAISON MULTIPLE DE LA DIFFERENCE DES MOYENNES ENTRE LES TYPES D'OCCUPATION DE SOLS	117
TABLEAU 55: MODELE DE REGRESSION POUR LE PARAMETRE BIOMASSE SECHE POUR LES FACTEURS SITES ET TYPES D'OCCUPATION DE SOLS	117
TABLEAU 56: RECOUVREMENT MOYEN (%) ET HAUTEUR MOYENNE (CM) DU COUVERT HERBACE A L'ECHELLE DES SITES ET DE TYPES D'OCCUPATION DE SOLS	119
TABLEAU 57: BIOMASSE SECHE (G) PAR M ² DE GROUPES D'HERBACEES A L'ECHELLE DES SITES ET DES TYPES D'OCCUPATION DE SOLS	120
TABLEAU 58: ANALYSE DE VARIANCE ENTRE LE PARAMETRE BIOMASSE SECHE DES GROUPES D'HERBACEES ET LES SITES, TYPES D'OCCUPATION DE SOLS, GROUPES D'HERBACEES ET SITES/TYPES D'OCCUPATION DE SOLS. .	121
TABLEAU 59: COMPARAISON PAR PAIR DES DIFFERENCES DES MOYENNES DE LA BIOMASSE DES GROUPES D'HERBACEES SUR L'ENSEMBLE DES SITES	121
TABLEAU 60: EVOLUTION DE LA POPULATION DU DEPARTEMENT DE TILLABERI	125
TABLEAU 61 : DENSITE DE LA POPULATION PAR LOCALITE (1988)	125
TABLEAU 62: EVOLUTION DE LA DENSITE DE LA POPULATION	126
TABLEAU 63: EVOLUTION DU NOMBRE DE VILLAGES ET SUPERFICIES	126
TABLEAU 64: EVOLUTION DE L'URBANISATION	127
TABLEAU 65: STRUCTURE DE LA POPULATION DES SITES D'ETUDE	127
TABLEAU 66: SITUATION DE L'EDUCATION (%) AU NIVEAU DES SITES	129
TABLEAU 67: PROPORTION (%) DES SOURCES D'EAU DANS LES SITES	136
TABLEAU 68: PERCEPTIONS PAYSANNES SUR LE NIVEAU DE FERTILITE DES SOLS (%)	143
TABLEAU 69: NOMBRE MOYEN DE CHAMPS PAR CHEF DE MENAGE ET DISTANCE (KM) DOMICILE-CHAMP	145
TABLEAU 70: MODELE FACTORIEL COMPLET1	159
TABLEAU 71: MODELE FACTORIEL COMPLET 2	161
TABLEAU 72: MODELE FACTORIEL COMPLET 3	164
TABLEAU 73 : MODELE FACTORIEL COMPLET 4	164
TABLEAU 74: MODELE FACTORIEL COMPLET 5	165

