



HAL
open science

Flore et végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun) : Dynamiques et implications pour une meilleure gestion

Evaliste Rémi Jiagho

► To cite this version:

Evaliste Rémi Jiagho. Flore et végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun) : Dynamiques et implications pour une meilleure gestion. Géographie. Le Mans Université; Université de Yaoundé I, 2018. Français. NNT : 2018LEMA3001 . tel-01902605

HAL Id: tel-01902605

<https://theses.hal.science/tel-01902605>

Submitted on 23 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



COTUTELLE INTERNATIONALE

THÈSE DE DOCTORAT ET DE DOCTORAT PHD

LE MANS UNIVERSITE
COMUE UNIVERSITÉ BRETAGNE LOIRE

ECOLE DOCTORALE N° 604
Sociétés, Temps, Territoires
Spécialité : Biogéographie

UNIVERSITE DE YAOUNDE 1

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES HUMAINES, SOCIALES
ET EDUCATIVES

UNITE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

Spécialisation : Dynamique de
l'environnement et des risques

Option : Climatologie et biogéographie

UNIVERSITY OF YAOUNDE 1

POST GRADUATE SCHOOL FOR THE
SOCIAL AND EDUCATIONAL
SCIENCES

DOCTORAL RESEARCH UNIT FOR
SOCIAL SCIENCES

Specialization: Dynamic of the
environment and risks

Option : Climatology and biogeography

Par

Evaliste Rémi JIAGHO

Flore et végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun)

Dynamiques et implications pour une meilleure gestion

Thèse présentée et soutenue à l'Université de Yaoundé I, le 03 mai 2018

Unité de recherche : ESO - Espaces et Sociétés

Thèse N° : 2018LEMA3001

Rapporteurs avant soutenance : Composition du Jury :

Roger Ngoufo, Professeur, Université de Yaoundé 1
Michel Tchotsoua, Professeur, Université de Ngaoundéré
Mathurin Tchatat, Directeur de Recherche, IRAD, Cameroun

Roger Ngoufo, Professeur, Université de Yaoundé 1
Michel Tchotsoua, Professeur, Université de Ngaoundéré
Mathurin Tchatat, Directeur de Recherche, IRAD, Cameroun

Directeur de thèse

Moise Tsayem-Demaze, Professeur, Université du Mans
Louis Zapfack, Maître de Conférence, Université de Yaoundé 1

Co-directeur de thèse

Jeannine Corbonnois, Professeur émérite, Université du Mans
Paul TCHAWA, Professeur, Université de Yaoundé I



Titre : (en français) : Flore et végétation ligneuse à la périphérie du Parc national de Waza (Cameroun) : dynamiques et implications pour une meilleure gestion

Mots clés : Diversité floristique ; Parc National de Waza ; Zone périphérique ; Flore ; Végétation ; Ligneux

Résumé : La connaissance de la biodiversité surtout végétale est nécessaire à la base des aménagements nécessaires à la restauration de l'environnement. La présente étude a pour objectif d'analyser la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza et en tirer des enseignements pour améliorer la conservation et la gestion durable des ressources ligneuses de ce parc. La méthodologie est une combinaison des approches botaniques et géographiques. Trois unités paysagères caractérisent le PNW et sa zone périphérique : la savane herbeuse, la savane arbustive et la savane arborée. Les caractéristiques de la flore et de la végétation sont différentes dans les trois unités paysagères. L'inventaire floristique a permis de recenser un total de 52 espèces ligneuses. La densité absolue moyenne de toute la zone est de 81 individus / ha.

Cette densité diminue suivant un gradient décroissant, de l'extérieur vers l'intérieur du parc, sauf dans le cas où certains facteurs comme l'intrusion du bétail dans le parc inverse ce gradient. La structure verticale montre que les tiges les moins représentées sont les tiges d'avenir et les tiges de régénération. Au niveau de la dynamique temporelle, on assiste à une régression du couvert végétal ligneux. Chaque année 478 ha de ce couvert disparaissent et 319 ha de sols se dégradent. Pour faire face aux changements observés qui sont d'origine anthropiques, naturels, bioécologiques ou politico-institutionnels, des options d'aménagement ont été proposées parmi lesquelles : le zonage, la mise en œuvre d'un projet REDD+, la restauration des terres, la gestion participative et l'écodéveloppement

Title (en anglais): Flora and woody vegetation on the outskirts of Waza National Park (Cameroon): dynamics and implications for better management

Keywords : Floristic diversity; Waza National Park; Peripheral area; Flora; Vegetation; Woody

Abstract : Environmental restoration development facilities require knowledge of biodiversity (especially of vegetation). In addition, conservation remains a major challenge, hence the need to find new solutions. The current study aims at analyzing the dynamics of flora and timber trees surrounding the Waza National Park and consolidating lessons to improve conservation and sustainable management of timber resources. The methodology used is a combination of botanical and geographical approaches. Three landscape units characterize the WNP and its peripheral zone: savanna grassland, shrub savanna and wooded savanna. Flora and vegetation characteristics are different in the three landscape units. Floristic inventory identified 52 woody species. The mean absolute density of the whole zone is 81 individuals / ha. This density decreases with a decreasing gradient, from outside the park to inside.

This gradient depends on the human pressure gradient which also decreases from the external to the internal park area, except when the gradient is reversed by certain factors such as cattle intrusion. The vertical structure shows that the least represented stems are stems for future planting and regeneration stems, with a very large difference from other stems. Regarding temporal dynamics, there is a regression of woody/timber vegetation cover. Each year, 478 ha of this cover disappear and 319 ha of soil degrade. To cope with the observed changes that are of anthropic, natural, bioecological or politico-institutional origin, management options have been proposed among which: zoning, implementation of a REDD + project, restoration land degraded, participatory management and eco-development.

DEDICACE

À l'Éternel Tout Puissant,

À mon épouse

À mes enfants

À mon père et ma mère

À mes frères et sœurs

*Je vous dédie ce travail, pour m'avoir inspiré, pour m'avoir comblé de
votre amour et de votre assistance morale sans faille tout au long de ce
parcours en Doctorat*

SOMMAIRE

DEDICACE.....	I
I	
SOMMAIRE.....	iii
AVANT – PROPOS ET REMERCIEMENTS	iv
RESUME.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1: CONNAISSANCE DU MILIEU ET METHODOLOGIE	30
CHAPITRE 2: ETAT DES LIEUX ET DYNAMIQUE DE LA FLORE, DE LA VEGETATION LIGNEUSE ET DE LA BIOMASSE	105
CHAPITRE 3: FACTEURS DE LA DISTRIBUTION ET DE LA DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE.....	168
CHAPITRE 4: OPTIONS POUR LA CONSERVATION ET LA GESTION DURABLE DU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA ZONE PERIPHERIQUE	225
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES	279
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	302
SIGLES ET ACRONYMES.....	310
LISTE DES FIGURES	313
LISTE DES TABLEAUX.....	317
ANNEXES.....	319
TABLE DES MATIERES	349

AVANT – PROPOS ET REMERCIEMENTS

En 1997, quand je suis admis à la filière professionnelle de Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées (DESS) en Sciences de l'Environnement, rien ne pouvait encore présager de la soutenance d'une Thèse de Doctorat. J'avais été notamment passionné par les enseignements de biologie et physiologie végétales et surtout par les aspects botaniques. J'ai dès lors découvert une autre passion en moi, celle de mieux connaître les relations entre les hommes et le milieu qui les entoure, et qui dit milieu parle aussi de la flore et de la végétation.

En 2000, quand je soutiens mon Mémoire de DESS, toujours rien ne pouvait me faire penser à une Thèse. Plus tard en 2004, dans l'exercice professionnel, je me retrouve à l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) à Yaoundé. Les obligations professionnelles m'amènent à Maroua (Région de l'Extrême-Nord) où je dois travailler dans des initiatives transfrontalières du Bassin du Lac Tchad. Je suis alors profondément marqué par les conditions climatiques de la région, la souffrance des populations et jusqu'à quel point cette souffrance pouvait impacter les ressources naturelles. C'est à ce moment que le Parc National de Waza devient un grand centre d'intérêt pour moi. J'étais impressionné par le potentiel de ce parc, mais en même temps frappé par la pauvreté des populations riveraines.

Avec nos interventions dans ce Parc à partir de 2006, j'ai été aux devants des petits appuis aux bénéfiques des communautés riveraines pouvant changer la vie de ces populations et même réduire la pression sur le Parc. Mais ces appuis étaient comme un grain de sable dans la mer ; car, tellement les besoins étaient nombreux. C'est à ce moment que je commence à demander si ma modeste personne ne pouvait rien apporter. Mais comment ? Peut-être en montrant au monde entier et à la communauté scientifique les problèmes, cela pourrait-il attirer plus d'intérêt ?

C'est dans cette réflexion qu'un sujet me vient à l'esprit : l'analyse des systèmes d'exploitation des ressources à la périphérie du parc et leur impact sur le développement et la conservation. C'est ce sujet qui sera le sujet de mon Master II de l'Université du Maine, où je rencontre à tout hasard, Moïse TSAYEM, de surcroît camerounais d'origine. C'est en 2009 quand j'obtiens mon Diplôme de Master II en Géographie et Aménagement de l'Université du Maine (France), et que je commence à imaginer que je pourrais approfondir ces études dans le

cadre d'une Thèse de Doctorat. Mais c'est difficile pour moi de prendre la décision, surtout qu'il faut beaucoup de moyens et de temps. Prof. Moïse TSAYEM et Prof. Louis ZAPFACK m'encouragent à postuler pour une cotutelle entre l'Université de Yaoundé I et l'Université du Maine.

Le sujet retenu fait partie des priorités de recherche du parc. Au tout début des travaux, j'avais tendance à focaliser sur les aspects botaniques, mais le fait d'être encadré aussi par des géographes m'a ouvert l'esprit et m'a permis de casser certaines barrières entre les disciplines. Je me souviens toujours des rencontres avec Prof. Jeannine CORBONNOIS, Prof. Moïse TSAYEM et Prof. Paul TCHAWA qui m'ont fortement édifiées. Je leur adresse mes remerciements les plus sincères.

Mes remerciements s'adressent en particulier au Prof. Louis ZAPFACK, qui a été toujours disponible par ses conseils, ses orientations et même ses encouragements répétitifs. Il savait bien que mes responsabilités professionnelles étaient lourdes, mais ne cessait de m'encourager à finir cette thèse qui devait aider le monde scientifique, notamment pour les écosystèmes de savanes. J'ai aussi une pensée particulière pour Dr. Léonard USONGO, Directeur de l'UICN-Cameroun qui m'a beaucoup encouragé et soutenu dans cette initiative. Visionnaire et stratégique qu'il est, il savait que ce travail était mutuellement bénéfique pour moi et pour l'UICN.

Mes remerciements s'adressent également à Louis-Roger KABELONG ; il a su tirer l'opportunité qui a été offerte à travers le stage à l'UICN-Maroua duquel il a obtenu son Master. Il a utilisé cette opportunité pour enrichir ses connaissances qui se sont avérées très utiles lors de certaines analyses et interprétations. L'expertise des géomaticiens et des cartographes a été fortement mobilisée. Un coup de chapeau à Arnaud CHOUMELE qui a beaucoup contribué à l'acquisition et traitement des images satellitaires, ainsi qu'à la production d'une bonne partie des supports cartographiques, avec les appuis d'Emmanuel NANFANG. Un coup de chapeau également à Arnaud FOFE FOUEKENG pour sa contribution sur la spatialisation des résultats d'inventaires. Enfin mes remerciements s'adressent également à Prof. David CHELO, et Camille JEPANG pour les contributions substantielles sur la forme et le fonds du document, ainsi qu'à tous mes camarades du Laboratoire ESO qui ont toujours été là en appui lors de mes différents séjours au Mans.

RESUME

Le Parc National de Waza et sa périphérie font partie d'un ensemble écologique, la plaine d'inondation de Waza Logone. La connaissance de la biodiversité surtout végétale est à la base des aménagements nécessaires à la restauration de l'environnement. En outre, la conservation reste encore un défi majeur au Cameroun ; d'où la nécessité de trouver des solutions nouvelles pour faire face à ces défis. Au PNW et sa périphérie, le zonage n'a jamais été véritablement réalisé, pourtant, c'est une réserve de Biosphère qui doit être gérée en respectant les principes liés à ce statut. La présente étude a pour objectif d'analyser la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza et en tirer des enseignements pour améliorer la conservation et la gestion durable des ressources ligneuses de ce parc.

L'étude porte particulièrement sur l'analyse de la flore ligneuse, de la structure de la végétation ligneuse, leur dynamique spatio-temporelle ainsi que les facteurs qui les influencent avant de proposer des options pour une meilleure gestion du Parc et sa zone périphérique. La méthodologie est une combinaison des approches botaniques et géographiques. Les données botaniques ont été collectées avec les inventaires floristiques. Les données socio-économiques ont été collectées à l'aide des enquêtes semi-structurées auprès des villages riverains du Parc. Ces enquêtes ont été complétées par le diagnostic et la prospective du territoire. Les approches de gestion des territoires et des paysages, ainsi que la télédétection ont été fortement mobilisées dans le cadre de cette étude.

Cette étude a permis d'identifier trois unités paysagères qui caractérisent le PNW et sa zone périphérique : la savane herbeuse, la savane arbustive et la savane arborée. Les caractéristiques de la flore et de la végétation sont différentes dans les trois unités paysagères. L'inventaire floristique a permis de recenser un total de 52 espèces ligneuses, réparties en 42 genres et appartenant à 21 familles dans la périphérie du PNW. La densité absolue moyenne de toute la zone est de 81 individus / ha. Cette densité diminue suivant un gradient décroissant, de l'extérieur vers l'intérieur du parc, sauf dans le cas où certains facteurs comme l'intrusion du bétail dans le parc inverse ce gradient. La structure verticale montre que les tiges les moins représentées sont les tiges d'avenir et les tiges de régénération, signe que l'écosystème dans son ensemble est en état de dégradation. Au niveau de la dynamique temporelle, on assiste à une régression du couvert végétal ligneux. Chaque année 478 ha de ce couvert disparaissent et 319 ha de sols se dégradent.

Plusieurs facteurs sont à l'origine des changements observés dans la flore et la végétation : les facteurs anthropiques ; les facteurs naturels ; les facteurs bioécologiques ; les facteurs politico-institutionnels. Pour y faire face, les options d'aménagement suivantes sont proposées : zonage du parc et sa zone périphérique, développement et mise en œuvre d'un projet REDD+, restauration des terres et des espaces, gestion participative et écodéveloppement.

Mots clés : Diversité floristique, Parc National de Waza, Zone Périphérique, Flore, Végétation, Ligneux,

ABSTRACT

The Waza National Park (WNP) and its surrounding areas form part of an ecological unit: the Waza Logone floodplain. Environmental restoration development facilities require knowledge of biodiversity (especially of vegetation). In addition, conservation remains a major challenge, hence the need to find new solutions. Although the WNP is a biosphere reserve, no zoning of the Park and its peripheral area has been carried out. The current study aims at analyzing the dynamics of flora and timber trees surrounding the Waza National Park and consolidating lessons to improve conservation and sustainable management of timber resources.

The study focuses on the analysis of flora, the structure of timber trees, their spatio-temporal dynamics and influencing factors, and then proposes options for better management of the park and its peripheral zone. The methodology used is a combination of botanical and geographical approaches. Botanical data were collected via botanical inventories. The socio-economic data were collected using semi-structured surveys from neighboring villages to the Park. These surveys were supplemented by diagnoses and prospective studies. Land and landscape management and remote sensing approaches were strongly used in this study.

Three landscape units characterize the WNP and its peripheral zone: savanna grassland, shrub savanna and wooded savanna. Flora and vegetation characteristics are different in the three landscape units. Floristic inventory identified 52 woody species, divided into 42 genera and belonging to 21 families in the peripheral zone of the WNP. The mean absolute density of the whole zone is 81 individuals / ha. This density decreases with a decreasing gradient, from outside the park to inside. This gradient depends on the human pressure gradient which also decreases from the external to the internal park area, except when the gradient is reversed by certain factors such as cattle intrusion. The vertical structure shows that the least represented stems are stems for future planting and regeneration stems, with a very large difference from other stems, indicating that the ecosystem as a whole is in a state of degradation. Regarding temporal dynamics, there is a regression of woody/timber vegetation cover. Each year, 478 ha of this cover disappear and 319 ha of soil degrade.

Several factors are responsible for the observed changes in flora and vegetation: anthropogenic factors; Natural factors; Bio-ecological factors and Politico-institutional factors. To address these factors, the following development options are proposed: zoning of the WNP and its peripheral zone, development and implementation of a REDD+ project, land and space restoration, participatory management and eco-development.

Key words: Floristic Diversity, Waza National Park, Peripheral Zone, Flora, Vegetation, Woody

INTRODUCTION GENERALE

Le Parc National de Waza et sa périphérie font partie d'un ensemble écologique, la plaine d'inondation de Waza Logone, située dans la région de l'Extrême-Nord du Cameroun. C'est un écosystème qui abrite une population dense dont la vie dépend essentiellement de l'eau et des ressources naturelles essentiellement liées à l'eau. Il est aussi riche en espèces fourragères qui se développent en saison sèche, après le retrait des eaux de crue et constitue donc une aire de pâturage par excellence pour des milliers d'éleveurs du Bassin du Lac Tchad (Loth 2004 ; CTA, 1999). La plaine d'inondation de Waza Logone a une richesse reconnue au niveau national, régional et international. Le Parc National de Waza (PNW), réserve de Biosphère et entité de cette zone humide, contient avec sa zone périphérique un grand nombre d'espèces animales et végétales dépendant des inondations annuelles, et d'autres facteurs naturels et anthropiques. La présente étude est focalisée sur la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse de la zone périphérique du Parc National de Waza. Quelle est la justification scientifique de ce travail ? Quels sont ses objectifs ? Quelles hypothèses ce travail cherche-t-il à démontrer ? Tels sont les questionnements que les paragraphes suivants vont aborder tout en élucidant l'importance de l'étude sur un triple plan scientifique, socio-économique et écologique.

1. MOTIVATIONS SCIENTIFIQUES

Le Parc National de Waza est l'une des aires protégées majeures du Cameroun (MINFOF, 2014). Ancienne Réserve de Chasse devenue Parc National en 1968, il a également été érigé par l'UNESCO en Réserve de Biosphère en 1982 et en site RAMSAR en 2006. Cette évolution dans son statut, montre l'intérêt que la communauté internationale et les pouvoirs publics accordent à cette aire protégée, ceci en raison de sa richesse spécifique et des avantages multiformes attendus de la gestion durable de ce parc. Il est localisé dans un milieu soudano-sahélien où la

pluviométrie est faible et les températures élevées. Il fait donc face à une situation climatique rude, et se localise géographiquement dans une zone de grande menace de désertification.

Situé dans une zone humide d'importance internationale, il offre de nombreux services et regorge une biodiversité relativement riche malgré les menaces qui pèsent sur elle. Les caractéristiques physiques du milieu permettent de développer des activités agro-pastorales pour la survie d'une population importante et diversifiée. Le PNW est donc une aire protégée atypique au regard de sa situation géographique, de ses particularités écologiques et socio-économiques et de son potentiel naturel. Malgré ce potentiel naturel, le PNW et sa périphérie connaissent des problèmes importants liés aux facteurs naturels et humains. Les travaux réalisés jusque-là donnent juste des informations générales sur la flore et la végétation de ce site. La taxonomie des espèces végétales réalisée jusqu'alors n'est que partielle et date de plus de quinze années. Pourtant, la connaissance de la biodiversité surtout végétale constitue une base pour des aménagements nécessaires à la restauration de l'environnement. D'où ces interrogations qui nécessitent sinon une réponse, du moins des éclaircissements : Quelle est la composition de la flore et la structure de la végétation ligneuse actuellement ? Comment se présente la distribution spatiale de cette flore et cette végétation et, en particulier à la périphérie du PNW ? Quelle est sa dynamique dans le temps et dans l'espace, et quels sont les facteurs qui l'influencent ?

Pour répondre à ces interrogations, un inventaire exhaustif assorti d'une analyse de la dynamique et des facteurs clés du milieu qui l'influencent est donc nécessaire. Ceci permettra d'avoir une meilleure connaissance de la flore et de la végétation de la région. Lubini (1982), Reistsma (1988), Richard (1991), cités par Sonke (1998) sont parmi les auteurs qui soutiennent que les inventaires floristiques et les études des groupements végétaux sont la base incontournable de toute recherche sur la diversité biologique, et de l'établissement d'un plan de gestion et de conservation des écosystèmes en général. Ce besoin était déjà exprimé dans le cadre du Plan Directeur de Recherche de la Plaine d'Inondation de Waza-Logone élaboré par Mvondo (2003). Cet auteur estimait que la connaissance de l'état des ressources biologiques de cette zone et leurs rapports avec le milieu était fondamentale, et que l'écologie des espèces présentes, devrait être étudiée afin de déterminer les interactions avec les autres espèces et même les ressources ligneuses et la population humaine de la région.

En tant qu'aire protégée de catégorie II (selon la classification de l'UICN) et Réserve de Biosphère de l'UNESCO, la gestion du PNW doit épouser le programme MAB (Man And Biosphere) qui prône une gestion basée sur une protection graduelle qui décroît du cœur de la réserve vers la périphérie où sont acceptées les populations et leurs activités, dans le cadre d'une conservation « intégrée ». Aujourd'hui, bien que bénéficiant de ces statuts, cette aire protégée et ses ressources se dégradent au fil du temps et les populations riveraines sont pointées du doigt comme étant parmi les responsables de cette dégradation (Saleh, 2012), alors que les activités de l'Homme doivent être contrôlées pour répondre aux objectifs d'aménagement prévus.

En fait, la conservation de la biodiversité a toujours été une équation très difficile à résoudre dans le contexte africain. Ceci est dû entre autre à la forte dépendance des populations vis-à-vis des ressources naturelles. La majorité des États africains ont basé leur stratégie sur la création et l'extension des aires protégées afin de mieux sécuriser leurs ressources végétales et animales. Cinq décennies après la création de certaines aires protégées à l'instar du Parc National de Waza, force est de reconnaître que la conservation reste encore un défi majeur, surtout dans un contexte marqué par une forte pression anthropique et l'utilisation abusive et non contrôlée de la ressource ligneuse dans les aires protégées de l'Extrême-nord Cameroun en général (Wafo, 2008 ; MINEP, 2006). Ce constat ouvre le champ à d'autres interrogations : quels sont les impacts des pratiques d'exploitation des ressources naturelles sur la ressource ligneuse de la périphérie du PNW ? Y-a-t-il une relation entre l'anthropisation, la diversité de la flore et la structure de la végétation ligneuse, et en particulier de l'extérieur vers l'intérieur du Parc ? En plus de la pression anthropique, y-a-t-il d'autres facteurs importants qui influencent la flore et la végétation ainsi que sa dynamique spatio-temporelle ?

Les aires protégées consacrées à la conservation de la faune et de la flore sauvage sont généralement implantées sur des espaces quasi vides (ou vidés dans un certain nombre de cas africains) d'Hommes (MINEF/UICN, 1997). À la périphérie de ces aires protégées se pose la question de la cohabitation Hommes-ressources et celle du développement des communautés locales à travers l'exploitation ou la valorisation des ressources de ces aires protégées et de leurs périphéries. La question n'est pas nouvelle et la mise en place de zones périphériques et de dérogations pour les communautés voisines a constitué une réponse à cette question sur tous les continents au cours du XXème siècle. Or l'implication des populations dans la gestion des aires

protégées ne se fait pas sans obstacles. Pour les services de la conservation, les populations ne respectent pas toujours leurs engagements. Du côté des populations, non seulement elles ne sont pas suffisamment impliquées dans la gestion des aires protégées, mais aussi, il n'y a pas partage des retombées de la conservation des aires protégées ou parfois ces retombées sont jugées très insuffisantes pour permettre l'amélioration des moyens d'existence des populations de manière durable.

La nécessité de concilier la conservation et le développement est donc un impératif et figure au centre des politiques d'aménagement du territoire du monde depuis plusieurs décennies. Le grand symbole de ces orientations stratégiques fut la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) ou Sommet de la Terre, tenue à Rio de Janeiro en juin 1992 (Saleh, 2012), qui a permis ainsi de confirmer la pertinence du programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) de l'UNESCO lancé en 1970. Ce programme avait pour principales missions de réduire la perte de biodiversité, d'améliorer les moyens de subsistance de la population par des approches écologiques, sociales et économiques. L'un des principes fondamentaux de ce programme est le « zonage » en vue d'une protection graduelle du centre des aires protégées vers la périphérie et une gestion appropriée, combinée avec l'utilisation des ressources naturelles pour impliquer davantage les communautés locales pour une gestion concertée de ces aires protégées. Au Parc National de Waza et sa périphérie, le zonage est resté jusqu'alors approximatif, provisoire et porteur de germes conflictuels, car, non basé sur les études scientifiques d'envergure mettant en relief (i) le découpage des unités paysagères sur la base des critères objectifs et scientifiquement éprouvés, et, (ii) les zones d'influence réelles des activités des populations, scientifiquement démontrées, ainsi que leurs dynamiques sur la base des facteurs du milieu. Face à cette situation, le zonage adopté depuis la fin des années 1990 reste-t-il pertinent au regard du contexte naturel et socio-économique actuel ? Sinon, comment devrait se présenter ce zonage tout en tenant en compte la réalité socio—environnementale ? En plus de cette redéfinition du zonage, n'existe-t-il pas d'autres options susceptibles de contribuer de manière plus efficace à la conservation et la gestion durable du parc et sa zone périphérique ?

Au regard de tous ces questionnements, l'étude a donc pour objectif général d'analyser la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza et en

tirer des enseignements pour améliorer la conservation et la gestion durable des ressources ligneuses de ce parc. De manière spécifique, l'étude vise à :

- caractériser la flore et la structure de la végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza ;
- caractériser la dynamique spatio-temporelle de la flore, de la végétation et de la biomasse ligneuse de la périphérie du Parc National de Waza ;
- identifier et analyser les facteurs qui influencent cette dynamique spatio-temporelle ;
- proposer des options d'aménagement, tenant compte des dynamiques en cours, pour une conservation et une gestion durable des ressources naturelles du parc.

Ces objectifs traduisent d'une certaine manière l'importance de cette étude, sur le triple plan socio-économique, écologique et technico-programmatique.

- Sur le plan socio-économique, les résultats de cette étude vont constituer de la matière pour la sensibilisation des populations locales en vue d'aider à une prise de conscience des problèmes de leur environnement. Ils serviront dans la prise de décision, dans le changement de comportement et de pratiques pour que les communautés locales puissent adopter des attitudes compatibles, visant un développement harmonieux avec la nature. En revanche, l'agriculture itinérante, la coupe du bois, la pêche et l'élevage sont les principales activités génératrices de revenus des populations vivant à la périphérie du Parc de Waza (Jiagho, 2009). Ces activités sont le plus souvent pratiquées sur des espaces boisés. La prise en compte des espèces ligneuses dans les différentes activités des populations va être bénéfique pour les populations et pour les services de conservation en vue du développement économique en harmonie avec l'environnement.
- Sur le plan écologique, quel que soit le milieu considéré, les arbres, arbustes et les espaces boisés jouent un rôle important dans le maintien des équilibres environnementaux et sociaux. Lorsqu'il s'agit des zones arides, ce rôle devient capital. Dans ces milieux, la régression des formations ligneuses est un indicateur bien connu de dégradation, et leur disparition est une étape déterminante dans le processus de désertification (Bergonzini, 2004). Cette étude devrait mettre à la disposition de la communauté scientifique, des connaissances actualisées sur les données qualitatives et quantitatives de la flore et la végétation ligneuse à la périphérie

du Parc National de Waza. Elle devrait faire ressortir les différentes activités qui y sont menées et agissent sur la flore et la végétation ligneuses, afin de relancer le débat scientifique sur la gestion durable des zones périphériques des aires protégées (prenant en compte les principes MAB) et ainsi contribuer à l'atteinte des objectifs de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) au Cameroun.

- Sur le plan technique et programmatique, cette étude servira d'élément clé de planification à moyen et long terme des activités dans le Parc, sa zone périphérique et la mise en application de son plan d'aménagement. Ce travail est un outil essentiel pour la mise en place d'une gestion des ressources ligneuses à la périphérie du Parc. Les résultats vont servir pour optimiser le plan d'aménagement à venir. Il va permettre de prendre en compte à la fois l'importance des habitants locaux en tant que gestionnaires des ressources et d'utiliser les connaissances écologiques à même d'optimiser la restauration des écosystèmes dégradés.

Le présent travail est fondé sur un certain nombre d'hypothèses issues des observations et des travaux antérieurs de recherche que nous allons nous atteler à vérifier :

- La zone périphérique du Parc National de Waza dispose d'une flore ligneuse encore relativement diversifiée et dense, malgré les menaces qui pèseraient sur elle, du fait de facteurs tant naturels qu'anthropiques. Cette flore ligneuse changerait de manière graduelle dans sa composition et sa structure de l'extérieur vers l'intérieur du parc. Également, les facteurs anthropiques agiraient suivant un gradient décroissant quand on va de l'extérieur vers l'intérieur du parc.
- Depuis une trentaine d'années, la superficie du couvert ligneux de la périphérie du PNW serait en constante diminution, et ces tendances pourraient conduire à une perte totale du potentiel de la flore et de la végétation ligneuse d'ici quelques décennies.
- Face à la dynamique régressive à laquelle font face les ressources ligneuses, le mécanisme REDD+ ¹ apparaît comme une des approches pour faire face aux différents facteurs de

¹ Réduction des Émissions résultant du Déboisement et de la Dégradation des forêts et le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et de l'accroissement des stocks de carbone forestier

changements et assurer la gestion durable du PNW et sa périphérie ; à condition de mettre au point et bien cerner les spécifications (potentiel carbone, leviers, priorités, atouts et dimensions territoriales) pour son déploiement dans cette zone.

- Le zonage actuel du parc n'est pas fondé sur des données scientifiquement éprouvées. En conséquence, il est peu fiable et porteur de germes conflictuels. Une révision du zonage, sur la base des données scientifiques et de l'étendue des zones d'influence réelle des populations, peut aider à une gestion durable.

La première tentative relative à cette étude a été de se focaliser sur les aspects botaniques ; mais nous avons préféré, pour renforcer son intérêt, d'y intégrer les aspects géographiques. Dès lors, nous nous proposons d'aborder notre travail suivant une approche pluridisciplinaire afin de vérifier les hypothèses retenues, avec une combinaison des méthodes d'études botaniques, socio-économiques et géographiques. Les inventaires botaniques sont au cœur du dispositif méthodologique, et la disposition des transects sur une carte de sondage prendra en compte les différentes unités paysagères, ainsi que les types d'occupation du sol, tout ceci circonscrit dans un espace géographique bien défini sur la base des critères à la fois historiques, scientifiques et environnementaux. Le croisement des données botaniques, socio-économiques et géographiques va permettre de mettre en évidence les facteurs qui influencent les dynamiques de la flore et de la végétation, après avoir identifié et caractérisé les types de dynamiques existantes. La méthodologie est complétée par l'analyse diachronique du couvert végétal du Parc National de Waza et sa périphérie à partir d'images satellites sur une trentaine d'années.

La figure 1 énonce les différentes approches et méthodes qui seront utilisées dans le cadre de ce travail, étant entendu que leur description détaillée est prévue au niveau du chapitre 2.

Il est important de signaler que le présent travail s'est déroulé à un moment où le Cameroun met en place des bases pour son mécanisme REDD+. Dans ce contexte, son Document de Préparation a été élaboré et adopté en 2013 et le processus d'élaboration de sa stratégie nationale REDD+, lancé en 2014 sera bouclé en 2018. Parmi les défis auxquels ce processus fait face, figurent celui d'avoir des éléments techniques et méthodologiques pour le déploiement de ce mécanisme dans toutes les zones écologiques y compris dans et à la périphérie

des aires protégées. C'est dans cadre qu'il a reçu les appuis du projet DEMICCAC (Déforestation Évitée et Mitigation du Changement Climatique en Afrique Centrale)², et dont l'un des objectifs était d'analyser les conditions pour un meilleur déploiement du mécanisme REDD+ dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun.

Après cette définition de la problématique et de l'énoncé des démarches scientifiques qui seront mobilisées dans le cadre de ce travail, nous allons réaliser un état des lieux des connaissances sur la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse à la périphérie des aires protégées en zone de savanes. Il s'agira en fait de ce qui est communément appelé "état de l'art" ou "revue de la littérature". Cette partie, qui va donc consister à faire le point des connaissances sur notre sujet, a été bâtie sur la synthèse des références bibliographiques majeures (livres, rapports, articles scientifiques), ayant trait à notre sujet et à notre problématique. L'analyse-discussion de ces travaux antérieurs nous a permis de mieux nous cultiver, d'être à jour sur les connaissances et les méthodes de recherche sur notre sujet et de mieux nous positionner en ciblant les aspects qui ne sont pas encore bien explorés. De manière pratique les questions que nous allons chercher à répondre dans cette partie qui va suivre sont : qu'est-ce qui a déjà été réalisé comme recherche scientifique sur le sujet qui fait l'objet de notre thèse ? Comment ces recherches ont - elles été menées ? Quels en sont les principaux résultats ? Quels sont les aspects déjà bien étudiés et bien connus ? Quels sont les aspects pour lesquels les connaissances sont encore lacunaires ou déficitaires ?

² Projet de coopération scientifique et pédagogique associant l'IRD, l'Université du Maine au Mans et l'Université de Yaoundé 1.

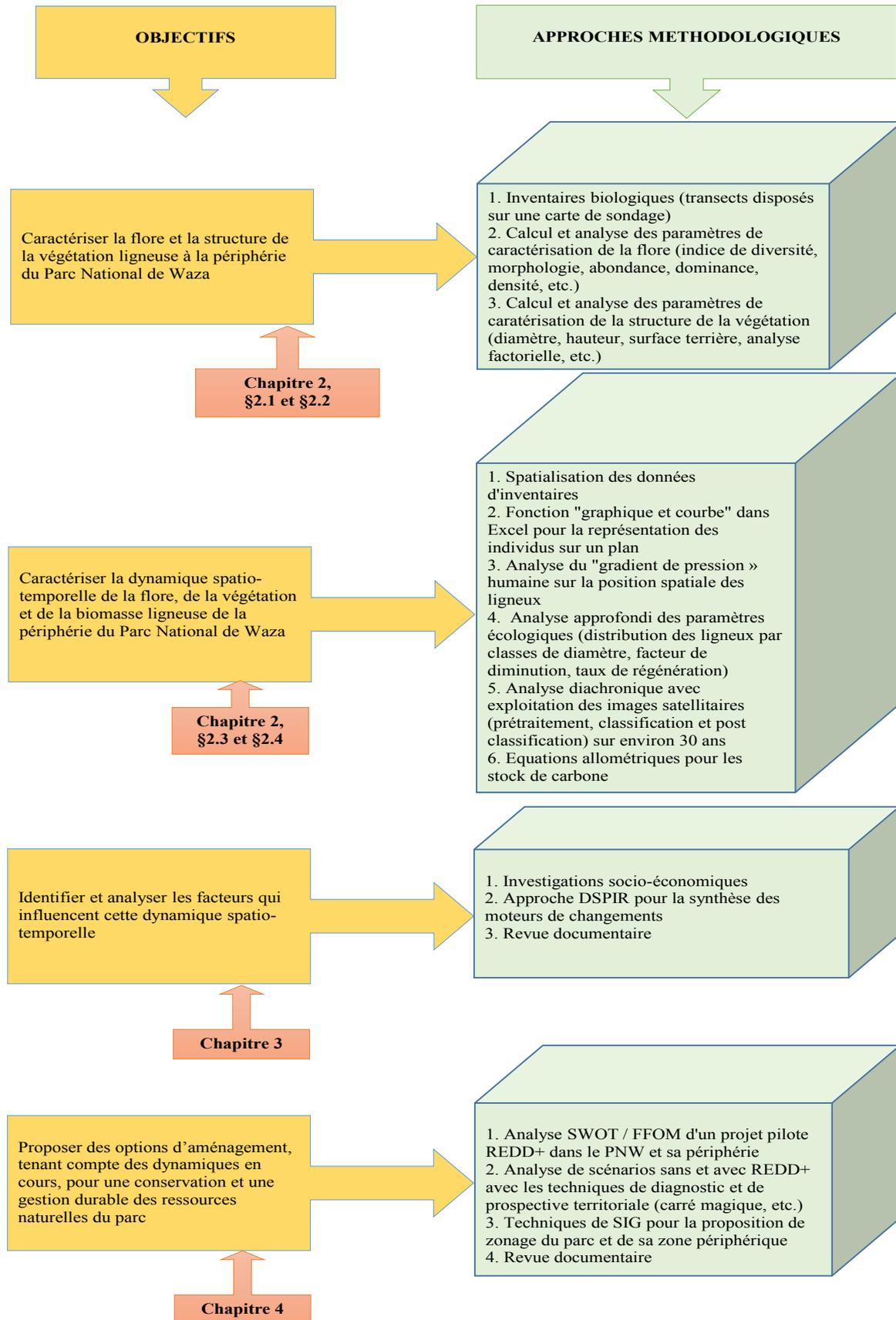


Figure 1 : Synthèse des approches méthodologiques

2. CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL

L'approche pluridisciplinaire de la dynamique de la flore et de la végétation a été utilisée dans cette étude. Le préalable pour cette approche suppose d'abord que l'on s'entende sur les termes, qui décrivent, pour chacun des interlocuteurs concernés et des lecteurs, mais aussi pour chacune des disciplines scientifiques impliquées, les objets et les concepts utilisés. Pour cette raison, il a été nécessaire dans ce chapitre de faire un glossaire qui s'avère utile surtout lorsqu'il faut comparer des informations concernant un même objet d'étude nommé différemment par les acteurs. Ensuite, il est question de passer en revue les courants de pensée qui sous-tendent les concepts clés de cette étude. De Georges Bertrand à Leciak, en passant par Lucien Febvre, Vidal de la Blache et Micheline Hotyat, les auteurs de ces courants sont nombreux, et l'occasion sera offerte ici de mieux étayer le contenu de leurs théories en vue d'enrichir notre approche.

2.1. FLORE ET VÉGÉTATION : DEUX NOTIONS COMPLÉMENTAIRES

Parmi les concepts de base de cette étude figurent "la flore" et la "végétation". La végétation est l'ensemble des plantes présentes en un lieu donné tel que : station, habitat, milieu, région, étage ou zone climatique. La définition d'une végétation repose sur des critères d'ordre physiologique (structures verticale et horizontale, phénologie, etc.), affinés par la prise en compte de données floristiques (Da Lage et Métaillé, 2000 cité par Guillaumet *et al.*, 2009). D'après Trochain (1980) cité par Guillaumet *et al.* (2009), la végétation d'une contrée est le tapis végétal qui la recouvre. Elle est formée des espèces de la flore groupées en quantités et proportions diverses, les unes jouant un rôle physiologique considérable, les autres étant disséminées et comme perdues au milieu des précédentes. La flore quant à elle est la liste des plantes qui vivent dans un territoire donné. C'est aussi un ensemble des taxons végétaux relevés sur un territoire déterminé (région, pays, etc.).

Ces deux concepts font appel à d'autres concepts dérivés et inter-reliés. Par exemple, les « types de végétation » sont reconnus par le vocabulaire courant tel que : forêts, prairies, savanes... Trochain (1980) cité par Guillaumet *et al.* (2009). Un « groupement végétal » est une unité reconnue au sein d'une végétation et correspondant à des conditions écologiques

particulières; alors qu'une « association végétale » est un groupement végétal particulier défini par sa composition floristique, reflet des conditions mésologiques.

Enfin, une phytocénose ou communauté végétale est l'ensemble des organismes végétaux vivant dans un biotope donné. D'après Guillaumet *et al.* (2009), le terme « formation végétale » a été introduit par Alexander von Humboldt en 1806 et défini par Grisebach en 1838. Il a subi beaucoup d'interprétations différentes, mais aujourd'hui presque tous les auteurs botanistes et biogéographes désignent une formation végétale comme une communauté d'espèces végétales, caractérisée par une certaine physionomie, et qui détermine un paysage caractéristique.

Il est important aussi de rappeler la définition du concept "espèce". La définition la plus communément admise est celle du concept biologique de l'espèce énoncé par Ernst Mayr en 1942 : une espèce est une population ou un ensemble de populations dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles. Ainsi, l'espèce est la plus grande unité de population au sein de laquelle le flux génétique est possible et les individus d'une même espèce sont donc génétiquement isolés d'autres ensembles équivalents du point de vue reproductif. L'espèce c'est donc un ensemble d'individus animaux ou végétaux, vivant ou fossiles, à la fois semblables par leurs formes adultes et embryonnaires et par leur génotype, vivant au contact les uns des autres, s'accouplant exclusivement les uns aux autres et demeurant indéfiniment féconds entre eux³.

2.2. DYNAMIQUE DE LA FLORE, DE LA VÉGÉTATION ET DES PAYSAGES : QUELLE SIGNIFICATION ?

Afin de mieux cerner les contours des concepts de « dynamique de la flore, de la végétation et des paysages », nous nous sommes appuyés sur l'observation de Guillaumet *et al.* (2009) selon laquelle dans les systèmes terrestres non urbains, la couverture végétale, appréhendée à différentes échelles, est le meilleur indicateur de la diversité, du moins le plus

³ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/esp%C3%A8ce/31030#eZS7QsY5YGABhjoG.99> wiki du 11 sept 2016

simple et le plus visible. En effet, l'ensemble des végétaux vasculaires (plantes à fleurs, fougères et alliées) forme l'essentiel de la biomasse, constitue la base de l'alimentation des consommateurs primaires – y compris l'être humain – et crée en son sein des milieux spéciaux, habitats pour nombre d'organismes vivants. La végétation a aussi un rôle protecteur et régulateur sur les sols et leur dynamisme, voire sur certaines variables climatiques. Également, la végétation et ses composants fournissent une très grande partie des ressources nécessaires aux besoins des sociétés humaines. Indicateur visible, la végétation renseigne de façon plus ou moins implicite sur le degré d'anthropisation des milieux (espace naturel, habité, abandonné, cultivé, etc.), mais aussi sur les manières dont les habitants perçoivent et valorisent le monde végétal.

L'étude de la dynamique de la végétation est particulièrement importante pour comprendre les possibles évolutions des habitats. En effet, la végétation, perturbée par l'action de l'homme, les incendies, les catastrophes et les autres facteurs naturels se transforme pour chercher un état d'équilibre avec les conditions de l'environnement. D'après Ntoupka (1999), plusieurs auteurs se sont penchés sur l'étude de la dynamique de la végétation, mais en focalisant leurs travaux sur la notion de « succession ». Odum (1969) cité par Ntoupka (1999) définit la succession écologique comme « un processus ordonné de développement des communautés s'effectuant selon une direction assez constante et par conséquent prévisible ». C'est le résultat des modifications imposées au milieu physique par une communauté. Dans le cadre de cette étude, nous retiendrons la définition suivante utilisée par Donfack (1998) lors de ses travaux dans la même zone agro-écologique : "la dynamique de la végétation est un processus de colonisation d'un biotope par les êtres vivants et les changements dans le temps de la composition floristique et faunique d'une station après qu'une perturbation ait détruit partiellement ou totalement l'écosystème existant". On peut donc reconnaître comme Van der Maarel (1988) cité par Donfack (1998) que la dynamique de la végétation aborde les aspects suivants : les perturbations, les fluctuations, la périodicité, la régénération et plus particulièrement la succession.

La notion de "dynamique de la flore et de la végétation" fait appel à plusieurs courants de pensée que des chercheurs ont mis au point au fil des temps. Le premier courant des pensées est "l'approche dynamique des milieux" développée par Leciak en 2008. Pour cet auteur, plus qu'une liste d'espèces menacées, la biodiversité s'aborde comme un processus dynamique. Elle est le résultat d'interactions écologiques et d'interactions multiples avec les sociétés, à

différentes échelles. Les milieux (en tant que communautés d'êtres vivants et éléments abiotiques en interaction) sont des entités qui ne fonctionnent pas isolément et qui, mêlant mécanismes internes et influences extérieures, se trouvent en dynamique permanente. L'introduction du rôle majeur des «perturbations» dans les systèmes « naturels » permet, par extension, un autre regard sur la place de l'action humaine. Cette dernière peut être vue non de manière simplement négative comme élément externe, autonome et destructeur (ce qui bloque systématiquement toute démarche constructive sur le problème environnemental), mais bien aussi comme facteur structurant et comme élément du système d'interactions. Si l'écologie, qu'elle soit scientifique ou militante, se prend parfois à rêver de l'existence d'une nature hors des hommes, de nombreuses observations, autant en Amérique qu'en Afrique, ont mis à mal le mythe des forêts vierges et démontré la profondeur historique de l'occupation humaine (Hladik, 1995; Bahuchet, 1996; Rossi, 2003).

C'est ainsi que le second courant de pensée auquel ce travail fait appel est le "possibilisme". Il désigne, une certaine approche des relations entre l'Homme et la nature, selon laquelle l'exploitation de l'environnement par les Hommes est fonction des techniques et des choix que ceux-ci développent. C'est l'historien Lucien Febvre qui a créé le terme « possibilisme » pour caractériser l'approche développée par le géographe Vidal de la Blache. Le possibilisme s'est en premier lieu opposé au déterminisme géographique, qui postule que l'Homme est avant tout conditionné par son environnement physique. C'est plus particulièrement la notion de « genres de vie », développée par Vidal, qui marque le passage du déterminisme au possibilisme. Dans le déterminisme de Friedrich Ratzel par exemple, le milieu physique détermine l'histoire et les civilisations. Dans le possibilisme de Vidal de la Blache, un même milieu est susceptible de mises en œuvres diverses selon les techniques de production, lesquelles sont concrétisées par les genres de vie. Le possibilisme revient à mettre en avant l'influence prédominante de l'environnement naturel sur l'environnement économique, social, anthropologique, voire politique. Le possibilisme voit donc "les paysages" comme un tout, dans lequel sont inter-reliés les différents éléments de l'environnement.

Les définitions de ce terme de "paysage" sont nombreuses et les façons de l'utiliser aussi. Celle rédigée par Bertrand (1978) cité par Guillaumet *et al.* (2016) permet de clarifier la position adoptée dans le cadre de cette étude. Le paysage est, sur une certaine portion d'espace, le résultat

de la combinaison dynamique, donc instable, d'éléments physiques, biologiques et anthropiques qui, en réagissant dialectiquement les uns sur les autres, font du paysage un ensemble unique et indissociable. Le paysage est fait de matérialités – la structure et le fonctionnement propres aux composants naturels ou autres –, mais également de processus économiques et culturels dont les effets diffèrent selon les productions et les groupes sociaux.

Les paysages forment donc un continuum spatial qu'il s'agit de segmenter pour appréhender les deux niveaux d'intelligibilité de l'espace qui sont mobilisés de façon complémentaire dans une démarche d'analyse paysagère : le type paysager et le composant paysager. Le type paysager (TP) se veut représentatif d'une portion d'espace homogène, cohérente tant sur le plan physionomique (existence d'une similitude de nature, agencement et fréquence des éléments constitutifs) que sur celui de l'usage socio-économique et du fonctionnement écologique à l'origine de sa production. Il correspond à la synthèse entre une matérialité spatiale homogène et une catégorie d'acteurs aux pratiques comparables d'utilisation des ressources. Le TP est un indicateur spatial d'état du territoire et de certaines de ses dynamiques. Les TP sont décrits de façon à faire ressortir les particularités qui les différencient les uns des autres, les proportions occupées par les composants qui les constituent et la relation milieu/actions anthropiques qu'ils révèlent. Par ailleurs, le composant paysager (CP) quant à lui correspond au plus petit objet élémentaire reconnu sur le terrain à la fois par l'analyse paysagère et par le traitement d'image. La présente étude va donner une grande importance à l'image satellitale, qui permet la spatialisation des données. Le composant paysager représentera, en quelque sorte, les morceaux du puzzle qu'il faut ensuite assembler pour construire le paysage à différentes échelles.

Il est considéré ici que le paysage est la partie d'un tout ; ce tout étant le territoire au sens large. Ainsi conçu, le paysage n'est pas seulement l'apparence des choses, de décor ou de vitrine ; c'est aussi un miroir que les sociétés se tendent à elles-mêmes et qui les reflète. Et donc à côté du paysage, il y a le territoire, son organisation spatiale et son fonctionnement. Le complexe territoire-paysage est en quelque sorte l'environnement dans le regard des hommes, un environnement à visage humain.

L'approche paysage est à la base de la théorie du Géosystème – Territoire – Paysage (GTP) développée et soutenue par Georges Bertrand et qui traduit dans les faits la continuité du complexe nature – culture - société. La théorie GTP est une construction de type systémique destinée à rendre compte de la complexité de l'environnement géographique en respectant, autant que possible, sa diversité et son interactivité. En proposant trois entrées dans le système, cet auteur a voulu dépasser le caractère univoque des études qui procèdent à partir d'un seul concept, par exemple tel que l'écosystème qu'on utilise trop souvent pour modéliser une société ou une ville. Ces trois entrées ouvertes dans un même système géographique tracent trois cheminements autonomes qui correspondent à trois catégories spatio-temporelles différentes mais complémentaires : le territoire-source, le territoire-ressource, le territoire-ressourcement.

D'après Bertrand (1983), ces trois entrées, correspondant à la trilogie Source-Ressource-Ressourcement sont fondées sur les critères d'anthropisation, d'artificialisation (modification du milieu – sol, climat- ou des plantes, provoquée par l'homme en vue d'améliorer les conditions d'une production agricole par exemple) et d'artialisation (intervention de l'art dans la transformation de la nature). Elles ouvrent trois voies méthodologiques :

- le géosystème, concept naturaliste, qui permet d'analyser la structure et le fonctionnement biophysique d'un espace géographique tel qu'il fonctionne actuellement, c'est-à-dire avec son degré d'anthropisation ;
- le territoire, concept bien connu des géographes, qui permet d'analyser les répercussions de l'organisation et des fonctionnements sociaux économiques sur l'espace considéré ;
- le paysage qui, représente la dimension socio-culturelle de ce même ensemble géographique.

2.3. CONCEPTS DE BIODIVERSITÉ, D'ESPÈCES ET DE LIGNEUX

La notion de biodiversité a évolué dans le temps pour être consacrée à l'occasion du Sommet de la Terre de Rio (1992) au cours duquel la définition officielle a été donnée. Cette définition a été également adoptée par les scientifiques et se traduit comme suit : « la biodiversité signifie la variabilité au sein des organismes vivants, toutes origines confondues, terrestre, marine, d'autres milieux aquatiques et systèmes écologiques auxquels ils appartiennent, ceci y compris la diversité intra et interspécifique dans l'écosystème ». Pour Ntoupka (1999), la

biodiversité est une notion qui recouvre différentes facettes, et on parle ainsi de : diversité compositionnelle, diversité structurelle et de diversité fonctionnelle.

La diversité compositionnelle se réfère aux éléments fondamentaux de la diversité. Les espèces, ainsi que les différences génétiques existant dans les communautés et les écosystèmes aux différents niveaux infra-spécifiques constituent la base la plus tangible de la diversité. La conservation ou la protection effective de cette biodiversité compositionnelle dépend généralement des deux autres composantes (Crow *et al.*, 1994 cité par Ntoupka, 1999). Pour comprendre la complexité et la dynamique des écosystèmes, des outils tels que les indices de biodiversité et d'équitabilité ont été élaborés qui, quoi que discutables, restent de bons points de repère pour apprécier les dynamiques de cette biodiversité.

La diversité structurelle fait référence à la façon dont ces éléments sont agencés, ou disposés les uns par rapport aux autres, dans l'espace et dans le temps. Ainsi, elle inclut la forme, la taille et la distribution des espèces, des niches (ou habitats) des communautés dans un terroir et la séquence des changements successifs qui les marquent. Comme exemple, la fragmentation des habitats constitue une perturbation qui compromet la diversité structurelle (Ntoupka, 1999).

La diversité fonctionnelle fait appel à la diversité des processus écologiques qui la soutiennent ou la maintiennent. Elle dépend des autres composantes de la biodiversité. Ainsi la diversité fonctionnelle inclut les diverses interactions écologiques entre les espèces (compétition, prédation, parasitisme, etc.), mais aussi certains processus de l'écosystème tels que les transferts des nutriments. Elle fait aussi allusion aux variations d'intensité des perturbations naturelles nécessaires à la survie de certaines espèces ou communautés (Ntoupka, 1999).

La biodiversité met au centre les espèces, et parmi celles-ci, on rencontre les espèces ligneuses. Une espèce ligneuse est par définition une espèce qui fabrique en grande quantité des lignines et de macromolécules organiques donnant à la plante sa solidité, et dont le bois est le principal matériau de structure. En effet, les lignines sont avec la cellulose les constituants essentiels du bois. La notion de plante ou d'espèce ligneuse est une catégorisation végétale intuitive en botanique, qui évoque immédiatement les arbres et les arbustes mais n'est toutefois pas classificatoire. C'est-à-dire qu'elle ne fournit pas d'information sur les catégories du vivant

(taxonomie), cette dernière restant suspendue aux dernières découvertes phylogénétiques revues en permanence depuis le début des années 2000 et en constant réajustement⁴.

Une plante ligneuse reste vivante durant la saison défavorable et est caractérisée par son type biologique et son type végétatif. Son type biologique dépend de la hauteur des bourgeons au-dessus du sol, alors que son type végétatif dépend de la hauteur de sa partie aérienne. Le tableau 1 présente les classifications (non taxonomiques) généralement admises selon ces deux critères, sachant qu'ils sont définis pour une plante adulte et que la valeur indiquée pour les hauteurs ne doit pas être considérée comme absolue. Les plantes ligneuses forment ainsi tout l'ensemble des phanéropytes mais seulement une partie de celui des chaméphytes.

Tableau 1 : Types biologique et végétatif des plantes ligneuses adultes

Hauteur des bourgeons par rapport au sol	Type biologique	Hauteur de la partie aérienne	Type végétatif
> 0,5 m	Phanéropyte	> 7 m	Arbre
		7 - 4 m	Arbuste
		4 - 0,5 m	Arbrisseau
		> 0,5 m	Liane
< 0,5 m	Chaméphyte	< 0,5 m	Sous – arbrisseau

La notion de biodiversité fait appel à deux courants de pensées pratiquement opposées : la théorie des niches et la théorie neutre. Dans la théorie des niches, les écologistes tels que Darwin (1859), Grinnell (1917) et plus spécialement Hutchinson (1957), expliquent la structure des communautés en assumant que chaque espèce occupe une niche pluridimensionnelle qui lui est propre. Cette niche peut être définie en corrélant le plus de détails d'abondance, de croissance et d'interactions interspécifiques possibles avec les caractéristiques de l'environnement. Ils ne

⁴ https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante_ligneuse (11 septembre 2016)

soutiennent que la répartition des espèces en fonction de leurs habitats. L'apparition du livre de Hubbell (2001) intitulé "*The unified neutral theory of biodiversity and biogeography (UNTBB)*" a consacré *la théorie neutre* tout à fait opposée à la première connue par les écologistes depuis plus d'un siècle. La publication de ce livre a eu l'effet d'une bombe en écologie des populations et a engendré de nombreux débats dans la littérature scientifique (Boulangier, 2007). Dès lors, les deux théories ont commencé à s'affronter jusqu'à encore récemment sur l'effet de la biodiversité sur la productivité des écosystèmes : la théorie neutre stipule que la productivité d'un système (la production de biomasse) ne dépend pas de la diversité biologique, et la théorie de la niche propose qu'il existe une complémentarité fonctionnelle entre les espèces, et que donc, la productivité des écosystèmes croît avec la diversité biologique. Ces deux hypothèses sont schématisées dans les figures 2:

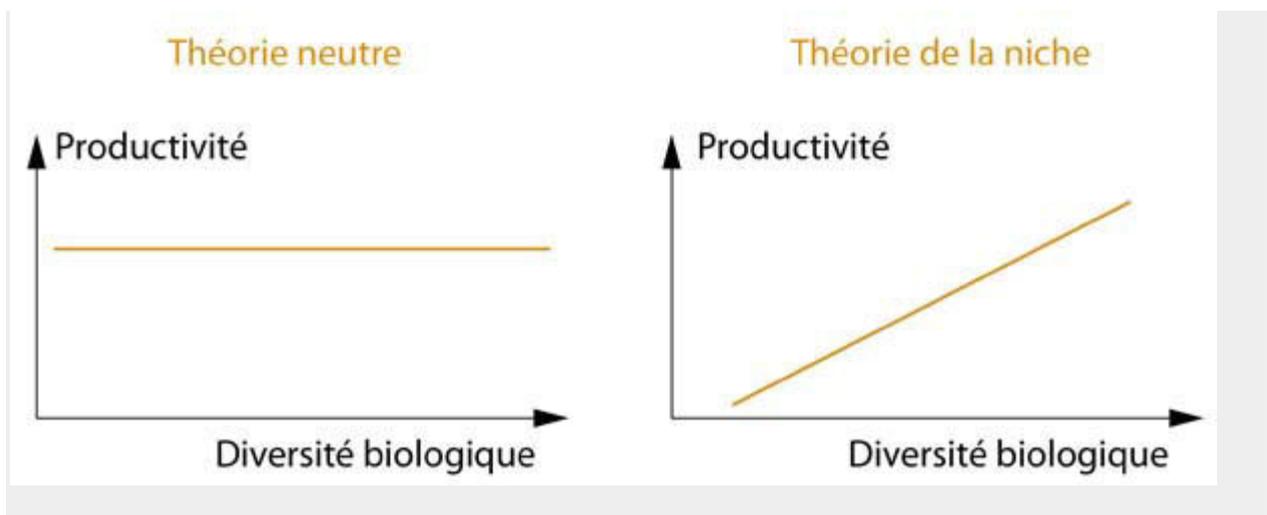


Figure 2 : Représentation schématique des théories de la biodiversité (dans la théorie de la niche, l'accroissement n'est pas forcément linéaire)

D'après Lefèvre (2012), deux grandes expériences, *the Cedar Creek Biodiversity Experiment* au Minnesota aux États-Unis et *the Bio Depth Biodiversity Project* en Europe, ont été menées afin de déterminer quelle théorie correspond le plus à la réalité. Ces expériences ont mesuré la quantité de biomasse produite en fonction du nombre d'espèces présentes (ou de la richesse d'espèces) dans différentes parcelles de terre qui variaient en nombre et en aire. Les résultats de ces deux expériences montrent que la production de biomasse sur une parcelle augmente quand la biodiversité augmente (pour les deux expériences). En revanche, ces études montrent que : (i) il existe un effet de complémentarité entre les espèces différentes ; (ii) le rendement des systèmes diversifiés est bien plus élevé que celui des monocultures ; et enfin, (iii)

la productivité des écosystèmes et la stabilité de la production de biomasse augmente avec le nombre d'espèces. Aussi, le nombre d'espèces nécessaires au fonctionnement des écosystèmes augmente avec le temps, avec l'aire géographique et avec le nombre de services écosystémiques. Il était facile pour les écologistes de conclure que la biodiversité est nécessaire à un fonctionnement normal de la nature.

2.4. ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LA PROBLÉMATIQUE DE LA DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VÉGÉTATION

Avant d'aborder en détail les connaissances sur le sujet, il importe de rappeler que le système d'exploitation des zones tropicales africaines fait en sorte qu'il n'existe presque pas de zones non anthropisées, car les réserves forestières ou de faune ne sont pas inviolables. Pourtant ces écosystèmes de savanes tropicales africaines ont un équilibre susceptible d'entraîner des modifications irréversibles du milieu. C'est peut-être ce qui explique l'abondance des études dont la plus part aborde la structure et le fonctionnement des écosystèmes (Donfack, 1998). En effet, en Afrique comme au Cameroun, d'importants travaux relatifs à l'étude de la structure et de certains aspects de la dynamique des ressources ligneuses sur l'influence des divers facteurs ont été réalisés au niveau des aires protégées et dans les écosystèmes de savanes. C'est le cas de : Athelme *et al.* (2006) dans le massif de l'Aïr au Niger ; Dimobé *et al.* (2012) dans la Réserve de l'Oti – Mandouri au Togo; Carriere *et al.* (2008) au Parc National de Ranomafana à Madagascar; Mbayngone et Thiombiano (2011) dans la Réserve Partielle de Pamo au Burkina Faso; Soulama *et al.* (2015) dans la réserve partielle de faune de Pama au Burkina Faso ; Diallo *et al.* (2011) dans la Réserve de Fina au Mali; Sako et Beltrando (2014) au Parc National de Banco en Côte d'Ivoire; Ntoupka (1999) dans la Réserve forestière Laf au Cameroun; Sandjong Sani *et al.* (2013) dans le Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun).

Au niveau du massif de l'Aïr (Niger), Athelme *et al.* (2006), à travers des enquêtes auprès des acteurs locaux et des observations empiriques, montrent une dégradation rapide des ressources végétales. Cette dégradation est liée à deux types d'impact de l'Homme sur l'environnement. Le premier, interne, se traduit par une pression plus forte sur la végétation autour des villages, et par l'expansion des cultures irriguées qui menace la pérennité des ressources en eaux souterraines. Le second impact, externe, concerne la pression croissante

exercée par les centres urbains périphériques, en particulier sur les ressources en bois. Ces auteurs concluent que, dans un contexte de sécheresse, les changements ainsi observés pourraient déclencher une altération rapide de la biodiversité et des ressources vivantes dans le massif. Dans leurs conclusions aussi, ces auteurs mettent un accent sur le fait qu'il est utile d'accompagner les recherches visant à mieux comprendre les processus écologiques liés à la dynamique de la végétation.

Dans le cadre de l'analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l'Oti-Mandouri au Togo, Dimobé *et al.* (2012) montrent que cette aire protégée est soumise à de fortes pressions dues à l'influence des populations dont les principales sont : les installations liées aux activités agricoles et pastorales, le prélèvement illégal du bois et les feux de brousse. Pour ces auteurs, eu égard à l'adoption de la nouvelle méthode de gestion, la réserve de l'Oti-Mandouri devrait être préservée au maximum pour ce qui reste, car sa proximité avec le complexe d'aires protégées appelé WAP (Parc W au Niger, le parc Arly au Burkina Faso et la réserve de biosphère de Pendjari au Bénin) laisse ouverte la possibilité d'un repeuplement ultérieur naturel depuis ces zones et la possibilité de maintenir un corridor vers le parc national d'Oti-Kéran voisin.

En étudiant l'impact des systèmes d'élevages pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et sub-tropicale aride et sub-aride, Carriere *et al* (2008) démontrent dans ses travaux au Parc National de Ranomafana (Madagascar), que l'aire protégée ne peut être considérée comme un tout, comme un espace fonctionnant en vase clos. Au contraire, les processus écologiques au sein de l'aire protégée demeurent indissociables de ceux des zones périphériques voire de l'extérieur de l'aire protégée. Les interrelations écologiques fonctionnelles entre ces espaces, délimités par l'homme, sont nombreuses et déterminantes, et on ne peut donc pas ignorer les territoires situés à l'extérieur des aires protégées ; d'où la nécessité de mieux comprendre ces interrelations à travers des études approfondies sur la dynamique des peuplements à la périphérie.

Soulama *et al.* (2015) se sont appesantis sur l'impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (Sud - Est du Burkina Faso). Leurs travaux montrent que la dégradation des écosystèmes de cette zone

résulte d'une action combinée des facteurs climatiques et anthropiques. Les phytocénoses situées dans les aires protégées sont les moins dégradées, ce qui réaffirme l'importance de ces aires de conservation dans un contexte de pression anthropique et de péjoration climatique. Par ailleurs, Mbayngone et Thiombiano (2011) ont révélé dans la même aire protégée que certaines espèces sont de plus en plus rares du fait de la dégradation des conditions climatiques, de l'exploitation abusive du bois vert et de l'appauvrissement des sols. Ils préconisent un renforcement des mesures de protection de l'environnement par l'implication des populations riveraines.

Dans le cadre de l'étude des effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation de la Réserve de Fina au Mali, Diallo *et al.* (2011) révèlent une progression des zones agricoles en périphérie de la Réserve et leur extension vers les zones intégralement protégées. L'analyse de la dynamique spatiale montre que le processus de création de la savane arbustive semble se généraliser dans toute la Réserve. En revanche, les formations boisées sont progressivement supprimées, notamment les taches de reliques de forêts claires. La modification de cette végétation est due à l'effet combiné de la péjoration climatique et des pressions anthropiques liées aux activités agricoles et pastorales.

Sako et Beltrando (2014) quant à eux montrent que la diversité arbustive et floristique est menacée sur les marges au Parc National de Banco (District d'Abidjan - Côte d'Ivoire) par l'extension spatiale rapide du district d'Abidjan, la croissance accélérée de la population urbaine et la pollution des sols et des eaux. L'analyse des relevés floristiques effectuée dans le parc en 2008 a montré cependant la persistance d'une grande variété d'espèces, essentiellement de type commercial (utilisées pour l'exportation de bois d'œuvre).

Au Cameroun, Ntoupka (1999), dans le cadre de son travail sur les impacts des perturbations anthropiques sur la dynamique de la réserve de Laf (zone soudano-sahélienne), note une grande influence des facteurs édaphiques, du feu, des pâturages et de la coupe du bois sur l'évolution de la flore et de la végétation. Sandjong Sani *et al.* (2013) montrent également l'influence des facteurs édaphiques sur la flore et la végétation du Parc National de Mozogo-Gokoro dans le cadre des prospections de base de la flore ligneuse et du sol pour l'aménagement du Parc National de Mozogo-Gokoro. Donfack (1998) quant à lui a travaillé sur la végétation des jachères du Nord Cameroun. Ses recherches ont permis entre autre d'étudier les processus

écologiques impliqués dans la dynamique de la végétation post-culturelle et d'établir une typologie de la végétation des jachères en relation avec les facteurs climatiques, édaphiques et anthropiques.

Afin de donner à cette étude toute sa pertinence, nous allons nous appuyer sur l'approche paysage, car, comme l'affirme Georges Bertrand (1996), il faut considérer que tout l'intérêt et toute la richesse du concept de paysage réside dans sa dualité, ou plus précisément dans sa position à l'interface entre les systèmes environnementaux, mais aussi les rapports sociaux, les stratégies et les projets qui s'y déploient. Au-delà des études sur la flore et la végétation, le présent travail va donc analyser les influences sur la dynamique du paysage, en tant que « partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations » (Florence, 2002 cité par Dérioz, 2009).

Si l'on s'intéresse alors à l'état des lieux des recherches réalisées sur le « paysage » et la « dynamique du paysage », on se rendra compte que ces notions ont évolué au fil des temps et que beaucoup d'auteurs s'y sont aussi penchés dans leurs travaux. C'est le cas Bertrand (1983), Tchawa (1991), Dérioz (2009), Rivard (2008), Guillaumet *et al.* (2009). Beaucoup d'institutions et de programmes ont aussi largement documentés et promus l'approche paysage ; c'est le cas du Centre International pour la Recherche Forestière (CIFOR), du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC) et du Programme Régional pour l'Environnement en Afrique Centrale (CARPE).

Déjà en 1983, Georges Bertrand faisait constater que les nouvelles politiques environnementales, avec en particulier, la création des Parcs Naturels, mettaient de plus en plus le paysage au centre de leur projet et l'analyse paysagère au point de départ de leur méthodologie, mais généralement avec davantage de bonne volonté que de rigueur scientifique. Il suggérait donc qu'avec l'émergence des problématiques environnementales, les approches paysages, pour maintenir leur pertinence, se devaient d'adopter les principes d'interdisciplinarité entre géographie et écologie ; ce qui lui donnait tout un sens original et complet, une merveilleuse occasion de confronter et mettre ensemble la nature et les sociétés. Le système GTP proposé par cet auteur traduit dans les faits cette nouvelle exigence et intègre trois concepts et

trois entrées : le géosystème (entrée naturaliste), le territoire (entrée socio-économique) et le paysage (entrée socio-culturelle).

Dans le cadre de son étude portant sur la « spatialisation de la biodiversité pour une gestion durable du territoire en Amazonie », Guillaumet *et al.* (2009) propose une approche basée sur une intégration de données souvent dispersées et disparates aux fins de les rapporter à des unités paysagères, de façon à cartographier et visualiser l'essentiel des dynamiques spatiales et temporelles de la biodiversité pour les mettre en relation avec les dynamiques socio-économiques et les politiques publiques. Parmi les conclusions de son travail, il estime que les changements, ou le maintien de la biodiversité, sont à mettre en relation avec les grands programmes politico-économiques du pays qui ont largement contribué aux choix des systèmes de production que l'on retrouve en Amazonie, dans la mesure où ils privilégient des orientations agricoles au détriment d'autres (agroforesterie, cueillette, etc.).

Tchawa (1991) dans le cadre de son travail sur la « dynamique des paysages sur la retombée méridionale des hauts-plateaux de l'Ouest – Cameroun » montre que les transformations socioculturelles et politiques vécues depuis les années 1960 accélèrent le cours de la dynamique des paysages. Ces transformations imposées par l'Homme au milieu naturel ont été à l'origine de plusieurs unités de paysages que l'auteur a individualisées et caractérisées. Il propose que les études sur les rapports entre l'Homme et l'espace soient renforcées et étendues dans le contexte de l'approche paysage, et servent à définir les stratégies d'aménagement du territoire.

Selon Dérioz (2009), l'approche paysage est un outil polyvalent pour l'analyse des territoires et la médiation environnementale. Elle permet en effet d'avoir non seulement une source d'information synthétique sur les territoires et leurs transformations, mais aussi de montrer comment les formes, les structures et les arrangements spatiaux du paysage sont susceptibles de conditionner les fonctionnements des écosystèmes. À la condition d'être correctement interprétés, les traits et les caractères des physionomies paysagères révèlent ainsi la mécanique d'un territoire, et enregistrent en continu les effets de ses dynamiques spatiales, environnementales et sociales ; les significations qu'il revêt confèrent de la sorte au paysage un rôle d'outil au service de l'analyse, du diagnostic, de l'évaluation et du suivi territorial. Même si

le concept de paysage relève à coup sûr du champ disciplinaire de la géographie, il ne lui appartient pas de manière exclusive, et une rapide exploration bibliographique révèle qu'un grand nombre de sciences très diverses s'y sont également intéressées, pour certaines depuis fort longtemps, pour d'autres plus récemment. Parmi elles, quelques-unes relèvent plutôt des sciences de la nature, et beaucoup relèvent des sciences humaines. L'approche paysagère est selon Dérioz (2009) un outil au service de l'approche opérationnelle et interdisciplinaire des problématiques environnementales, situé à l'interface nature-société. Elle est commune à de nombreuses disciplines, fréquemment mobilisée depuis une trentaine d'années dans le cadre de démarches opérationnelles, et pourtant relativement peu explorée par les chercheurs sur ses différentes facettes.

Dans le site web du Centre de Recherche Forestière Internationale (CIFOR), les termes «paysages», «approches paysagères» et «gestion intégrée du paysage», comme tant d'autres terminologies «axées sur les paysages», sous-tendent la plupart des discours dans les milieux contemporains de la recherche, des donateurs et du développement liés à la conservation, l'agriculture et d'autres utilisations des terres. La multitude de termes est déroutante et pourtant répandue. C'est pour cela que les recherches sur cette question devraient de prime abord, permettre d'obtenir une compréhension commune de concept ou de leurs formes concrètes, surtout à différents niveaux (micro, méso et macro).

Pour essayer d'offrir un cadre de référence pour l'approche paysagère, le CIFOR et ses institutions partenaires ont, dans leurs travaux, décrit les principes qui caractérisent une telle approche. Ces principes mettent l'accent sur la gestion adaptative, l'engagement des parties prenantes et le dialogue, ainsi que les objectifs multiples. L'approche paysagère, qui met en exergue les diverses utilisations des terres, vise selon eux à relever les défis environnementaux, sociaux et politiques de plus en plus complexes et répandus qui transcendent les limites traditionnelles de gestion. Cette institution de recherche pense qu'il existe un fort consensus sur ce que cette approche signifie, mais que sa puissance et son potentiel à s'attaquer à certains des problèmes les plus pressants de la recherche de notre époque (changement climatique, développement durable, gestion durable des ressources naturelles, lutte contre la pauvreté, sécurité alimentaire et bien-être humain) devraient être suffisamment démontrés d'où l'intérêt pour la présente étude.

Depuis plus d'une décennie, l'approche paysage est au cœur des processus de conservation en Afrique Centrale, sous l'égide de la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC) et du PFBC. En vue de poursuivre à la fois les objectifs de conservation dans les aires protégées (AP), les objectifs d'amélioration des conditions de vie des communautés locales et les priorités nationales de développement, les pays de la COMIFAC ont fait des aires protégées un élément central des paysages de conservation établis au-delà des limites des AP (souvent à l'échelle transfrontalière) composés des zones variées d'utilisation des terres avec des logiques de gestion différentes. L'approche de conservation des paysages en Afrique Centrale est basée sur le fait que les AP (avec ou sans zones tampons) ne peuvent plus être gérées en entités isolées. La réalité est que les AP existent dans le contexte plus large des systèmes écologiques fonctionnant à une plus grande échelle. Des approches de gestion peuvent et doivent être développées à l'échelle des territoires ou « macro-zones » qui constituent un ensemble cohérent de l'écosystème global. En accord donc avec le principe de conservation intégrée et de gestion foncière à échelle adaptée, chaque paysage, selon le PFBC, peut donc être subdivisé en trois types de catégories d'aires de gestion : les aires protégées, définies comme aires centrales de conservation de biodiversité, les zones de Gestion Communautaire des Ressources Naturelles (GCRN) et des Zones d'Extraction des Ressources (ZER) dédiées aux activités économiques durables.

Pour être efficace, l'aménagement des AP doit être conçu dans une stratégie de gestion qui tient à la fois compte, des modes d'utilisation des terres concurrentielles dans les zones périphériques et des besoins socio-économiques des populations locales (EDF, 2010). Dans cette optique, il faut au préalable bien comprendre les dynamiques du paysage à différentes échelles, pour définir les options d'aménagement appropriées. Ceci va être axe majeur à développer dans le chapitre 1 ; mais avant d'y parvenir, le plan de thèse mérite d'être présenté pour clore cette introduction générale.

3. PLAN DE LA THESE

En plus du présent chapitre introductif, cette thèse contient 4 chapitres, ainsi qu'une conclusion générale. Au niveau du chapitre 1, nous abordons le contexte socio-économique et biophysique de la zone d'étude dans une vision territoriale et paysagère. Il s'appuie ainsi sur les

approches paysagères et la compréhension du milieu pour proposer un découpage du PNW et sa zone périphérie. Ce chapitre donne certains éléments d'orientation de la présente étude qui va se focaliser principalement sur la zone périphérique du parc, mais aussi prendre en compte les paysages et le territoire auxquels cette zone fait partie. Il aborde aussi les motivations du choix de la zone d'étude, ainsi que de la délimitation de la zone périphérique du parc sur laquelle il est focalisé. Dans un second lieu nous présentons dans les détails la méthodologie utilisée pour atteindre les objectifs assignés à ce travail.

Les résultats et discussions sont abordés sur les trois chapitres suivants (2, 3 et 4). Le chapitre 2 porte sur l'état des lieux et les caractéristiques de la flore et de la végétation, sur la base de l'analyse des données d'inventaires. La distribution spatiale, les indices de diversité, la structure et le fonctionnement de l'écosystème sont autant de sujets qui sont traités dans ce chapitre qui nous permet d'avoir un cliché de la flore et de la végétation au moment où se sont réalisées les études botaniques. La deuxième partie de ce chapitre met un accent sur la distribution et la dynamique spatio-temporelle de la flore et de la végétation ligneuse. Il analyse dans un premier temps comment évoluent la flore et la végétation quand on va de l'extérieur vers l'intérieur du Parc et vice-versa. Il analyse aussi cette évolution en fonction des différentes unités paysagères. La dynamique temporelle quant à elle est abordée sur la base de l'analyse des images satellitaires sur une trentaine d'années. Le chapitre 3 quant à lui analyse dans les détails les autres facteurs qui influencent la distribution et la dynamique tel que décrites au chapitre précédent. Sont ainsi analysés les facteurs anthropiques, les facteurs naturels, les facteurs bioécologiques, etc. Il permet de comprendre l'ampleur de chaque facteur sur les évolutions constatées sur la flore et la végétation ligneuse. Sur la base de ces moteurs de changement, les options d'aménagement du parc et sa zone périphérique pour renverser la tendance observée sont proposées au niveau du chapitre 4 : il s'agit dans un premier temps du mécanisme REDD+. L'étude va plus loin en analysant les différents contours d'un éventuel projet REDD+ à mettre en œuvre dans la zone, notamment ses forces, faiblesses, opportunités et contraintes, ainsi que les atouts et les principaux défis pour le déploiement de ce projet. Dans un second lieu, il aborde la restauration des terres et des espaces boisées, ainsi que la gestion participative et l'écodéveloppement comme autres options prioritaires pour faire face aux menaces.

Enfin, la conclusion générale fait la synthèse de l'ensemble des résultats concernant la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse et donne des indications sur les perspectives d'aménagement. La figure 3 montre l'organisation schématique de la thèse.

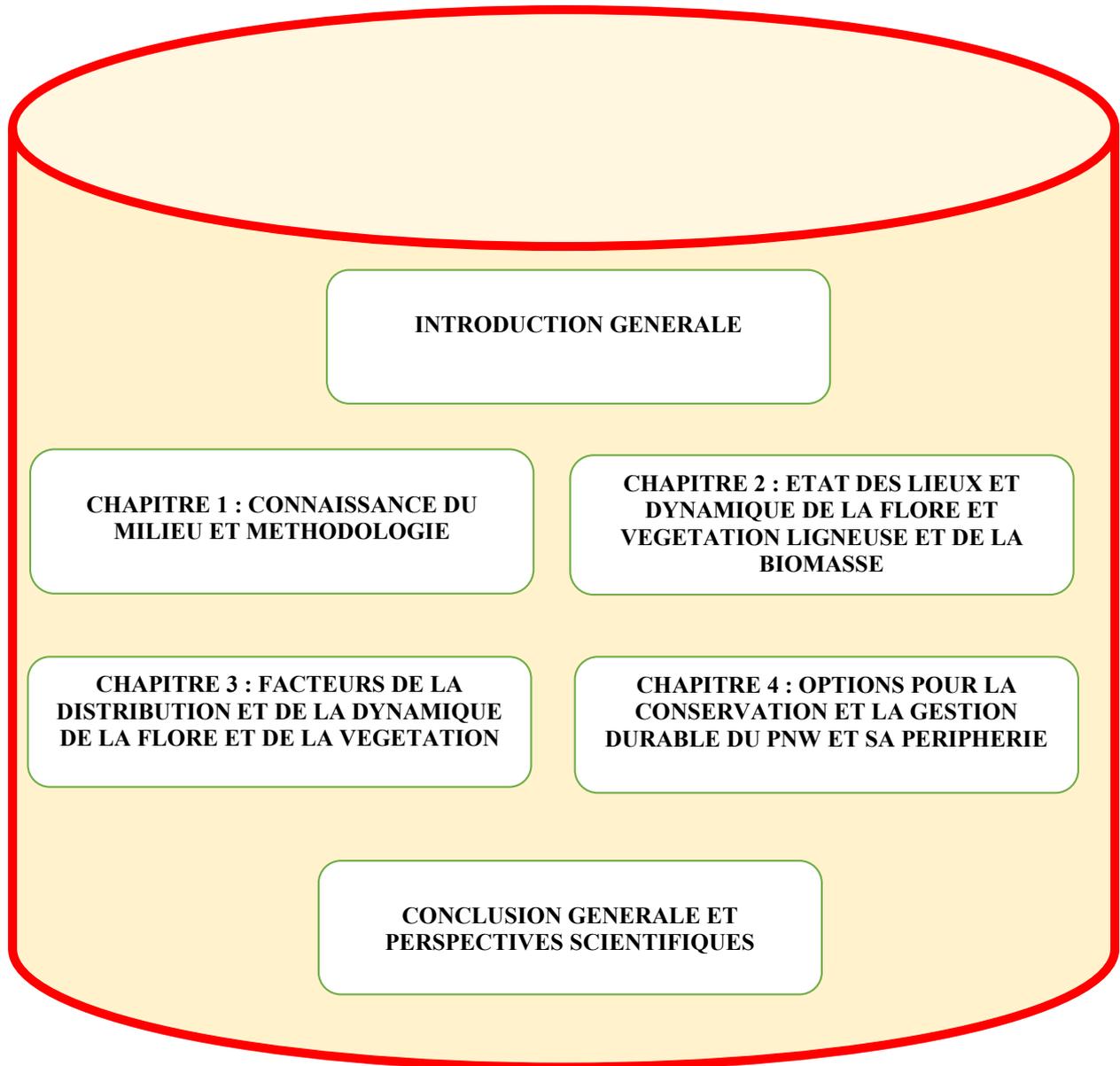


Figure 3: Organisation des différents chapitres de la thèse

Étant rendu à la fin de cette introduction générale, le chemin de la construction méthodique de la thèse est ainsi balisé, avec la définition du problème, des objectifs et des hypothèses, ainsi que l'énoncé des grandes lignes des approches méthodologiques qui seront utilisées pour la vérification des hypothèses tout au long du travail. Cette construction met en évidence les concepts suivants qui sont au cœur de la thèse : flore, végétation, dynamique de la flore, de la végétation et des paysages, biodiversité, espèce, ligneux. L'évocation de ces concepts fait appel à certains courants de pensée des auteurs géographes et écologues qui sont en lien avec notre sujet de thèse. C'est ainsi que la deuxième partie de cette introduction générale a été consacrée à la clarification des définitions de ces concepts, mais aussi du contenu des courants de pensée qui soutiennent ces concepts. La théorie du Géosystème – Territoire – Paysage (GTP) développée par Georges Bertrand est parmi les courants de pensée sur lesquelles nous avons focalisé notre attention. C'est une théorie qui a la particularité d'être révélatrice-intégratrice des configurations spatiales de la biodiversité, mais aussi permet d'enrichir la biodiversité et de la rapprocher de la dimension humaine et territoriale, d'où son intérêt sur le double plan botanique et géographique.

Cette partie nous a permis de mettre également en évidence la richesse des travaux réalisés sur ce sujet. Cependant, beaucoup de ces travaux se focalisent soit sur une vue générale des perturbations sur les aires protégées et ces écosystèmes face aux facteurs humains, climatiques et édaphiques, soit sur les processus de régénération et de la succession de la végétation. Ce sont donc les aires protégées dans leur ensemble qui sont les plus explorées dans la littérature scientifique. Les aspects sur la dynamique "évolutive" de l'extérieur vers l'intérieur des aires protégées, en prenant en compte par exemple le gradient de pression anthropique ne sont pas explorés. Nous allons donc étoffer et développer ces aspects en tant que l'un des axes originaux de notre thèse. Cela permettra aussi d'avoir une base de connaissances scientifiques pour aider l'aménagement durable du parc et sa zone périphérique, en prenant en compte les principes de gestion des réserves de biosphère.

La dimension temporelle de la dynamique du couvert végétal à la périphérie des aires protégées est aussi peu développée dans la littérature. En plus, rares sont les auteurs qui abordent les aspects de biodiversité en les couplant avec la dimension paysagère surtout au niveau des aires protégées et leurs périphéries. Rares sont aussi les auteurs qui évoquent le mécanisme REDD+ comme option d'aménagement pouvant aider à faire face aux menaces, dans un contexte

des savanes sèches. Notre travail va en quelques sortes innover et permettre de répondre à certaines questions, urgentes et essentielles, pour l'aménagement durable de la zone périphérique du Parc National de Waza en lien avec les différentes unités paysagères. Il va donc proposer des options d'aménagement innovantes pour atténuer les menaces et les facteurs qui influent négativement sur la dynamique du couvert végétal.

Le défi de l'approche méthodologique sera de concilier cette double dimension de sciences dites « dures » et de sciences dites « sociales ». Il s'agira de montrer comment utiliser les résultats obtenus des méthodes classiques de mesure de la biodiversité en botanique (inventaires, mesures dendrométriques des ligneux, calcul des différents indices et paramètres de caractérisation de la flore et de la végétation, etc.) pour les rapporter à des unités paysagères, de façon à cartographier et visualiser l'essentiel des dynamiques spatiales et temporelles de la biodiversité et les mettre en relation avec les dynamiques socio-économiques et naturelles. Mais avant, il faudra bien définir les contours de la zone dite « périphérique » du Parc National de Waza en prenant en compte les unités paysagères présentes.

CHAPITRE 1

CONNAISSANCE DU MILIEU ET METHODOLOGIE

INTRODUCTION

Pour différentes raisons, nous avons choisi d'aborder les questions de la dynamique en nous intéressant principalement au couvert végétal ligneux, à ses mutations et à son évolution dans le temps et dans l'espace. Toutefois, il est apparu nécessaire de ne pas en rester à ce seul niveau d'observation, mais de rapporter à chaque fois les mesures aux paysages. C'est ainsi qu'a été associé aux méthodes classiques de mesure de la richesse et de la diversité floristique, la dimension spatialisée et évolutive, ainsi que la dimension paysage. En fait, comme dans beaucoup de pays du Sud, les recherches spécialisées sur la biodiversité ont montré leurs limites pratiques : trop ponctuelles, trop aléatoires, trop lentes, trop naturalistes (Guillaumet *et al.*, 2009). Il leur manque une connaissance globale et une grille d'échantillonnage dans l'espace et dans le temps, une analyse de la biodiversité en prenant en compte les particularités du ou des paysages existants.

Ainsi, il a été retenu, comme recommandé dans le cadre de l'approche du Géosystème – Territoire – Paysage d'adopter une approche méthodologique avec deux principales entrées :

- une entrée « naturaliste » ou « écologique » caractérisée par les études sur la flore et la végétation qui va permettre d'avoir toutes les informations de base sur la richesse floristique, ainsi que la structure et le fonctionnement de la végétation ligneuse ;
- une entrée par le complexe « territoire-paysage » qui va permettre d'analyser l'environnement dans le regard des hommes, avec la prise en compte des répercussions de l'organisation et des fonctionnements sociaux économiques, ainsi que de la dimension socio-culturelle sur l'espace considéré.

Le présent chapitre explicite donc les méthodes, les approches et démarches qui ont été utilisées pour comprendre les caractéristiques de la flore et de la végétation ligneuse, puis analyser leurs dynamiques et les facteurs qui les influencent. Il explique aussi la démarche utilisée pour identifier et proposer les options d'aménagement, pour la conservation et la gestion durable du PNW et sa zone périphérique.

Cependant, pour une meilleure compréhension et cadrage de notre travail, il est important de bien circonscrire notre site d'étude, et de connaître les caractéristiques socio-économiques et biophysiques de ce site et des paysages qui l'entourent. Même si la ressource ligneuse constitue un élément important de la dynamique du milieu, les aspects contextuels sont tout aussi utiles pour la mise en évidence des unités paysagères qu'il va être nécessaire d'individualiser afin de mieux comprendre les résultats obtenus.

1.1. CHOIX ET DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

Avant d'expliquer les approches méthodologiques utilisées, il a été nécessaire, pour être plus efficace et éviter le risque de dispersion inutile des énergies, de circonscrire de manière précise la « zone périphérique » dans le cadre de ce travail, et ceci sur la base d'un certain nombre de facteurs jugés fondamentaux. Il s'agit des facteurs historiques de ce site, de son statut au niveau national et international et de certaines réalités socio-économiques.

En ce qui concerne son statut, le Parc National de Waza est une Réserve de Biosphère ; il s'est avéré donc logique de s'inspirer des principes du Programme MAB (*Man and the Biosphere*) dans le processus de délimitation de la zone d'étude. Les réserves de biosphère sont en effet des espaces réglementés, basés sur une séquence spatiale d'au moins trois niveaux de protection et de fonction :

- des aires centrales ayant une fonction de conservation, pour préserver les ressources génétiques, les espèces, les écosystèmes et les paysages ;
- des zones tampon qui entourent ou jouxtent les aires centrales ; elles ont des fonctions de développement, pour encourager un développement économique et humain durable ;

- des zones de transition qui se prêtent aux diverses activités, avec la frontière externe très flexible ; celles-ci ont une fonction de support logistique pour soutenir et encourager les activités de recherche, d'éducation, de formation et de surveillance continue, en relation avec les activités d'intérêt local, national et global visant la conservation et le développement durable.

Dans le but de s'arrimer également aux principes du Programme MAB, un processus de négociation avait été entrepris avec les populations riveraines du Parc National de Waza à la fin des années 1990 et a abouti à l'adoption d'une "zone périphérique" dont la délimitation se situe à une moyenne de 5 km de la limite extérieure actuelle du Parc et englutit tous les villages riverains comme l'illustre la figure 4 (Saleh, 2012).