FIGURE 1 : LA PARTIE OUEST DU NIGER.....	9
FIGURE 2 : LES TYPES DE CLIMATS DU NIGER	18
FIGURE 3 : EVOLUTION DES MOYENNES DE 5 ANS DES PRECIPITATIONS : A : NIAMEY AEROPORT ET TILLABERI ; B : SAY ET FILINGUE.....	20
FIGURE 4 : EVOLUTION TEMPORELLE DES MOYENNES QUINQUENNALES DES PRECIPITATIONS PAR RAPPORT A LA MOYENNE DE 30 ANS : A : NIAMEY AEROPORT ET TILLABERI ; B : SAY ET FILINGUE	21
FIGURE 5 : CARTE PLUVIOMETRIQUE DU SUD - NIGER : LES ISOHYÈTES SONT CALCULÉS SUR LES PÉRIODES HUMIDES 1950 - 1967 (——) ET SÈCHES 1968 - 1985 (-----) (OZER <i>ET AL.</i> , 1995)	23
FIGURE 6 : LONGUEUR DES SAISONS DES PLUIES DANS LE DEPARTEMENT DE TILLABERI	24
FIGURE 7 : DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES POUR UNE PERIODE DE 30 ANS (1970-1999) POUR LES LOCALITES DE NIAMEY (A) ET TILLABERI (B).....	25
FIGURE 8 : DIFFERENTES ZONES BIOCLIMATIQUES DE LA REGION DE TILLABERI	28
FIGURE 9 : GRADIENT D'ARIDITE BIOCLIMATIQUE MATERIALISE PAR : A : HISTOGRAMME ET B : COURBES.	29
FIGURE 10 A B ET C : EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE SITE DE GUELADJO (1956, 1979, 1991)	45
FIGURE 11A B ET C: EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE SITE DE BOULKAGOU (1956, 1979, 1991)	46
FIGURE 12A B: EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE SITE DE KRIBKAYNA (1979, 1991).....	47
FIGURE 13A B ET C : EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE SITE DE MARGOU (1956, 1979, 1991) .	49
FIGURE 14A ET B: EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE SITE DE KOKAYNA (1979, 1991)	50
FIGURE 15A B ET C : EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE SITE DE ZIBAN (1956, 1979, 1991)	51
FIGURE 16A B ET C : EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LE SITE DE FONEKO (1956, 1979, 1991)...	53
FIGURE 17: REPARTITION SPATIALE DES PLACETTES DANS LES DIFFERENTS SITES.....	59
FIGURE 18: NIVEAU DE DEGRADATION DES SOLS DANS LES ZONES BIOCLIMATIQUES	64
FIGURE 19 : NIVEAU DE DEGRADATION DES SOLS DANS LES SITES.....	65
FIGURE 20 : NOMBRE MOYEN D'ESPECES PAR SITE	66
FIGURE 21 : NOMBRE MOYEN D'ESPECES PAR TYPES D'OCCUPATION DE TERRES DANS LES SITES ETUDIES.	67
FIGURE 22: NOMBRE MOYEN D'ESPECES SUIVANT LES DISTANCES	69
FIGURE 23: NOMBRE MOYEN DE REJETS PAR PLACETTE DANS LES SITES.....	70
FIGURE 24: NOMBRE MOYEN DE REJETS PAR TYPES D'OCCUPATION DES SOLS.....	72
FIGURE 25: NOMBRE MOYEN DE REJETS PAR PLACETTE SUIVANT LES DISTANCES	74
FIGURE 26: NOMBRE MOYEN DE PIEDS ADULTES PAR PLACETTE DANS LES SITES.....	78
FIGURE 27: NOMBRE MOYEN DE PIEDS DES ESPECES LIGNEUSES DANS LES TYPES D'OCCUPATION DE TERRES.....	80
FIGURE 28: NOMBRE MOYEN DE PIEDS ADULTES SUIVANT LES DISTANCES	81
FIGURE 29: PROPORTION DE DIFFERENTS TYPES D'UTILISATIONS DU BOIS D'ŒUVRE ET DE SERVICES	92
FIGURE 30: MATERIALISATION DES QUADRATS DE RELEVES SUR UNE PLACETTE DE 25 M ²	99
FIGURE 31: PROPORTION DES GROUPES ETHNIQUES DANS LES SITES.....	128
FIGURE 32: NOMBRE MOYEN DE PERSONNES SCOLARISEES PAR MENAGE	129
FIGURE 33: PLACE DU PETIT COMMERCE DANS LES SITES	133
FIGURE 34: DISTANCE MOYENNE DE LA SOURCE D'EAU	137
FIGURE 35: DISPONIBILITE DE CREDITS.....	138
FIGURE 36: A. MOYENNE DE LA DUREE DE LA JACHERE PAR RAPPORT AUX ZONES BIOCLIMATIQUES ET B. MOYENNE DE LA DUREE DE LA JACHERE PAR RAPPORT AUX SITES	151
FIGURE 37: NOMBRE MOYEN D'ARBRES EPARGNES A L'HECTARE LORS DES DEFRICHEMENTS	152
FIGURE 38: PROPORTION DE DIFFERENTS TYPES D'UTILISATIONS DU BOIS D'ŒUVRE ET DE SERVICES	154
FIGURE 39: ENSEMBLES VEGETAUX DANS LES DIFFERENTS SITES D'ETUDE	160
FIGURE 40: NIVEAU DE DEGRADATION DES SOLS COMME DETERMINANTS DE TYPES DE VEGETATION	162
FIGURE 41: TYPES DE SOLS COMME DETERMINANT DE TYPES DE VEGETATION	163
FIGURE 42: TYPES DE VEGETATION SUIVANT LES ZONES BIOCLIMATIQUES.....	165

Table des matières

AVANT PROPOS	I
RESUME	II
SUMMARY	IV
SOMMAIRE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
SIGLES ET ABREVIATIONS	XII

INTRODUCTION : GENERALITES SUR LES FACTEURS DE DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE, BIOLOGIQUE, SOCIAL ET ECONOMIQUE AU NIGER..... 1

1	PHENOMENE DE DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT.....	1
2	ARIDITE ET SECHERESSE : CONCEPT ET DEFINITION	3
3	INFLUENCES DE L'HOMME SUR LE MILIEU	4
4	PROBLEMATIQUE DE LA GESTION DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE VEGETALE AU NIGER	4
5	HYPOTHESES DE RECHERCHES	5
6	PROBLEMATIQUE DE BASE	6
7	OBJECTIFS DE L'ETUDE	7
8	OBJECTIFS SPECIFIQUES	7

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE..... 9

1	L'OUEST NIGERIEEN : CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES	9
2	SITUATIONS GEOGRAPHIQUE, BIOCLIMATIQUE ET HYDROLOGIQUE DE LA REGION DE TILLABERI.....	9
3	GEOLOGIE ET TYPES DE SOLS	11
4	VEGETATION	11
5	POPULATION.....	13
6	RELIGION, ETHNIES ET PRINCIPALES ACTIVITES ECONOMIQUES DES POPULATIONS.....	13

CHAPITRE 2: DETERMINATION DU DEGRE D'ARIDITE BIOCLIMATIQUE ET CLASSIFICATION EN ZONES BIOCLIMATIQUES DE LA ZONE D'ETUDE 15

1	CONCEPT ET TYPES D'ARIDITE BIOCLIMATIQUE	15
2	LES DONNEES CLIMATIQUES UTILISEES.....	16
3	LES COMPOSANTES METHODOLOGIQUES	16
4	LES METHODES UTILISEES	17
4.1.	L'INDICE D'ARIDITE BIOCLIMATIQUE SELON LE CRITERE QUANTITATIF DE DIFFERENTIATION DES ZONES SECHES FAO/UNESCO	17
4.2.	LES DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES	19
4.3.	L'ANALYSE STATISTIQUE	19
5	RESULTATS.....	19
5.1.	CLASSIFICATION DE LA ZONE D'ETUDE EN ZONES BIOCLIMATIQUES SUIVANT LES INDICES D'ARIDITE	19
5.1.1.	<i>Les précipitations</i>	19
5.1.2.	<i>L'influence de la température et des pluies sur la durée des saisons</i>	24
5.2.	<i>Les indices d'aridité bioclimatique des sept localités</i>	26
5.1.2.	<i>Matérialisation des différentes zones bioclimatiques sur la carte de la région de Tillabéri suivant leurs indices d'aridité bioclimatique</i>	28
5.1.3.	<i>La matérialisation du gradient d'aridité bioclimatique</i>	29
6	CONCLUSION PARTIELLE	30

CHAPITRE 3 : CHOIX ET CIRCONSCRIPTION DES SITES 31

1	LES CRITERES DE CHOIX DES SITES	31
2	LES ETAPES SUIVIES POUR LE CHOIX DES SITES.....	31
3	LES SITES CHOISIS.....	32
4	CARACTERISTIQUES GEOCLIMATIQUES DES SITES RETENUS.....	32
5	LA CIRCONSCRIPTION DES SITES	33
6	CONCLUSION PARTIELLE	33