A la lumière de ces faits historiques, la zone d'étude a été donc circonscrite comme étant une bande de 5 km à partir de la limite extérieure du Parc (zone périphérique extérieure). Cependant, étant donné que la majorité des villages est située à la limite du Parc, nous avons jugé nécessaire d'inclure dans cette bande périphérique la bande située à 5 km à l'intérieur à partir de la limite du Parc (zone périphérique intérieure). Ceci pour nous permettre d'être assez exhaustif et couvrir les zones d'influence et d'impact réel des activités des populations (figure 5). Cette délimitation épouse aussi celle du Gabon, pays riverain du Cameroun, qui a adopté dans ses récents textes de lois, une largeur de 5 km à partir de la limite des aires protégées comme zone tampon.

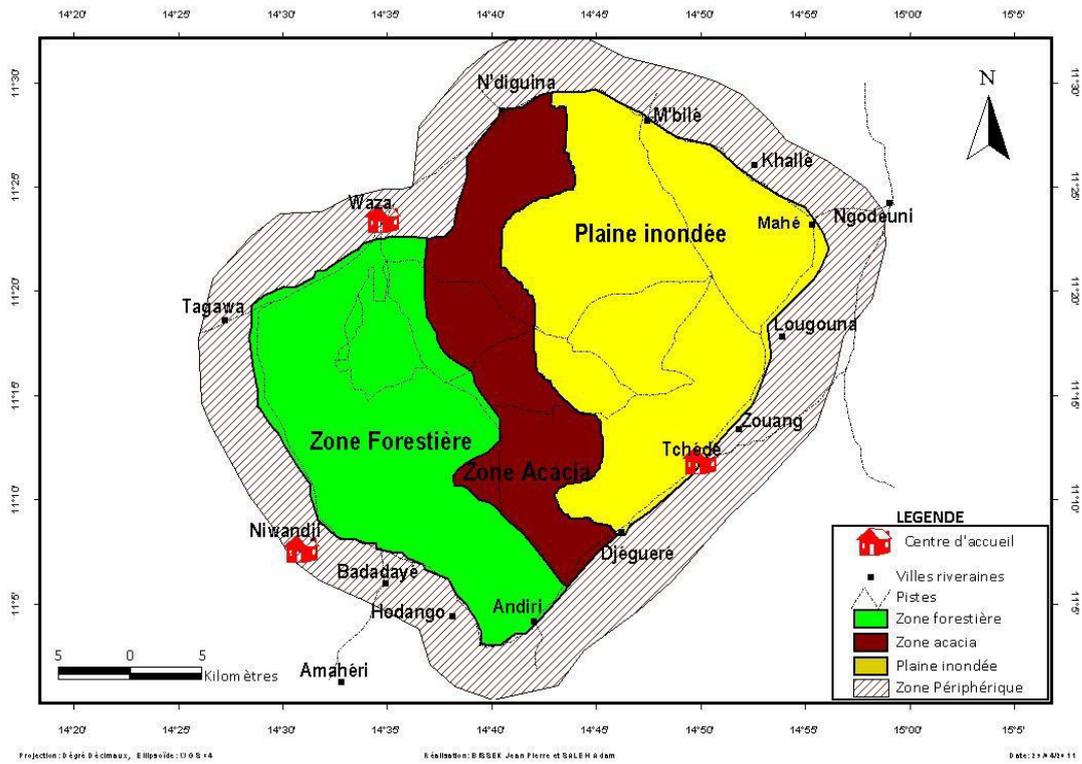


Figure 4 : Zone périphérique convenue entre les acteurs à la fin des années 1990 (Saleh, 2012)

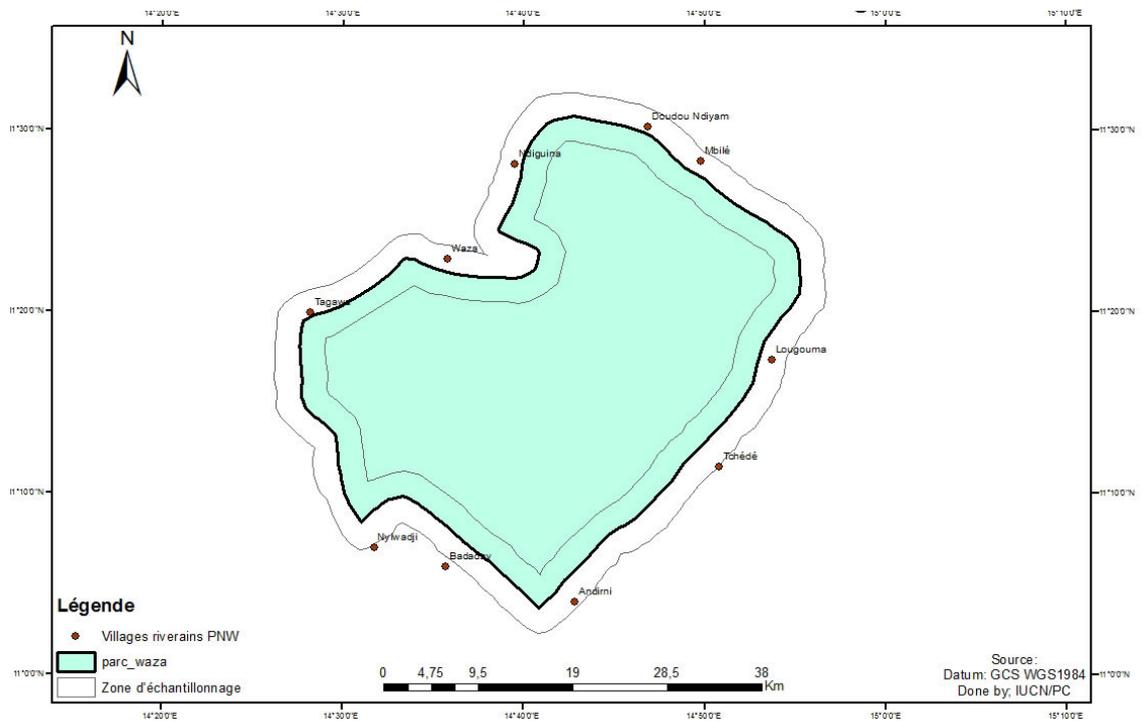


Figure 5 : Le Parc national de Waza et sa zone périphérique défini dans le cadre de cette étude

1.2. DONNEES ET CONNAISSANCES DU MILIEU

1.2.1. WAZA AU SEIN D'UN COMPLEXE TRANSFRONTALIER, LE BASSIN DU LAC TCHAD

Le Parc National de Waza et sa zone périphérique font partie d'un écosystème, la plaine d'inondation de Waza Logone, située dans la Région de l'Extrême – Nord du Cameroun. Cette zone est incluse dans un écosystème plus vaste, le Bassin du Lac Tchad qui s'étend sur 5 pays (Cameroun, Tchad, Niger, Nigéria et République Centrafricaine - RCA) ayant une ressource commune, les eaux du Lac Tchad. Le Bassin du Lac Tchad (BLT) constitue un écosystème très spécial et très fragile, extrêmement riche en ressources naturelles et une réserve de biodiversité d'intérêt mondial. C'est l'une des zones les plus humides du Sahel. Les paysages qui y sont rencontrés appartiennent au domaine «soudano-sahélien » (UICN, 2014). La terre limoneuse proche du lac est très fertile avec un paysage verdoyant, surtout en saison des pluies. Lorsqu'on s'éloigne des berges du Lac Tchad, le paysage est caractérisé par de vastes savanes à *Acacia*, avec des forêts sèches, épineuses et clairsemées.

Un peu plus loin au sud de ce lac, de vastes plaines inondables, appelées localement les *Yaérés* du Cameroun, sont soumises aux cycles saisonniers d'inondation et de sécheresse qui en font une réserve écologique importante et permettent à de multiples communautés de vivre des ressources naturelles (pêche, élevage, agriculture). L'Est du Parc National de Waza fait partie de ces plaines inondables. Dès les premières pluies, le fleuve Logone (situé à une vingtaine de km à l'Est du Parc de Waza) déborde et transforme les plaines en de vastes marécages qui restent humides durant une bonne partie de la longue période de la saison sèche.

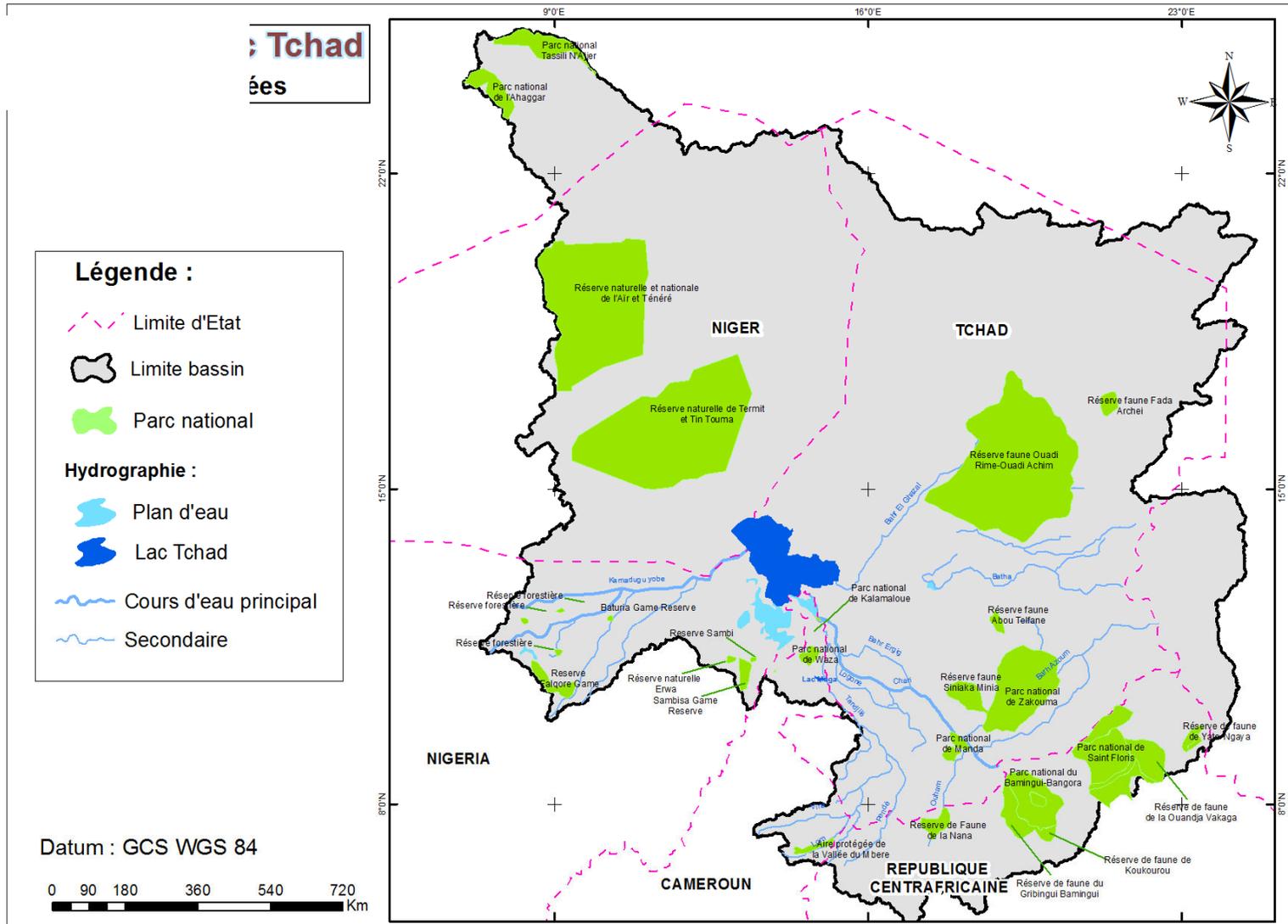


Figure 6: Waza dans le Réseau des aires protégées du Bassin du Lac Tchad

La figure 6 montre le Parc National de Waza dans le réseau des aires protégées du Bassin du Lac Tchad. Situé à environ 10 km à l'Est du Nigéria et à environ 20 km à l'Ouest du Tchad, il offre donc l'opportunité d'un complexe d'aires protégées transfrontalières proches du Nigéria (à l'Ouest) et du Tchad (à l'Est).

Le Parc National de Waza fait donc partie des sites importants de conservation et figure dans le réseau des aires protégées du Bassin du Lac Tchad, mais aussi dans le réseau des aires protégées du Cameroun (figure 7). Au Cameroun, il a une singularité remarquable dans le réseau des aires protégées, tout d'abord parce que c'est l'aire protégée la plus grande en terme de superficie de la région de l'Extrême - Nord du Cameroun, et ensuite parce que c'est la seule aire protégée du pays située dans un site Ramsar d'importance internationale, et dont une partie est périodiquement inondée. Enfin, sa situation géographique lui permet de jouer le rôle de rempart pour le front de désertification qui progresse du Nord au Sud du pays. Il est localisé dans un milieu soudano-sahélien où la pluviométrie est faible et les températures élevées. Cette situation climatique rude, en l'absence d'un cours d'eau permanent dans ou au voisinage immédiat du parc conduit certains animaux en période de sécheresse intense, où l'eau devient rare, à quitter le parc à la recherche des conditions favorables pour leur survie ; c'est le cas de la population d'éléphants.

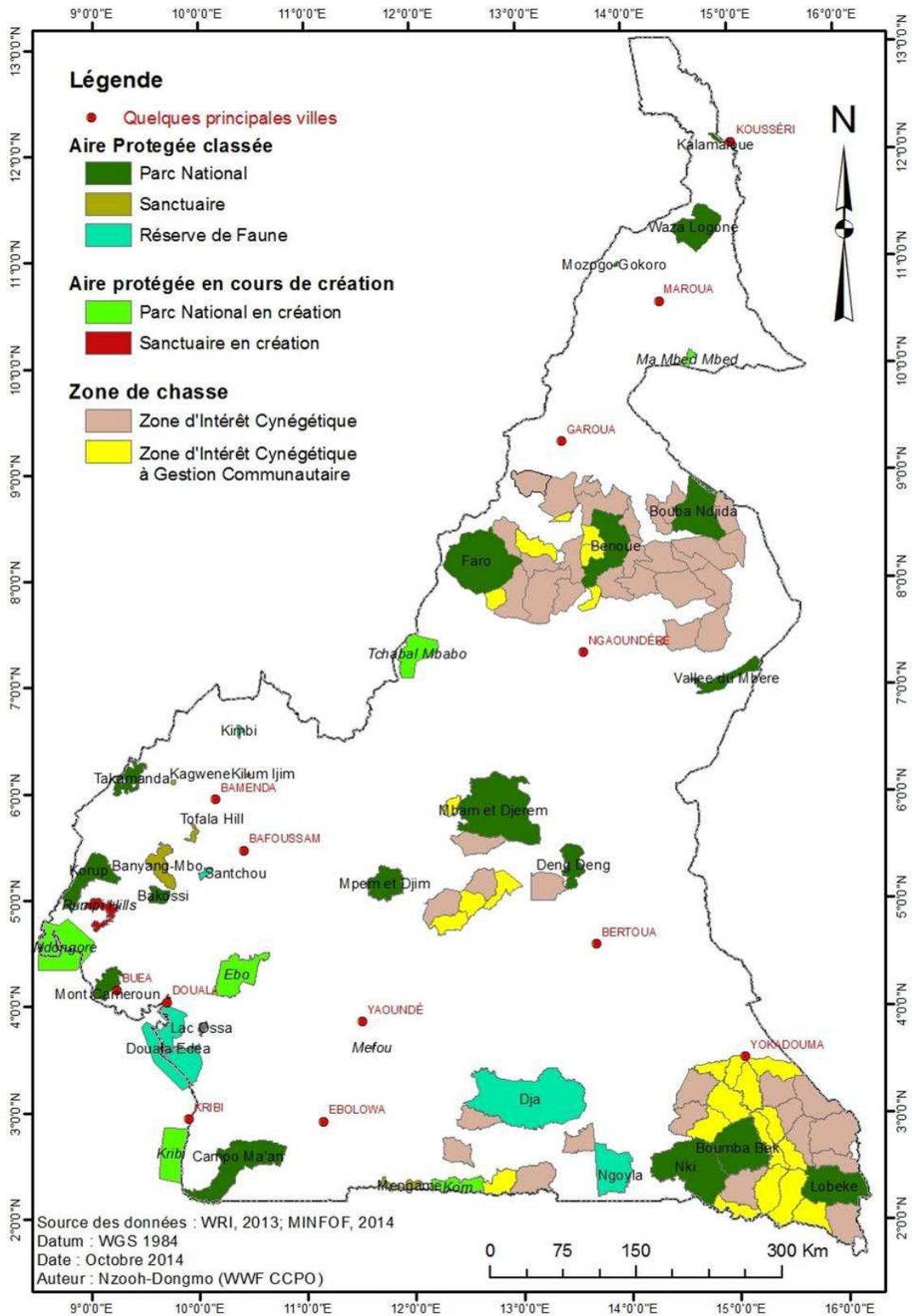


Figure 7 : Waza dans le réseau des aires protégées du Cameroun

La partie camerounaise du Bassin du Lac Tchad se situe en grande partie dans l'une des cinq grandes zones agro-écologiques du Cameroun, la zone soudano-sahélienne qui a ses spécificités biophysiques.

1.2.2. LE PNW ET SA PÉRIPHÉRIE DANS LA ZONE ÉCOLOGIQUE SOUDANO-SAHÉLIENNE

Au Cameroun, cinq grandes zones écologiques⁵ se distinguent grâce à certaines caractéristiques biophysiques : topographie, géomorphologie, climat, ressources en eau, sols, couvert végétal, etc. Il s'agit de : (i) la zone soudano-sahélienne, (ii) la zone de hautes savanes guinéennes, (iii) la zone des hauts plateaux de l'Ouest et du Nord-Ouest, (iv) la zone littorale et (v) la zone de forêt dense et humide (IRAD, 2005 cité dans le R-PP, 2013). La figure 8 illustre ces cinq grandes zones agro-écologiques. Le Parc National de Waza et sa périphérie font partie de la zone soudano-sahélienne, couvrant les Régions de l'Extrême-Nord et la partie située au Nord du fleuve de la Bénoué (Région du Nord). Elle est comprise entre les 8^{ème} et 13^{ème} degrés de latitude nord.

⁵ La plupart des auteurs parlent de zones "agro-écologiques"

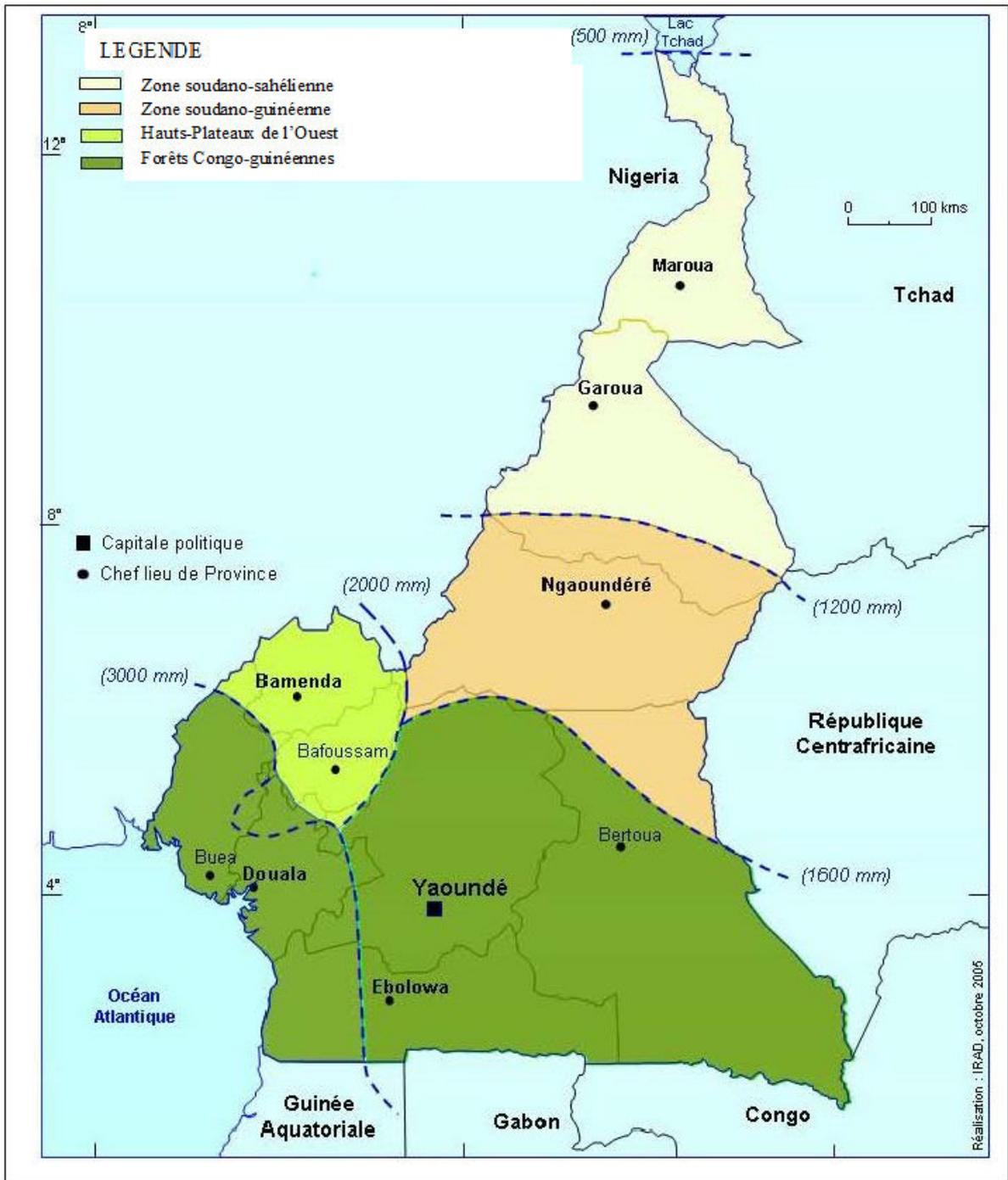
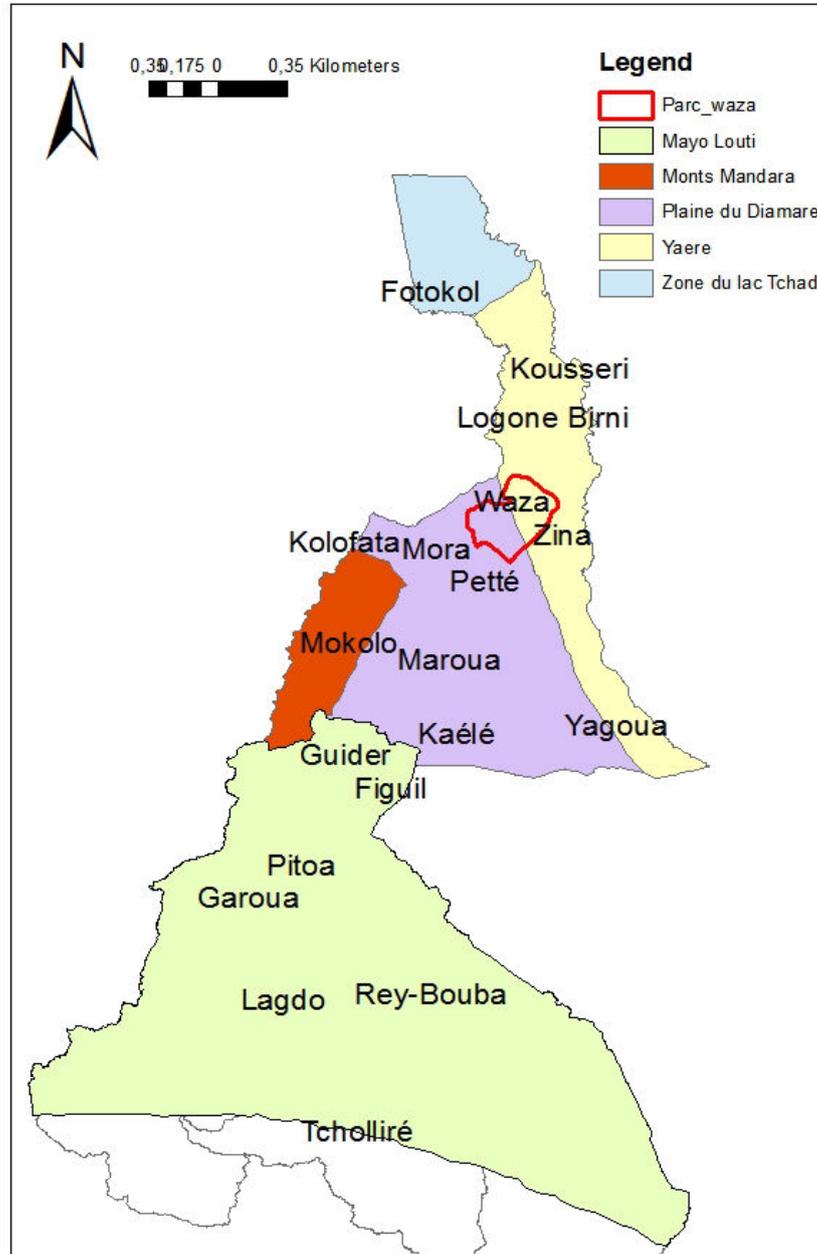


Figure 8 : Grandes zones écologiques du Cameroun (adapté du R-PP, 2013)

En se référant au découpage du Programme National de Gestion de l'Environnement (1996), la zone soudano-sahélienne du Cameroun comprend les sous-zones écologiques suivantes :

- **Sous –zone du Bassin du Lac Tchad** qui est la plus au nord de la Région de l'Extrême-Nord. Une bonne partie de cette sous-zone est aussi périodiquement inondée ; c'est une zone où dominent les activités de pêche, d'élevage, d'agriculture et de commerce, avec une population à dominance étrangère et une économie essentiellement orientée vers le Nigeria.
- **Sous - zone Yaérés ou plaines inondables** qui est influencée par la proximité avec la rivière Logone. La pêche y joue un rôle important à côté de la riziculture et du maraîchage pratiqué dans les plaines inondables. C'est aussi une zone de transhumance par excellence et de migration de la faune. Elle est aussi marquée par la richesse de la biodiversité et l'influence de la retenue d'eau du Lac de Maga.
- **Sous - zone de la plaine du Diamaré** marquée par la présence de la ville de Maroua, Chef-lieu de la région de l'Extrême-Nord. On y dénombre plusieurs réserves forestières quoique parfois envahies par les riverains.
- **Sous- zone des Monts Mandara** d'endémisme climatique (du fait notamment de l'influence des Monts Mandara) et à très forte densité de population. Les cultures en terrasse intensives sur brûlis caractérisent cette zone d'où part la majorité des cours d'eau de l'Extrême-Nord du pays.
- **Sous -zone du Mayo – Louti** située au nord de la Région du Nord, qui connaît une relative bonne pluviométrie et a servi d'accueil aux premières migrations en provenance de l'Extrême-Nord. C'est une zone agropastorale, mais aussi à vocation minière et industrielle.

La figure 9 illustre le découpage des sous – zones de la grande zone soudano-sahélienne du Cameroun.



Source
Datum: GCS WGS 198
Done by: UICN/PC
Date: 28/09/2016

Figure 9: Sous zones écologiques de la zone soudano-sahélienne

La diversité des sous – zones écologiques donne d’ores et déjà des indications sur les unités paysagères de la zone d’étude qu’il importe d’identifier et de caractériser pour soutenir l’argumentaire et la problématique de cette étude.

1.2.3. DES UNITÉS PAYSAGÈRES RÉVÉLATRICES DES PARTICULARITÉS BIOPHYSIQUES ET SOCIO-ÉCONOMIQUES

1.2.3.1. Population et données socio-économiques

La population des zones riveraines du PNW est estimée à plus de 200 000 habitants, parmi lesquelles la majorité est pauvre (vivant avec moins d’un dollar par jour). Cette population est en perpétuelle croissance suite à la croissance démographique naturelle et à l’afflux des réfugiés et déplacés (à cause de l’insécurité et des catastrophes comme les inondations). Les conditions de vie sont en général très difficile, avec au quotidien, le spectre de la malnutrition, même si pour l’instant plus ou moins maîtrisé. Ces populations sont en majorité musulmanes et avec plusieurs ethnies : les Arabes-Choas, les Kanuri, les Peulhs, les Mousgoums, etc. (Sali & Mvondo, 2003).

En ce qui concerne le secteur éducatif, même si pour l’instant l’objectif d’assurer l’éducation primaire pour tous n’est pas encore atteint puisque les taux de scolarisation les plus élevés sont inférieurs à 70%, des progrès importants sont cependant perceptibles. Pour ce qui est de la promotion du genre, les femmes représentent la majorité de la population, sont très actives dans l’agriculture et accompagnent quelques fois leurs conjoints dans les activités de pêche. Elles sont aussi très actives dans la collecte et la commercialisation de la gomme arabique. Cependant, elles sont dans leur majorité, privées de droit de propriété sur les terres agricoles. Il y a cependant une montée de la création des organisations de femmes dans la zone. Elles ne participent presque pas à la gestion des ressources vitales telles que l’eau, la terre et les pâturages. Dans le secteur de la santé, la couverture sanitaire est faible, avec très peu de centre de santé, et ceux qui existent sont très peu équipés.

1.2.3.2. Différents types d'occupation des sols

Les différents types d'occupation des sols ont été identifiés à travers la figure 10 réalisée par Kabelong et Jiagho (2013). Cette figure réalisée sur la base des indices de la végétation ligneuse (présence des arbres, taille des arbres) et complétée par les données issues de la revue documentaire, ont permis de classer le Parc et sa périphérie en trois principales unités :

- à l'Est du Parc, on distingue les zones inondables, encore appelées localement les « *Yaérés* », constituées des savanes herbeuses dont la végétation est dominée par les graminées, parsemées de quelques *Acacia seyal* et de *Calotropis procera* ;
- au Centre du parc, se trouve une savane arbustive où domine *Acacia seyal* ; on y trouve aussi des espèces telles que *Balanites aegyptiaca*. Cette savane est localement appelée «forêt à *Acacia seyal* » ; c'est la zone par excellence de refuge des animaux pendant la saison sèche du fait de la présence des mares d'eau artificielles et des densités importantes des espèces ligneuses ;
- à l'Ouest du Parc, on rencontre la savane arborée appelée localement « zone forestière » ; les espèces qui y abondent sont *Guiera senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum molle*, *Balanites aegyptiaca* et *Sclerocarya birrea*.

Cette figure 10 présente également les types d'occupation des sols que l'on rencontre dans la zone périphérique. Il s'agit :

- des zones d'habitation marquées par la présence de 17 villages. La majorité de ces villages est située sur les limites du Parc et leur terroir déborde généralement la limite du côté intérieur.
- des espaces pastoraux caractérisés par la présence des campements des éleveurs transhumants (issus des pays voisins et des autres Départements de la Région), des couloirs de transhumance et des zones de pâturage (notamment à l'Est) ; les éleveurs transhumants prennent d'assaut ces zones dès le mois de février, du fait de la persistance des pâturages et de la présence des mares d'eau, pour en repartir en début Juillet.
- des espaces agricoles caractérisés par les champs de décrues aux environs du Parc et les champs de saison de pluies qu'on retrouve autour des villages.
- des zones semi-urbaines, avec la ville de Waza, petit centre commercial et lieu de transit et d'échanges commerciales avec les villes voisines et même le Nigéria.

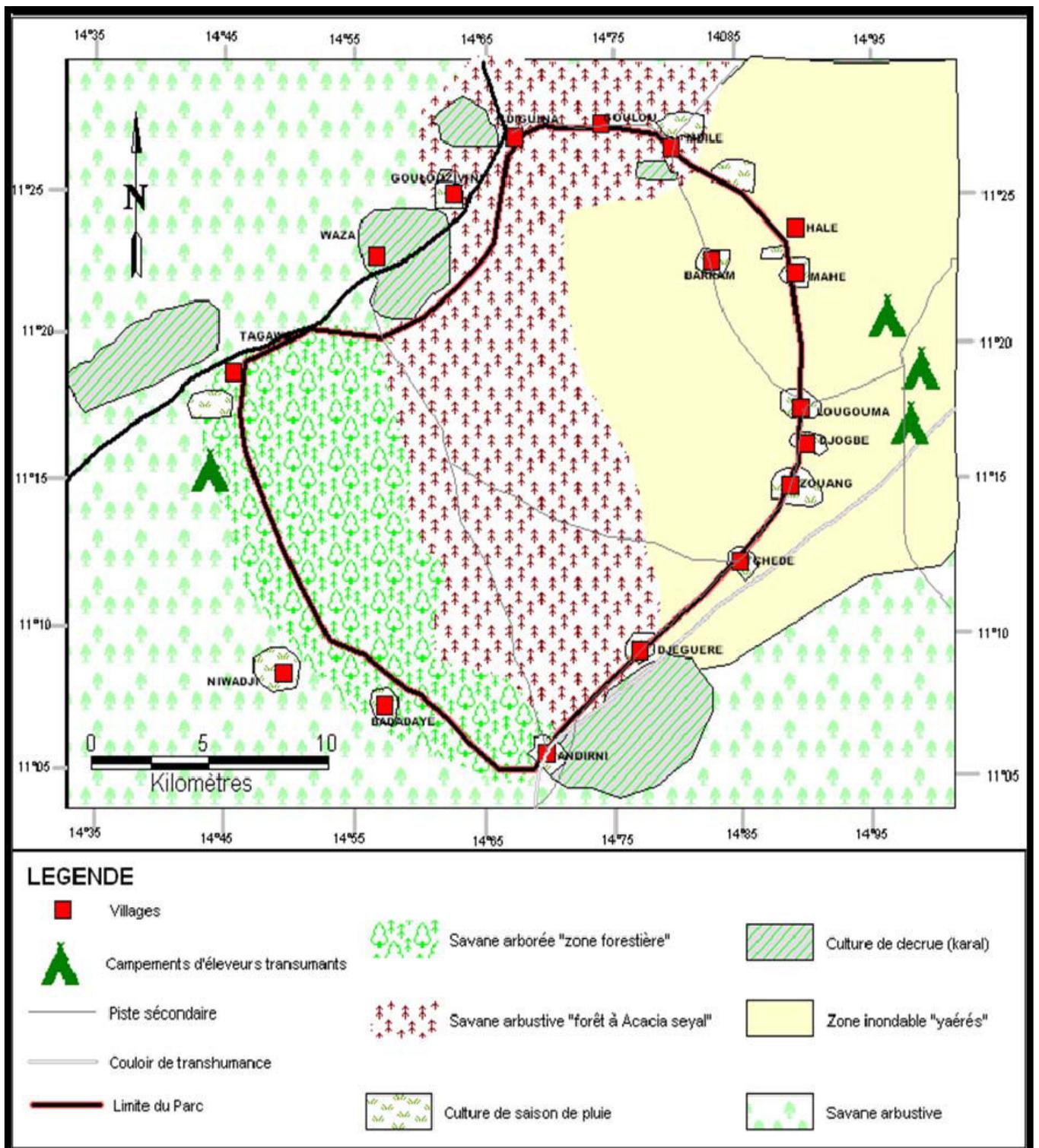


Figure 10: Occupation des sols du PNW et de sa zone périphérique (figure réalisée par Kabelong et Jiagho, 2013)

Ces types d'occupation des sols montrent l'importance socio-économique de la zone périphérique du PNW. Cette importance se manifeste par de nombreux services offerts et qui aident aux activités diverses : élevage, agriculture, pêche, cueillette/collecte de certaines ressources telles que la paille et le poisson, collecte et utilisation des ressources ligneuses (pour le bois de chauffe, le bois de construction) et non ligneuses (fourrage, feuilles, fruits, miel, gomme arabique et autres résines). Ce potentiel socio-économique de la zone périphérique du PNW est dû au fait qu'elle appartient à une zone humide, généralement considérée comme un écosystème très productif, qui possède des attributs très particuliers, remplit une large gamme de fonctions, fournit de nombreux produits et rend des services variés aux populations riveraines (Harthon, 1990; Skinner *et al.*, 1994; Roggeri, 1995; Barnaud, 1998 cité par Mvondo, 2003).

Faisant partie d'un site Ramsar, le PNW et sa zone périphérique sont reconnus d'importance au niveau international, non seulement à cause de leur potentiel socio-économique, mais également de leur importance biologique qui sera décrite dans les paragraphes ci-après afin de mieux élucider le découpage des unités paysagères présentes.

1.2.3.3. Faune, flore et végétation du parc national de Waza : un grand potentiel, peu connu et peu valorisé

Flore et végétation typiques des milieux soudano-sahéliens

D'une manière générale, les travaux existant (Letouzey, 1968 et 1985 ; Brabant et Gavaud, 1985 ; Wit, 1975 ; Scholte *et al.*, 2000) procurent des informations très générales sur la flore et la végétation du PNW et sa zone périphérique. D'après ces études, la physionomie du Parc est du type soudano-sahélien caractérisé par une steppe à épineux du genre *Acacia seyal*, jonchée de *Balanites aegyptiaca* que tapisse une plaine herbeuse riche en graminées annuelles et pérennes. La figure 11 montre une des physionomies du parc notamment dans la zone de végétation à *Acacia* en saison sèche.

La taxonomie des espèces végétales rencontrées dans le PNW a été réalisée de manière partielle (Scholte *et al.*, 2000). Elle comprend des ligneux (33 espèces), des sous ligneux (57 espèces), des Cypéracées (6 espèces) et des Poacées (36 espèces).



Figure 11: Un peuplement de Acacias dans la zone arbustive du PNW (photo Jiagho, 2013)

Faune sauvage : potentiel et valorisation

Le Plan d'aménagement révisé du Parc National de Waza (MINFOF, 2014) donne les informations générales sur la faune sauvage du Parc. On y relève que ce Parc renferme une grande concentration animale variée et diversifiée. On y rencontre des herbivores, des carnivores, des rongeurs, des primates, des insectes, des reptiles, des oiseaux, etc. Des inventaires de la faune terrestre du Parc réalisés à la fin des années 1990 et en début des années 2000 ont permis d'apprécier l'importance et l'évolution des espèces. De ces inventaires, il ressort que des modifications importantes s'opèrent sur le nombre et le type d'espèces fauniques rencontrées dans la région. Par exemple, à cause des modifications des habitats, du braconnage et de la peste bovine, les espèces comme le Buffle (*Syncerus cafer cafer*), le Guépard (*Acinonyx jubatus*), le Céphalophe à flanc roux (*Cephalophus rufilatus*) et le Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) ont disparu de ce Parc. Les espèces en voie de disparition sont le Céphalophe de Grimm (*Sylvicarpa grimmia*), le Chat sauvage (*Felis silvestris*) et le Cob defassa (*Kobus*

ellipsiprymnus). Toutefois avec les efforts de lutte anti-braconnage, un certain nombre d'espèces commencent à réapparaître. C'est le cas de la Civette (*Civettictis civetta*), le Serval (*Leptailurus serval*), le Renard (*Canis aureus*).

Parmi les animaux sauvages emblématiques du PNW, se trouve le lion (figure 12) dont la population est en décroissance. En l'espace d'une quarantaine d'années, ces félins seraient passés d'une centaine à une quarantaine. Aussi, le nombre de lions adultes a diminué de 40 à 60 en 2002 pour 14-21 en 2008, ce qui représente une réduction d'environ 65 % en 6 ans (Tomenta, 2012). Ceci montre une population sous haute pression. Cependant des mesures ont été prises ces dernières années par les Services de la Conservation en collaboration avec l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) pour réduire cette pression. Les données du suivi-écologique montrent que le nombre actuel de lions se situerait entre 35 et 45 individus (MINFOF, 2014). Ces mesures concernent entre autres, le renforcement des opérations de patrouilles, l'implication des populations locales à la lutte anti-braconnage et l'appui aux activités génératrices de revenus alternatives au braconnage.



Figure 12 : Une lionne dans le PNW (photo UICN, 2014)

La girafe (*Giraffa camelopardalis*) fait aussi partie des animaux emblématiques. La densité de sa population était d'environ 2,5 girafes/km² dans les années 80 dans le PNW, soit une population totale estimée à 1000 girafes (Ngog Nje, 1981). Dans les années 2010, cette population était estimée à environ 604 girafes (Foguekem *et al.* 2010, cité par MINFOF, 2014). La baisse des effectifs se justifierait par la capture des girafons, le braconnage et la destruction du feuillage des *Acacia* par le feu lors de la récolte de la gomme arabique (dans la savane arbustive). L'abondance des *Acacia* est déterminante pour la survie de la population de girafes; c'est la raison pour laquelle la zone préférentielle de distribution de cette population se trouve au niveau de la savane arbustive et de la savane arborée dominée par cette espèce d'*Acacia* (figure 13).



Figure 13 : Groupe de girafes dans le PNW (photo Jiagho, 2013)

Par contre le nombre d'herbivores tels le Cob de buffon (*Kobus kob*), le damalisque (*Damaliscus korringum*) et l'hippotrague (*Hippotragus equinus*) sont en nette augmentation selon les observations réalisées par le Service de la Conservation avec l'appui du programme MIKE (Monitoring of Illegal Killing of Elephants). Quant à la population d'éléphants (*Loxodonta africana africana*), un recensement aérien effectué en février 2007 par Tchamba *et al.* donne un effectif de 1200 individus. Un autre recensement aérien effectué en mai 2008 par WWF avec l'appui de la Kenyan Wildlife Service a estimé leur population à 600 éléphants. Une des raisons de cette différence peut se trouver dans le décalage entre les périodes d'exécution des inventaires (migration hors du parc) ou de la variabilité des méthodes utilisées ; d'où la nécessité d'utiliser les mêmes méthodes pour le recensement des populations.

Certains facteurs externes, tels que l'eau et la disponibilité suffisante des aliments rythment la vie sauvage dans le PNW. De ce fait, il est observé le plus souvent les mouvements de plusieurs espèces soit à l'intérieur ou à l'extérieur du parc dépendamment des saisons. À titre d'exemple, pendant les périodes d'inondation, un groupe d'éléphants migre du PNW vers le triangle agropastoral et dans la réserve de Kalfou de Mindif/Moulvoudaye (situés au Sud-Est du Parc). De même en saison sèche, un autre groupe d'éléphants migre du PNW vers le Parc National de Kalamaloué (au Nord) à la recherche des points d'eau existants. Ces deux groupes suivent des couloirs de migration qu'ils reconnaissent depuis des années. Ces mouvements migratoires observés sont à l'origine des dégâts sur les peuplements de *Acacia seyal*, les cultures le long des couloirs de migration et parfois même des pertes en vies humaines. Les figures 14 et 15 montrent respectivement les couloirs de migration des éléphants de Waza et un groupe d'éléphants de ce Parc.

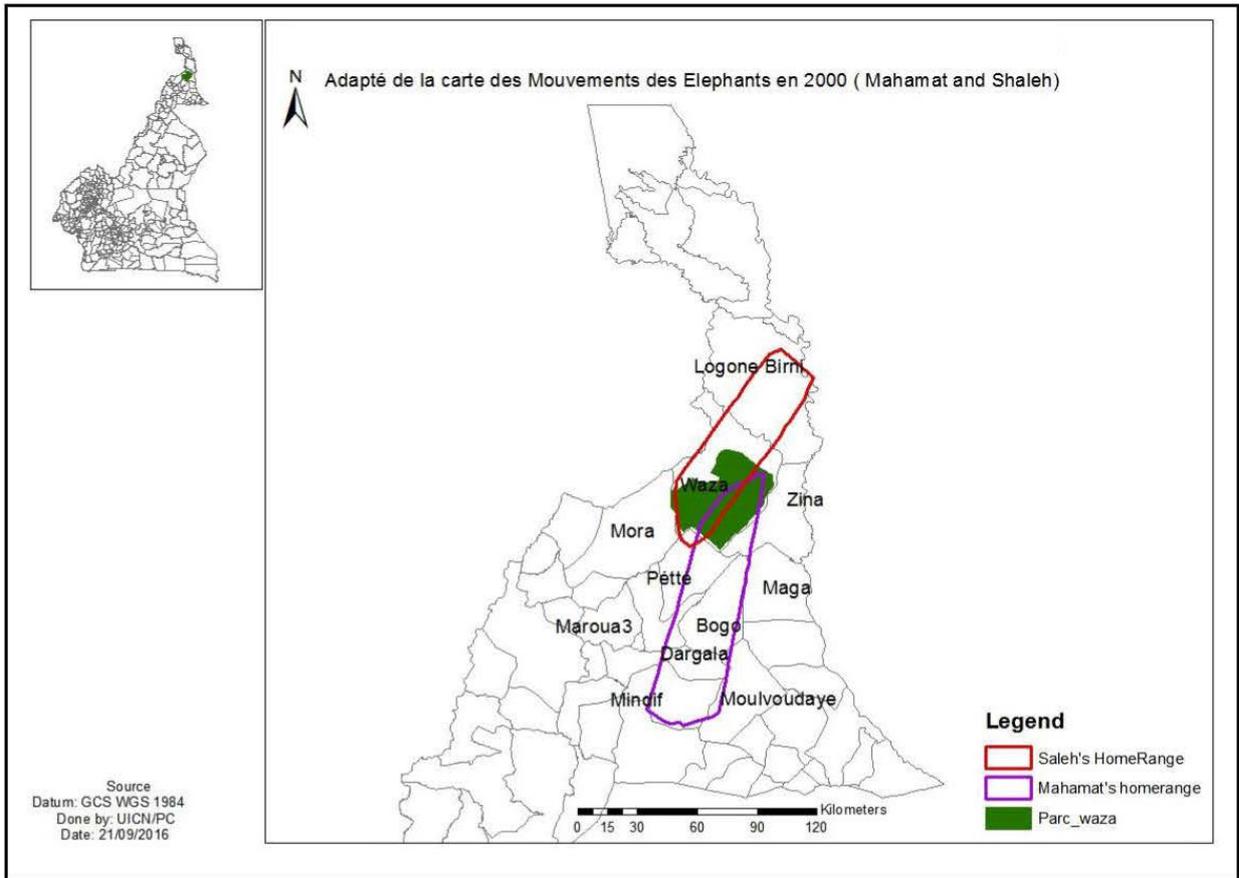


Figure 14 : Couloirs de migration des éléphants de Waza (adaptée de la figure réalisée par Saleh et Mahamat, 2000)



Figure 15 : Troupeau d'éléphants dans le PNW (photo Jiagho, 2007)

Le PNW et sa périphérie regorgent une population d'avifaune importante composée de plus de 370 espèces d'oiseaux dont plus de 71 espèces d'oiseaux d'eau parmi lesquelles une vingtaine est migratrice. En 1996, près de 97.000 oiseaux d'eau ont été comptés dans une vingtaine de sites prospectés (MINFOF, 2014). Le PNW serait le seul du pays à avoir une population d'autruches (figure 16). Cette population a été très menacée dans le parc au début des années 2000, mais avec le renforcement des efforts de la protection et de sensibilisation, leur nombre semble en nette augmentation. Ce nombre est passé d'environ 07 individus en 2007 à environ 70 individus en 2012. Une étude récente menée par l'UICN (2014) montre la présence d'au moins 10 espèces d'oiseaux : Autruche d'Afrique, Calao à bec noir, Outarde à ventre noir, Canard casqué, Grue couronnée, Pintade, Tourterelle pleureuse, Pique Bœufs, Mange-mil, Perdrix.



Figure 16: Bande d'autruches du PNW (photo extraite de MINFOF, 2014)

Dans les années 1970, Depierre et Olé (1976) cité par MINFOF (2014) décrivaient le PNW comme le plus connu des parcs nationaux du Cameroun et celui dont la réputation avait déjà franchi les frontières. On y rencontrait la plus forte densité d'animaux sauvages. C'était aussi le parc où le touriste était sûr de pouvoir admirer les éléphants, les lions et les girafes. Jadis considéré comme fleuron du tourisme camerounais, ce parc est celui qui recevait jusqu'à très récemment par an le plus grand nombre de touristes. La construction du barrage de Maga (en 1979), puis la réhabilitation hydrologique de la plaine d'inondation de Waza Logone (1997 - 2000) ont influencé la taille de certaines populations animales et, par là-même, l'attractivité de Waza. La fréquentation du PNW entre les saisons 1966/67 et 2003/04 est reportée sur la figure 17.

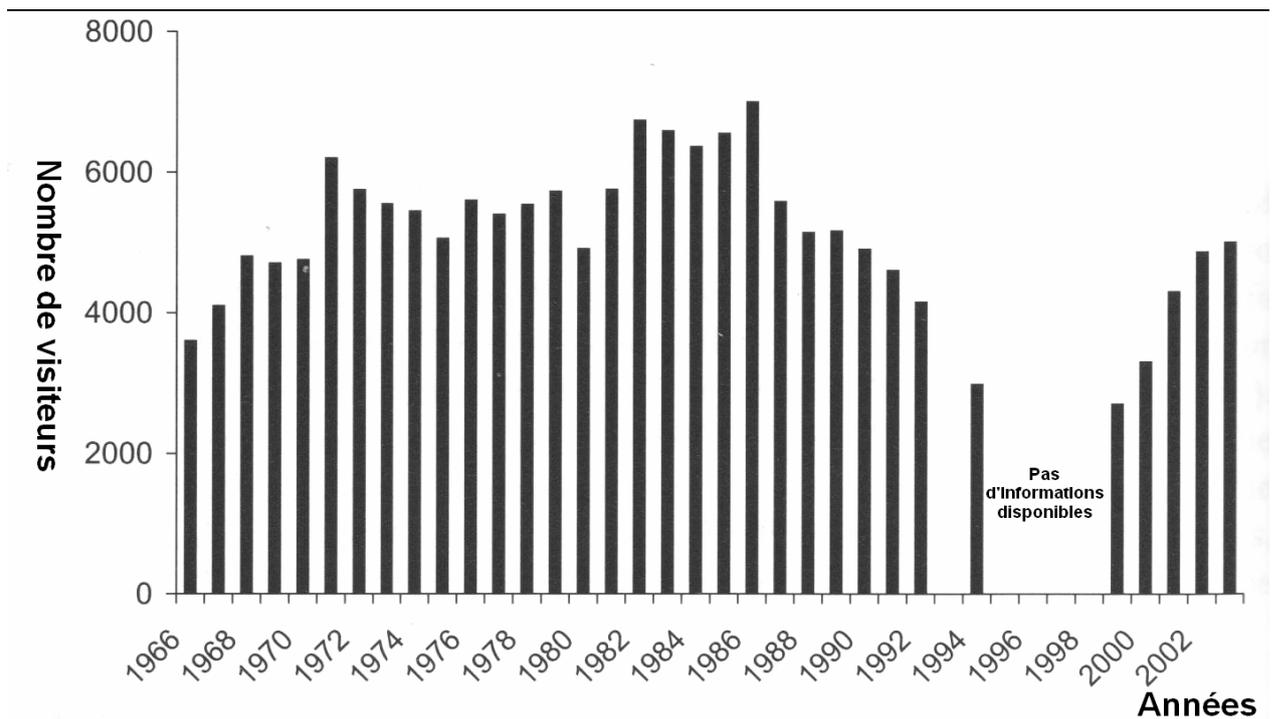


Figure 17: Nombre de visiteurs du PNW (figure copiée de Scholte, 2005)

Outre la baisse des effectifs des populations animales due au braconnage et aux changements climatiques, des facteurs externes au parc sont venus influencer son attractivité et sa fréquentation. Ainsi, la forte baisse des touristes des années 1990 serait due à la crise économique qu'a connue le pays et à l'insécurité qui régnait dans la région (UICN/MINEF, 1997). Certains problèmes, notamment ceux liés au transport terrestre et aérien, ont également entraîné une baisse de la fréquentation du parc.

Le Parc National de Waza est l'un des plus emblématiques que compte le Cameroun, et il a longtemps contribué à la promotion de l'image du Cameroun. Mais, il fait face depuis plusieurs années à la dégradation de son écosystème et à d'autres problèmes, parmi lesquelles la rudesse du climat et les fluctuations saisonnières qui affectent son réseau hydrographique. Raison pour laquelle le climat, le relief et l'hydrographie sont aussi parmi les aspects physiques qu'il faut bien analyser et comprendre pour mieux orienter le découpage des unités paysagères de ce site.

1.2.4. AUTRES TRAITS PHYSIQUES RÉVÉLATEURS DES SPÉCIFICITÉS DU MILIEU

L'observation des températures sur une période de 30 ans (1982-2012) pour la ville de Waza montre une température moyenne annuelle située autour de 27,90°C. La figure 18 montre que le mois d'avril est le plus chaud avec une température moyenne de 32,2°C.

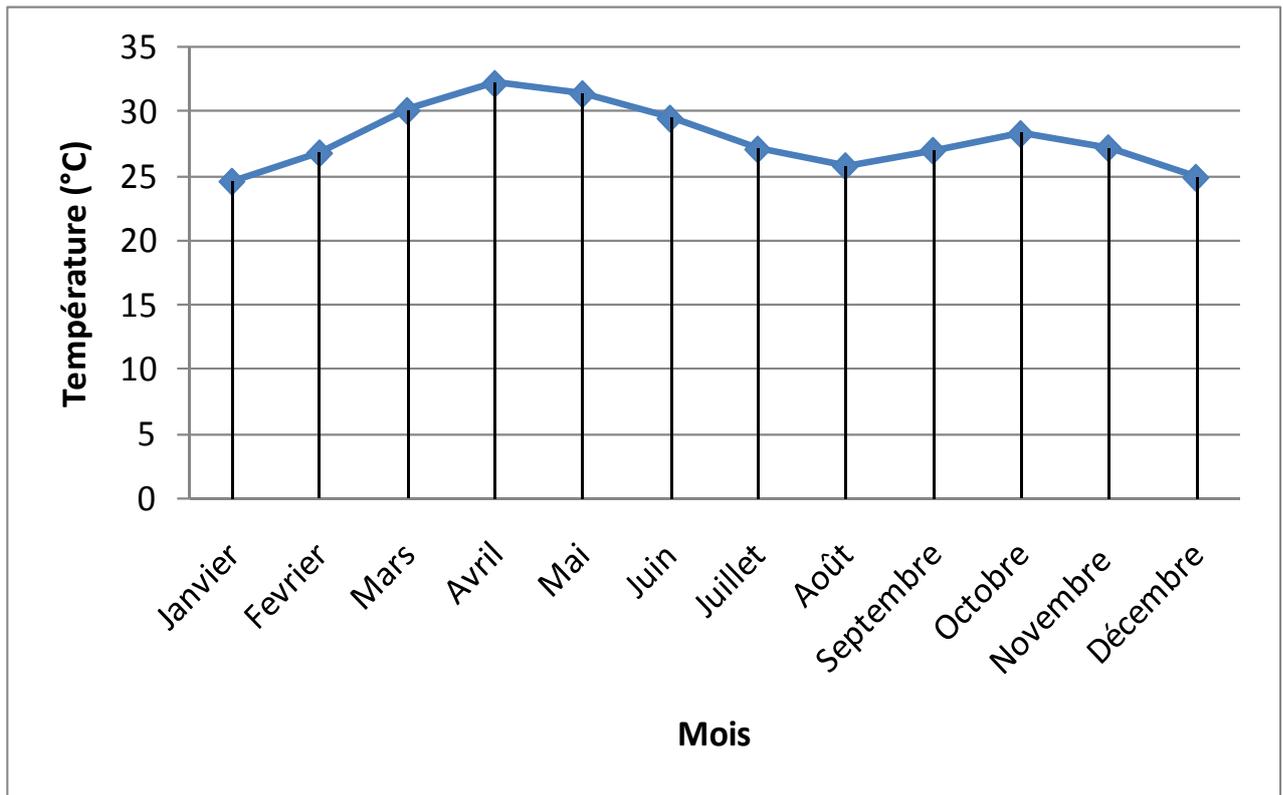


Figure 18: Températures moyennes mensuelles pour Waza (données des stations météorologiques)

L'analyse des précipitations moyennes annuelles (figure 19) établies sur la période de 1984 à 2012 dans le département du Logone et Chari (qui héberge la majeure partie du Parc et sa zone périphérique) montre que les précipitations annuelles ont une tendance légèrement croissante avec une valeur moyenne qui varie de 470 mm (en 1984) à un peu plus de 520 mm (en 2012).

Sur la base des données des précipitations, ainsi que celles de la température, le diagramme ombro-thermique a été élaboré pour la ville de Waza (figure 20).

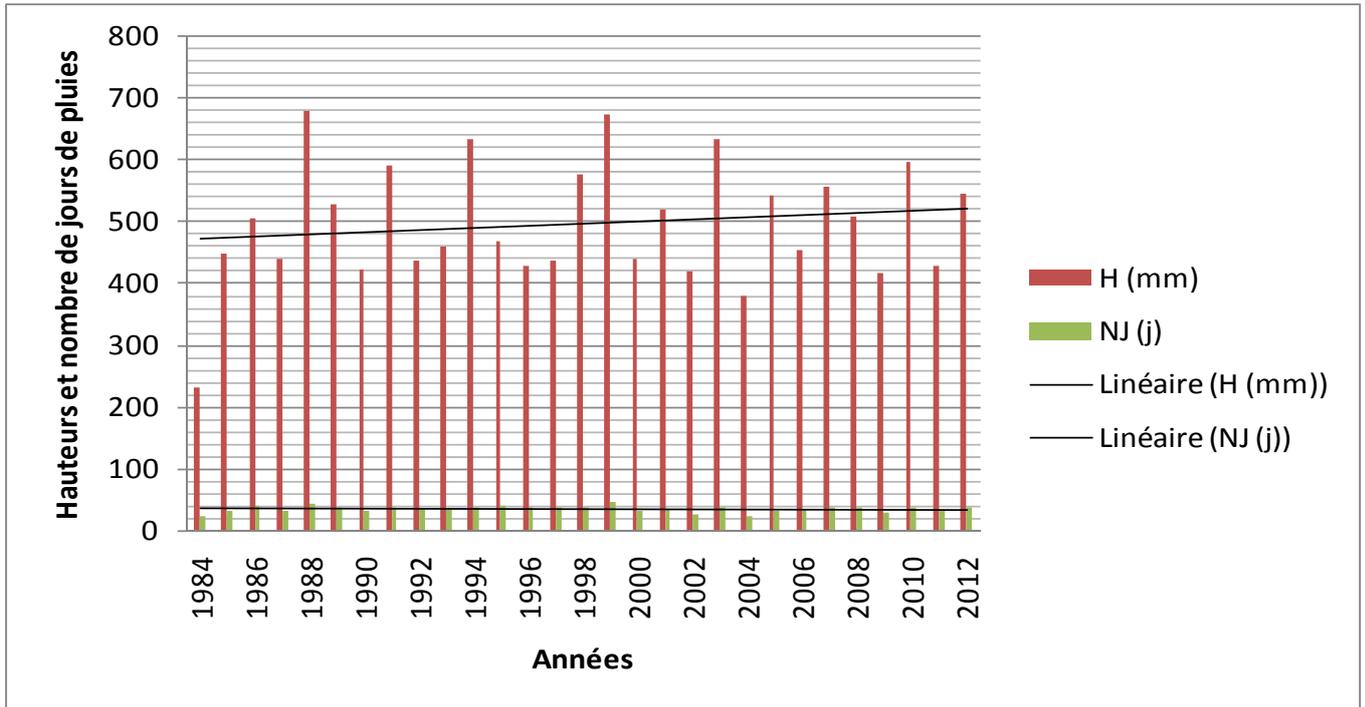


Figure 19: Variations interannuelles de la pluviométrie dans les stations du Département du Logone et Chari (1984-2012)

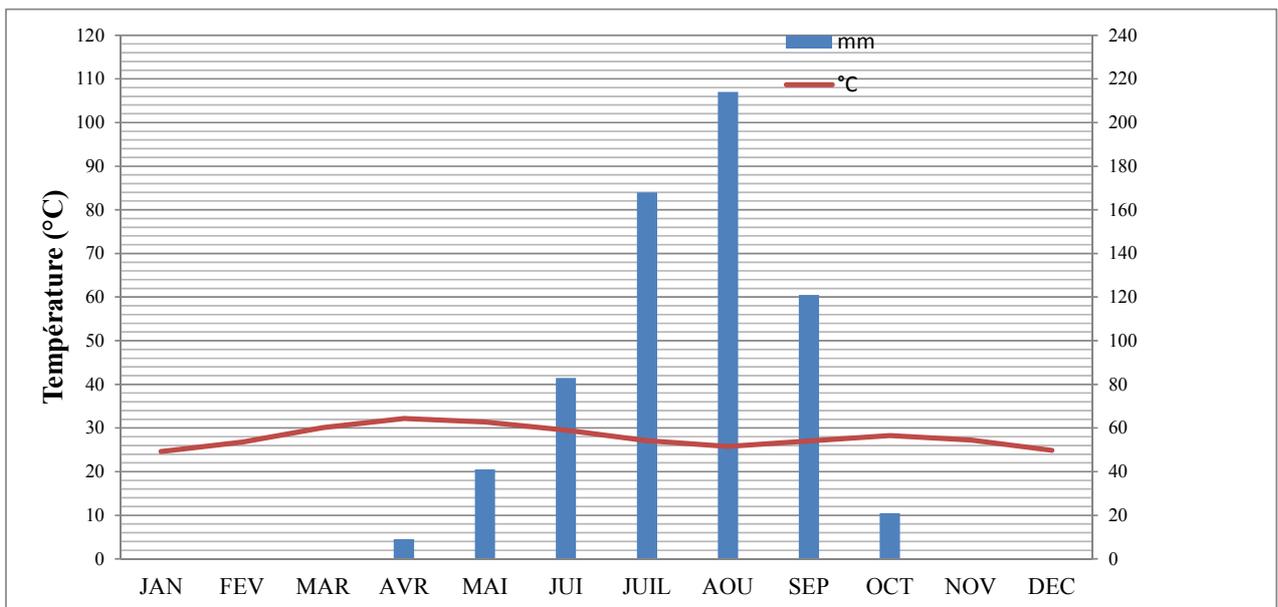


Figure 20: Diagramme ombrothermique de Waza, 1982-2012

Le PNW et sa périphérie, comme d'ailleurs toute la région a un climat propre aux milieux type soudano-sahélien. Il y a peu de précipitations, quelle que soit la période de l'année. Sur l'année, la température moyenne à Waza est de 27,9 °C. La moyenne des précipitations annuelles atteint 657 mm. La saison des pluies va de juin à septembre. Une différence de 214 mm est enregistrée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide.

Le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique donne également des informations sur les précipitations et les températures de la zone agro-écologique soudano-sahélienne. Dans ce document, il est indiqué que, l'année 1981 marque le début de la péjoration des précipitations annuelles pour cette zone écologique. La figure 21, extraite de ce document montre que les précipitations moyennes annuelles ont oscillé d'une valeur maximale de 1248 mm en 1965 à 727 mm en 1984 (année marquante de la sécheresse dans le sahel africain). Ainsi, une baisse globale de 20,39 % a été enregistrée, ce qui correspond à une diminution décennale des précipitations moyennes de 4,07 % au cours de ces six dernières décennies.

Pour ce qui concerne les températures moyennes, elles ont oscillé de 27,82 en 1997 à 28,77°C en 2002. Ce qui traduit une très faible variation des températures dans cette grande zone agro-écologique où la moyenne générale est de 28,10°C avec un écart type de 0,22. La figure 22 représentant la courbe d'évolution des températures montre bien des pics importants en 2002 et 1996. Avec une différence de 0,95°C d'augmentation en deux décennies, la température a augmenté de 1,69% par décennie (0,47°C) dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun.

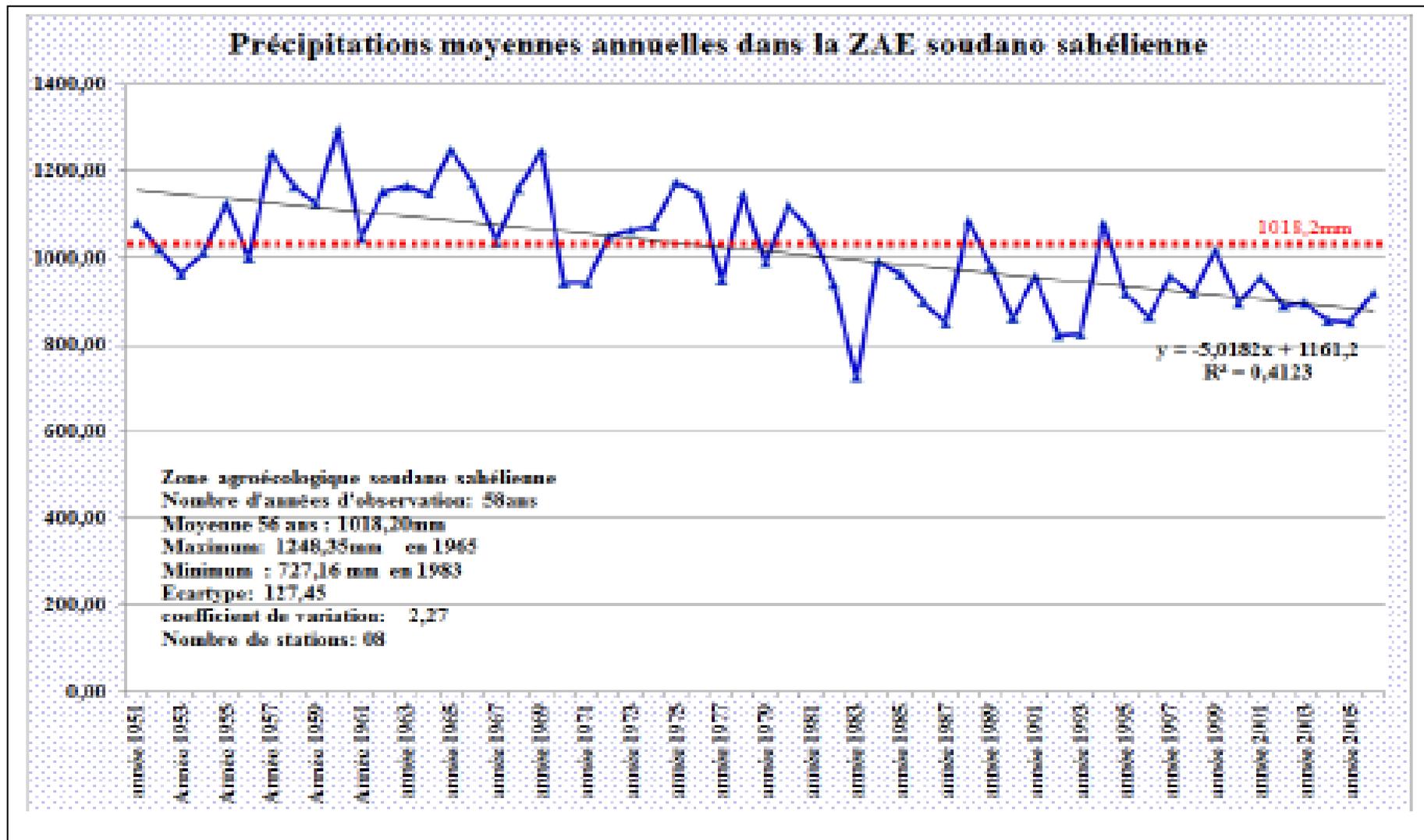


Figure 21 : Évolution des précipitations moyennes annuelles de la zone soudano sahélienne de 1951 à 2006 (PNACC, 2015)

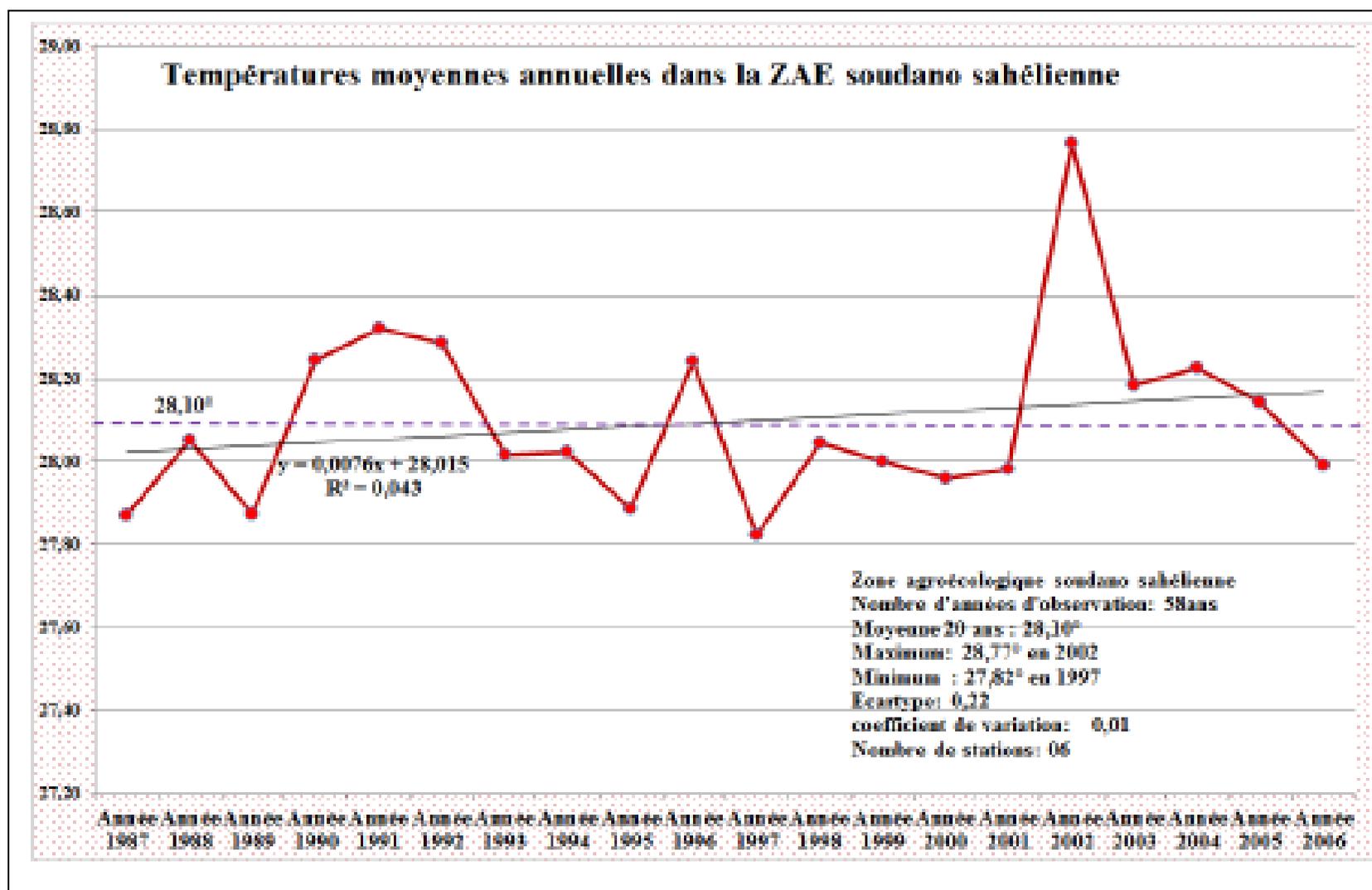
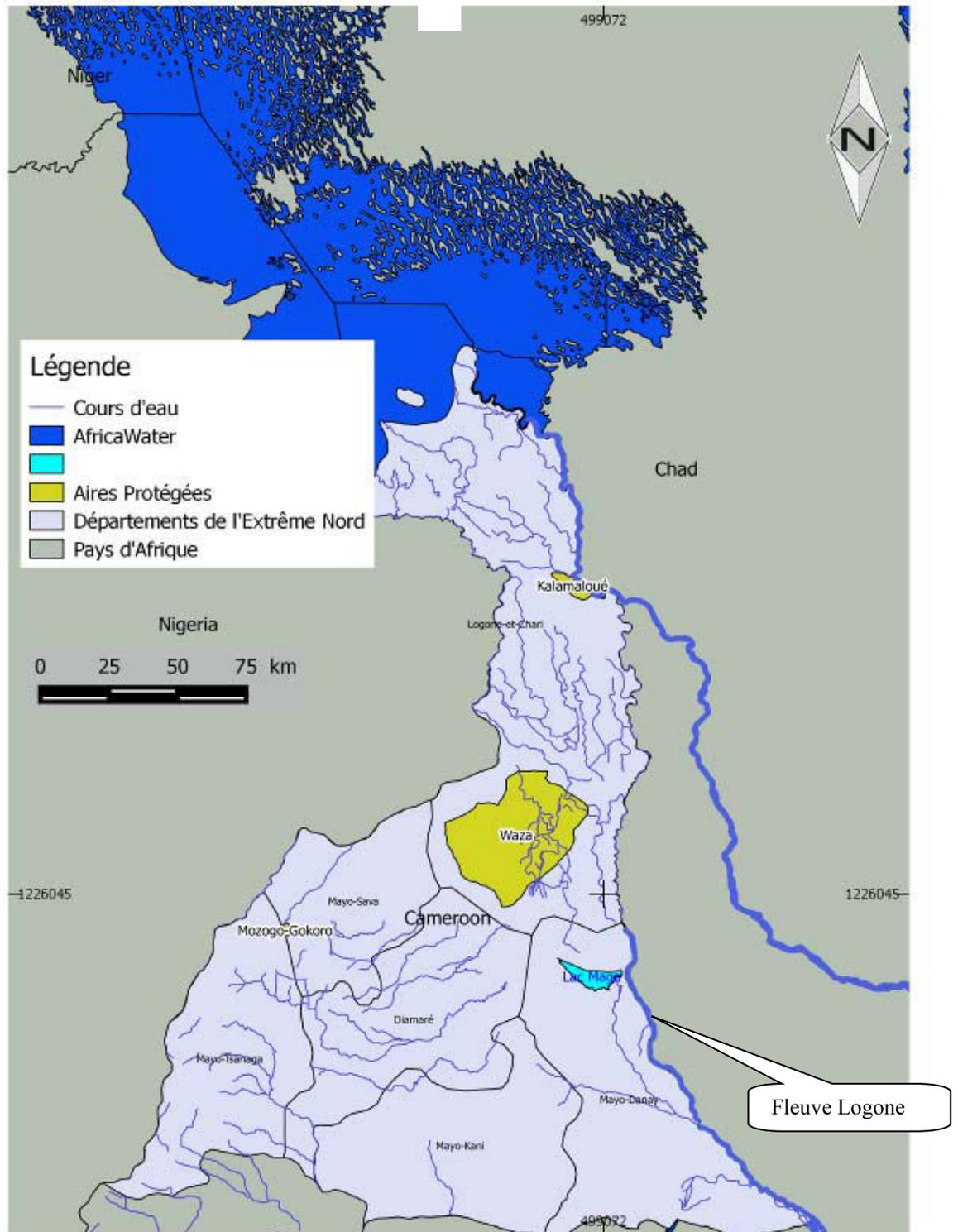


Figure 22 : Évolution des températures moyennes de la zone soudano sahélienne annuelles de 1987 à 2006 (PNACC, 2015)

En ce qui concerne l'hydrographie, le PNW et sa périphérie sont alimentés par les eaux en provenance des Monts Mandara et du fleuve Logone. Le réseau hydrographique représenté dans la figure 23 compte des cours d'eau permanents (fleuve Logone et lac de Maga) et non permanents appelés "mayos" (Mayo Logomatya, MayoVrick et Logone Mazra). Les cours d'eau participant au drainage du PNW et sa périphérie sont tributaires du fleuve Logone et comprennent :

- le fleuve Logone avec ses branches principales qui prennent source plus au Sud, sur le plateau de l'Adamaoua au Cameroun et en République Centrafricaine. Cet ensemble concerne le bassin du fleuve Logone jusqu'à la station du fleuve hydrométrique de Bongor, couramment appelé "Logone supérieur";
- l'ensemble des cours d'eaux temporaires (Mayos) issus principalement des Monts Mandara, qui se jettent directement dans la plaine d'inondation après avoir franchi le cordon dunaire ;
- les défluent du fleuve Logone vers la plaine d'inondation ;
- les drains issus de la plaine, qui vidangent les eaux vers le Logone, le Chari ou le Lac Tchad.



Source: Diva Gis, Google Earth 2014

Figure 23: Réseau hydrographique

Le sens des écoulements des eaux tel qu'indiqué ci-dessus est fonction du relief et des altitudes. La carte des altitudes (figure 24) montre que les Monts Mandara situés au Sud-Ouest du Parc constituent les zones de grandes altitudes (entre 700 – 900 m). Les eaux en provenance de ces massifs se déversent dans le Lac de Maga, les plaines et le fleuve Logone (situés à une altitude moyenne de 191 m). Au cours de son parcours vers le Lac Tchad, ces eaux, lors des crues, inondent la partie Est du Parc et ses zones périphériques qui font partie des plaines d'inondation du Logone.

La capacité de la zone Est du parc à rester inondée pendant une partie de l'année est aussi fonction des caractéristiques pédologiques. La carte pédologique (figure 25) montre que cette zone est caractérisée par la présence des sols hydromorphes constitués des argiles fluviales et fluvio-lacustres. Ce sont aussi des sols très sélectifs pour les végétaux ligneux, à cause des conditions du milieu (hydromorphie). Par contre, l'Ouest du parc est caractérisé par la dominance des sols lessivés et de planosols, constitués d'un mélange de sable et de sable argileux fluvio-lacustre. On y trouve également quelques endroits à sols jaunes sableux, constitués de sables dunaires (Brabant et Gravaud, 1985).

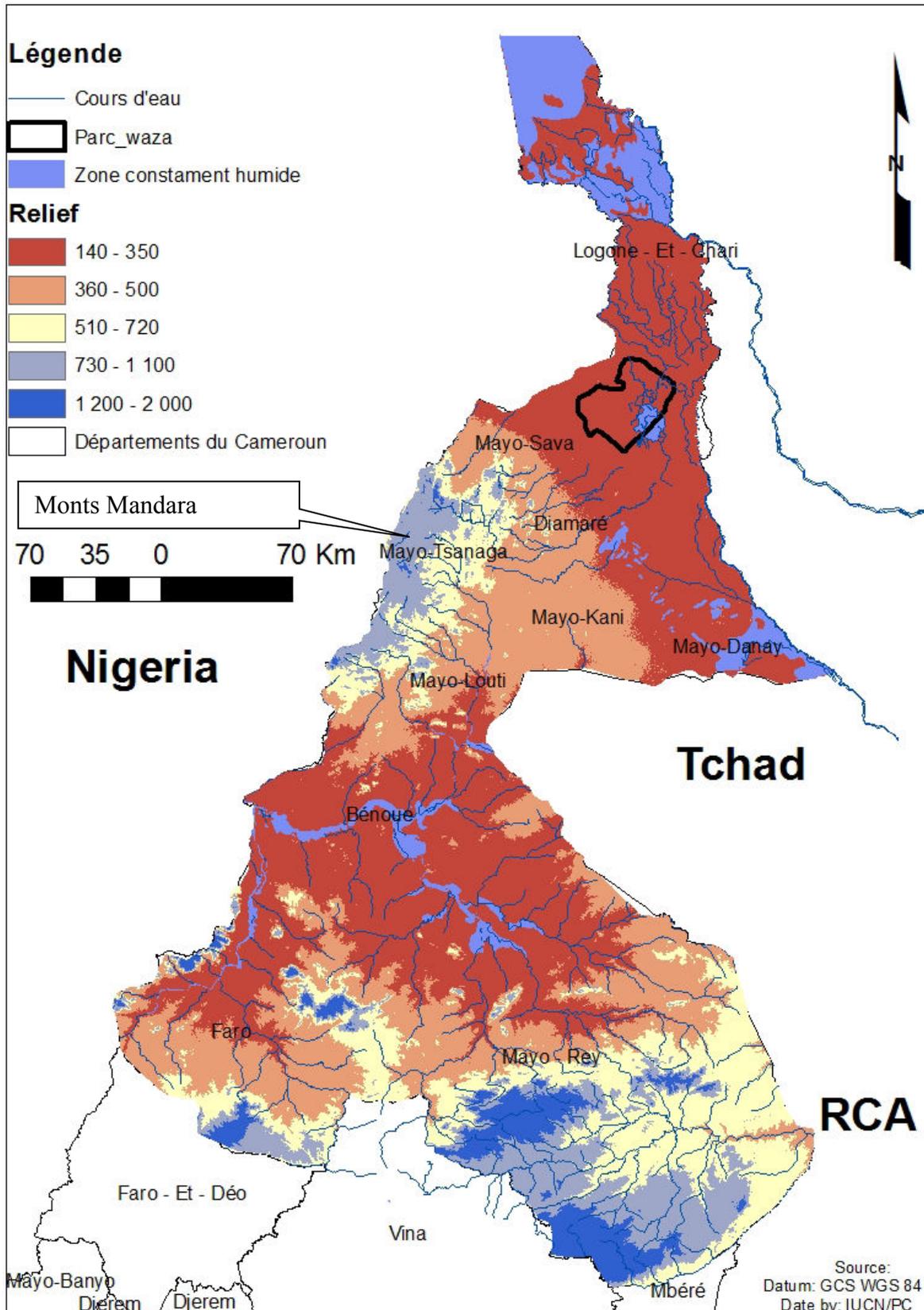


Figure 24 : Altitudes de Waza et ses zones riveraines

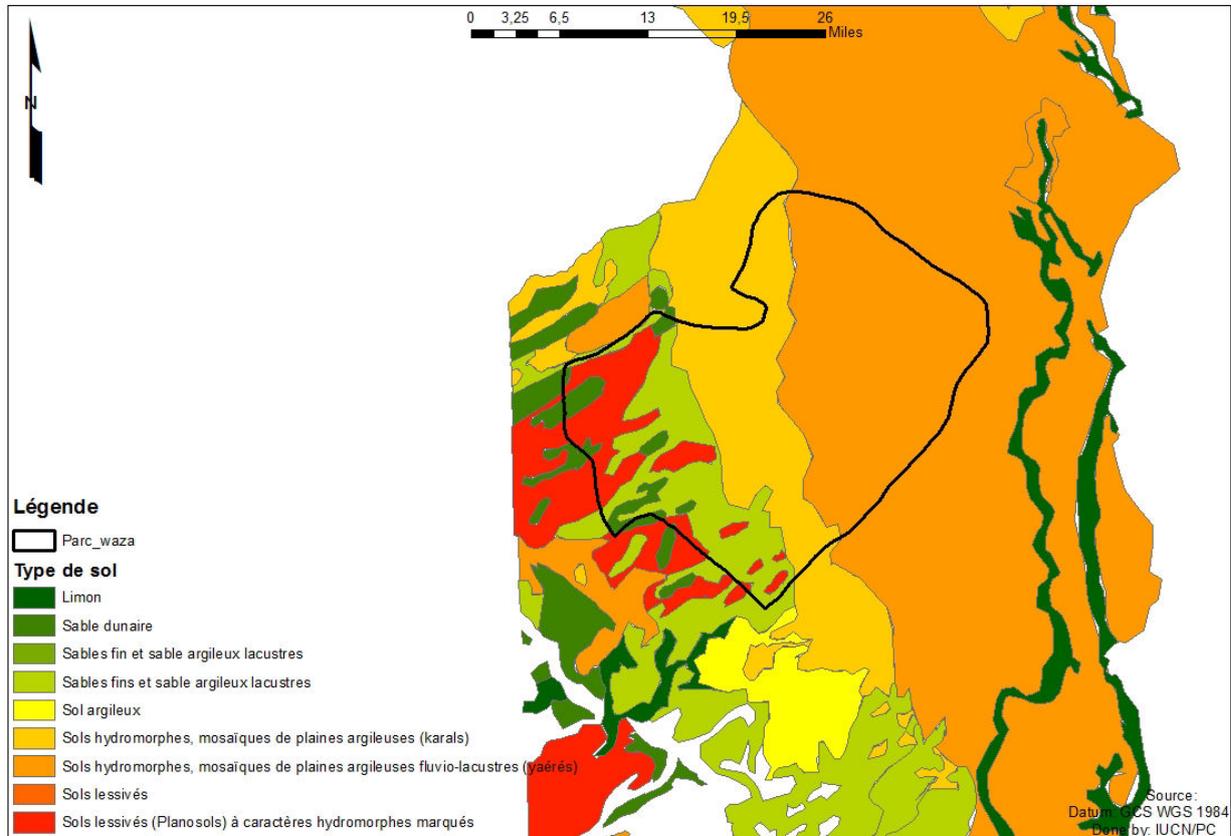


Figure 25: Carte pédologique du PNW et zone périphérique (adaptée de Brabant et Gavaud, 1985)

1.2.5. DÉCOUPAGE DES UNITÉS PAYSAGÈRES DU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA PÉRIPHÉRIE

En se référant à l'occupation des sols, à l'hydrographie, aux caractéristiques des sols, la zone d'étude peut être découpée en trois unités paysagères qui sont :

- l'Unité Paysagère 1 ou zone inondable, ou encore savane herbeuse ;
- l'Unité Paysagère 2 ou savane arbustive ;
- l'Unité Paysagère 3 ou savane arborée ou zone forestière.

Le tableau 2 et la figure 26 décrivent les caractéristiques de chaque Unité Paysagère (UP).

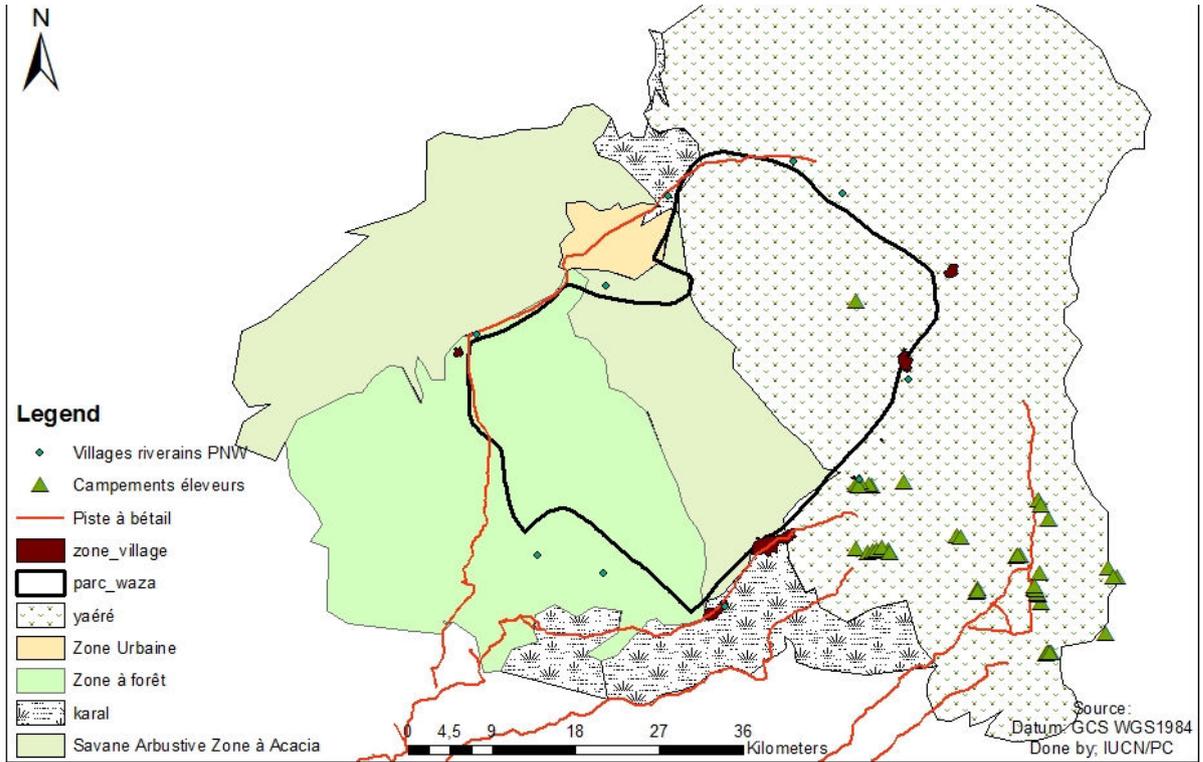


Figure 26: Occupation du sol dans le parc National de Waza et sa zone périphérique

Tableau 2 : Unités paysagères de la zone d'étude

Unités paysagères	Caractéristiques					
	Localisation géographique	Altitude	Types de sols	Hydrographie	Végétation	Aspects socio-économiques
Unité 1 : Plaines inondables ou savane herbeuse	Situé à l'Est du Parc	Environ 191 m	Sols hydromorphes	Inondée temporaire pendant une période de l'année (juillet – décembre)	Savanes herbeuses dont la végétation est essentiellement constituée de graminées, parsemées de quelques <i>Acacia seyal</i> et de <i>Calotropis procera</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pâturage, couloirs et campements des transhumants • De nombreux villages situés à limite du Parc • Présence de grands espaces pour l'agriculture de décrue
Unité 2 : Savane arbustive ou plaines partiellement inondables	Situé au Centre du Parc	Environ 250 m	Sols partiellement hydromorphes, avec des mosaïques de sols argileux (karals)	Présence en saison sèche des mares d'eau Présence de quelques zones inondables et mares au Nord	Savanes arbustives dominées par <i>Acacia seyal</i> , localement appelée «forêt à <i>Acacia seyal</i> » ;	Zone de collecte de la gomme arabique
Unité 3 : Savane arborée (plaines non inondables avec quelques collines à la limite Ouest du Parc)	Situé à l'Est du Parc	Environ 300 m et plus	Nord : Mélange de sols hydromorphes, et de sables fins argileux lacustres Au centre : Mélange de sols lessivés (planosols), de sables fins et sables argileux lacustres Au Sud : Mélange de limons, de sols argileux et de sables argileux	Présence de quelques zones inondables et mares au Nord	Savanes arborées appelées localement « zone forestière » ou abondent les espèces telles que <i>Guiera senegalensis</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Quelques sites de pâturages et de couloirs de transhumance • Quelques villages au Nord et au Sud • Champs dans le village Tagawa

1.3. METHODE D'ETUDE DE LA FLORE, DE LA VEGETATION LIGNEUSE DE LA BIOMASSE

1.3.1. ÉTUDE DE LA FLORE ET DE LA VÉGÉTATION

La collecte des données sur la flore et la végétation ligneuse a été effectuée selon la méthode des inventaires botaniques. Pour cela, nous avons eu recours au matériel de collecte et de traitement des données. Le matériel de collecte de données est résumé ci-après :

- un GPS (Global Positioning System) ; cet appareil a permis de faire les levées de terrain, de retrouver les débuts des transects et de les suivre ;
- une boussole ; cet appareil a permis de s'orienter au niveau des transects ;
- des rubans à diamètre qui ont permis de mesurer les diamètres à hauteur de poitrine ;
- un décimètre pour la délimitation des transects ;
- des fiches de relevés floristiques pour collecter les données sur le terrain ;
- des fiches d'entretiens pour les enquêtes socioéconomiques avec les populations locales ;
- un appareil photo numérique pour la prise d'image ;
- une perche graduée pour la mesure des hauteurs des arbres ;
- un tableau avec les coordonnées géographiques (longitude, latitude) des points d'inventaire ;
- une carte de sondage.