CHAPITRE 4 : ETUDE DIACHRONIQUE DE L'OCCUPATION DES TERRES DANS LES SITES.... 34

1	INTERPRETATION DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES ET D'IMAGES SATELLITALES POUR L'ETUDE	
	DIACHRONIQUE DE L'OCCUPATION DES SOLS DANS LES SITES	34
1.1.	CHOIX DES SEQUENCES ET OBTENTION DES PHOTOS AERIENNES	34
1.2.	L'INTERPRETATION DES PHOTOS AERIENNES	36
1.2.1.	<i>L'interprétation primaire</i>	37
1.2.2.	<i>Le contrôle de terrain ou « vérité terrain »</i>	37
1.2.3.	<i>La photo-interprétation définitive</i>	37
1.2.3.1.	Les clés d'interprétation.	37
1.2.3.2.	La digitalisation des photos interprétées.....	38
1.3.	LES IMAGES SATELLITALES	38
1.3.1.	<i>L'obtention des images</i>	38
1.3.2.	<i>L'interprétation des images</i>	38
2.	RESULTATS.....	39
2.1.	LES TYPES D'OCCUPATION DE TERRES.....	39
2.2.	EVOLUTION DE L'OCCUPATION DES TERRES A L'ECHELLE DES SITES	39
3	<i>Conclusion partielle</i>	53
	CHAPITRE 5 : VEGETATION LIGNEUSE.....	54
1	INTRODUCTION	54
1.1.	DIVERSITE DES LIGNEUX	54
1.2.	REGRESSION DES ESPECES LIGNEUSES	55
2	MATERIELS ET METHODES.....	55
2.1.	LES TYPES DE SOLS ET VEGETATION ASSOCIEE	55
2.2.	LES NIVEAUX DE DEGRADATION DES SOLS ET TYPES DE VEGETATION ASSOCIEE	56
2.3.	LES TYPES D'OCCUPATION DE TERRES.....	56
2.4.	LES METHODES D'INVESTIGATION UTILISEES	56
2.4.1.	<i>La période de relevé</i>	57
2.4.2.	<i>L'inventaire de la végétation ligneuse</i>	57
2.5.	<i>La collecte des données</i>	59
2.6.	L'ANALYSE DES DONNEES	60
2.6.1.	<i>Les données relatives à la diversité</i>	60
2.6.2.	<i>Le potentiel de régénération</i>	60
2.6.3.	<i>L'abondance de pieds des espèces et l'importance relative des espèces</i>	61
2.7.	LA TENDANCE DE LA DIVERSITE LIGNEUSE LE LONG DU GRADIENT D'ARIDITE	61
2.7.1.	<i>La collecte des données</i>	61
2.7.1.1.	L'enquête.....	61
2.7.1.2.	L'analyse des données.....	62
3	RESULTATS.....	62
3.1.	DETERMINANTS PEDOLOGIQUES ET DES GRANDS ENSEMBLES DE VEGETATION ASSOCIEE	62
3.1.1.	<i>Types de sols</i>	62
3.1.2.	<i>Types de végétation associée</i>	63
3.2.	DEGRE DE DEGRADATION DES SOLS DANS LES SITES	64
3.2.1.	<i>Niveau zones bioclimatiques</i>	64
3.2.2.	<i>Niveau sites</i>	64
3.3.	DIVERSITE DES LIGNEUX	65
3.3.1.	<i>Nombre d'espèces dans les sites étudiés</i>	65
3.3.2.	<i>Nombre d'espèces dans les types d'occupation de terres</i>	67
3.3.3.	<i>Nombre d'espèces rencontrées en partant du village vers la brousse</i>	68
3.4.	Potentiel de régénération	69
3.4.1.	<i>Régénération à l'échelle des sites</i>	69
3.4.2.	<i>Régénération dans les types d'occupation de terres</i>	71
3.4.3.	<i>Régénération en partant du village vers la brousse</i>	74
3.4.4.	<i>Abondance relative du nombre de pieds et importance relative des espèces ligneuses</i>	77
3.4.4.1.	Importance relative du nombre de pieds des espèces dans les sites étudiés.....	77
3.4.4.2.	Importance relative du nombre de pieds des espèces ligneuses par types d'occupations des terres ...	80
3.4.4.3.	Importance relative du nombre de pieds des espèces ligneuses en partant du village vers la brousse .	81
3.4.4.4.	Discussion	82
3.4.4.5.	Conclusion partielle.....	83
3.5.	REGRESSION DES ESPECES LIGNEUSES	83
3.5.1.	<i>Causes de disparition des espèces</i>	85
3.5.2.	<i>Importance des superficies et types de peuplements occupés par les espèces autrefois</i>	86