Le matériel de traitement des données est constitué des logiciels de traitement de données : QGIS et ArcGIS pour la réalisation des cartes, Google Earth pour l'acquisition d'images satellites, Microsoft Office 2013 pour la saisie et le traitement des données.

La méthode d'inventaire choisie est celle des transects proposée par Sonké (1998), Nkongmenek (1999), White & Edwards (2000), Zapfack (2005) et retenue aussi comme standard par la Wildlife Conservation Society (WCS). Les lignes de base des transects sont disposées parallèlement et espacées par une équidistance de 4 km. Elles partent de la périphérie, traversent la limite et parcourent également l'intérieur du Parc sans dépasser la limite de la zone d'étude. Les coordonnées géographiques (longitude, latitude et altitude) sont notées au début et à la fin de chaque transect à l'aide du GPS. C'est approche d'utilisation des lignes de base est aussi conseillée par Gounot (1969). Selon cet auteur, l'étude de la végétation doit se faire d'une façon

orientée, le long d'une ligne droite ou d'une bande, et lors des inventaires, les paramètres étudiés pour chaque arbre inventorié sont : le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) soit à 1,3 m du sol, sa position par rapport à la médiane, sa position par rapport à l'origine du layon, le nom latin de l'espèce.

Au total 23 transects ont été parcourus en 2012 lors de ces investigations écologiques. Chaque transect avait entre 2942 et 20342 m de long en fonction de sa localisation comme indiqué dans la figure 27. La longueur de chaque transect parcouru est en principe de moitié à l'intérieur du Parc et l'autre moitié à l'extérieur du Parc (sauf pour le transect 13 qui avait une position particulière). Seules les espèces ligneuses recensées lors des inventaires ont retenu notre attention, ceci en vue de focaliser le travail sur les principaux objectifs de notre étude.

Un herbier était généralement constitué quand celui-ci était nécessaire pour des espèces dont l'identification sur le terrain n'était pas facile. Une fois à Maroua (Chef-lieu de la Région de l'Extrême Nord), les espèces étaient identifiées par les spécialistes de systématique de l'Institut Supérieur du Sahel (ISS). La majorité des espèces a été identifiée sur le site par les prospecteurs en langues locales, et le manuel de dendrologie des savanes boisées (Juin 1990) a permis de connaître les noms scientifiques des espèces. Aussi, des photos numériques ont été utilisées et des noms locaux ont permis d'avoir les noms scientifiques auprès des personnes ressources de Maroua et de la documentation existante.

Pour chaque espèce ligneuse identifiée, les données suivantes ont été collectées : la hauteur à l'aide d'une perche graduée, la circonférence à l'aide des rubans à diamètre et la distance médiane par rapport au début de chaque transect. Les indices tels que l'état des arbres morts (coupés ou entiers) étaient notés, l'état des branches était aussi signalé (coupées ou non).

La mesure de la circonférence des différentes espèces s'est réalisée à hauteur de poitrine c'est-à-dire à 1,30 m (figure 28). Cependant, certains arbres et arbustes se ramifient à une hauteur inférieure à 1,30 m. La mesure de la circonférence de ceux-ci s'est opérée à la base, soit à 30 cm du sol. Henry *et al.* (2009) ont expérimenté et recommandé cette approche.

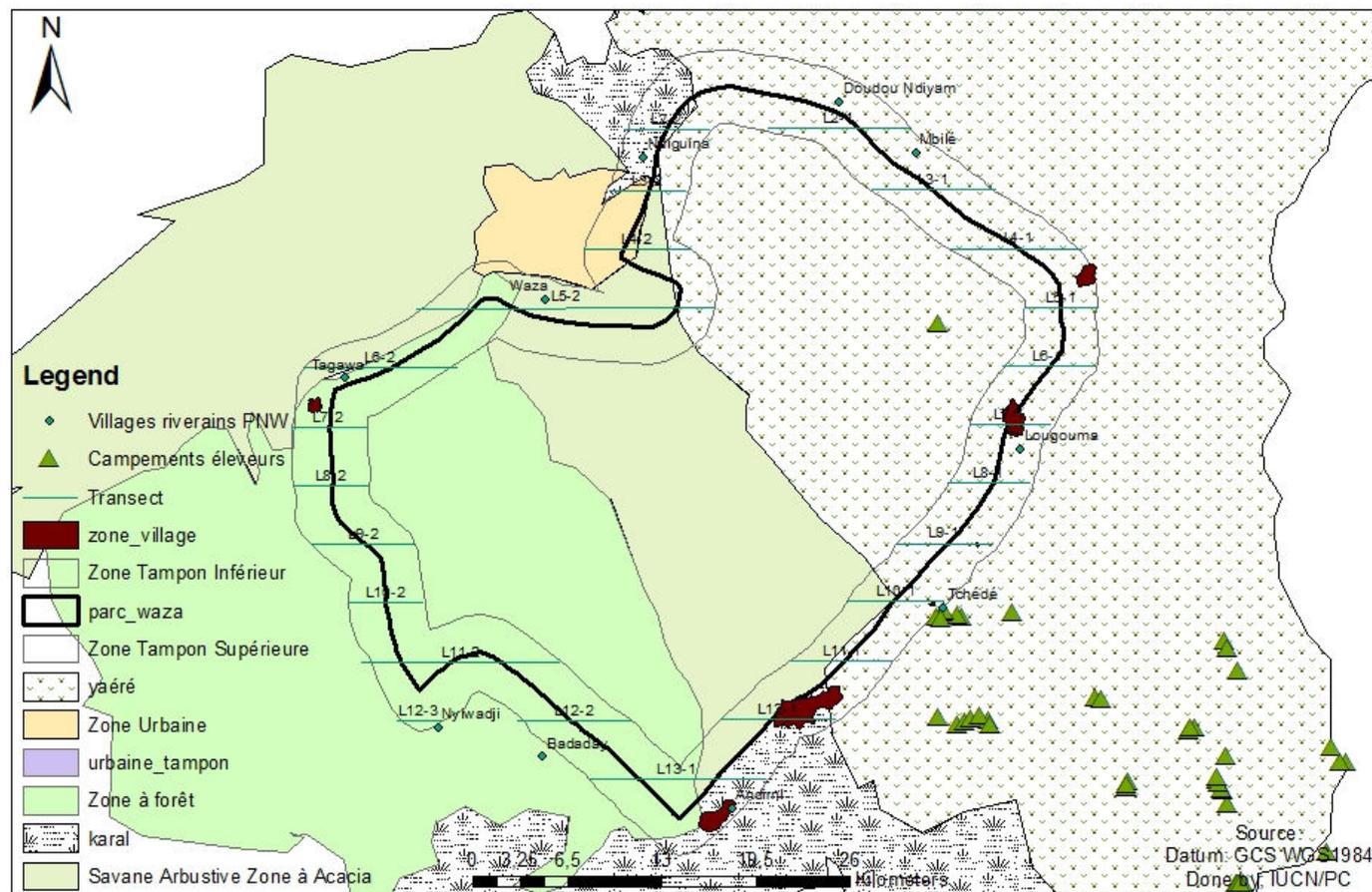


Figure 27: Plan de sondage



Figure 28: Deux vues des travaux d'inventaires (Photo Jiagho, 2012) ; A) mesure des circonférences ; B) organisation du travail sur un transect

Cette méthode d'inventaire reconnue aussi sous le nom de l'inventaire systématique stratifié, est basée sur l'échantillonnage stratifié à transect de taille variable (Sylla et Picard, 2005), car la longueur des transects est variable. Les transects ont été préalablement définis sur la carte de sondage présentée à la figure 27. Sur cette carte, sont placés des transects horizontaux et parallèles, situés à une équidistance de 4 km, et disposés de manière à parcourir la même distance de part et d'autre de la limite du Parc, et de couvrir toutes les unités paysagères et types d'occupation du sol de la zone d'étude. Les transects étaient parcourus suivant la direction Est-Ouest, et selon la configuration présentée à la figure 29. La collecte des données s'est faite sur une largeur de 20 m de part et d'autre de la ligne de base de chaque transect (donc 40 m de large).

Avant de parcourir les transects, l'équipe de comptage procédait à l'identification du transect sur le terrain. Le plan de sondage préalablement élaboré contient les coordonnées GPS du début et de la fin de chaque transect. Ces coordonnées géographiques sont préalablement enregistrées dans le GPS. La navigation à l'aide de ce GPS et de la boussole permet à l'équipe de chercher, de retrouver et de se positionner au début du transect (point initial du transect). Pour cela, il suffisait de sélectionner dans le GPS le point et d'utiliser la fonction «Rallier » ; le GPS indique alors la direction à suivre et la distance restant à parcourir. Une fois le point initial du transect retrouvé, le GPS permet à l'équipe de suivre la direction du transect (la boussole permet de trouver et maintenir l'orientation du transect). Lorsque cette distance est nulle, le GPS signale l'arrivée.

L'équipe de comptage est constituée de quatre personnes : un pointeur, un jalonneur et deux compteurs. La première personne est le pointeur qui prend les notes, aligne un jalon avec le GPS que tient un jalonneur. Au début de chaque transect, le pointeur se met sur la ligne de base. Chaque compteur prend une extrémité du décimètre dont la longueur est ajustée à la largeur de la placette d'inventaire (20 m). Les limites de la placette sont balisées à l'aide de voyants (branche et feuille peints et ceci tous les 500 m) et les ligneux contenus dans la placette rectangulaire sont repérés. Tous les arbres et arbustes situés à la limite des placettes sont alors comptés. Cette méthode a été expérimentée et recommandée par Picard (2006).

Une fois le jalon piqué, les deux compteurs (prospecteurs secondaires) marchent de part et d'autre de la ligne de base en identifiant en langue locale les espèces, en mesurant la hauteur, la circonférence et le diamètre de la couronne pour chaque individu.

Deux principales phases ont ponctué ce travail d'inventaire :

- La phase de préparation a commencé à Yaoundé, avec les échanges sur la méthodologie avec les encadreurs, la préparation d'un guide méthodologique simplifié pour le terrain, la préparation des fiches de collecte de données (annexe 1), l'élaboration de la carte de sondage, l'achat et préparation du matériel de collecte des données. Le Laboratoire de Botanique de l'Université de Yaoundé I a été mis à contribution pour cette préparation. À la suite des échanges avec notre encadreur de ce laboratoire, il a été nécessaire de recruter un étudiant de Master en Sciences Forestières qui devait séjourner en permanence sur le terrain et suivre au jour le jour la collecte des données. Cette phase préparatoire s'est poursuivie à Maroua (Chef-lieu de la Région de l'Extrême-Nord) et à Waza. À Maroua, le travail à faire a été introduit et présenté au Délégué Régional du Ministère des Forêts et de la Faune et de l'équipe de l'UICN (qui exécutait un projet dans la région de la plaine d'inondation de Waza Logone). Par la suite, au regard de l'importance de ce travail, l'étudiant en Master a été retenu comme stagiaire de l'UICN à Maroua ; ce qui a été très utile pour certaines facilités logistiques et administratives pour le travail. À Waza, le travail a été introduit au conservateur, puis l'équipe d'inventaire a été mobilisée et formée par le Doctorant, assisté de l'étudiant en Master.
- La phase de collecte des données proprement dite s'est étalée sur environ 3 mois (mars – mai 2012), soit de la fin de la saison sèche au début de la saison des pluies. Nous avons choisi cette période pour plusieurs raisons : (i) éviter la période où les inondations sont intenses et empêchent la mobilité dans certains sites ; (ii) avoir la possibilité d'observer certains changements entre les deux saisons ; (iii) avoir une bonne visibilité (avec l'absence ou la faible hauteur des herbacées). Les travaux de terrain proprement dits étaient alternés entre les jours de terrain (une semaine) et les jours de repos (une semaine). Les jours de repos étaient aussi consacrés à la compilation / saisie des données dans l'ordinateur. Le jalonneur était un écogarde mobilisé pour le travail en étroite concertation avec le conservateur du parc. Il était là pour faire face à un éventuel risque de croisement des animaux sauvages dangereux. Le pointeur était l'étudiant de Master mobilisé pour le travail ; il assistait le Doctorant dans la

coordination des équipes d'inventaires. Les deux prospecteurs étaient des guides villageois locaux ayant une bonne connaissance de la systématique et du Parc. Ils ont été très utiles pour l'identification des espèces. Ce sont en général des personnes qui ont assuré ou assurait à ce moment le rôle de guide touristique. Pendant cette phase, nous avons assuré, en tant que chef d'équipe, le rôle de supervision et de coordination de l'ensemble des tâches dans le respect du protocole de collecte des données et de la vérification, saisie, compilation et analyse et traitement des données. Dans certains cas, nous avons été parfois à la manœuvre en aidant soit le jalonneur, soit le pointeur ou les prospecteurs secondaires.

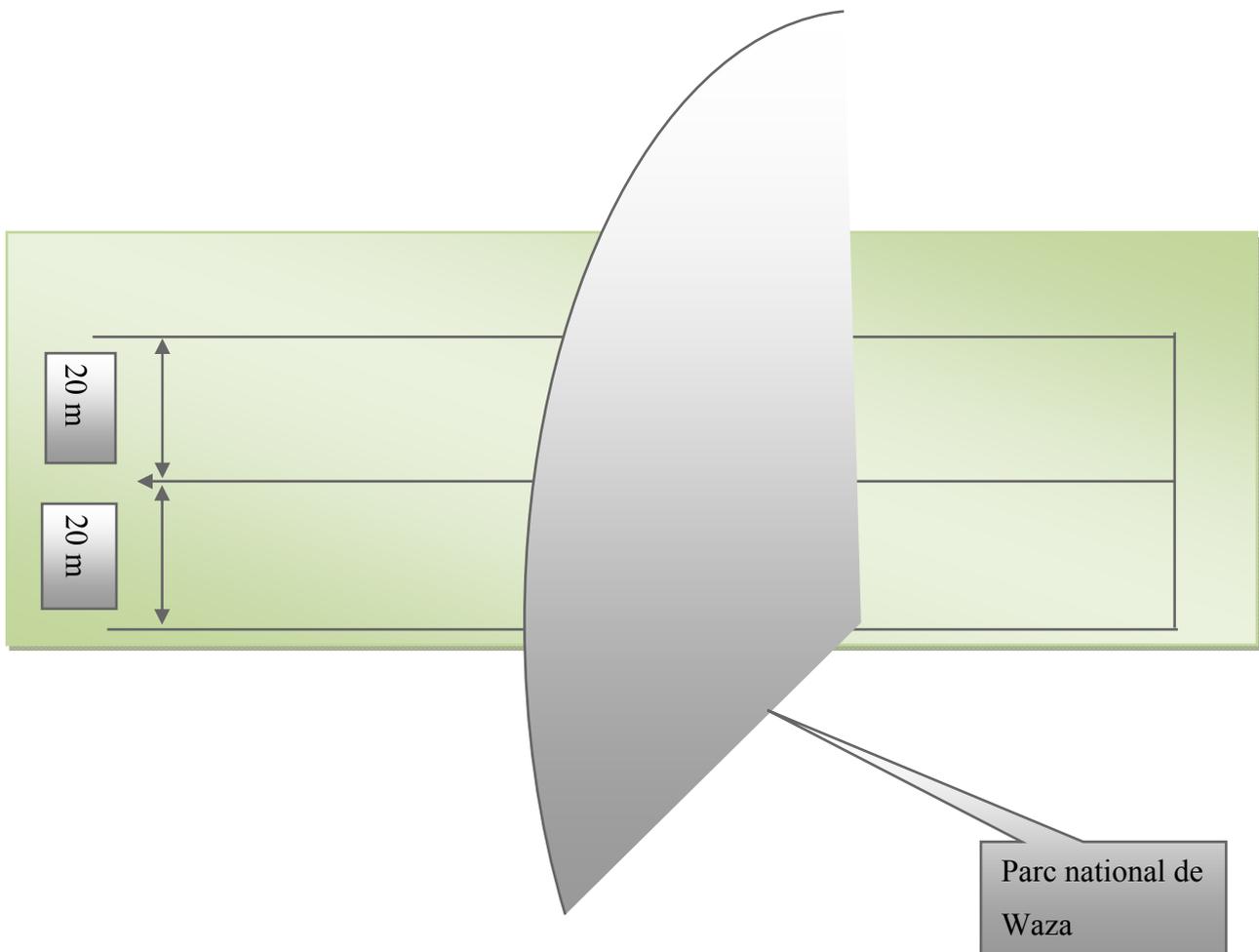


Figure 29: Configuration des transects dans le dispositif d'inventaire

Les paramètres étudiés pour chaque ligneux inventorié sont : le diamètre à 1,3 mètre ou 30 cm du sol (selon les cas)⁶, sa position par rapport à la médiane, sa position par rapport à l'origine du layon, le nom local et le nom scientifique de l'espèce.

La zone d'échantillonnage (zone périphérique) a couvert une superficie de 82 419 hectares, alors que la surface couverte par les inventaires est estimée à 653,396 hectares, soit un taux de sondage de 0,8 %. Ce taux de sondage respecte les normes requises, car, pour l'inventaire d'aménagement, il doit être supérieur ou égal à 1 % pour un massif forestier de superficie inférieure ou égale à 50 000 ha et supérieur ou égal à 0,5 % pour un massif forestier de superficie supérieure à 50 000 ha (Kabelong, 2013). Le tableau 3 présente les layons parcourus, ainsi que leurs dimensions et surface.

⁶ 1,30 m pour les ligneux de grande hauteur et à tige unique, 30 cm du sol pour les ligneux de petite taille et pour ceux qui branchent très bas.

Tableau 3: Dimensions des layons et superficies

N° des layons	Nom des layons	Longueur(m)	Largeur(m)	Surface (ha)
1	L2-1	9 951	40	39,804
2	L2-2	5 858	40	23,432
3	L3-1	8 535	40	34,14
4	L3-2	5 278	40	21,112
5	L4-1	8 867	40	35,468
6	L4-2	7 419	40	29,676
7	L5-1	5 000	40	20
8	L5-2	7 550	40	30,2
9	L6-1	6 230	40	24,92
10	L6-2	10 686	40	42,744
11	L7-1	5 537	40	22,148
12	L7-2	5 026	40	20,104
13	L8-1	5 579	40	22,316
14	L8-2	5 056	40	20,224
15	L9-1	6 769	40	27,076
16	L9-2	6 975	40	27,9
17	L10-1	6 532	40	26,128
18	L10-2	5 047	40	20,188
19	L11-1	7 190	40	28,76
20	L11-2	13 695	40	54,78
21	L12-1	7 693	40	30,772
22	L12-2	7 876	40	31,504
23	L13	5 000	40	20
	TOTAL			653,396

Les données d'inventaire ont été reportées sur les fiches d'inventaire, puis dépouillées manuellement et saisies à partir d'Excel. Le traitement et l'analyse des données ont donc été effectués à partir de ce classeur Excel, mais aussi avec la méthode ANOVA (quand il fallait comparer les données des différentes unités paysagères) et la méthode de l'analyse factorielle par

correspondance (quand il fallait identifier les différents groupements floristiques et de relevés). Les données ont été traitées et analysées de manière à avoir des résultats à l'échelle de toute la zone d'intervention, mais également à l'échelle des transects et de chaque unité paysagère. Le tableau 4 suivant présente la liste des transects par unité paysagère.

Tableau 4 : Liste des transects de chaque unité paysagère

Unités paysagères	Liste des transects concernés	Observations
Unité 1 ou zone inondable ou savane herbeuse	L2-1 ; L3-1 ; L4-1 ; L5-1 ; L6-1 ; L7-1 ; L8-1 ; L9-1	Tout le transect est inclus dans la zone inondable
	L10-1 ; L11-1; L2-2 ; L4-2	À peu près la moitié du transect incluse dans la zone inondable
	L3-2	Une petite partie du transect (moins de 50%) incluse dans la zone inondable
Unité 2 ou savane arbustive	Aucun transect n'est concerné	Tout le transect est inclus dans la zone « savane arbustive »
	L2-2 ; L5-2; L11-2 ; L12-2; L6-2 ; L13	A peu près la moitié du transect incluse dans la zone « savane arbustive »
	L4-2 ; L3-2 ; L10-1 ; L11-1; L12-1	Une petite partie du transect (moins de 50%) dans la zone « savane arbustive »
Unité 3 ou savane arborée	L7-2 ; L8-2 ; L9-2 ; L10-2 ; L11-2 ; L12-2 ;	Tout le transect est inclus dans la zone « savane arborée »
	L6-2	À peu près la moitié du transect incluse dans la zone « savane arborée »

En ce qui concerne l'analyse floristique, les paramètres suivants ont été étudiés : l'abondance, la dominance et la diversité des taxons (espèces, genres, familles), la fréquence des espèces et la densité du peuplement.

- L'abondance absolue d'une espèce ligneuse dans une communauté végétale correspond au nombre total d'arbres de cette espèce, tandis que son abondance relative est le rapport de son abondance absolue au nombre total d'arbres dans l'ensemble.

- La dominance relative d'une famille ou d'une espèce exprime en pourcentage le rapport de la surface terrière de cette famille à la surface terrière totale du peuplement.
- La fréquence des espèces en valeur absolue représente le nombre de relevés dans lesquels une espèce donnée est observée ; il s'agit du nombre d'unités élémentaires d'échantillonnage où l'espèce est signalée. Dans le cadre de ce travail, les unités élémentaires sont constituées des transects où la présence de chaque espèce a été contrôlée. La fréquence d'apparition d'une espèce (fréquence spécifique absolue) exprime le nombre de transects où elle est présente, tandis que la fréquence spécifique relative est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de transects où l'espèce est présente au nombre total de transects.
- La fréquence spécifique relative ou recouvrement ou encore degré de présence est aussi l'expression en pourcentage de la continuité de la couverture végétale (Guinochet, 1973). Elle a été calculée par la formule (Lacoste et Salomon, 1969).

$$FR = Rci = \frac{ni}{N} \times 100$$

ni : nombre de présence ;
 N : nombre de relevés ;
 Rci : recouvrement de l'espèce.

Les espèces ont été regroupées en cinq classes de présence (Lacoste et Salomon, 1969).

- Classe I (0 à 20 %) : espèces à distribution rare ;
 - Classe II (21 à 40 %) : espèces à faible distribution ;
 - Classe III (41 à 60 %) : espèces moyennement distribuées ;
 - Classe IV (61 à 80 %) : espèces à grande distribution ;
 - Classe V (81 à 100 %) : espèces à très grande distribution.
- L'étude de la diversité floristique s'est réalisée à l'aide de l'indice de diversité de Shannon (cité par Legendre et Legendre, 1984), de l'Équitabilité de Pielou (1966) et de l'Indice de Diversité de Simpson (cité par Sonke, 1998).
 - L'indice de diversité de Shannon-Weaver (1949) permet d'évaluer le poids de l'espèce dans l'occupation du sol. Cet indice varie en fonction du nombre d'espèces présentes. Il est d'autant plus élevé qu'un grand nombre d'espèces participe à l'occupation du sol. Il s'exprime en bits par individu, et varie de la plus faible diversité (0 bit) à la plus élevée (4,5

bits) (Frontier *et al.*, 1995). Cet indice prend donc en compte le nombre de taxons présents ainsi que la proportion d'individus dans chaque taxon. Il augmente avec le nombre de taxons et/ou avec l'équirépartition des individus au sein de chaque taxon. La formule utilisée est la suivante :

$H = -\sum Ni / N \log_2 Ni / N$ avec Ni = effectif de l'espèce i ; N = effectif de toutes les espèces.
H est l'indice de Shannon s'exprime en bit.

- L'Equitabilité de Piélou (1966) quant à elle correspond au rapport entre la diversité observée et la diversité maximale possible du nombre d'espèces. La formule utilisée est la suivante :

$EQ = H / \log_2 N$; EQ est l'Equitabilité de Piélou.

Elle tend vers 0 lorsqu'il y a dominance et vers 1 lorsqu'un maximum d'espèces participe au recouvrement (Frontier *et al.*, 1995). En d'autres termes, elle tend vers zéro lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Cet indice prend en compte l'équirépartition des individus par taxon. Il varie de 0 (un seul taxon) à 1 (même nombre d'individus dans chaque taxon).

- L'indice de Simpson représente la probabilité pour que deux individus pris au hasard dans le peuplement étudié appartiennent à la même espèce. Elle mesure la manière dont les individus se répartissent entre les espèces d'une communauté. C'est aussi une mesure inverse de la diversité.

La formule la plus utilisée est : $D = \sum (Ni/N)^2$

D : Indice de Simpson

Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

L'indice de Simpson varie entre 0 et 1. Plus il se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées.

- Quant à la diversité générique, une flore est diversifiée lorsqu'elle renferme moins de genres (Aké Assi., 1984 cité par Saadou, 1990). De nombreux auteurs se sont penchés sur l'examen de la diversité générique des flores. Jaccard (1928) aborde le problème au moyen du

coefficient générique ($100G/SP$, avec G , le nombre de genres présents et SP , le nombre d'espèces); Szymkiewicz (1934) cité par Sonké (1998), quant à lui utilise le quotient spécifique (SP/G). En fait, la richesse générique ou le quotient spécifique (QS) sont des indices qui permettent de caractériser les flores (Evrard, 1968). Le quotient spécifique est particulièrement recommandé par Lebrun (1960), car il est très simple et directement démonstratif. Une valeur faible de ce quotient spécifique indique une pauvreté en espèces et une richesse en genres; par contre, une valeur élevée de ce quotient indique que le territoire est riche en genres. Lorsque ce quotient est de 1 ou très proche, il indique une végétation stable et donc ancienne.

- La densité absolue du peuplement indique la valeur moyenne du nombre d'individus de l'espèce par unité d'échantillon. Dans le cadre de cette recherche, elle a été calculée par hectare, selon la formule (Kigomo *et al.*, 1990).

$$Da = \frac{\sum ni}{M}$$

Da : Densité absolue ;
ni : nombre d'individus de l'espèce ;
M : Superficie totale des unités échantillonnées.

Pour ce qui concerne l'analyse des données structurales, les paramètres suivants ont été étudiés : la distribution des arbres par classe de diamètre et de hauteur, la structure diamétrique du peuplement, le potentiel sur pied, le facteur de diminution, l'analyse factorielle des correspondances, le coefficient de similarité de Sorensen et la surface terrière.

- Les diamètres obtenus des individus ont été répartis dans les classes en modalités d'amplitude dix permettant d'apprécier le comportement de la végétation en général et des différentes espèces dominantes. Par la suite, la distribution des ligneux par classes de diamètre a été analysée, et a aussi permis d'évaluer la dynamique des formations étudiées, ainsi que la structure horizontale du peuplement. Les espèces dont les individus ont des diamètres distribués dans plusieurs classes ont été identifiées et leur importance a été évaluée dans la formation végétale. Sonké (1998) a proposé une classification des espèces en fonction du diamètre maximal atteint. Il a défini 5 catégories réparties dans deux groupes (les espèces arborescentes et les espèces arbustives) qui permettent d'apprécier, à partir des diamètres, la stratification d'une formation végétale (tableau 5).

Tableau 5: Classification des espèces en fonction du diamètre maximal atteint

Espèces arborescentes	Diamètre	Catégorie
grandes	> 100 cm	A
Moyennes	[50 - 100 cm [	B
Petites	[20 - 50 cm [	C
Espèces arbustives		
Grandes	[10 - 20 cm [	D
Moyennes	< 10 cm	E

- La structure diamétrique d'une espèce ligneuse ou structure spécifique est la distribution du nombre d'individus de cette espèce par classe diamétrique. Selon Rollet (1974) cité par Sonké (1998), les espèces montrent des comportements très différents au point de vue de leur réaction à la lumière dans le jeune âge (croissance, gréganisme), ce qui conduit à des types de structures beaucoup plus variés. Le tableau général des espèces montre une grande diversité de distributions qui peuvent être rapportées à 7 types principaux (Sonké, 1998) :
 - espèces ayant seulement de tiges dans la classe 10 à 19 cm,
 - espèces à distribution plus ou moins en cloche ou en cloche tronquée à gauche ; elles correspondent à des espèces de lumière à tendance grégaire,
 - espèces à distribution erratique qui sont des espèces typiques de lumière restant disséminées,
 - espèces à structure en L très redressée ; elles correspondent aux espèces des sous strates qu'on pourrait qualifier d'espèces de remplissage,
 - espèces à structure approximativement exponentielle ; ce sont les édificateurs de la forêt,
 - espèces à structure décroissante linéairement ou en forme de L très surbaissé,
 - espèces à structures en S plus ou moins étiré, en demi-cloche.

- La répartition par classe de diamètre de toutes les espèces ligneuses inventoriées (structure totale) dans un peuplement peut également permettre de prédire l'avenir de ce peuplement ; une distribution selon une exponentielle décroissante serait le signe d'une vigueur écologique et garantie de pérennité, les jeunes devant assurer le remplacement des individus disparus.

Elle permet aussi de déterminer l'équilibre des peuplements ainsi que le tempérament et les possibilités de recrutement (Zapfack, 2005).

- L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) offre un traitement rapide d'un ensemble de données. Elle permet une ordination dans un espace réduit du nuage de points constitué par les relevés. Cette méthode facilite une compréhension des groupes de relevés grâce à l'examen des projections des nuages de points (relevés) sur les différents axes factoriels. L'analyse factorielle des correspondances a été largement utilisée avec succès pour l'étude de la végétation des régions tempérées (Lacoste, 1965, 1967, 1971 cités par Sonké, 1998; Lacoste et Roux, 1971, etc.). Elle a été également testée avec succès pour l'étude de la végétation en zone tropicale (Sinsin, 1993 ; White, 1994 ; Habiyaemye, 1995 ; Apema, 1995 ; Sokpon, 1995 ; Masens, 1997 cités par Sonké, 1998).
- Le Coefficient de Sorensen (1948) permet de dire si deux groupements floristiquement comparés appartiennent à une même communauté végétale. Dans le cadre de cette étude, il a permis de comparer les communautés végétales de certains transects ou groupes de transects, et aussi de comparer les communautés végétales situées dans chacune des trois unités paysagères identifiées.

La formule utilisée est la suivante :

$$K = 2 C / (A + B) \times 100 ;$$

K = pourcentage d'espèces communes entre les deux communautés.

A = nombre total des espèces du groupement I

B = nombre total des espèces du groupement II

C = nombre total des espèces communes aux deux groupements

Si K est supérieur à 50 %, alors les groupements comparés appartiennent à une même communauté.

- Les surfaces terrières correspondent à la somme des sections, à 30 cm (pour les ligneux qui branchent très bas), et à 130 cm (pour les ligneux de grande taille). La formule utilisée est la suivante : $S = \sum \pi D_i^2 / 4$, où D_i est le diamètre de l'arbre mesuré en mètre à 30 ou 130 cm du sol. La surface terrière est une grandeur qui quantifie la concurrence entre les espèces ligneuses d'un peuplement forestier.

La surface terrière totale ou moyenne d'une aire donnée peut être calculée par la somme des surfaces terrières de tous les arbres de cette aire ; elle s'exprime habituellement en m^2/ha . Le nombre calculé pour un ha permet une extrapolation approximative pour une surface homogène plus grande. C'est un des indicateurs utilisé pour la gestion sylvicole ou lors de l'étude de peuplements forestiers. Le suivi dans le temps de cette mesure donne en effet un indice précis de la productivité ligneuse d'une parcelle, via la vitesse de croissance (en diamètre) des arbres. La surface terrière est aussi un indice d'occupation du sol et de l'espace par les arbres. Pour être plus réaliste cet indice doit être croisé avec la hauteur des arbres, notamment pour les espèces qui croissent peu en largeur et rapidement en hauteur. Lorsqu'elle est globale, elle n'exprime rien de l'âge des arbres, ni leur hauteur, ni de leur diversité ou qualité mais donne une indication précise de l'espace occupé par les ligneux, proportionnellement à une surface.

- Enfin la régénération concerne les arbres de diamètre inférieur à 10 cm. Le taux de régénération permet d'estimer les potentialités de renouvellement des essences. Il est calculé par la formule ci-dessous (Kabelong, 2013).

$$Tr = \frac{\text{Nombre d'individus de diamètre inférieur 10 cm}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

L'ensemble des méthodes détaillées dans ce paragraphe permettront d'avoir une situation des caractéristiques de la flore et de la végétation ligneuse au moment où se sont déroulés les inventaires (2012). Afin de traduire dans les faits l'approche interdisciplinaire, nous allons ensuite mettre ensemble les résultats obtenus du calcul de ces différents paramètres pour examiner si elles sont révélatrices d'un type ou des types de paysage donné(s). Pour être complet sur ce paragraphe concernant la flore et la végétation, et au regard de l'importance pressentie

pour le mécanisme REDD+ comme option d'aménagement, nous allons évaluer le potentiel carbone de ce site sur la base des méthodologies connues.

1.3.2. ÉTUDE DE LA BIOMASSE ET DE SA DYNAMIQUE

Avec les données d'inventaires sur la flore ligneuse, nous avons jugé nécessaire pour mieux comprendre la productivité de la zone et son potentiel en matière d'atténuation du changement climatique à travers la REDD+, d'estimer les stocks de carbone, gaz à effet de serre dont les conséquences sur les changements climatiques ne sont plus à démontrer. L'estimation du stock de carbone dans les écosystèmes forestiers requiert les évaluations pour les différents réservoirs, à savoir, le carbone au-dessus du sol ou biomasse épigée (constitué du carbone de la partie épigée des espèces ligneuses, du carbone du sous-bois et du carbone de la litière), le carbone en dessous du sol ou carbone hypogé (constitué du carbone des racines et du carbone souterrain).

Pour estimer la biomasse épigée des espèces ligneuses, des modèles ont été mis au point et tentent d'extrapoler les résultats obtenus à l'échelle d'une parcelle à celle d'un type d'utilisation des terres, d'un écosystème ou alors d'une région. Il existe deux sortes d'estimation de biomasse ligneuses : la première utilise des estimations dérivées d'échantillonnages destructifs et la deuxième est fondée sur les bases de données concernant des volumes de bois. Cette dernière méthode utilise la statistique qui prend en compte les diamètres ou la taille de l'arbre. Dans le cadre de cette étude, nous avons testé l'applicabilité des équations allométriques les plus récentes et les plus recommandées pour la zone, à savoir l'équation Chave *et al.* (2005) et l'équation de Chave *et al.* (2015). En effet, les inventaires botaniques ont été réalisées en 2012, année où la première équation de Chave existait. Compte tenu du fait que le même auteur et ses collaborateurs ont produit une autre équation en 2014, nous avons jugé nécessaire d'appliquer les deux équations pour le calcul de la biomasse.

La première est une formule pantropicale de calcul de la biomasse aérienne qui s'applique à tous les écosystèmes de la zone tropicale (pour les espèces ligneuses dont le diamètre est supérieur 5 cm). Cette formule est $Y = 0,112 \times (\rho D^2 H)^{0,916}$; avec Y = biomasse aérienne des espèces ligneuses en (kg), ρ = densité du bois (g/cm^3), D = Diamètre (en cm), et p = masse

volumique (g/cm^3). Nous avons utilisé la valeur de ρ par défaut qui est de $0,58 \text{ g}/\text{cm}^3$ (Brown, 1997).

Cette équation a été longtemps considérée comme la meilleure pour estimer le carbone aérien des espèces ligneuses en zone tropicale avec une marge d'erreur de seulement 20,3% (Djomo *et al.*, 2010). Cependant Chave *et al.* (2014) ont récemment effectué une révision des équations allométriques pantropicales en intégrant les données de biomasse pour 4 004 arbres dont 1 006 arbres d'Afrique tropicale. Ces équations allométriques de Chave *et al.* (2014) sont plus performantes et robustes (Panzou *et al.*, 2016) et leur utilisation conduit à une précision de 90 % dans les estimations de la biomasse. Nous avons également testé l'applicabilité et l'efficacité cette équation dans la zone soudano-sahélienne. Sa formule est $Y = 0,0673 \times (\rho D^2 H)^{0,976}$; avec Y = biomasse aérienne des espèces ligneuses en (kg), ρ = densité du bois (g/cm^3), D = Diamètre (en cm), et ρ = masse volumique (g/cm^3). Selon la FAO (1997), le carbone de la litière représente en moyenne 6% de la biomasse épigée.

La biomasse hypogée est constituée de la biomasse des racines du sol ; elle est prédite à partir de l'estimation de la biomasse aérienne. Dans les écosystèmes arides, la biomasse racinaire représente 42% de la biomasse aérienne (Nasi *et al.*, 2012). Il existe aussi un réservoir de carbone souterrain qui se trouve dans le sol lui-même. L'évaluation du carbone organique du sol (COS) et sa dynamique a fait l'objet de plusieurs études. D'après Nasi *et al.* (2012), il n'y a pas de différences significatives de COS entre les différents types d'utilisation des sols. La moyenne pondérée globalement utilisée est de 38 tC/ha.

Une fois la biomasse épigée et hypogée estimée puis additionnée, on obtient la biomasse totale par unité de surface. Sur la base des recommandations de la documentation scientifique sur le sujet, on applique la valeur de 0,47 comme facteur de reversion (biomasse - carbone) pour avoir le stock de carbone par unité de surface.

Également, une comparaison des stocks de carbone pour chaque unité paysagère a été réalisée en vue de comprendre le potentiel REDD+ de chacune des unités pour ensuite aider à analyser les options et les spécifications pour le déploiement de la REDD+ dans chacune de ces unités paysagères. Enfin, sur la base du taux annuel moyen de la perte du couvert ligneux, nous

avons prédit la dynamique de la biomasse d'ici à 2035 en se référant aux deux scénarios retenus dans l'analyse prospective du territoire, avec 2012 comme année de référence.

1.4. APPROCHE POUR L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE

1.4.1. DYNAMIQUE SPATIALE

Pour comprendre la dynamique spatiale, nous avons tout d'abord subdivisé les transects en deux sections : la section située à l'intérieur et celle située à l'extérieur du parc. Nous avons ensuite procédé à l'analyse des paramètres de caractérisation de la flore et de la végétation ligneuse pour chaque section prise séparément. Cela nous a permis de comparer la périphérie intérieure et extérieure et d'en déduire les changements spatiaux de ces deux sections. Ensuite, nous avons subdivisé les transects en segments de 500 m comme l'illustre la figure 30. Dans chaque segment, nous avons répertorié les individus présents, puis utilisé la fonction "graphique et courbe" dans Excel pour la représentation de la position des individus sur un plan ayant pour abscisses la longueur des transects et pour ordonnées le nombre d'individus. Ceci nous a permis de déceler le rôle d'un facteur comme la "distance" et le "gradient de pression" humaine sur la position spatiale des ligneux rencontrés, la densité et la diversité des espèces ligneuses.

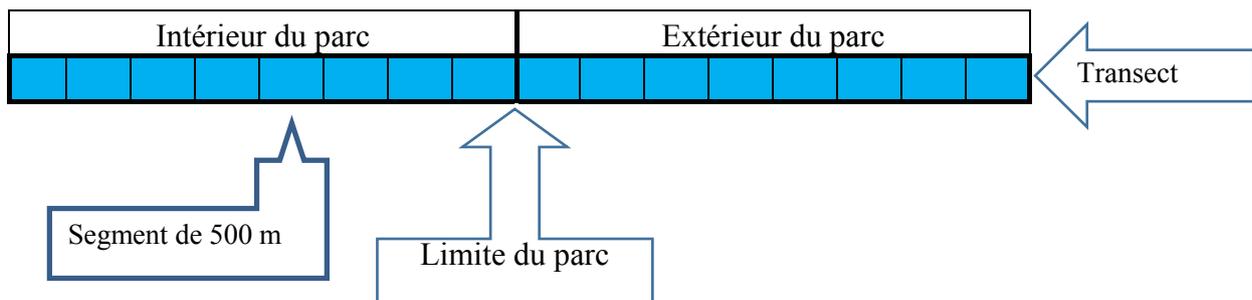


Figure 30 : Représentation schématique de la méthode d'analyse de la dynamique spatiale

Nous avons aussi procédé à une représentation spatiale de la flore ligneuse ayant des traits particuliers (espèces à distribution rare et très rares) sur les transects et sur une carte. La méthode utilisée pour représenter cette disposition des ligneux sur la carte est une représentation en bande. Cette méthode, ou encore spatialisation des données d'inventaires, se rapproche du diagramme à bande utilisé en statistique. Ici, on utilise des bâtonnets de longueur égale dont la couleur

représente une espèce précise et la largeur, un nombre d'individus de cette espèce ; ceci pour un intervalle représentant une longueur donnée. Le logiciel utilisé est Microsoft paint, logiciel de dessin de Microsoft, présent dans tous les ordinateurs ayant le système d'exploitation Windows.

1.4.2. DYNAMIQUE TEMPORELLE

La dynamique temporelle de la flore et de la végétation ligneuse a été scrutée tout d'abord à travers l'analyse approfondie des paramètres écologiques suivants : (i) la distribution des ligneux par classes de diamètre pour prédire l'avenir sur la base de la courbe de distribution des ligneux par classe de diamètre ; et (ii) le taux de régénération pour estimer les potentialités de renouvellement de la flore ligneuse.

Ensuite, une analyse diachronique a été réalisée, en exploitant avec les géomaticiens et les spécialistes du Système d'Information Géographiques (SIG) les images satellitaires. Nous avons choisi d'analyser les images de la période 1987 – 2016, et ceci pour plusieurs raisons : (i) nécessité d'avoir les données sur une trentaine d'année, échelle temps acceptable pour les changements climatiques ; (ii) disponibilité / accès aux images Landsat. Initialement, notre objectif était d'acquérir, de traiter et d'analyser les images tous les 5 ans à partir de 1987 (5 ans étant la période que nous avons jugé suffisante pour avoir facilement des changements détectables et significatifs, quel que soit le rythme et le type de changement dans le couvert végétal). Malheureusement, nous nous sommes confronté à une indisponibilité des images dans la période 1990-2000, malgré de nombreuses recherches, y compris aux travers des experts du laboratoire Espace et Société de l'Université du Maine.

Les données exploitées dans ce cadre sont multi-sources. En fait dans les zones de savanes, les paysages sont très hétérogènes et les dynamiques d'utilisation de l'espace sont loin d'être connues dans l'espace et le temps. Les données spatiales détaillées comme les photographies aériennes ou les images satellites nécessaires à cette connaissance sont peu abondantes, souvent anciennes et de qualité approximative. C'est ainsi que les images analysées sont issues des capteurs du satellite Landsat. Nous avons opté pour l'utilisation des images Landsat pour les raisons suivantes :

- les données des satellites Landsat sont distribuées gratuitement et sans licence d'utilisation par leur propriétaire l'USGS (US Geological Survey) ;

- elles sont parmi les plus indiquées pour l'analyse de la dynamique du couvert végétal (Rocchini *et al.*, 2013).

Les caractéristiques de ces capteurs sont consignées dans le tableau 6 :

Tableau 6: Caractéristiques des capteurs Landsat

Acquisition d'image	Capteurs	Path-Row	Bande	Wavelength (micromètres)	Resolution (mètres)
1987-10	Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) TM (Thematic Mapper) OLI TIR	184-052	Band 1	0.45-0.52	30
2002-10		184-052			
2012-11		Band 2	0.52-0.60	30	
		Band 3	0.63-0.69	30	
		Band 4	0.77-0.90	30	
		Band 5	1.55-1.75	30	
		Band 6	10.40-12.50	60 * (30)	
		Band 7	2.09-2.35	30	
2016-10	Band 8	52-90	15		

Les logiciels utilisés sont Erdas Imagine 2014, Grass7.03, QGIS 2.14.1, ArcGIS 10.2.2, Google Earth pour le traitement d'image et pour la partie cartographie. Ces choix s'expliquent pour certains (Erdas, ArcGIS) d'une part par la disponibilité de la licence au sein de l'UICN, et aussi par le fait que ce sont les logiciels les plus utilisés au sein de cette institution, et d'autre part parce que ce sont des logiciels avec des licences libres régulièrement utilisés en télédétection par des laboratoires privés et universitaires en géomatique. L'utilisation de ces outils en analyse géospatiale est très efficace. Il suffit de voir les différentes applications développées par Rocchini et ses collaborateurs (Rocchini *et al.*, 2013).

Le traitement s'est déroulé en trois phases. Une phase de prétraitement, une phase de classification et enfin une phase de post-classification.

La figure 31 illustre ces différentes étapes.

Phase de prétraitement

Avant le processus de classification, les images subissent une correction atmosphérique. Les valeurs numériques des images Landsat sont transformées en réflectance puis ces dernières

subissent une correction grâce à la méthode DOS1. En ce qui concerne la correction géométrique, les images sont en DATA_TYPE = "L1T". Pour ce travail, il n'a pas été nécessaire de procéder à une correction géométrique.

Les images Landsat pour l'année 2007 présentaient des défauts. En effet, le scan-line corrector (SLC), un mécanisme de capture du satellite est tombé en panne vers le 31 mai 2003. Ce qui s'est traduit par des rayures sur les images (figure 32). Un traitement spécial était donc nécessaire. Pour cela, ces images pour l'année 2007 ont subi des corrections (Fill Gab) ; les bandes ont été remplies de manière à permettre la suite du travail.

Après le remplissage, les images sont découpées à une distance de 5 km à partir du parc et suivant les contours de la limite du parc de Waza et sa zone périphérique.

Phase de classification

La méthode supervisée est retenue pour la classification ; ceci à cause des regroupements naturels selon des critères statistiques. La combinaison de bande nous a permis dans ce cas de ressortir des principaux éléments constitutifs de l'image et la sélection des zones d'intérêts, et, avec l'algorithme de maximum de vraisemblance appliqué, nous avons déterminé les différentes classes constitutives de l'image. La sélection des zones d'intérêt a été validée par des vérifications sur Google Earth et sur le terrain afin de produire des données qui se rapprochent le plus possible de la réalité. Six grandes classes ont été retenues :

- 1= Savane herbeuse
- 2= Savane arbustive
- 3= Savane arborée
- 4= Sol nu
- 5= Zone de culture
- 6= Bacs de sable

Les bandes 2, 3, 4 et 5 sont utilisées à l'aide du module i.cluster puis du module i.Maxlik. Ce dernier module utilise l'algorithme du maximum de vraisemblance.

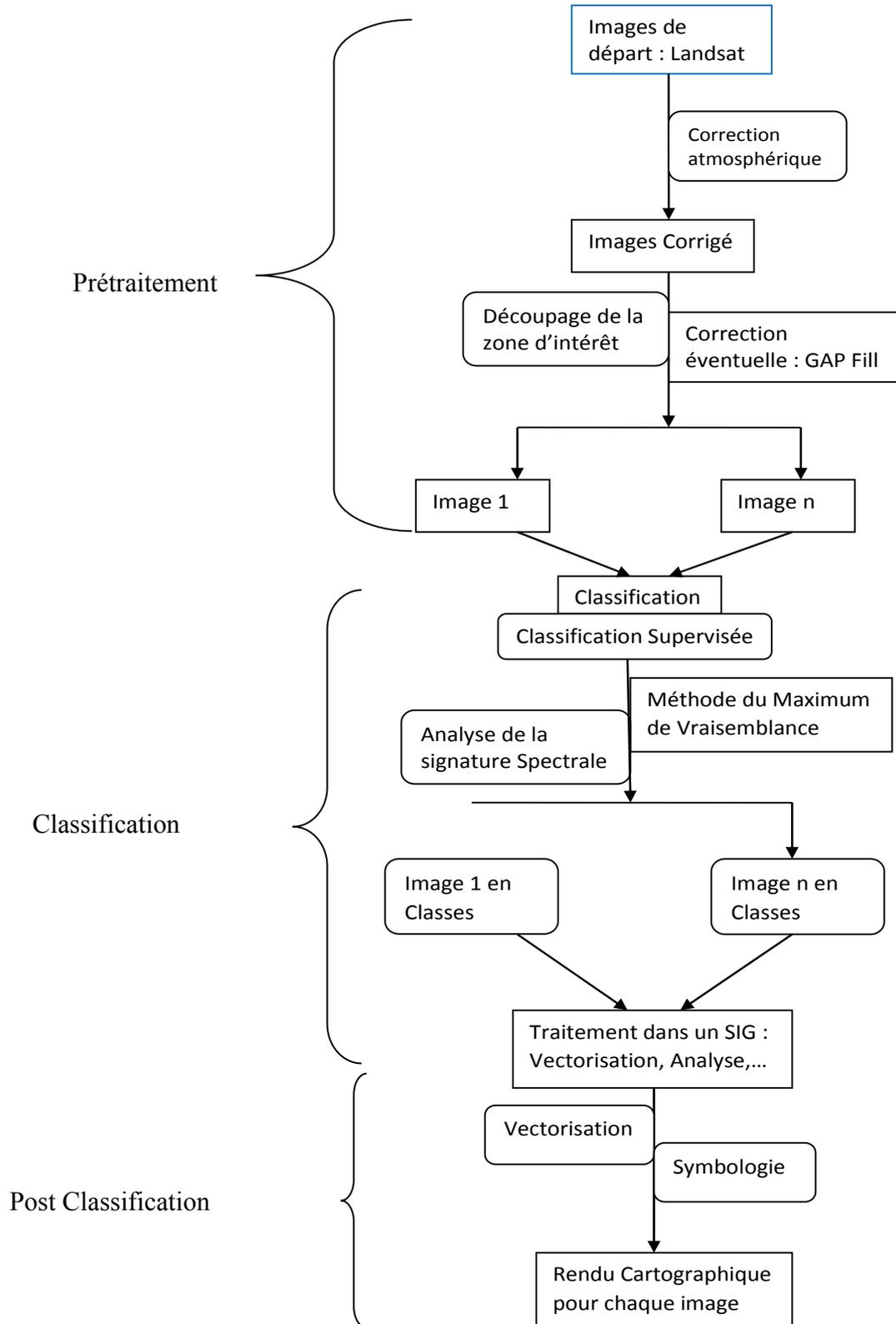


Figure 31 : Différentes phases du traitement des images Landsat

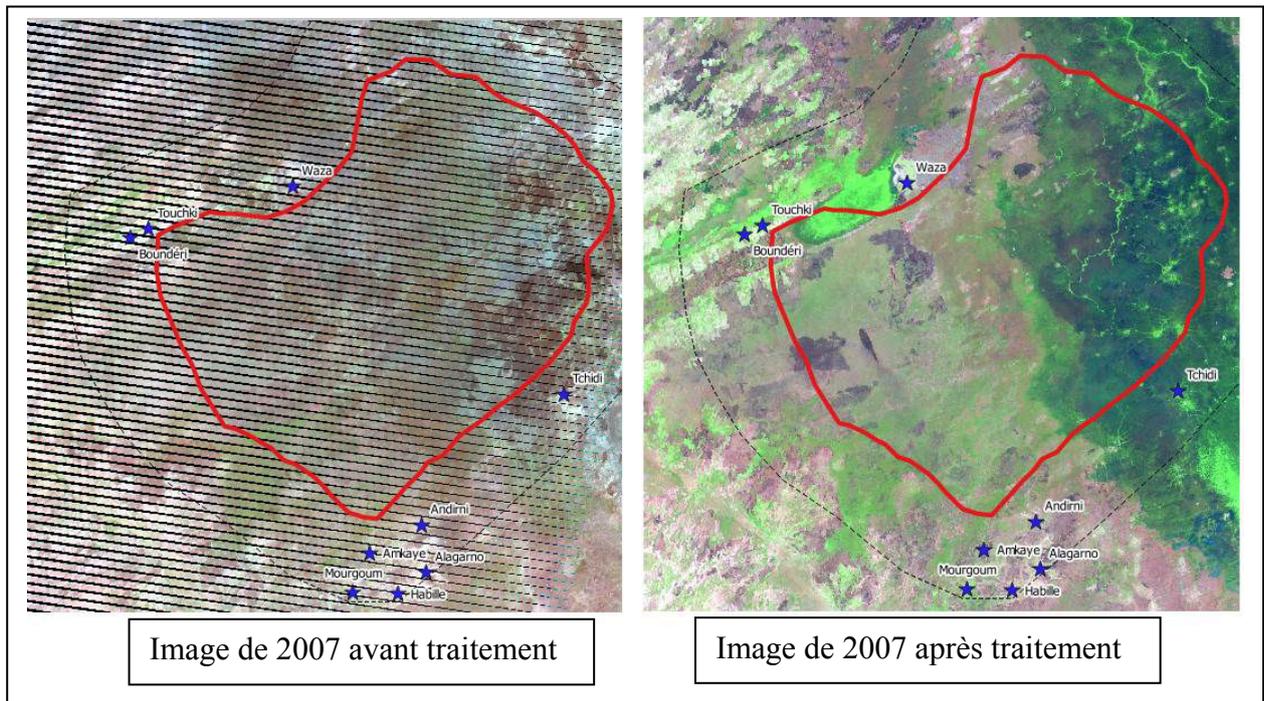


Figure 32: Images de l'année 2007 avant et après traitement

Phase de post-classification.

Les images classifiées sont ensuite importées dans QGIS à travers le plugin SAC (semi automatic classification) et dans ArcGIS pour une analyse en profondeur des signatures spectrales. Un rapport statistique sur l'image est généré montrant la dynamique du couvert végétal et le rendu final est généré sur ArcGIS.

1.5. DEMARCHE POUR L'ETUDE DES MOTEURS DE LA DYNAMIQUE

En vue de mieux comprendre les moteurs de la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse, nous avons choisi de réaliser d'abord les investigations socio-économiques, auxquelles se sont ajoutés le diagnostic et la prospective territoriale. Par la suite, nous avons déduit, à l'aide de l'approche DSPIR, la synthèse des principaux facteurs de changement (aspects quantitatifs et qualitatifs).

1.5.1. INVESTIGATIONS SOCIOÉCONOMIQUES

L'approche méthodologique utilisée pour les investigations socio-économiques lors de cette étude est adaptée de la Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARPA) (Beaud et Weber, 2003). Cette démarche a regroupé une série d'outils qui permettent d'obtenir rapidement l'information en milieu rural. La méthode utilisée lors des entretiens est recommandée par Beaud et Weber (2003), et est une méthode d'enquête dite « interview semi-structurée ». Cette méthode a permis de mieux cibler la réalité puisque les interlocuteurs se trouvent dans un contexte de dialogue plus que d'interrogatoire, et que l'on évite de noter des réponses à des questions mal interprétées par les interlocuteurs ou par le traducteur. Les questions sur l'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse et l'utilisation des ressources ligneuses ont été développées dans ce questionnaire. Un échantillon de 8 familles a été choisi dans chaque village. Une fois dans le village, l'équipe se référait auprès du Chef de village pour avoir les différentes tribus et les différentes activités des populations. C'est à partir des données du chef qu'étaient choisies les huit familles interrogées par village.



Figure 33 : Un aperçu d'un entretien (Photo Jiagho, février 2013)

L'enquête a été organisée par périodes de sept jours dans la période novembre – décembre 2012 et février – mars 2013.

L'équipe d'enquête était constituée du doctorant, d'un étudiant en Master et d'une personne ressource locale. Notre rôle était de préparer les questionnaires d'enquête, de le tester avec les autres membres de l'équipe, puis de former ces membres à l'utilisation de ces

questionnaires (annexe 2). Nous étions aussi responsable, en tant que chef d'orchestre, de la supervision et coordination du travail, mais aussi de la vérification, de la saisie, de la compilation et de l'analyse des données. La personne ressource locale était responsable de l'introduction auprès des villages et des ménages, ainsi que de la traduction.

L'équipe d'enquête était logée au sein des communautés afin d'observer et s'adapter aux populations. Ces périodes de séjour continues au sein des communautés locales, recommandées (Beaud et Weber, 2003), ont été très utiles pour mieux préparer les entretiens et l'observation participante des enquêteurs.

D'autres données primaires ont été collectées à la suite des entretiens avec des acteurs clés (responsables des administrations sectorielles, responsables d'ONG locales et internationales, groupes d'utilisateurs des ressources, collectivités décentralisées, etc.) intervenant dans le secteur de la conservation et du développement. Enfin, des observations directes sur le milieu naturel et sur le mode de vie des populations ont permis de compléter l'ensemble des informations extraites pour avoir une situation exacte des caractéristiques socio-économiques du milieu.

Le travail d'enquête socio-économique a été réalisé dans neuf villages (sur les 17 villages riverains, soit 53 % des villages riverains) de la zone périphérique du Parc National de Waza. Ces villages (les plus proches du parc) sont les suivants : Niwadji, Tagawa, Andirni, Tchédé, Lougourma, Mbilé, Badadaye, Ndiguina et Doudou Ndiyam. Dans chaque village, 8 ménages ont été concernés par les enquêtes (soit 72 ménages au total). Le choix des ménages a pris en compte la représentativité des groupes ethniques et des différents groupes d'utilisateurs des ressources. Pour faciliter l'identification des familles interrogées et le traitement des données, un code représenté par une ou deux lettres du nom du village et les chiffres correspondant aux numéros attribués aux ménages a été affecté à chaque village.

Dans chaque village, nous avons observé les terroirs villageois pour avoir une idée préliminaire des caractéristiques socio-économiques. Ces observations ont été complétées par les questionnaires soumis aux chefs de ménages. Les questionnaires d'enquêtes étaient constitués des questions ouvertes et fermées. Les questions ouvertes ont été codifiées pour faciliter le dépouillement et l'analyse dans Excel. Les informations recherchées par ce questionnaire étaient : les caractéristiques démographiques, les principales activités de populations, la

contribution de ces activités aux revenus des ménages, les contraintes / problèmes vécus par les populations dans ces activités, les organisations villageoises, la gestion des ressources en eau, la gestion forestière, etc.

Les données ont été dépouillées manuellement, puis introduites et encodées dans Excel 2013, ensuite pour chaque paramètre, l'effectif des personnes enquêtées et les fréquences des réponses ont été déterminées. Les superficies de terres cultivées et dégradées ont été calculées. Les fréquences des principales activités menées à la périphérie du PNW ont été déterminées.

Pendant ces investigations socio-économiques, nous avons également exploité les données secondaires qui proviennent notamment de la lecture des documents disponibles sur le sujet, de la consultation des bibliothèques et de certaines structures qui travaillent dans le secteur de l'environnement et du développement. Ces données concernent également les connaissances sur la zone d'étude, sur le thème de recherche et sur certaines notions susceptibles de prêter à confusion, et ceci a permis d'avoir une connaissance approfondie de la situation.

Ainsi, ces données secondaires ont servi de base dans la discussion des résultats obtenus sur le terrain. Ces données proviennent :

- des publications, des livres ;
- des thèses et mémoires des chercheurs et d'étudiants ;
- des bibliothèques de l'UICN, du WWF, du CEDC, de l'Université de Yaoundé I et du Maine ;
- des sites de publications virtuelles tels que CAIRN, Google Scholar, ainsi que les autres sites de la bibliothèque virtuelle de l'Université du Maine ;
- des rapports annuels des ONG et des structures étatiques.

Aussi, les observations directes sur le terrain avaient pour but de confronter les principes véhiculés par la littérature, aux appréhensions, et applications concrètes, des populations et acteurs locaux de la participation dans la gestion des ressources naturelles (Beaud et Weber, 2003). Ces observations directes sur le terrain, ont été effectuées lors des travaux de terrain (inventaire, suivi des populations, levées GPS). Lors de l'observation, un suivi des populations a été réalisé. La méthode consiste à accompagner, in situ, les membres de la famille d'accueil et

les écogardes. Il s'agit de participer, dans la mesure du possible, aux activités quotidiennes, travaux dans les champs, lutte anti-braconnage, élevage. Les journées de suivi permettent de mieux comprendre la population et pourquoi ils pratiquent certaines activités.

L'analyse et le traitement des données socio-économiques a permis d'avoir dans un premier temps les données relatives à la population et à la démographie, les activités de la population, la contribution aux revenus des ménages. Par exemple, les données sur la population et la démographie rapportées aux unités paysagères nous ont permis de comprendre les corrélations entre les activités des populations et ces unités paysagères.

Au-delà de la simple description et caractérisation du milieu socio-économique, l'exercice a aussi consisté à analyser l'impact de ces éléments socio-économiques sur la flore et la végétation ligneuse et sa dynamique spatio-temporelle. C'est ainsi qu'a été aussi calculé et analysé la densité du bétail qui permet d'évaluer la pression que le bétail exerce sur un territoire à l'hectare. La densité de bétail est égale au rapport du nombre total de bétail sur la superficie totale de la zone (Dongmo, 2009).

$$DB = \frac{\text{Nombre total d'animaux}}{\text{Superficie de la zone périphérique}}$$

DB= densité de bétail.

1.5.2. DIAGNOSTIC ET PROSPECTIVE DU TERRITOIRE

L'analyse du territoire a été réalisée à travers la méthode « carré magique » du diagnostic des territoires proposée par Dumont (2012). C'est ainsi que nous avons tout d'abord procédé à une fixation d'une échelle géographique (PNW et périphérie), représentant le périmètre d'application du diagnostic territorial. À la différence des investigations socio-économiques qui se sont focalisées sur la périphérie du Parc (5 km à l'extérieur et à l'intérieur du parc), cette analyse a été étendue sur tout le territoire constitué du PNW et sa zone périphérique. C'est ainsi que les quatre étapes du carré magique ont été déroulées, à savoir (figure 34) :

- l'analyse des données quantitatives et bibliographiques, à travers le recours à des sources disponibles livrant des informations ou des études historiques, économiques, urbanistiques, démographiques, politiques sur le territoire
- l'analyse du territoire *in situ* qui consiste (i) à parcourir le territoire pour examiner ses différents éléments (géographie, logement, voies de transport, équipements structurants, etc.), à voir comment ils se distribuent, comment ils s'enchevêtrent ; et (ii) à réaliser des entretiens informels avec ces principaux acteurs
- les entretiens formels avec des responsables locaux pour mieux comprendre le territoire, le rôle et l'attitude des responsables locaux, et ce qu'ils pensent de leur territoire
- l'analyse de la gouvernance territoriale qui consiste à examiner la nature institutionnelle du territoire et leur sphère de compétences dévolue par la réglementation (partage des attributions territoriales entre différents acteurs, façon dont est rationalisée la répartition des pouvoirs, etc.)

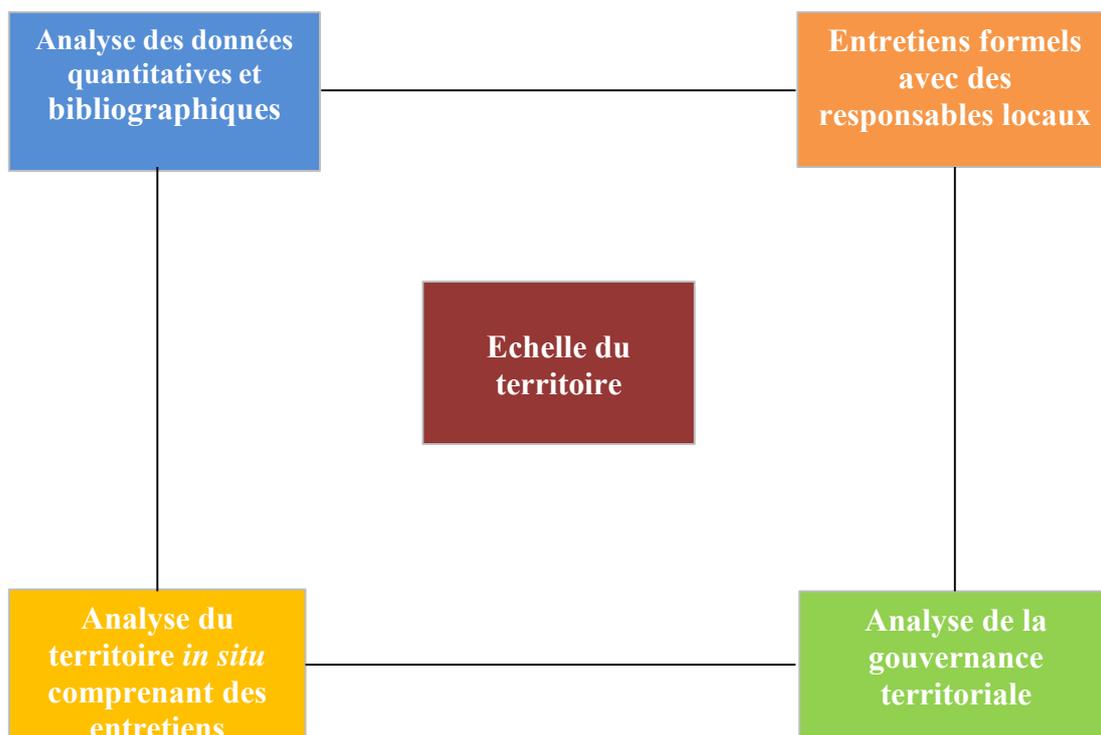


Figure 34: Schéma général de la méthode du diagnostic territorial

Le diagnostic territorial a été complété par l'analyse prospective du territoire du PNW et sa périphérie. Cette analyse consiste à penser le temps long pour agir avec plus d'efficacité sur les

mécanismes de prise de décision du court/moyen terme. Dans la méthode prospective territoriale représentée dans la figure 35, le lointain sert le proche et lui donne une perspective et un sens.

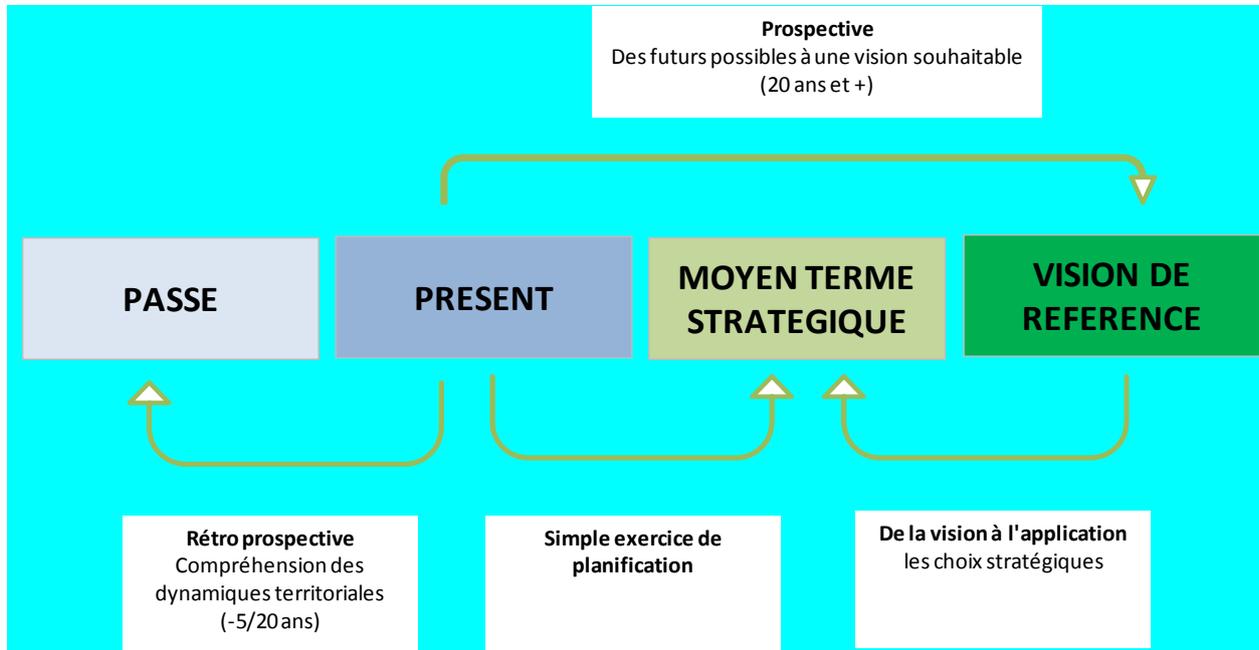


Figure 35: La prospective territoriale selon Dumont (2012)

De manière pratique, le diagnostic et la prospective territoriale a été réalisée avec la même équipe que lors des investigations socio-économiques. La collecte des données était effectuée avec un guide d'entretien (annexe 3), élaboré pour recueillir l'ensemble des informations complémentaires sur les aspects socioculturels, le capital naturel, les aspects de gouvernance et le système productif. L'entretien proprement dit a été réalisé pendant la période janvier – février 2014, auprès des "focus groups", constitués de :

- groupes d'utilisateurs des ressources (pêcheurs, agriculteurs, éleveurs) ;
- autorités municipales ;
- organisations de la société civile ;
- service de conservation ;
- administrations (sous - préfet, tourisme, agriculture, pêche et élevage, forêts) ;
- commerçants ;
- artisans.

L'analyse prospective permet de comprendre la dynamique du territoire sur le regard des Hommes. Elle permet aussi de comprendre comment les Hommes voient leur territoire à court,

moyen et long terme. Le croisement de cette analyse prospective avec la dynamique de la flore et la végétation a permis de traduire véritablement dans les faits la théorie GTP et ainsi montrer comment cette théorie s'applique dans un site comme le PNW et sa périphérie.

Ces deux outils (analyse et prospective du territoire) ont été utilisés notamment pour analyser les spécifications et contours pour la mise en œuvre du mécanisme REDD+, au regard son importance pour le Cameroun à l'heure actuelle.

1.5.3. SYNTHÈSE DES MOTEURS DE CHANGEMENT

Sur la base des analyses précédentes des aspects biologiques, socio-économiques et territoriaux, la déduction des moteurs de changements surtout au niveau de la flore et de la végétation ligneuse devenait tout à fait évidente. Cependant, afin de rendre cet exercice plus intéressant et pertinent, le modèle D-P-S-I-R (forces motrices (drivers) – pressions – état (state) – impacts – réactions) proposée par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) et présentée sur la figure 36 a été utilisé. C'est une approche logique, basée sur les liens de causalité entre les composantes interactives des systèmes social, économique et environnemental. Cette approche offre une base d'analyse des facteurs qui ont un impact sur l'environnement. Il s'articule en cinq éléments cités ci-dessus, reliés par des liens de causalité. Une force motrice, par exemple une activité humaine, provoque une pression sur l'environnement, qui se traduit par une modification de l'état général de l'environnement pouvant avoir un impact sur le patrimoine naturel et sur l'Homme. Ce dernier, en fonction de la gravité, va réagir et faire répondre la société. Le cinquième élément de l'approche, les "Réactions" ou «Réponses», regroupe l'ensemble des mesures et des instruments politiques et techniques mis en œuvre par la société pour assurer la gestion durable des ressources. Ces mesures sont : les mesures préventives dirigées vers les forces motrices, les mesures curatives dirigées vers les Pressions et l'État et les mesures palliatives dirigées vers l'État et l'Impact.

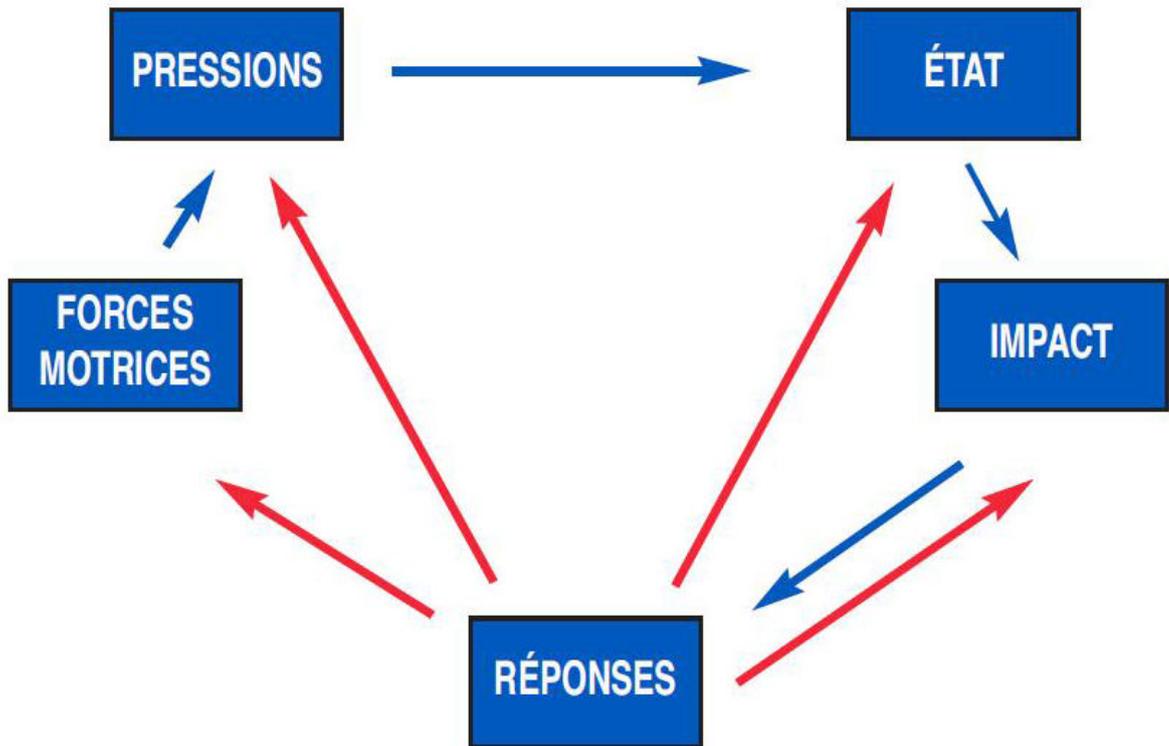


Figure 36 : Une illustration schématique de la méthode DPSIR (adaptée de UICN-PC, 2014)

L'approche DPSIR est une méthode qui a été largement utilisée par les auteurs Tuner, 1989 ; Pierce, 1998; Agyemang *et al.*, 2007; Camanho *et al.*, 2010 cités par UICN-PC (2014). La matrice DPSIR (figure 37) adaptée à la périphérie du Parc National de Waza a permis d'analyser de manière approfondie ces différents moteurs de changement dans cette zone. Ainsi, pour chaque facteur identifié sur la base notamment des principales activités humaines, il a été question de décrire le type et l'ampleur des pressions qu'il exerce sur la flore et la végétation, les répercussions sur l'état de la végétation, ainsi que les impacts au niveau socio-économique, culturel et écologique. Cette analyse a été réalisée en prenant en compte les types d'occupation du sol et les unités paysagères ; elle a aussi permis d'illustrer, de caractériser, et mieux comprendre l'ampleur des facteurs qui influencent la dynamique spatio-temporelle de la flore et de la végétation ligneuse. C'est ainsi qu'un ensemble d'indicateurs a été identifié pour chaque facteur ou type de facteur et a donc servi de base pour appréhender de manière qualitative et quantitative le statut et les perspectives de chaque moteur, comme présenté dans la matrice de la figure 37.

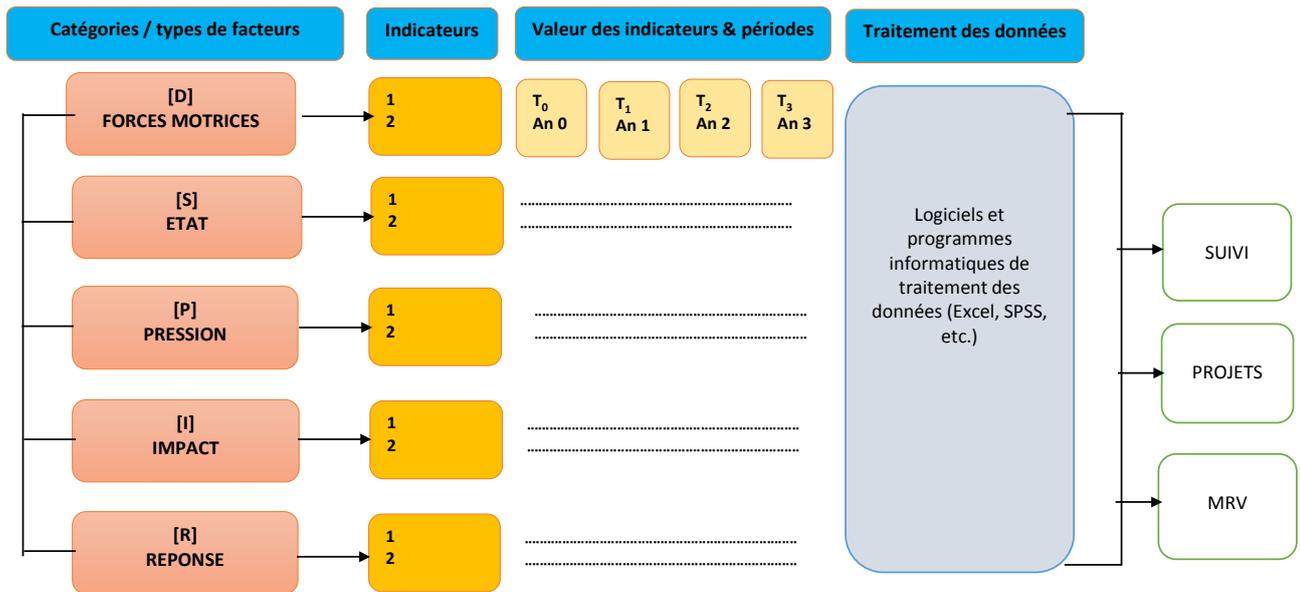


Figure 37 : Matrice DPSIR adaptée pour l'analyse des moteurs de changement à la périphérie du PNW

1.6. METHODE D'ANALYSE DES OPTIONS D'AMENAGEMENT DU PNW ET SA PERIPHERIE

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi d'analyser quatre options d'aménagement du Parc national de Waza et sa zone périphérique : le mécanisme REDD+ ; la restauration des terres et des espaces forestiers ; la gestion participative et l'écodéveloppement et enfin la redéfinition du zonage. Les éléments suivants ont guidé notre choix :

- Le statut du PNW en tant Réserve de biosphère exige de mettre un accent sur la gestion participative et l'écodéveloppement ;
- La dynamique en cours au Cameroun et dans le monde positionne le mécanisme REDD+ et la restauration des terres et des paysages comme des approches innovantes pouvant apporter une valeur ajoutée aux efforts de conservation et de gestion durable des ressources naturelles dans les pays tropicaux ;
- Le contexte de la gestion du Parc : un plan d'aménagement existe et a déjà suffisamment développé et pris en compte les autres options prioritaires d'aménagement (surveillance, etc.).

Pour chacune des options d'aménagement retenue, nous nous sommes basés sur les moteurs de déforestation et de dégradation des terres et des forêts ainsi que sur la documentation

de référence existante pour proposer les axes prioritaires d'investissement / d'intervention. Pour le mécanisme REDD+ particulièrement, nous avons procédé à une analyse FFOM (forces, faiblesses, opportunités et menaces). Le but de cette démarche était d'aider les acteurs à prendre en compte à la fois les facteurs internes et externes, en maximisant les potentiels des forces et des opportunités et en minimisant les effets des faiblesses et des menaces dans le cadre des interventions prévues dans chaque option.

La figure 38 est la représentation schématique de l'Analyse FFOM. Les forces sont les aspects positifs internes que contrôlent les acteurs concernés, et sur lesquels on peut bâtir dans le futur. Les faiblesses sont les aspects négatifs internes mais qui sont également contrôlés par les acteurs, et pour lesquels des marges d'amélioration importantes existent. Les opportunités sont les possibilités extérieures positives, dont on peut éventuellement tirer parti, dans le contexte des forces et des faiblesses actuelles. Les menaces sont les problèmes, obstacles ou limitations extérieures, qui peuvent empêcher ou limiter le développement d'une initiative.

CONCLUSION

Le Parc National de Waza et sa zone périphérique font partie d'un écosystème, le Bassin du Lac Tchad avec comme ressource commune, les eaux du Lac Tchad. Au Sud de ce lac, de vastes plaines inondables, appelées localement les *Yaérés* du Cameroun, sont soumises aux cycles saisonniers d'inondation et de sécheresse qui en font une réserve écologique importante et permettent à de multiples communautés de vivre des ressources naturelles. Ces plaines inondables sont situées à l'Est du Parc National de Waza.

Le Parc National de Waza et sa périphérie font partie de la zone écologique soudano-sahélienne, qui couvre les Régions de l'Extrême-Nord et la partie de la Région du Nord du Cameroun. Ils comprennent plusieurs types d'occupation des sols ; ce qui justifie leur importance socio-économique. Cette importance se manifeste par de nombreux services en tant que zones humides, écosystèmes très productifs, ayant de multiples fonctions.

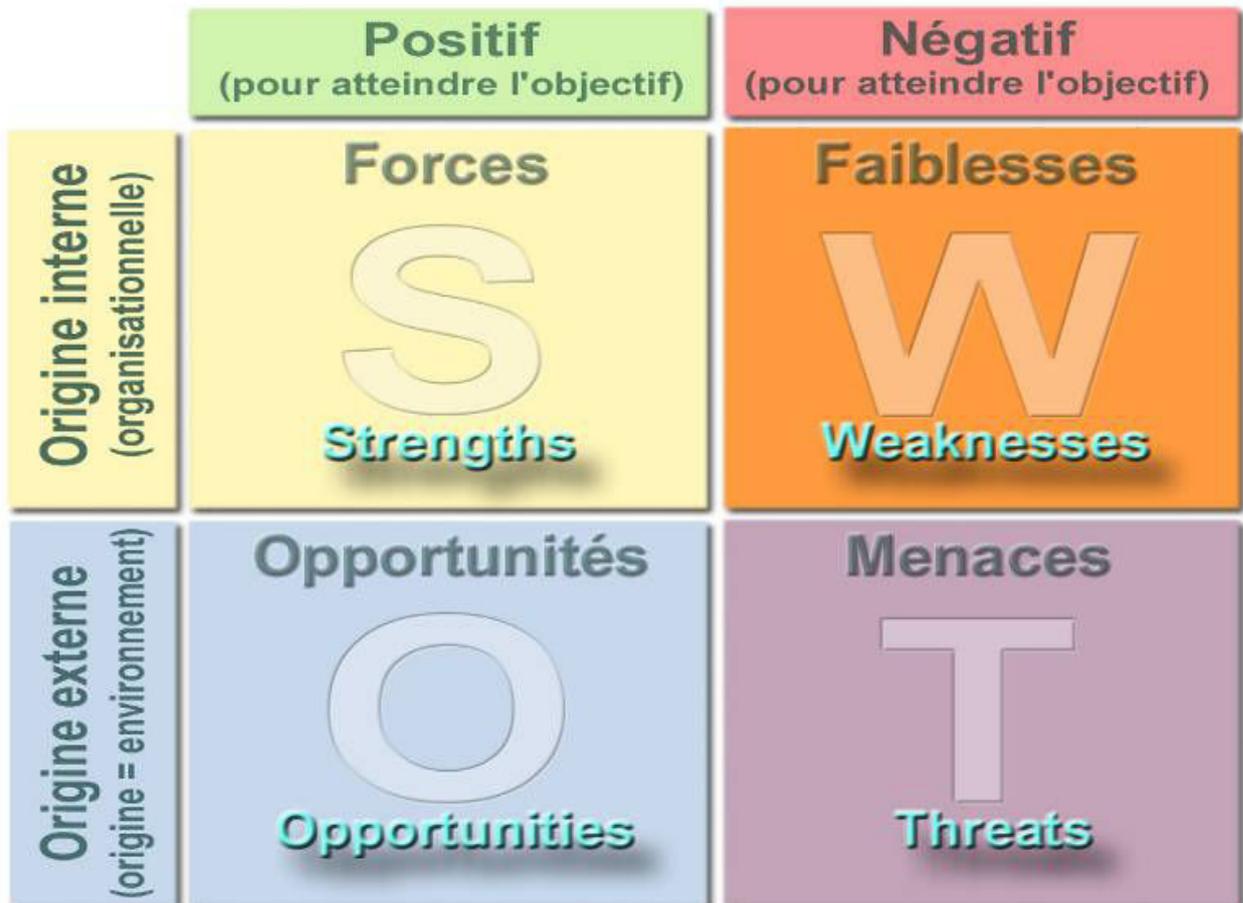


Figure 38 : Représentation schématique de l'analyse FFOM (communication personnelle Moïse Tsayem-Demaze)⁷

La physionomie du PNW est du type soudano-sahélien, dominé par les *Acacia seyal*, et recouvert d'un tapis de plaine herbeuse riche en graminées annuelles et pérennes. Le PNW renferme une grande concentration animale variée et diversifiée constituée des herbivores, des carnivores, des rongeurs, des primates, des insectes, des reptiles, des oiseaux, etc. Cette faune subit des modifications importantes qui s'opèrent sur leur nombre et leur type d'espèces rencontrées dans ce site. Ces modifications, accentuées par la rudesse du climat et les fluctuations saisonnières ont influencé la taille de certaines populations animales et, par là-même, l'attractivité de Waza ; ce qui a réduit son aspect emblématique.

⁷ Dans le cadre d'un Séminaire sur les méthodologies de recherche pour les Doctorants du Département de Géographie (Université de Yaoundé I, Juillet 2014)

Avec les données du milieu, et plus particulièrement l'occupation des sols, l'hydrographie, les caractéristiques des sols, la physionomie de la végétation, la zone d'étude a été découpée en trois unités paysagères qui vont être parmi les socles de notre travail : la savane herbeuse, la savane arbustive et la savane arborée.

Les données du milieu montrent l'importance et la nécessité de travailler suivant une approche bi-disciplinaire. L'approche méthodologique adoptée est donc centrée sur une combinaison des approches botaniques et géographiques. C'est ainsi qu'a été associée aux méthodes de mesure de la richesse et de la diversité floristique, la dimension spatialisée et évolutive, ainsi que la dimension paysage, en s'appuyant sur la théorie Géosystème – Territoire – Paysage basée sur deux principales entrées : une entrée « naturaliste » ou « écologique » caractérisée par les études sur la flore et la végétation et une entrée par le complexe « territoire-paysage » avec les approches d'analyse des paysages, d'analyse socio-économiques et du territoire.

Pour plus d'efficacité, nous avons tout d'abord circonscrit la « zone périphérique », sur la base des facteurs historiques de ce site, de son statut au niveau national et international et de certaines réalités socio-économiques. En effet, le Parc National de Waza est une Réserve de Biosphère et de ce fait, sa gestion doit s'inspirer des principes du Programme MAB basés sur une protection graduelle du centre vers la périphérie. D'autre part, il existe une zone périphérique convenue historiquement entre les services de conservation et les populations, et qui est constituée d'une bande de 5 km à partir de la limite extérieure du Parc (zone périphérique extérieure). Mais, la majorité des villages riverains du Parc est située à la limite même de ce Parc, et dans toute logique, leurs zones d'influence et même les terroirs villageois sont situés de part et d'autre de cette limite. C'est pour cette raison que nous avons jugé nécessaire d'inclure dans la bande périphérique extérieure, une bande située à 5 km à l'intérieur à partir de la limite du Parc (zone périphérique intérieure).

La méthodologie utilisée pour étudier les caractéristiques de la flore et de la végétation ligneuse est celle des inventaires botaniques, notamment celle des transects. Dans cette méthode, les lignes de base des transects sont disposées parallèlement et espacées par une équidistance de

4 km. Elles partent de la périphérie, traversent la limite et parcourent également l'intérieur du Parc sans dépasser la limite de la zone d'étude.