3.5.3.	<i>Solutions préconisées par les populations pour la réintroduction des espèces disparues</i>	87
3.5.3.1.	Utilisations des espèces	88
3.5.3.1.1.	Consommation humaine	88
3.5.3.1.2.	Consommation animale	90
3.5.3.1.3.	Utilisation du bois des espèces disparues	91
3.5.3.1.4.	Pharmacopée traditionnelle	93
3.5.4.	<i>Discussion</i>	94
3.5.5.	<i>Conclusion partielle</i>	95
CHAPITRE 6 :	VEGETATION HERBACEE	96
1	INTRODUCTION	96
1.1.	DIVERSITE DES HERBACEES	96
1.2.	BIOMASSE HERBACEE	97
2	MATERIEL ET METHODES	98
2.1.	LA DIVERSITE BIOLOGIQUE DES ESPECES HERBACEES	98
2.2.	LA BIOMASSE ET LA QUALITE DES PATURAGES	100
3	RESULTATS	101
3.1.	DIVERSITE FLORISTIQUE A L'ECHELLE DES SITES ET DES TYPES D'OCCUPATIONS DE SOLS	101
3.1.1.	<i>Nombre total d'espèces herbacées</i>	101
3.1.2.	<i>Nombre moyen d'espèces herbacées par m²</i>	102
3.1.3.	<i>Nombre moyen d'espèces herbacées par types d'occupation de terres</i>	105
3.2.	ABONDANCE RELATIVE DES ESPECES HERBACEES	108
3.2.1.	<i>Abondance relative dans les sites</i>	108
3.2.2.	<i>Abondance relative dans les types d'occupations des sols</i>	108
3.2.3.	<i>Discussion</i>	111
3.2.4.	<i>Conclusion</i>	113
3.3.	BIOMASSE SECHE A L'ECHELLE DES SITES ET DES TYPES D'OCCUPATION DE SOLS	114
3.4.	RECOUVREMENT ET HAUTEUR DU COUVERT HERBACE DANS LES SITES ET TYPES D'OCCUPATION DE SOLS	118
3.5.	QUALITE DE LA BIOMASSE DANS LES SITES ET TYPES D'OCCUPATION DE SOLS	119
3.6.	DISCUSSION	121
3.7.	CONCLUSION	123
CHAPITRE 7: DETERMINANTS SOCIAUX: STRUCTURE DE LA POPULATION, EDUCATION ET SANTE		124
1	INTRODUCTION	124
2	STRUCTURE DE LA POPULATION	124
2.1.	NIVEAU REGIONAL	124
2.2.	NIVEAU VILLAGES	127
3	ACTIVITES PRINCIPALES DES CHEFS DE MENAGES	128
4	EDUCATION	128
4.1.	SITUATION DE L'EDUCATION AU NIVEAU DES SITES	128
4.2.	LA SCOLARISATION DES ENFANTS	129
4.3.	PROBLEMES SOCIAUX DES FILLES ET GARÇONS	130
5	SANTE	130
6	CONCLUSION PARTIELLE	131
CHAPITRE 8: DETERMINANTS ECONOMIQUES		132
1	INTRODUCTION	132
2	LES PRINCIPALES ACTIVITES DES CHEFS DE MENAGE	132
3	PRINCIPALES ACTIVITES DES FEMMES ET CONTRAINTES A LEUR EPANOUISSEMENT	134
4	CONCLUSION	138
CHAPITRE 9 : DETERMINANTS SOCIO-ECONOMIQUES ET LEURS LIENS AVEC LA DIVERSITE LIGNEUSE		139
1	PRATIQUES PAYSANNES ET PROBLEMES DE L'AGRICULTURE DANS LES SITES D'ETUDE	139
1.1.	INTRODUCTION	139
1.2.	MATERIEL ET METHODES	140
1.2.1.	<i>La catégorie des exploitants considérés</i>	140
1.2.2.	<i>La taille des échantillons</i>	140
1.2.3.	<i>Les variables considérées pour la collecte des données</i>	141