Un nombre de 23 transects ont été parcourus lors de ces inventaires. Les paramètres étudiés pour chaque arbre inventorié sont : le diamètre à hauteur de poitrine (ou à 30 cm du sol selon les cas), sa position par rapport à la médiane, sa position par rapport à l'origine du layon, le nom latin de l'espèce. La majorité des espèces a été identifiée sur le site par les prospecteurs en langues locales, et le manuel de dendrologie des savanes boisées a permis de connaître les noms scientifiques des espèces. Dans certains cas, des photos numériques ont été utilisées et des noms locaux ont permis d'avoir les noms scientifiques auprès des experts et de la documentation existante.

La méthode d'étude de la dynamique spatiale a consisté à subdiviser les transects en deux sections intérieure et extérieure du parc, puis à procéder à l'analyse des paramètres de caractérisation de la flore et de la végétation ligneuse pour chaque section prise séparément pour en déduire les changements spatiaux de ces deux sections. Ensuite, nous avons subdivisé les transects en segments de 500 m pour y répertorier les individus présents, puis utiliser la fonction "graphique et courbe" dans Excel pour la représentation de la position des individus sur un plan ayant pour abscisses la longueur des transects et pour ordonnées le nombre d'individus. Nous avons également procédé à la spatialisatation des données d'inventaires à l'aide du logiciel Microsoft paint pour représenter les ligneux le long des transects sous forme de bâtonnets de longueur égale et dont la couleur représente une espèce précise et la largeur, le nombre d'individus de cette espèce.

L'analyse diachronique a été utilisée pour étudier la dynamique temporelle. Les images analysées sont issues des capteurs du satellite Landsat et ont été traitées en trois phases : une phase de prétraitement, une phase de classification et une phase de post-classification. Lors de la phase de prétraitement, les images subissent une correction atmosphérique nécessaire pour la suite du travail. Les images Landsat pour l'année 2007 présentaient des défauts à cause d'une panne du satellite à cette période. C'est pour cela qu'un traitement spécial était nécessaire. Lors de la phase de classification, six grandes classes ont été retenues : la savane herbeuse, la savane arbustive, la savane arborée, les sols nus, les zones de cultures et les bancs de sable. Les images classifiées sont ensuite importées dans QGIS et dans ArcGIS pour une analyse en profondeur des

signatures spectrales lors de la phase post-classification. Un rapport statistique sur l'image est ainsi produit montrant la dynamique du couvert végétal et le rendu final est obtenu sur ArcGIS.

Les méthodes d'étude des moteurs de la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse étaient : les investigations socio-économiques, le diagnostic et la prospective du territoire, l'approche DSPIR, la revue documentaire. Les enquêtes socio-économiques ont été réalisées dans neuf villages de la zone périphérique du Parc National de Waza. Ces villages ont été choisis parmi les plus proches du parc. Dans chaque village, 8 ménages ont été concernés par les enquêtes (soit 72 ménages au total). Le choix des ménages a pris en compte la représentativité des groupes ethniques et des différents groupes d'utilisateurs des ressources, ainsi que les unités paysagères présentes.

Ces enquêtes ont été complétées par : des entretiens avec des acteurs intervenant dans le secteur de la conservation et du développement ; des observations directes sur le milieu naturel et sur le mode de vie des populations ; la consultation des documents et publications de références, etc. L'exercice a aussi consisté à analyser l'impact de ces éléments socio-économiques sur la flore et la végétation ligneuse et sa dynamique spatio-temporelle, avec le calcul et l'analyse de la densité du bétail notamment.

Le diagnostic du territoire a été réalisé par la méthode « carré magique » après avoir fixé l'échelle géographique (PNW et périphérie). Ainsi, les quatre éléments suivants ont été déroulés : l'analyse des données quantitatives et bibliographiques ; l'analyse du territoire *in situ* ; les entretiens formels avec des responsables locaux ; l'analyse de la gouvernance territoriale. La collecte des données était effectuée avec un guide d'entretien auprès des "focus groups" pour recueillir l'ensemble des informations sur les aspects socioculturels, le capital naturel, les aspects de gouvernance et le système productif. Ce diagnostic a donc permis d'avoir une meilleure compréhension du territoire au moment où se réalisait ce diagnostic (2013-2014).

L'approche DSPIR (forces motrices– pressions – état– impacts – réactions) a permis d'approfondir l'analyse des différents moteurs de changement, sur la base d'un ensemble d'indicateurs identifiés pour chaque facteur ou type de facteur pour mieux appréhender de manière qualitative et quantitative le statut et les perspectives de chaque moteur de changement.

Aussi, les équations allométriques de Chave *et al.* (2005 et 2014) ont été utilisées pour calculer le stock de carbone dans chaque unité paysagère ; cela nous a permis de tester l'applicabilité de ces équations et leur efficacité dans la zone soudano-sahélienne. Enfin, pour l'analyse des options d'aménagement du PNW et sa périphérie, la revue documentaire a été utilisée, suivi d'une analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (surtout pour le mécanisme REDD+). Sur la base du diagnostic territorial, un exercice de la prospective a été réalisé, en commençant par une analyse rétrospective (une dizaine d'années avant) et par une analyse des futurs possibles sur la base des différents scénarios (sans ou avec le mécanisme REDD+).

La connaissance du milieu et la construction méthodologique étant réalisées, le moment est ainsi indiqué pour la présentation, l'analyse, l'interprétation et la discussion des résultats de notre étude. Parmi les plus importants de ces résultats figurent l'état des lieux et la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse qui va être abordé dans le chapitre ci-après.

CHAPITRE 2

ETAT DES LIEUX ET DYNAMIQUE DE LA FLORE, DE LA VEGETATION LIGNEUSE ET DE LA BIOMASSE

INTRODUCTION

L'analyse des données d'inventaires a permis d'avoir une banque d'informations précieuses et importantes, non seulement sur la composition et les caractéristiques de la flore ligneuse de la zone périphérique du PNW, mais aussi sur la structure de la végétation ligneuse. Le présent chapitre est le premier qui va présenter ces résultats, les interpréter et les discuter. En d'autres termes, il va s'agir de pousser la réflexion interprétative des résultats en indiquant s'ils sont conformes aux attentes et hypothèses définies, en mentionnant ce qu'ils apportent sur le plan de la recherche (nouveaux éléments ou un nouvel angle sur les connaissances préexistantes) et enfin en indiquant leurs possibles limitations ou encore des suggestions sur les recherches supplémentaires.

L'un des principaux objectifs de cette étude est de caractériser la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza. Le présent chapitre va aussi s'intéresser à la fluctuation dans le temps et dans l'espace de la flore et de la végétation ligneuse. Il va également essayer de comprendre le processus de colonisation du biotope par la flore ligneuse, ainsi que les changements temporels et spatiaux dans la composition floristique en présence des différentes perturbations vécues par l'écosystème.

2.1 CARACTERISTIQUES DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE

2.1.1. COMPOSITION, DIVERSITÉ DE LA FLORE ET VÉGÉTATION LIGNEUSE

2.1.1.1. Composition et diversité des espèces dans toute la zone d'étude

Au total 52 espèces ont été recensées sur les 23 transects parcourus. Toutes ces espèces ont été identifiées (nom de l'espèce, genre et famille). Le tableau de l'Annexe 1 donne la liste de toutes ces espèces. Les résultats obtenus en ce qui concerne le nombre d'espèces se rapprochent de ceux de Ntoupka (1999) dans la Réserve forestière Laf au Cameroun, située dans la même zone agro-écologique (53 espèces ligneuses identifiées). Ils sont cependant éloignés de ceux de Sandjong Sani *et al.* (2013) dans le Parc National de Mozogo-Gokoro (62 espèces ligneuses recensées) et de Dimobé *et al.* (2012) dans la Réserve de l'Oti-Mandouri au Nord du Togo (116 espèces ligneuses réparties en 84 genres et 33 familles, les familles les plus représentées étant les Rubiaceae, les Mimosaceae et les Combretaceae). Les différences observées dans le Parc National de Mozogo-Gokoro (pourtant situé dans la même zone agro-écologique) seraient dues à la différence de la texture du sol dans les deux sites. En effet, les sols de Mozogo - Gokoro ont une texture sablo-limoneuse très favorable à la production végétale. En revanche, le nombre d'espèces dans la Réserve de l'Oti-Mandouri est deux fois plus élevé qu'à la périphérie de Waza. Ceci peut s'expliquer par le fait que la Réserve de l'Oti-Mandouri est située dans une zone moins soumise aux facteurs de dégradation que le Parc National de Waza.

L'Indice de Diversité de Shannon (ISH) varie entre 0,26 (Transect 12-1) et 3,54 bits (Transect 12-2). L'Equitabilité de Pielou quant à lui varie de 0,08 (transect L12-1) à 1 (transect L5-1). Cette Equitabilité de Pielou tend vers 0 pour les transects L2-1, L11-1, L12-1, L2-2, L3-2, L4-2, L5-2, L6-2, L9-2, L13, et dans une certaine mesure le transect L7-2; ce qui traduit un phénomène de dominance des espèces telles *Acacia seyal*, *Acacia senegalensis*, *Guiera senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum molle* dans ces transects. Elle tend vers 1 pour les transects L3-1, L4-1, L5-1, L6-1, L7-1, L8-1, L9-1, L10-1, L8-2, L11-2, L12-2, L10-2; ce qui veut dire que la répartition des individus entre les espèces est sensiblement régulière dans ces transects, et qu'il n'y a pas de phénomène de dominance.

Pour l'ensemble de la zone l'Indice de Shannon-Weaver est de 3,80 bits/individu. Cet indice est élevé, ce qui traduit une faible organisation du peuplement dans l'ensemble de la zone étudiée. L'Equitabilité de Pielou de l'ensemble de la zone étudiée est de 0,26 bits/individu ; ce qui traduit un phénomène de dominance des espèces telles que *Acacia seyal*, *Acacia senegalensis*, *Guiera senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum molle*. L'indice de Simpson quant à lui est de 0,13 pour l'ensemble de la zone étudiée.

Le tableau 7 et la figure 39 montrent les valeurs des indices de diversité pour chaque transect.

2.1.1.2. Composition et diversité dans chaque unité paysagère

Le tableau 8 et la figure 40 donnent le nombre d'espèces, la valeur de l'Indice de Diversité de Shannon et de l'Equitabilité de Pielou pour chaque unité paysagère. Le site est plus diversifié dans la zone forestière (36 espèces présentes) que dans la zone inondable (34 espèces présentes) et dans la zone arbustive (29 espèces présentes). L'Indice de Shannon est faible dans la zone inondable et la zone arbustive (respectivement 1,47 et 1,26) et élevé dans la zone forestière. Les valeurs de l'Equitabilité de Pielou sont beaucoup plus proches de 0 dans la zone inondable et arbustive ; ce qui veut dire que le phénomène de dominance par quelques espèces est plus marqué dans ces zones.

Tableau 7 : Nombre d'espèces et valeur des indices de Shannon et l'Equitabilité de Pielou dans chaque unité paysagère du Parc

	UP1- savane herbeuse	UP2- savane arbustive	UP3 – savane forestière	Total du site
Nombre d'espèces	34	29	36	52
Indice de Shannon	1,47	1,26	2,89	3,8
Equitabilité de Pielou	0,12	0,11	0,21	0,26
Indice de Simpson	0,65	0,55	0,13	0,13

Tableau 8: Valeur des indices de Shannon et de l'Equitabilité de Piélou pour chaque transect

Transect	L12-1	L5-2	L3-2	L4-2	L11-1	L13	L5-1	L2-2	L2-1	L6-1	L6-2	L8-1	L9-1	L3-1	L4-1	L9-2	L7-2	L8-2	L7-1	L10-1	L11-2	L10-2	L12-2
Indices de Shannon	0,26	0,55	0,58	0,60	0,74	0,92	1,00	1,03	1,22	1,40	1,48	1,49	1,55	1,71	1,86	1,90	2,00	2,13	2,41	2,42	3,29	3,51	3,54
Transect	L12-1	L5-2	L4-2	L3-2	L2-1	L11-1	L2-2	L13	L6-2	L9-2	L7-2	L8-2	L3-1	L8-1	L6-1	L11-2	L7-1	L12-2	L10-2	L10-1	L4-1	L9-1	L5-1
Equitabilité de Piélou (EQ)	0,08	0,16	0,17	0,19	0,28	0,29	0,29	0,29	0,36	0,47	0,50	0,51	0,51	0,58	0,70	0,71	0,72	0,75	0,75	0,76	0,80	0,98	1,00
Indice de Simpson (D)	0,94	0,85	0,86	0,84	0,69	0,78	0,71	0,67	0,38	0,42	0,33	0,30	0,40	0,35	0,23	0,16	0,49	0,12	0,13	0,22	0,31	0,22	0,49

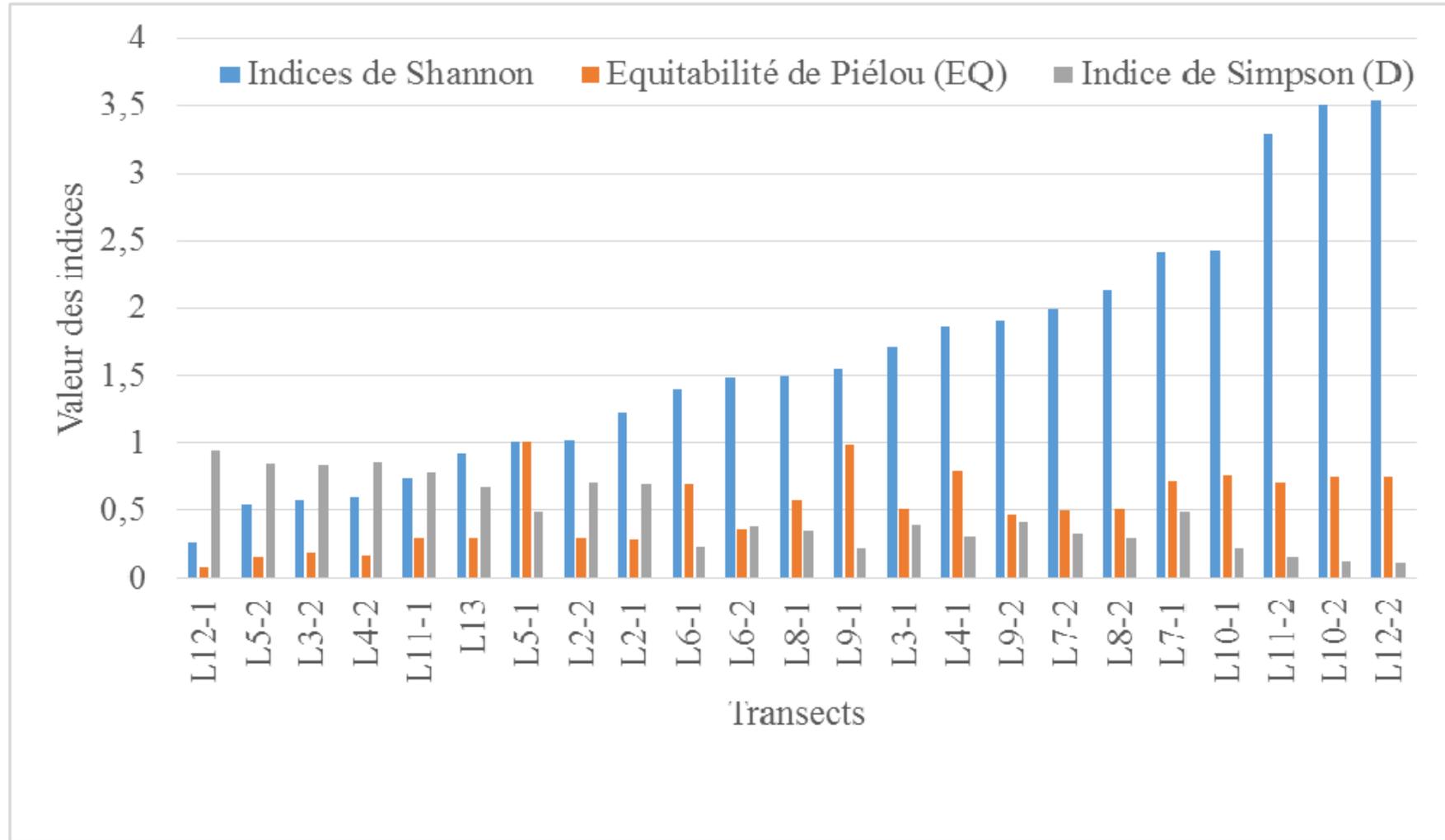


Figure 39: Représentation graphique des valeurs des indices de diversité pour chaque transect

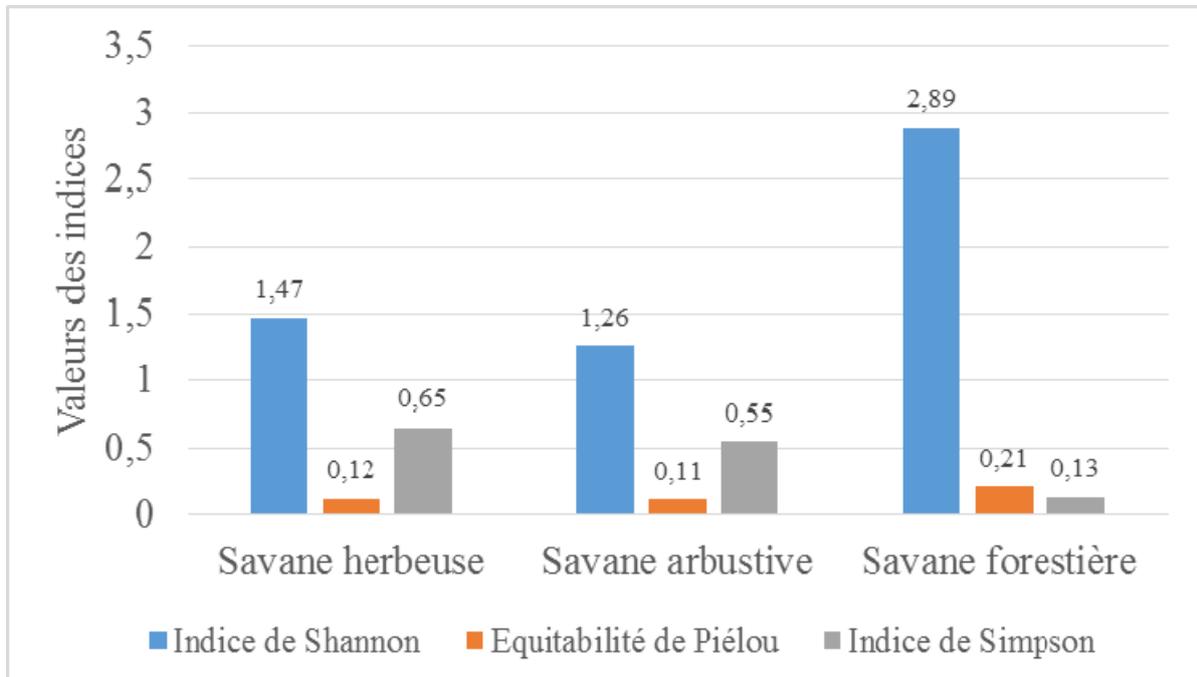


Figure 40 : Représentation graphique des indices de diversité par unité paysagère

Les valeurs des indices de diversité montrent que la diversité biologique est plus importante dans la zone forestière du Parc. La valeur de cet indice de diversité de Shannon dans cette zone est relativement proche de celle trouvée par Sandjong Sani *et al.* (2013) dans le Parc National de Mozogo-Gokoro et Ntoupka (1999) dans la Réserve Forestière de Laf. Ceci montre que les perturbations, bien que visibles dans cette zone, n'ont pas eu une forte influence sur la diversité des ligneux, et qu'on est en présence de peuplements relativement vieux, matures et structurés. Par contre, dans la zone inondable et arbustive, cet indice de diversité est faible ; ce qui montre la forte perturbation du milieu, avec pour conséquence la dominance de quelques espèces, notamment l'*Acacia seyal*.

Dans la zone forestière du PNW, il existe 36 espèces réparties en 29 genres et appartenant à 16 familles (tableau 9). Les espèces les plus représentées du fait de leur abondance relative sont : *Guiera senegalensis*, *Acacia seyal*, *Combretum molle*, *Balanites aegyptiaca*, *Anogeissus leiocarpus* et *Combretum aculeatum*. Les autres espèces les plus représentées sont : *Sclerocarya birrea*, *Piliostigma reticulatum*, *Terminalia laxiflora*, *Hyphaene thebaica*, *Acacia polyacantha*, *Pterocarpus lucens*, *Annona senegalensis*, *Acacia macrothyrsa*, *Mitragyna inermis*,

Ziziphus mauritiana, *Lannea humilis*, *Tamarindus indica*, *Acacia nilotica*, *Stereospermum kunthianum*.

Dans la zone arbustive, le nombre d'espèces est de 29 réparties dans 24 genres appartenant à 13 familles (tableau 10). L'espèce la plus abondante est *Acacia seyal*, suivie de *Guiera senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum molle*, *Terminalia laxiflora*. Les familles les plus représentées en genres et espèces sont les Fabaceae et les Combretaceae. *Acacia seyal* représente dans cette zone 73,5% de l'effectif total de la population des espèces ligneuses. C'est donc à juste titre qu'elle est aussi appelée savane arbustive à *Acacia seyal*.

Au niveau de la zone inondable, le nombre d'espèces est de 34 réparties dans 26 genres appartenant à 16 familles (tableau 11). L'espèce la plus abondante est *Acacia seyal*, suivie de *Piliostigma reticulatum* et *Acacia polyacantha*. Les familles les plus représentées en genres et espèces sont les Fabaceae, les Rhamnaceae et les Zygophyllaceae.

Acacia seyal représente 73,5% et 80,56% de l'effectif total de la population des espèces ligneuses respectivement pour la zone arbustive et la zone inondable. Les résultats de cette étude sont très proches du travail de Brabant et Gavaud (1985) qui montrent que les sols hydromorphes (comme ceux de la zone inondable) sont essentiellement favorables aux savanes à épineux (couverts de *Acacias* spp.), et que les sols lessivés et planosols (comme ceux de la zone forestière du parc) sont essentiellement couverts de forêts claires à *Anogeissus leiocarpus* dégradées en steppe à *Acacia* spp. et *Lannea* spp.

Donfack (1998) classe les sols de la zone septentrionale du Cameroun en deux grands types : les sols légers sableux (type ferrugineux), très filtrants, à faible capacité de stockage en eau, et les sols lourds (type vertisol) peu filtrants et conservant plus longtemps leur eau grâce à une forte capacité de stockage. Il conclut dans ses travaux que les sols ferrugineux sont dominés dans les zones soudano-sahéliennes et sahélo-soudaniennes par les espèces ligneuses telles que *Combretum* spp., *Anogeissus leiocarpus* et *Guiera senegalensis* alors que les sols vertiques sont dominés par *Acacia* spp. et *Combretum aculeatum*.

Tableau 9: Liste des espèces présentes dans la zone forestière

N°	Noms des espèces	Familles	Nombre d'individus
1.	<i>Guiera senegalensis</i>	Combretaceae	4 088
2.	<i>Acacia seyal</i>	Fabaceae	2 170
3.	<i>Combretum molle</i>	Combretaceae	2 142
4.	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Zygophyllaceae	1 809
5.	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Combretaceae	859
6.	<i>Combretum aculeatum</i>	Combretaceae	799
7.	<i>Sclerocarya birrea</i>	Anacardiaceae	475
8.	<i>Piliostigma reticulatum</i>	Fabaceae	463
9.	<i>Terminalia laxiflora</i>	Combretaceae	424
10.	<i>Hyphaene thebaica</i>	Arecaceae	351
11.	<i>Acacia polyacantha</i>	Fabaceae	292
12.	<i>Pterocarpus lucens</i>	Fabaceae	285
13.	<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	255
14.	<i>Acacia macrothyrsa</i>	Fabaceae	225
15.	<i>Mitragyna inermis</i>	Rubiaceae	199
16.	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	192
17.	<i>Lannea humilis</i>	Anacardiaceae	139
18.	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	130
19.	<i>Acacia nilotica</i>	Fabaceae	123
20.	<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniaceae	123
21.	<i>Acacia hockii</i>	Fabaceae	89
22.	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	Fabaceae	68
23.	<i>Celtis integrifolia</i>	Ulmaceae	53
24.	<i>Grewia mollis</i>	Malvaceae	45
25.	<i>Crateva adansonii</i>	Capparaceae	44
26.	<i>Hymenocardia acida</i>	Euphorbiaceae	34
27.	<i>Acacia senegal</i>	Fabaceae	25
28.	<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae	16
29.	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Fabaceae	11
30.	<i>Ziziphus spina-christi</i>	Rhamnaceae	11
31.	<i>Dichostachys cinerea</i>	Fabaceae	8
32.	<i>Calotropis procera</i>	Apocynaceae	4
33.	<i>Faidherbia albida</i>	Fabaceae	4
34.	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	1
35.	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae	1
36.	<i>Sterculia setigera</i>	Malvaceae	1

Tableau 10: Liste des espèces présentes dans la savane arbustive

N°	Noms des espèces	Familles	Nombre d'individus
1	<i>Acacia seyal</i>	Fabaceae	2713
2	<i>Guiera senegalensis</i>	Combretaceae	328
3	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Zygophyllaceae	123
4	<i>Combretum molle</i>	Combretaceae	115
5	<i>Terminalia laxiflora</i>	Combretaceae	102
6	<i>Pterocarpus lucens</i>	Fabaceae	51
7	<i>Acacia hockii</i>	Fabaceae	46
8	<i>Sclerocarya birrea</i>	Anacardiaceae	43
9	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	42
10	<i>Gardenia aqualla</i>	Rubiaceae	33
11	<i>Piliostigma reticulatum</i>	Fabaceae	16
12	<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	13
13	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	11
14	<i>Acacia polyacantha</i>	Fabaceae	8
15	<i>Mitragyna inermis</i>	Rubiaceae	7
16	<i>Piliostigma thonningii</i>	Fabaceae	7
17	<i>Calotropis procera</i>	Apocynaceae	6
18	<i>Lannea humilis</i>	Anacardiaceae	4
19	<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniaceae	4
20	<i>Acacia senegal</i>	Fabaceae	3
21	<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae	3
22	<i>Vitex doniana</i>	Verbenaceae	3
23	<i>Combretum aculeatum</i>	Combretaceae	2
24	<i>Daniellia oliveri</i>	Fabaceae	2
25	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae	2
26	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	1
27	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Fabaceae	1
28	<i>Entada africana</i>	Fabaceae	1
29	<i>Prosopis africana</i>	Fabaceae	1

Tableau 11 : Liste des espèces présentes dans la zone inondable

N°	Noms des espèces	Familles	Nombre d'individus
1	<i>Acacia seyal</i>	Fabaceae	3969
2	<i>Piliostigma reticulatum</i>	Fabaceae	119
3	<i>Acacia polyacantha</i>	Fabaceae	116
4	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Zygophyllaceae	93
5	<i>Acacia hockii</i>	Fabaceae	91
6	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	91
7	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	59
8	<i>Pterocarpus lucens</i>	Fabaceae	51
9	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	44
10	<i>Faidherbia albida</i>	Fabaceae	40
11	<i>Mitragyna inermis</i>	Rubiaceae	39
12	<i>Calotropis procera</i>	Apocynaceae	37
13	<i>Piliostigma thonningii</i>	Fabaceae	35
14	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Fabaceae	28
15	<i>Acacia senegal</i>	Fabaceae	22
16	<i>Combretum sp.</i>	Combretaceae	17
17	<i>Albizia coriaria</i>	Fabaceae	14
18	<i>Lannea humilis</i>	Anacardiaceae	13
19	<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniaceae	11
20	<i>Crateva adansonii</i>	Capparaceae	5
21	<i>Ziziphus spina-christi</i>	Rhamnaceae	5
22	<i>Acacia nilotica</i>	Fabaceae	4
23	<i>Gardenia aqualla</i>	Rubiaceae	4
24	<i>Ficus ingens</i>	Moraceae	3
25	<i>Ficus sycomorus</i>	Moraceae	3
26	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	3
27	<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae	3
28	<i>Acacia sieberiana</i>	Fabaceae	2
29	<i>Adansonia digitata</i>	Malvaceae	1
30	<i>Celtis integrifolia</i>	Ulmaceae	1
31	<i>Entada africana</i>	Fabaceae	1
32	<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	1
33	<i>Kigelia africana</i>	Bignoniaceae	1
34	<i>Vitex doniana</i>	Verbenaceae	1

Les résultats de la présente étude qui ont également mis un accent sur la comparaison entre l'Unité Paysagère 1 (dominé par les sols vertiques ou sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses fluvio-lacustres), l'Unité Paysagère 2 (au centre du parc, dominé par les sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses) et l'Unité paysagère 3 (à l'Ouest du PNW dominé par les sols ferrugineux) se rapprochent de ceux de Donfack (1998). On note cependant à l'Ouest une présence remarquable d'autres espèces plus abondantes comme *Acacia seyal*, *Combretum molle* et *Balanites aegyptiaca* qui sont associées à celle qui devrait caractériser la zone Ouest selon cet auteur. Ceci serait dû au fait que le travail de ce dernier auteur n'a pas couvert tous les différents sous-types de la zone soudano-sahélienne du Cameroun et s'est limité à quelques parcelles plus au Sud de cette zone.

2.1.1.3. Composition et diversité à l'intérieur et à l'extérieur du PNW

Si l'on s'intéresse à la composition floristique des parties des transects situées à l'intérieur et à l'extérieur du Parc, 42 espèces ont été dénombrées à l'intérieur et 50 à l'extérieur du parc. Les espèces suivantes sont absentes des parties des transects situées à l'intérieur du parc : *Albizia coriaria*, *Daniellia oliveri*, *Ficus ingens*, *Ficus sycomorus*, *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana*, *Moringa oleifera*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*. Par contre, *Vitellaria paradoxa* et *Adansonia digitata* ne se retrouvent qu'à l'intérieur du Parc. Le tableau de l'Annexe 5 donne la liste de toutes les espèces retrouvées à l'intérieur et à l'extérieur du Parc.

Le tableau 12 et la figure 41 montrent la valeur des indices de diversité sur les sections des transects situées à l'intérieur et à l'extérieur du parc. A l'intérieur du Parc, l'Indice de Diversité de Shannon (ISH) varie entre 0 (Transect 6-1) et 3,38 bits (Transect 10-2), alors qu'à l'extérieur, il varie de 0 (Transect 5-1) à 3,90 (Transect 12-2). Pour l'ensemble des sections des transects situées à l'intérieur du Parc, l'ISH est de 3,20 bits et l'Equitabilité de Piélou est 0,37 alors qu'ils sont respectivement de 3,43 bits et de 0,44 pour l'ensemble des sections des transects situés à l'extérieur du Parc.

Tableau 12: Valeurs de l'Indice de Shannon, de l'Equitabilité de Piélou et de l'Indice de Simpson pour les parties des transects situées à l'intérieur et à l'extérieur du Parc

INTERIEUR DU PARC					EXTERIEUR DU PARC				
Transect	ISH	EQ	D	NI	Transect	ISH	EQ	D	NI
L2-1-1	0,58	0,21	0,83	1001	L2-1-2	2,19	0,50	0,43	472
L2-2-1	0,90	0,25	0,75	427	L2-2-2	0,29	0,18	0,0008	427
L3-1-1	0,58	0,19	0,32	69	L3-1-2	1,62	0,51	0,43	210
L3-2-1	0,38	0,15	0,90	393	L3-2-2	0,69	0,25	0,8	483
L4-1-1	1,67	0,83	0,38	22	L4-1-2	1,76	0,88	0,31	24
L4-2-1	0,06	0,06	0,99	137	L4-2-2	0,72	0,21	0,82	473
L5-1-1	0,97	0,97	0,52	5	L5-1-2	0,00	0,00	1	1
L5-2-1	0,64	0,19	0,81	439	L5-2-2	0,36	0,23	0,89	595
L6-1-1	0,00	0,00	1,00	0	L6-1-2	1,40	0,70	0,49	21
L6-2-1	0,97	0,38	0,64	1909	L6-2-2	2,32	0,57	0,3	663
L7-1-1	1,25	0,49	0,47	106	L7-1-2	1,25	0,49	0,47	106
L7-2-1	2,04	0,55	0,29	1757	L7-2-2	1,40	0,39	0,54	729
L8-1-1	1,43	0,55	0,59	117	L8-1-2	0,72	0,72	0,68	5
L8-2-1	2,13	0,55	0,29	1561	L8-2-2	1,81	0,50	0,4	638
L9-1-1	1,41	0,89	0,41	8	L9-1-2	1,44	0,91	0,4	20
L9-2-1	1,72	0,43	0,48	877	L9-2-2	1,99	0,54	0,37	827
L10-1-1	1,11	0,70	0,54	19	L10-1-2	2,31	0,77	0,25	74
L10-2-1	3,38	0,76	0,14	899	L10-2-2	3,41	0,74	0,13	1005
L11-1-1	0,42	0,18	0,89	658	L11-1-2	1,25	0,62	0,46	91
L11-2-1	3,24	0,73	0,16	1136	L11-2-2	3,03	0,68	0,2	928
L12-1-1	0,57	0,22	0,84	272	L12-1-2	0,16	0,06	0,97	1250
L12-2-1	2,89	0,64	0,20	1708	L12-2-2	3,90	0,82	0,14	1729
L13-1	0,76	0,29	0,70	439	L13-2	1,41	0,55	0,51	88

ISH = Indice de Diversité de Shannon; EQ = Equitabilité de Piélou; NI = Nombre d'individus;
D = Indice de Simpson

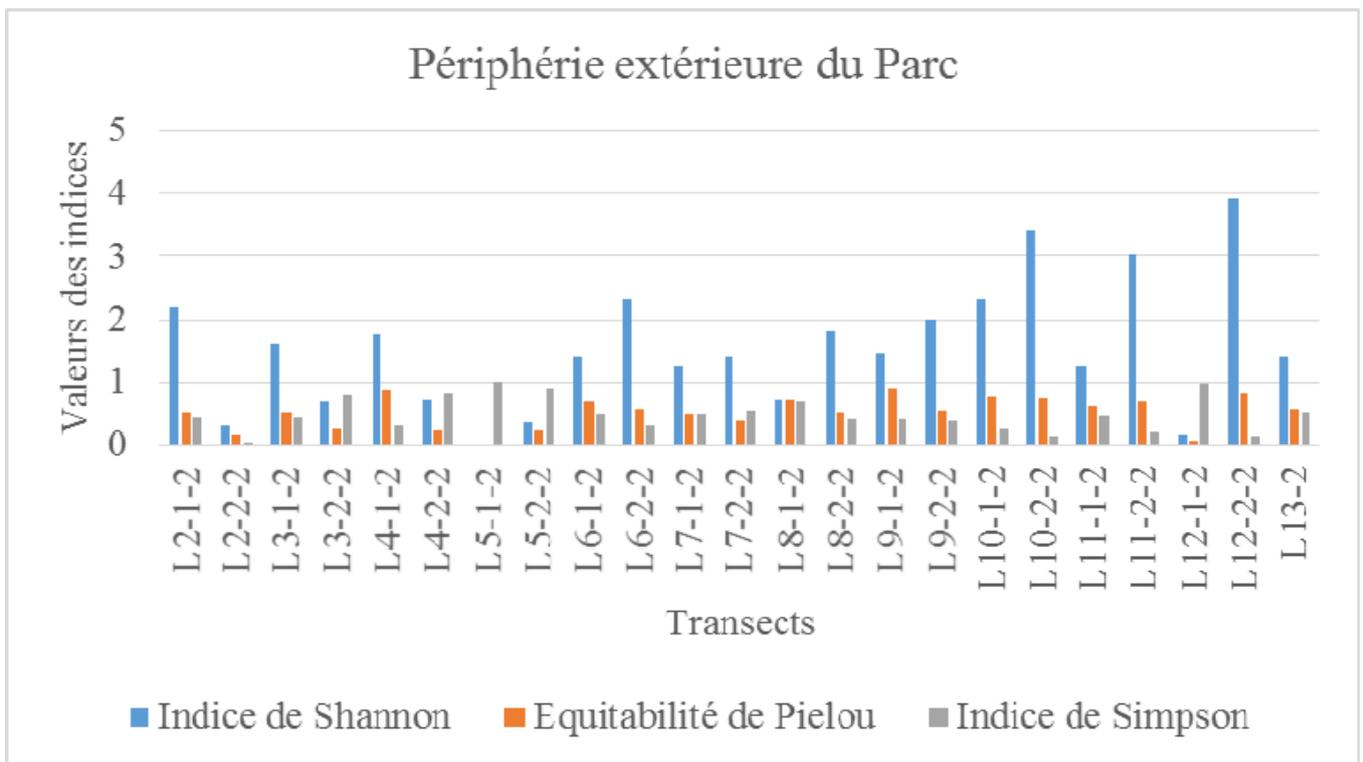
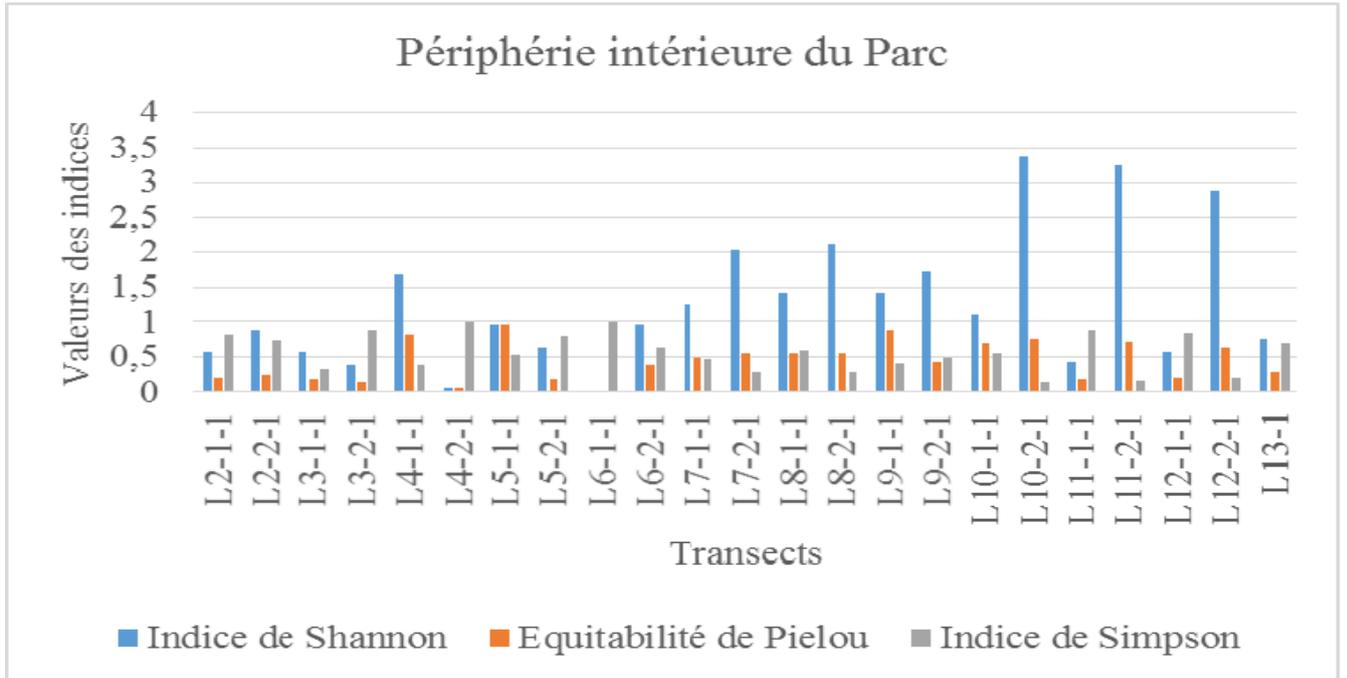


Figure 41: Représentation graphique de la valeur des indices de diversité de la périphérie intérieure et extérieure du parc

Les valeurs de ces indices confirment le potentiel du parc et de sa zone périphérique, caractérisé par une relative forte diversité biologique (Indice de Shannon élevé). Le tableau 13 qui récapitule la valeur moyenne totale des indices de biodiversité montre que la périphérie extérieure du Parc (environ 5 km de la limite du parc) est plus diversifiée que la périphérie intérieure. En effet, certaines essences de valeur se retrouvent conservées dans les jardins de case et les terroirs villageois, à cause de leur importance socio-économique et écologique pour les populations locales. C'est le cas de *Albizia coriaria*, *Daniellia oliveri*, *Ficus ingens*, *Ficus sycomorus*, *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana*, *Moringa oleifera*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera* que l'on retrouve principalement dans les terroirs des villages Mbile, Djeguere, Tagawa et Waza. Parmi ces espèces, six d'entre elles se retrouvent dans le terroir villageois de Mbile. Aussi, le Parc étant un espace public, bénéficiant de peu de contrôle, ses ressources sont comme un bien commun qui appartient à tout le monde et à personne en même temps. Le droit de propriété des ménages sur les espèces ligneuses entraîne une meilleure protection et gestion durable de ces arbres, surtout lorsqu'elles ont une importance socio-économique.

Tableau 13: Récapitulatif des indices de diversité à l'Extérieur et à l'Intérieur du Parc

	Intérieur du Parc	Extérieur du Parc	Total du site
Indice de Shannon	3,20	3,43	3,8
Equitabilité de Pielou	0,37	0,44	0,26
Indice de Simpson	0,20	0,17	0,13

À l'observation du tableau 12 et du tableau 14, on constate qu'on a trois principaux groupes de transects :

- Le premier groupe (Groupe 1) est constitué des transects dont la diversité biologique de la section du transect située à l'intérieur du Parc est supérieure à la diversité biologique de la section du transect située à l'extérieur du Parc. Ici on peut encore distinguer trois variantes:
 - le Groupe 1A où la densité de la population de la flore ligneuse à l'intérieur du parc est supérieure à la densité de la population de la flore ligneuse à l'extérieur du parc (L5-1, L7-2, L8-1, L8-2, L11-2) ;

- le Groupe 1B où la densité de la population de la flore ligneuse à l'intérieur du parc est inférieure à la densité de la population de la flore ligneuse à l'extérieur du parc (L5-2, L12-1) ; et
- le Groupe 1C où la densité de la population de la flore ligneuse est la même tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du parc (L2-2)
- Le deuxième groupe (Groupe 2) est constitué des transects dont la diversité biologique de la section du transect située à l'intérieur du Parc est inférieure à la diversité biologique de la section du transect située à l'extérieur du Parc. Ici on peut encore distinguer trois variantes :
 - le Groupe 2A où la densité de la population de la flore ligneuse à l'intérieur du parc est supérieure à la densité de la population de la flore ligneuse à l'extérieur du parc (L2-1, L6-2, L11-1, L13);
 - le Groupe 2B où la densité de la population de la flore ligneuse à l'intérieur du parc est inférieure à la densité de la population de la flore ligneuse à l'extérieur du parc (L3-1, L3-2, L4-1, L4-2, L6-1, L9-1, L10-1, L10-2, L12-2) ; et enfin,
 - le Groupe 2C où la densité de la population de la flore ligneuse est la même tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du parc (dans le cas de cette étude, aucun transect n'a présenté cette caractéristique)
- Le troisième groupe (Groupe 3) est constitué des transects dont la diversité biologique de la section du transect située à l'intérieur du Parc est semblable à la diversité biologique de la section du transect située à l'extérieur du Parc; il en est de même de la densité de la flore ligneuse. Seul le transect L7-1 est de ce groupe.

Tableau 14 : Regroupement des transects sur la base des caractéristiques de la diversité et de la densité absolue

Groupes	Caractéristiques	Sous Groupes	Caractéristiques	Transects concernés
Groupe 1	DBI > DBE	Groupe 1A	DBI > DBE DAI > DAE	L5-1, L7-2, L8-1, L8-2, L11-2
		Groupe 1B	DBI > DBE DAI < DAE	L5-2, L12-1
		Groupe 1C	DBI > DBE DAI = DAE	L2-2
Groupe 2	DBI < DBE	Groupe 2A	DBI < DBE DAI > DAE	L2-1, L6-2, L11-1, L13
		Groupe 2B	DBI < DBE DAI > DAE	L3-1, L3-2, L4-1, L4-2, L6-1, L9-1, L10-1, L10-2, L12-2
		Groupe 2C	DBI < DBE DAI = DAE	Aucun transect n'est concerné
Groupe 3	DBI = DBE	Groupe 3	DBI = DBE DAI = DAE	L7-1

DBI=diversité biologique à l'intérieur du parc; DBE = diversité biologique à l'extérieur du parc;
DAI=densité absolue à l'intérieur du parc; DAE= densité absolue à l'intérieur du parc

En guise de conclusion sur ce paragraphe, on peut dire que la diversité biologique légèrement plus importante et plus équitablement répartie dans l'ensemble des sections des transects situées à l'extérieur du Parc. Cependant, les différences de ces valeurs des indices sont très faibles, ce qui confirme le fait que le fonds floristique de l'intérieur et de l'extérieur du Parc ne sont pas très dissemblables. La longueur des transects ne permet de détecter des grandes variations sur le plan floristique. En revanche, à cause du fait que la majorité des villages soit située à limite même du parc, la zone d'influence tourne autour de 5 km de part et d'autres de la limite du Parc.