1.2.4.	<i>La collecte des données</i>	141
1.2.5.	<i>La manipulation des données socio-économiques</i>	142
1.3.	RESULTATS	142
1.3.1.	<i>Pratiques de l'agriculture</i>	142
1.3.1.1.	Principales cultures de subsistance ou de rente	142
1.3.1.2.	Systèmes de cultures	143
1.3.1.3.	Situation des sols.....	143
1.3.1.4.	Types d'amendement apportés ou stratégies paysannes	144
1.3.1.5.	Outils de travail de sol utilisés.....	144
1.3.1.6.	Gestion de l'espace agraire.....	144
1.3.1.6.1.	Mode d'acquisition et de répartition des terres.....	144
1.3.1.6.2.	Augmentation du nombre de champs	145
1.3.2.	<i>Elevage</i>	146
1.3.3.	<i>Problèmes de l'agriculture</i>	146
3.2.	DISCUSSION.....	147
3.3.	CONCLUSION	149
2	ARBRES DANS LES SYSTEMES AGRAIRES: MODE DE GESTION, ATOUTS ET CONTRAINTES	149
2.1.	INTRODUCTION.....	149
2.2.	METHODOLOGIE	150
2.3.	RESULTATS	151
2.3.1.	<i>Gestion des arbres dans les systèmes agraires</i>	151
2.3.2.	<i>Les atouts</i>	153
2.3.3.	<i>Les contraintes</i>	155
2.4.	DISCUSSION.....	155
2.5.	CONCLUSION	157
	CHAPITRE 10 : SYNERGIE DES DIFFERENTS FACTEURS	158
1	INFLUENCE DES FACTEURS SUR LES TYPES D'ENSEMBLES VEGETAUX	158
2	SUR LA VEGETATION LIGNEUSE	166
2.1.	LA POSITION LATITUDINALE.....	166
2.2.	LE GRADIENT D'ARIDITE BIOCLIMATIQUE	166
2.3.	ACTIVITES HUMAINES	167
3	CONCLUSION PARTIELLE	167
	CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	168
	BIBLIOGRAPHIE.....	171
	ANNEXE 1 : FREQUENCE RELATIVE DES ESPECES HERBACEES A L'ECHELLE DES SITES.....	I
	ANNEXE 2 : FICHE DE COMPTAGE ET D'INVENTAIRE DES LIGNEUX.....	V
	ANNEXE 3 : FICHE DE COLLECTE DES DONNEES SUR LES HERBACEES	VII
	ANNEXE 4 : FICHE D'ENQUETE SUR LES ESPECES LIGNEUSES DISPARUES OU MENACEES DE DISPARITION	VIII
	ANNEXE 5 : FICHE DE COLLECTE DES DONNEES PEDOLOGIQUES, DE VEGETATION ET D'UTILISATION DES TERRES	XII
	ANNEXE 6 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE.	XIII

Sigles et abréviations

AGRHYMET : Centre Régional en Agrohydrologie et Météorologie

ANOVA: Analysis of Variance

CCD: Convention des Nations Unies pour la lutte contre la Désertification

CH : Champ

CM2 : Cours Moyen Deuxième année

CNEDD: Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable

DP/MDSP : Direction de la Population, Ministère du Développement Social et de la Population

Etp: Evapotranspiration Potentielle

FAO : Food and Agricultural Organisation of the United Nations

FN : Formations :naturelles

g : gramme

GLM: General Linear Model

GPS : Geographical Monitoring System

ha : Hectare

Hbt : Habitant

ICRAF : International Centre for Research in Agroforestry

IGNN : Institut Géographique National du Niger

INRAN : Institut National de la Recherche Agronomique du Niger

JC : Jachère

JICA : Japan International Cooperation Agency

Km² : Kilomètre carré

LSD : Least Significant Difference

LU/LC : Land-Use/Land-Cover

m : mètre

mm : Millimètre

m² : Mètre carré

m³ : mètre cube

P : Pluviométrie

RGP : Recensement Général de la Population

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

T: Température

T _e :	Température en été
T _h :	Température en hiver
UNESCO:	United Nations Education, Sciences and Cultural Organisation
USAID :	United States Agency for International Development
°C :	Degré Celsius
% :	Pourcentage