Cependant, en examinant de près certains transects comme L2-1, L7-1, L10-1, L2-2, L5-2, L6-2, un constat se dégage. Au niveau du Transect L2-1 et du Transect L6-2, le nombre d'espèces présentes dans les sections situées à l'extérieur du parc est environ trois fois plus élevé que le nombre d'espèces présentes dans les sections situées à l'intérieur du Parc (voir tableau 15). Par contre, le nombre total d'individus est au moins 2 fois plus élevé dans les sections du transect situées à l'intérieur que le nombre total d'individus situés à l'extérieur du Parc. Les populations des villages Mbilé (Transect L2-1) et Tagawa (L6-2) développeraient des techniques pour l'écrouissage de certaines espèces à l'intérieur du Parc et la protection des espèces utiles dans leur terroir villageois.

Tableau 15: Quelques traits caractéristiques de quelques transects

	Quelques traits caractéristiques	Intérieur du Parc		Extérieur du Parc			Densité absolue	
			NI			NI		
L2-1	<ul style="list-style-type: none"> Situé à côté du village Bilé La plus part des espèces très peu abondantes sont présentes 	ISH	0,58	1001	ISH	2,19	472	1,22
		EQ	0,21		EQ	0,50		0,28
		D	0,83		D	0,43		0,69
L7-1	<ul style="list-style-type: none"> Situé à proximité du village Lougouma Non loin d'une piste de transhumance 	ISH	1,25	106	ISH	1,25	106	2,41
		EQ	0,49		EQ	0,49		0,72
		D	0,47		D	0,47		0,49
L10-1	<ul style="list-style-type: none"> La piste de transhumance coupe ce transect Situé à proximité du village Tchédé 	ISH	1,11	19	ISH	2,31	74	2,42
		EQ	0,70		EQ	0,77		0,76
		D	0,54		D	0,25		0,22
L2-2	<ul style="list-style-type: none"> Situé à côté du village Ndiguina La route Nationale Maroua - Kousseri traverse ce transect 	ISH	0,90	427	ISH	0,29	427	1,03
		EQ	0,25		EQ	0,18		0,29
		D	0,75		D	0,0008		0,71
L5-2	<ul style="list-style-type: none"> Situé non loin de Waza Une partie du layon très proche de certains quartiers de Waza 	ISH	0,64	439	ISH	0,36	595	0,55
		EQ	0,19		EQ	0,23		0,16
		D	0,81		D	0,89		0,85
L6-2	<ul style="list-style-type: none"> Situé à côté du village Tagawa La route Nationale Maroua - Kousseri traverse ce transect 	ISH	0,97	1909	ISH	2,32	663	1,48
		EQ	0,38		EQ	0,57		0,36
		D	0,64		D	0,3		0,38

NI : Nombre d'individus

2.1.2. DIVERSITÉ DES GENRES ET DES FAMILLES

Diversité des genres

Les valeurs du Coefficient Générique et du Quotient Spécifique sont présentées dans le tableau 16.

Tableau 16: Valeurs du Coefficient Générique et du Quotient Spécifique

	Zone forestière	Zone arbustive	Plaine inondable	Intérieur du Parc	Extérieur du Parc	Toute la zone d'étude
Coefficient générique	80,56	82,76	76,47	76,19	75	78,85
Quotient Spécifique	1,24	1,21	1,31	1,31	1,33	1,27

La diversité générique est plus élevée dans la zone arbustive du PNW (80,56) que dans la zone forestière du Parc (79,31) et dans les plaines inondables (76,47). Le Quotient Spécifique quant à lui est beaucoup plus proche de 1 dans la zone arbustive et forestière (avec des valeurs respectives de 1,21 et 1,24) que dans la zone inondable (avec comme valeur 1,31) ; ce qui confirme que la végétation est beaucoup plus stable et plus ancienne dans les zones arborées et arbustives que dans les plaines inondables. En comparant le QS des sections des transects de l'intérieur et de l'extérieur du parc, on constate que les valeurs sont proches, mais que le QS à l'intérieur est plus proche de 1 que le QS de l'extérieur; cela confirme aussi le fait que la végétation de l'intérieur du parc est plus stable que l'extérieur. Les menaces sur la végétation sont donc plus présentes à l'extérieur du Parc.

Le coefficient générique obtenu pour les trois unités paysagères se rapproche de celui obtenu par Boubacar (2010) qui, en travaillant sur la caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradées et reverdies en zone sahélienne au Niger, a déterminé un coefficient générique de 87 % pour le site reverdi et de 88 % pour le site dégradé. Il en ressort donc que le site d'étude est génériquement diversité. Dans le cadre de l'analyse comparative de la flore de la forêt dense de Kigwena et de la forêt claire de Rumonge au Burundi, Hakizimana *et al.* (2011) a trouvé les valeurs faibles du quotient spécifique (respectivement de 1,37 et 1,44) et a

aussi conclu que la flore des deux forêts était ancienne et stable. Ces valeurs sont proches de celles trouvées dans cette étude (1,31 à l'intérieur et 1,33 à l'extérieur du Parc).

Diversité des familles

Au total 21 familles ont été identifiées dans la zone d'étude comme on peut le constater dans le tableau 17.

Tableau 17: Nombre d'individus par famille

N°	Familles	Nombre d'individus
1.	Sapotaceae	2
2.	Moringaceae	3
3.	Verbenaceae	4
4.	Moraceae	6
5.	Ebenaceae	12
6.	Loganiaceae	22
7.	Euphorbiaceae	34
8.	Apocynaceae	47
9.	Malvaceae	47
10.	Capparaceae	49
11.	Ulmaceae	54
12.	Meliaceae	62
13.	Bignoniaceae	139
14.	Annonaceae	268
15.	Rubiaceae	282
16.	Rhamnaceae	341
17.	Arecaceae	351
18.	Anacardiaceae	674
19.	Zygophyllaceae	2025
20.	Combretaceae	8876
21.	Fabaceae	11278
	TOTAL	24576

La famille des Fabaceae est la plus représentée, avec plus de 11 278 individus, soit plus de 45% du nombre total d'individus, suivi des Combretaceae représentées à 36% et des Zygophyllaceae avec plus de 8% des individus. Les familles les moins représentées sont les Sapotaceae, les Moringaceae et les Verbenaceae.

Aussi, les familles les plus dominantes sont les Fabaceae, les Combretaceae, les Zygophyllaceae et les Anacardiaceae, avec comme valeurs de la dominance relative 38,45%, 28,93%, 13,06% et 11,80% respectivement. Les familles les moins dominantes sont les Sapotaceae, les Verbenaceae et les Moringaceae avec moins de 0,003% de valeurs de dominance relative. Le tableau de l'Annexe 6 montre les valeurs de la dominance relative des familles.

La dominance de la famille des Fabaceae, suivi des Combretaceae et des Zygophyllaceae est comparable aux résultats de Sandjong Sani *et al.* (2013) qui trouve dans le Parc National de Mozogo - Gokoro une dominance numérique de la famille des Mimosaceae suivie respectivement par les familles Annonaceae, Combretaceae, Tiliaceae, Caesalpiniaceae, Capparaceae, Balanitaceae, Ebenaceae, Opiliaceae, Ampelidaceae et Ulmaceae. La présente étude a utilisé la classification APG III (*Angiosperms Phylogeny Group*) selon laquelle les Caesalpiniaceae, les Annonaceae et les Mimosaceae font tous partie du grand groupe des Fabaceae. Certaines familles, bien qu'importantes par leur surface terrière, ont une abondance moins significative. Il s'agit de Bombacaceae (Famille des Malvaceae selon APG III) et de Bignoniaceae.

La dominance des familles des Fabaceae et des Combretaceae est aussi comparable aux travaux de Dimobé *et al.* (2012), pour qui les Combretaceae et les Mimosaceae, indicatrices d'un climat généralement sec sont dominantes et omniprésentes dans sa zone d'étude de la Reserve de Faune l'Oti-Mandouri située dans la région septentrionale du nord Togo. Cela s'explique par la faiblesse des précipitations et des températures très élevées qui traduisent l'aridité du climat soudanien et soudano-sahélien qui caractérise cette zone.

2.1.3. CLASSIFICATION MORPHOLOGIQUE DE LA FLORE LIGNEUSE

La classification morphologique des espèces est uniquement basée sur la valeur du diamètre à 1,3 m du sol (ou à 0,3m lorsqu'elles branchent très bas) d'un individu appartenant à une espèce dans un peuplement donné. Plusieurs catégories se distinguent dans le cadre de cette étude :

- La catégorie A est constituée des espèces arborescentes dont le DBH dépasse 100 cm. Seuls deux individus des espèces suivantes sont représentées dans le peuplement : *Crateva adansonii* et *Celtis integrifolia*. Elles constituent 0,008% du peuplement.
- La catégorie B (DBH compris entre 50 et 100 cm) est constituée des espèces de la strate arborescente moyenne ; elle est représentée par 17 espèces et 406 individus, soit 1,65% de la flore ligneuse. Parmi ces espèces, on peut citer : *Tamarindus indica*, *Sclerocarya birrea*, *Celtis integrifolia*, *Balanites aegyptiaca*, *Anogeissus leiocarpus*.
- Les individus de la catégorie C sont au nombre de 5222, soit environ 21,25% de la flore ligneuse. Ce sont des espèces qui forment la strate arborescente inférieure et dont le DBH oscille entre 20 cm et 50 cm. Parmi ce groupe, on trouve : presque tous les *Acacias*, *Terminalia laxiflora*, *Tamarindus indica*, *Stereospermum kunthianum*, *Sclerocarya birrea*, *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum molle*.
- Les individus de la classe D sont au nombre de 9064, soit 36,88% de la flore ligneuse. Ce sont les espèces arbustives de grande dimension et dont le DBH est compris entre 10 et 20 cm. Parmi ceux-ci, on peut citer : *Ziziphus mauritiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Lannea humilis*, *Hyphaene thebaica*, *Grewia mollis*, *Dalbergia melanoxylon*, *Crateva adansonii*, *Annona senegalensis*.
- Les individus de la classe E constitue la classe majoritaire avec 9882 individus, soit 40,21% de la flore ligneuse. Ce sont les espèces arbustives de petite dimension, avec le DBH inférieur à 10 cm.

2.1.4. ABONDANCE ET DOMINANCE DES ESPÈCES

Un examen de l'ensemble des transects indique que sur les 52 espèces recensées, *Acacia seyal*, *Guiera senegalensis*, *Combretum molle* et *Balanites aegyptiaca* sont les plus abondantes avec respectivement 36,02%, 17,97%, 9,18% et 8,24% d'individus sur le nombre total d'individus inventoriés. Au total 14 espèces sur les 52 ont moins de 5 individus chacune, alors

que 5 espèces (*Kigelia africana*, *Adansonia digitata*, *Khaya senegalensis*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*) ont un seul pied dans tous les transects parcourus. Le tableau de l'Annexe 1 montre la synthèse de ces différentes espèces qui forment le fond floristique du peuplement étudié.

Un examen des sections des transects situés à l'intérieur du Parc montre que, sur les 42 espèces recensées, *Acacia seyal* et *Guiera senegalensis* sont les plus abondantes avec respectivement 37,72% et 17,87% d'individus, et 10 espèces au total ont moins de 5 individus. Sur les parties des transects situées à l'extérieur du parc, *Acacia seyal* et *Guiera senegalensis* sont également les plus abondantes avec respectivement 33,78% et 18,10% d'individus, et 13 espèces au total ont moins de 5 individus.

Sandjong Sani *et al.* (2013) démontrent dans le cadre de leurs travaux au Parc National de Mozogo - Gokoro, que certaines espèces sous représentées, à l'instar *Azadirachta indica*, *Adansonia digitata* s'expliqueraient par la présence humaine ou à leur probable introduction par l'avifaune ou les Chiroptères. On constate que l'espèce *Acacia seyal*, plus abondante à la périphérie de Waza est absente dans les inventaires de Mozogo - Gokoro. Quant à *Guiera senegalensis* et *Combretum molle*, elles sont parmi les plus abondantes à Waza alors que leur présence est considérée comme accidentelle au Parc National de Mozogo - Gokoro.

Les travaux de Kangbéni *et al.* (2012) dans la réserve de faune de l'Oti-Mandouri (Togo) donnent des résultats suivants en terme d'abondance des espèces : *Combretum glutinosum* (48,68 %) est l'espèce la plus abondante suivie de *Mitragyna inermis* (36,84 %), *Acacia polyacantha* (35,52 %) et *Piliostigma thonningii* (35,52 %). Les autres espèces (*Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia avicinoides*, *Paulinia pinnata*, *Prosopis africana*, *Nauclea latifolia*, *Terminalia macroptera*, *Gardenia ternifolia*, *Pterocarpus santalinoides*, *Acacia gourmaensis*, etc.) ont une fréquence relative comprise entre 7 et 28 %. On constate également que les espèces *Acacia seyal*, *Guiera senegalensis* et *Combretum molle*, plus abondantes à la périphérie de Waza sont absentes dans les inventaires de la Réserve de Faune de l'Oti-Mandouri.

Dans son étude sur la dégradation des ressources végétales dans le massif de l'Aïr (Sahara, Niger), Anthelme *et al.* (2006) a trouvé un total de douze espèces ligneuses citées comme étant en régression ; et c'est dans les terroirs villageois que l'on rencontre en général le plus d'espèces

menacées. En revanche, dans les villages dont l'agriculture est principalement agroforestière, très peu d'espèces en régression y sont présentes. Selon cet auteur, les espèces menacées sont celles régulièrement utilisées par les populations pour divers usages: fabrication de mortiers et de tabourets, bois de chauffe, pharmacopée traditionnelle, etc. Parmi ces espèces, on peut citer *Faidherbia albida*, *Acacia nilotica*, *Acacia tortilis*, *Salvadora persica* et *Ziziphus mauritiana*. Le prélèvement de bois mort en tant que combustible est considéré comme la première cause de régression de la ressource ligneuse dans ce massif et conduit à la coupe abusive des arbres vivants. Les autres causes principales sont par ordre d'importance décroissant le surpâturage et en particulier son effet négatif sur la régénération, les coupes abusives, etc. On peut donc conclure en se référant aux résultats de cette étude que les espèces dont la présence est accidentelle (espèces ayant moins de 5 individus) sont celles régulièrement utilisées par les populations pour divers usages, mais que face à la menace de disparition de ces espèces très utiles, certains ménages parviennent à conserver quelques pieds dans les jardins de case et terroirs villageois.

Ceci est en contradiction avec les résultats de Bondé *et al.* (2013) pour qui la diversité floristique ligneuse des formations soudaniennes est déterminée par un gradient environnemental sous-tendu par le mode d'utilisation des terres. Les résultats obtenus de leurs travaux montrent que la végétation ligneuse de la forêt classée est significativement plus diversifiée que celle des jachères ou des champs. La forte richesse spécifique observée dans la forêt classée et les valeurs élevées des autres indices de diversité seraient liées à l'effet de la protection, car les activités anthropiques sur la végétation ligneuse y sont négligeables. En effet, dans le domaine soudanien, l'influence anthropique à l'intérieur des espaces protégés est beaucoup plus accentuée sur la végétation herbacée que sur la végétation ligneuse. Les formations protégées, soustraites à la forte pression anthropique (surpâturage et surexploitation du bois), bénéficient de conditions favorables à l'installation et au développement de plusieurs espèces. Cette différence peut être due à au moins deux raisons: (i) ces auteurs ont travaillé dans une zone écologique différente, à savoir la zone soudanienne ; (ii) leur travaux ont porté sur la comparaison de la diversité biologique entre les champs et les jachères d'une part et la forêt classée d'autre part, alors que notre travail été focalisé sur la périphérie extérieure et intérieure du parc

Les espèces les plus dominantes sont *Acacia seyal*, *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea* avec comme valeur de la dominance relative respectivement

28,85%, 18,67%, 13,06% et 11,50%. Les espèces les moins dominantes sont *Sterculia setigera*, *Vitellaria paradoxa*, *Vitex doniana*, *Moringa oleifera*, *Daniellia oliveri* et *Entada africana*; elles ont moins de 0,004% comme valeur de la dominance relative. Les valeurs de la dominance relative des espèces sont contenues dans le tableau de l'Annexe 8.

On remarque la présence d'un seul individu de 12 m de hauteur et de 2,12 m de circonférence (0,67 m de diamètre); ce qui lui donne à lui seul une surface terrière de 35,78 m²/ha. Il s'agit du seul pied de l'espèce *Adansonia digitata*. Sandjong Sani *et al.* (2013) a aussi trouvé la présence d'un individu d'*Adansonia digitata* de 13,10 m de circonférence, soit 4,17 m de diamètre et 35 m de hauteur avec une surface terrière totale (134,55 m²/ha) dans le Parc National de Mozogo-Gokoro. En effet, l'importance (alimentaire, thérapeutique, économique, etc.) de cette espèce est sans cesse croissante. C'est une espèce à usages multiples, reconnue et largement intégrée par les communautés rurales. Encore appelé baobab africain, c'est un arbre massif qui atteint de 18 à 25 m de hauteur (à maturité) et dont le tronc peut dépasser un diamètre de 12 m. La distribution rare de cette espèce est principalement due à la pression anthropique exercée sur elle, au regard de son importance socio-économique (Adjéya *et al.*, 2014).

2.1.5. DENSITÉ DE LA POPULATION, RECOUVREMENT ET ANALYSE DES GROUPEMENTS FLORISTIQUES

Densité absolue

Le tableau 18 indique les densités absolues dans chaque transect. Ces densités absolues à l'hectare varient de 0,3 individus / ha (Transect L5-1) à 123 individus / ha (Transect L7-2). On note cependant que les densités absolues sont globalement plus faibles dans les transects entièrement localisés dans l'Unité Paysagère 1, à savoir les transects T2-1, T3-1, T3-2, T4-1, T5-1, T6-1, T7-1, T8-1, T9-1. La densité la plus importante dans cette unité paysagère est celle du Transect T2-1 qui est de 37 individus/ha.

Tableau 18: Liste des transects et leurs densités absolues

Noms des Transects	Nombre d'individus	Densités absolues	
L2-1	1473	37	Transects localisés dans l'UP1
L2-2	448	19	
L3-1	279	8	
L3-2	876	41	
L4-1	46	1	
L5-1	6	0,3	
L6-1	21	1	
L7-1	174	8	
L8-1	122	5	
L9-1	28	1	
L10-1	93	4	Transects mixtes (localisés dans au moins deux UP)
L11-1	749	26	
L12-1	1522	49	
L13	527	26	
L4-2	610	21	
L5-2	1034	34	
L6-2	2572	60	
L7-2	2486	123	Transects localisés dans l'UP3
L8-2	2199	109	
L9-2	1704	61	
L10-2	1904	94	
L11-2	2064	38	
L12-2	3637	115	

La faible densité dans la zone inondable du Parc peut aussi s'expliquer par les différentes utilisations de la ressource concentrée dans cette zone du Parc, avec notamment : la proximité avec les couloirs de transhumance, l'ampleur des campements d'éleveurs, la proximité et l'ampleur des superficies des cultures décrues. Également, pendant la période d'inondation,

l'accès est très difficile pour les services de conservation et le contrôle forestier très limité, ce qui accentue la concentration des utilisateurs et l'exploitation illégale des ressources, y compris dans le parc.

Dans les transects localisés dans la zone forestière du Parc, à savoir les transects T7-2, T8-2, T9-2, T10-2, T11-2 et T12-2, la densité absolue du peuplement est la plus importante et varie de 20 individus/ ha (transect T4-2) à 123 individus/ha (transect T7-2).

Tableau 19 : Valeurs moyennes des densités absolues

	Zone inondable	Zone arbustive	Zone forestière	Sections des transects de l'intérieur du Parc	Sections des transects de l'extérieur du Parc
Valeur moyenne des densités absolues	14	32	81	43	32

D'une manière générale, la densité absolue moyenne sont faibles (tableau 19). La densité moyenne sur tout le site est de 38 individus / ha. Dans la zone forestière celle-ci est de 81 individus / ha tandis qu'elle est de 32 individus / ha dans la zone arbustive et de 14 individus / ha dans la zone inondable. Les travaux de Sani (2009) sur la caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans un site reverdi et un site dégradé dans le Département de Mirriah au Niger ont montré que, la densité moyenne des ligneux est de 163 individus/ha dans le site reverdi et 91 individus/ha dans le site dégradé. La densité moyenne obtenue au niveau de la zone forestière du PNW se rapproche de la densité obtenue sur le site dégradé de Sani (2009). Celles obtenues dans les autres unités paysagères sont beaucoup plus faibles, ce qui peut s'expliquer par le degré de dégradation des terres dans ces parties du PNW, dues entre autres à la concentration des utilisateurs des ressources dans cette partie de la périphérie du Parc.

La densité absolue est plus élevée à l'intérieur (43 individus / ha) qu'à l'extérieur du parc (32 individus / ha). Ceci pourrait s'expliquer par le degré d'anthropisation à l'extérieur du parc par rapport à l'intérieur. Ces résultats corroborent avec ceux de Sako et Beltrano (2014) qui

relèvent que l'épuisement des parcelles forestières en Côte d'Ivoire à partir des années 1980, ainsi que la propension des populations à puiser leurs besoins en ressources forestières ligneuses et non ligneuses dans les forêts protégées sont à l'origine de nouvelles menaces réelles sur leur conservation. En effet, de nombreuses exploitations agricoles et parfois même des villages sont souvent à l'intérieur des forêts protégées.

Sandjong Sani *et al.* (2013) quant à lui montre que le Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun) a subi une forte pression anthropique, et l'effet de la sécheresse avec une trajectoire régressive. Plusieurs espèces animales et végétales sont ainsi signalées en disparition ou en diminution dans le Parc, reflétant un recul de la biodiversité. Ces auteurs ont par ailleurs trouvé une densité très élevée (2972 tiges/hectare) et identifiés 62 espèces ligneuses dans ce Parc National situé dans la même zone agroécologique. Cette densité et richesse ligneuse plus élevées par rapport à la périphérie du Parc National de Waza confirme encore une fois de plus le degré de dégradation de notre site d'étude.

Recouvrement ou degré de présence

La fréquence des espèces rencontrées dans le site d'étude montre que le recouvrement des espèces varie de 4,35 à 86,96% (voir tableau de l'Annexe 7). Ces espèces sont réparties dans les cinq classes parmi lesquelles :

- 31 espèces à distribution rare (classe I)
- 17 espèces à faible distribution (classe II)
- 2 espèces distribution moyenne (classe III)
- 1 espèce à grande distribution (classe IV)
- 1 espèce à très grande distribution (classe V)

Seuls *Balanites aegyptiaca* et *Acacia seyal* sont respectivement à grande et à très grande distribution ; c'est donc à juste titre que certains auteurs (MINEF; 1998) qualifiaient la physionomie du parc du « type sahélien caractérisé par une steppe à épineux du genre *Acacia seyal*, jonchée de *Balanites aegyptiaca* » (classification basée uniquement sur le degré de présence). Au total 48 espèces sur les 52 sont à faible et à rare distribution.

Analyse des groupements floristiques

L'indice de similarité de Sorensen a été utilisée pour comparer les groupements floristiques suivant : UP1 / UP2, UP1/UP3 et UP2/UP3, puis Intérieur / Extérieur du Parc. Le tableau 20 montre que cet indice est supérieur à 50 pour les groupes floristiques comparés (tous les groupes de relevés appartiennent à la même communauté végétale). Ce qui montre que ces groupes sont sensiblement semblables du point de vue floristique. Cependant, la ressemblance est moins marquée entre la zone inondable et les zones arbustives / arborées.

Tableau 20: Valeurs de l'Indice de Similarité de Sorensen

	UP1/UP2	UP2/UP3	UP1/UP3	Intérieur / Extérieur du Parc
Indice de Similarité de Sorensen	60,31	67,70	60,00	86,96

2.2 STRUCTURE DU PEUPLEMENT VEGETAL

2.2.1. STRUCTURE DIAMETRIQUE DU PEUPLEMENT

Le tableau 21 présente le nombre d'individus par classe de diamètre, ainsi que la fréquence en pourcentage.

Tableau 21 : Nombre d'individus par classe de diamètre

Classes de diamètre		Nombre d'individus	Fréquence
]0-10[	5	9 770	39,75%
[10-20[	15	9 210	37,48%
[20-30[	25	3 845	15,65%
[30-40[	35	891	3,63%
[40-50[	45	450	1,83%
[50-60[	55	237	0,96%
[60-70[	65	128	0,52%
[70-80[	75	38	0,15%
[80-90[	85	5	0,020%
[100-110[	105	1	0,004%
[200-210[	205	1	0,004%
TOTAL		24 576	100,00%

La structure diamétrique des espèces ayant plus de 20 individus a été examinée. Les figures 42, 43 et 44 montrent les différentes structures diamétriques rencontrées.

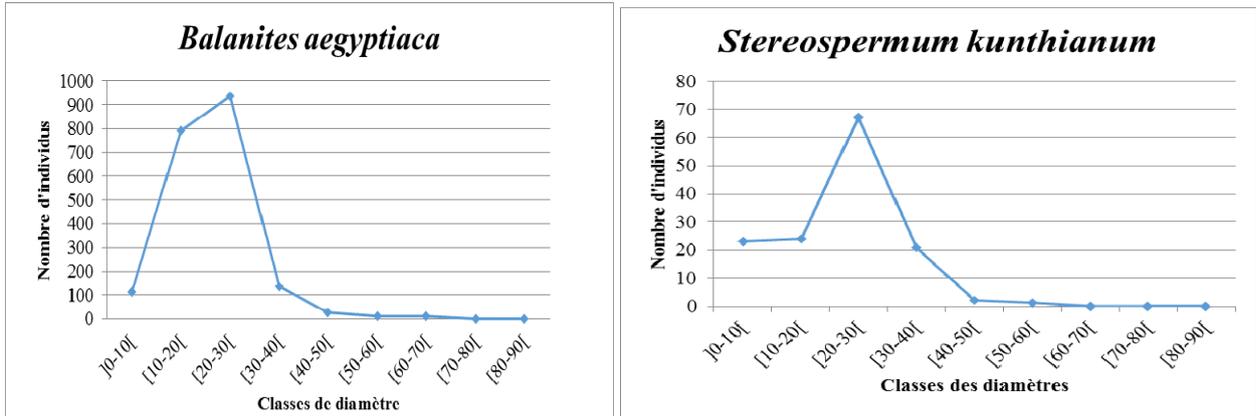


Figure 42: Représentation des classes de diamètre (structure en cloche)

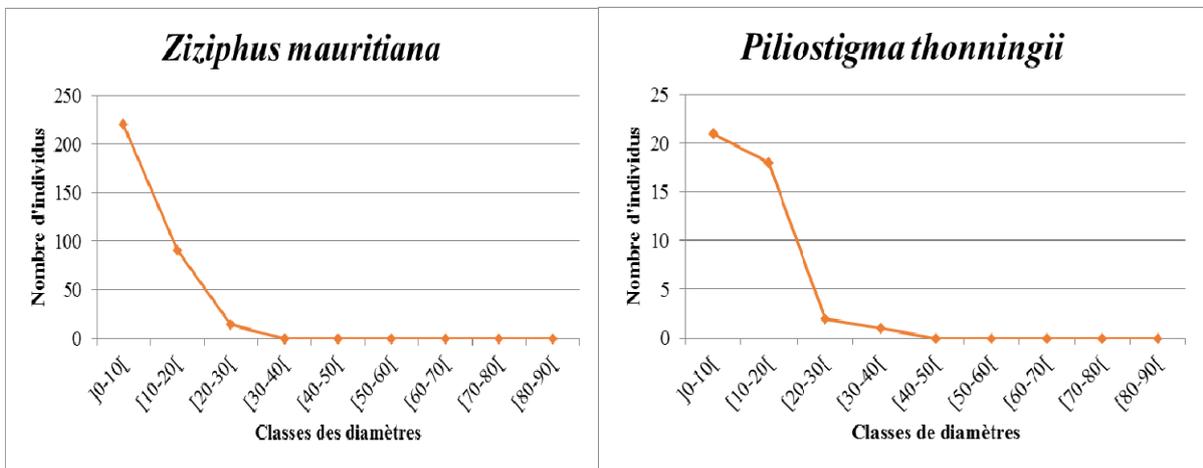


Figure 43: Représentation des classes de diamètre (structure exponentielle)

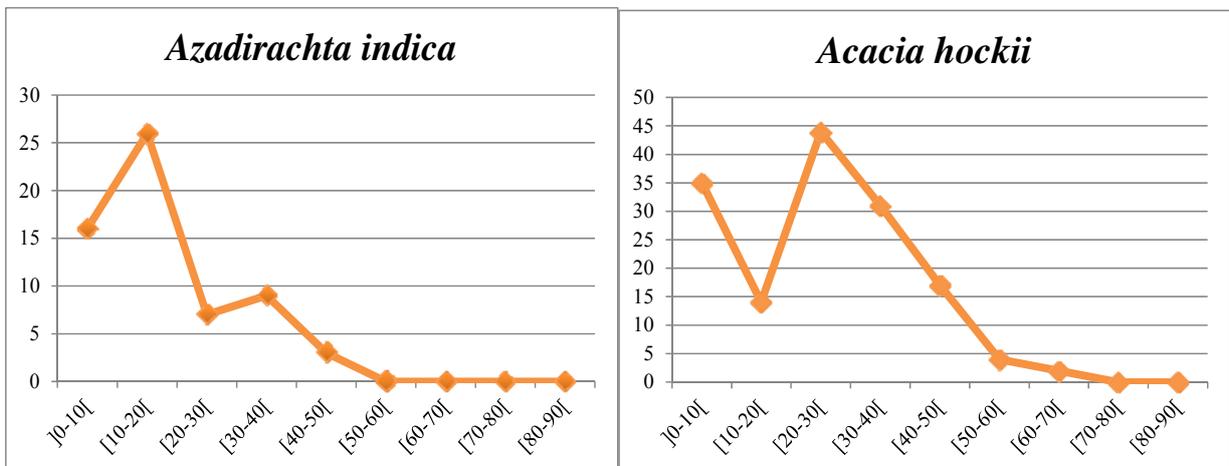


Figure 44: Représentation des classes de diamètre (structure erratique)

On constate que les différentes formes de structures sont les suivantes :

- Une structure exponentielle pour les espèces suivantes: *Hymenocardia acida*, *Guiera senegalensis*, *Annona senegalensis*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia laxiflora*, *Ziziphus mauritiana*, *Pterocarpus lucens*, *Combretum aculeatum*
- Une structure en cloche pour les espèces suivantes: *Acacia senegal*, *Sclerocarya birrea*, *Mitragyna inermis*, *Hyphaene thebaica*, *Lanea humilis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum molle*, *Balanites aegyptiaca*, *Dalbergia melanoxylon*, *Crateva adansonii*, *Stereospermum kunthianum*, *Acacia nilotica*, *Acacia seyal*, *Grewia mollis*, *Acacia polyacantha*, *Piliostigma reticulatum*
- Une structure diamétrique erratique pour les espèces suivantes : *Faidherbia albida*, *Celtis integrifolia*, *Azadirachta indica*, *Tamarindus indica*, *Acacia hockii*

La représentation graphique des classes de diamètre des sections des transects situées à l'intérieur et à l'extérieur du parc (figure 45) montre une structure diamétrique très proche de la forme exponentielle à l'intérieur du parc et une structure tendant vers la cloche (dos cassé) à l'extérieur du parc. L'extérieur du parc a donc des problèmes de régénération, alors que ces problèmes sont plus limités à l'intérieur du parc.

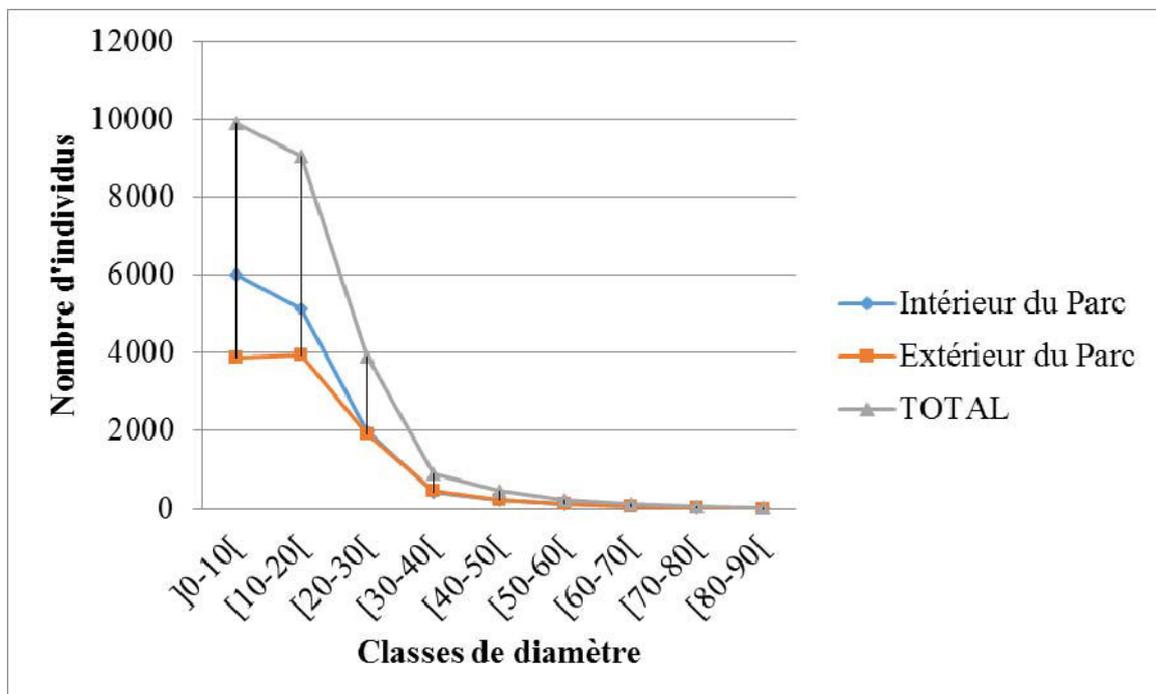


Figure 45: Structure diamétrique des sections des transects situées à l'extérieur et à l'intérieur du parc

La représentation graphique des classes de diamètre du peuplement des différentes unités paysagères montre une structure légèrement en cloche pour la zone inondable et la savane arbustive et une structure en exponentielle décroissante (avec une pente très forte) pour la savane arborée (figure 46). Cela signifie une capacité de renouvellement du peuplement plus limitée dans les deux premières unités et plus importante dans la savane arborée.

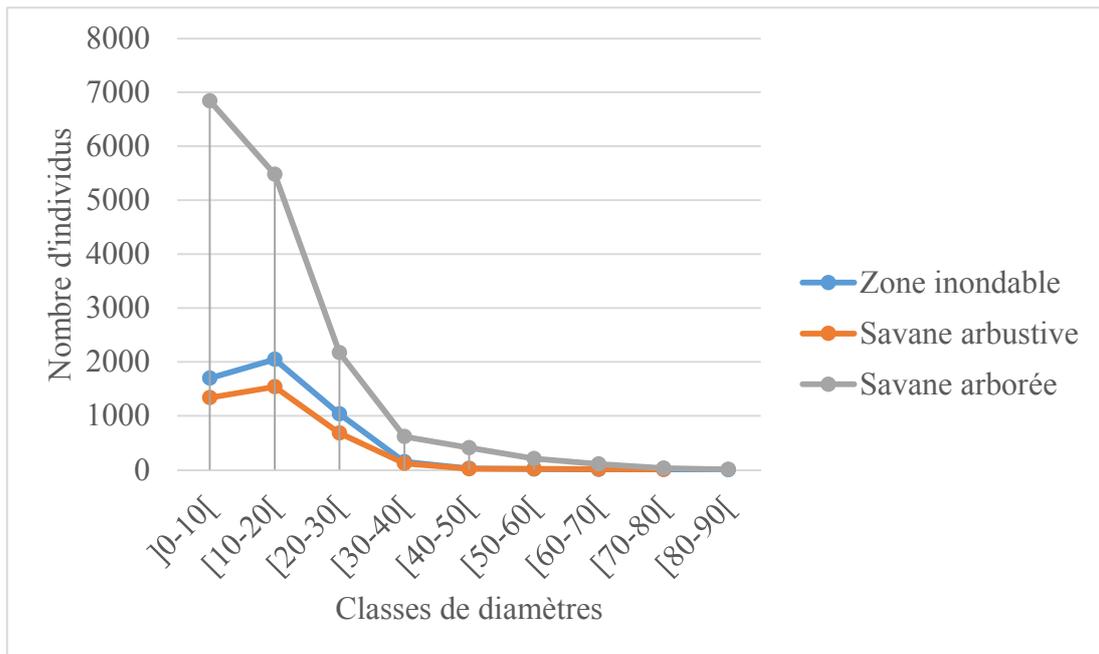


Figure 46: Structure diamétrique du peuplement des unités paysagères

La structure en forme de cloche (extérieur du parc, zone inondable et savanes arbustives) est donc le signe d'une population qui a des problèmes de régénération. Par contre, la structure exponentielle décroissante (intérieur du parc, savane arborée) représente une population d'espèces qui se régénère régulièrement du fait des conditions du milieu. Cette population est caractérisée par un plus grand nombre de petits arbres que de grands arbres, et une réduction progressive du nombre d'arbres dans les classes supérieures de diamètre. Selon Eyog (2003) et Feeley *et al.* (2007) cité par Yehouenou Tessi *et al.* (2012), pour des espèces présentant une telle structure, les tiges d'avenir sont en nombre suffisamment élevé et le renouvellement de la population est assuré. Une telle espèce est dite structurante car assurant sa pérennité dans les peuplements. Les espèces structurantes sont : *Combretum aculeatum*, *Pterocarpus lucens*, *Piliostigma thonningii*, *Annona senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Guiera senegalensis*, *Terminalia laxiflora*, *Hymenocardia acida*.

2.2.2. STRUCTURE VERTICALE DU PEUPLEMENT

La flore ligneuse de la périphérie a été répartie en 4 classes de hauteur :

- les tiges de régénération dont la classe des hauteurs est] 0 – 1 m]
- les tiges d'avenir avec une classe des hauteurs de]1 m - 1,5 m]
- les tiges moyennes dont la classe des hauteurs est] 1,5 m - 3 m]
- les hautes tiges dont la hauteur est supérieure à 3 m

La figure 47 montre la structure verticale du peuplement de la zone périphérique du parc national de Waza et des unités paysagères qui y sont présentes. Les différentes formes sont globalement en "L" avec quelques particularités.

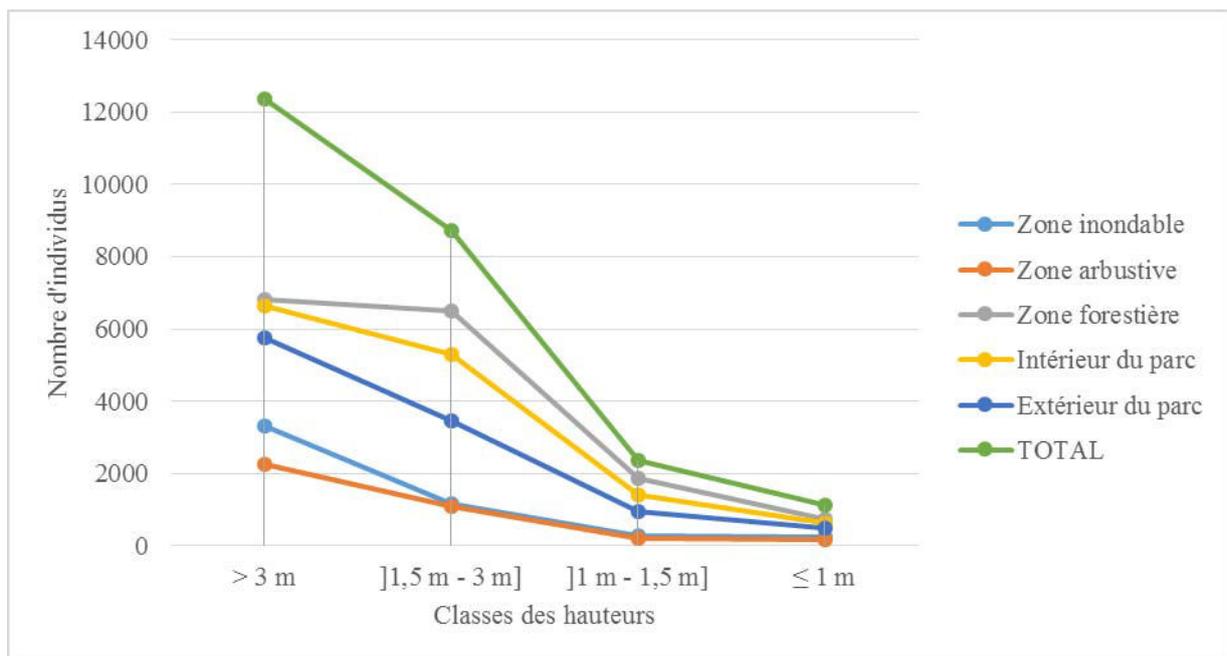


Figure 47: Structure verticale du peuplement

- Une structure en "L" très relevée avec le dos très légèrement cassé vers le haut (pour l'ensemble de la zone);
- Une structure en "L" très surbaissée avec le dos bien cassé vers haut (pour la zone située à l'intérieur du parc et la zone forestière);

- Une structure en "L" très surbaissée avec le dos rectiligne et plane (pour la zone située à l'extérieur du parc);
- Une structure légèrement proche d'une cuvette (pour la zone inondable et la zone arbustive du parc).

Quel que soit le cas, les tiges les moins représentées sont les tiges d'avenir et les tiges de régénération, avec une différence très grande par rapport aux autres tiges. Ce résultat est proche de celui de Sani (2009) et Boubacar (2010). Il est caractéristique des écosystèmes savanicoles, qui sont généralement constitués des individus de tailles relativement moyennes. Tchobsala *et al.* (2010), a également trouvé dans la végétation de la zone soudanienne à N'Gaoundéré au Cameroun une structure en «L» et conclut que c'est un indice de dégradation.

2.2.3. SURFACE TERRIÈRE

La surface terrière totale est estimée 638 m². En ramenant ceci par unité d'ha, on trouve environ 1 m² / ha. Quant à la surface terrière des espèces, elle varie de 0,08 cm² / ha pour l'espèce comme *Sterculia setigera*, à 2818 cm² / ha pour *Acacia seyal*. Les autres espèces ayant des surfaces terrières les plus élevées sont: *Combretum molle*, *Sclerocarya birrea*, *Balanites aegyptiaca*, *Anogeissus leiocarpus* avec comme valeurs respectives des surfaces terrières 552 cm² / ha, 1123 cm² / ha, 1275 cm² / ha et 1823 cm² / ha. Les autres espèces ayant les plus faibles valeurs des surfaces terrières sont: *Vitellaria paradoxa*, *Vitex doniana*, *Moringa oleifera*, *Daniellia oliveri*, *Entada africana* avec comme valeurs respectives des surfaces terrières: 0,09 cm² / ha 0,21 cm² / ha; 0,23 cm² / ha; 0,24 cm² / ha et 0,27 cm² / ha.

Il faut remarquer que *Guiera senegalensis* ayant le nombre d'individus parmi les plus élevé n'est pourtant pas parmi les espèces ayant une surface terrière importante, alors que les espèces comme *Celtis integrifolia*, *Ficus sycomorus*, *Faidherbia albida*, *Crateva adansonii* ont très peu d'individus, mais avec une surface terrière relativement élevée. *Adansonia digitata* et *Prosopis africana* ont un seul individu mais avec une surface terrière supérieure à 5 cm² / ha. Les annexes 10 et 11 montrent toutes les valeurs des surfaces terrières par espèce et par famille.

2.2.4. ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

La représentation factorielle des résultats de l'étude sur le graphique permet d'individualiser trois principaux groupes comme le montre la figure 48.

Le premier groupe d'espèce (groupe 1) qui se forme est constitué des espèces que l'on retrouve dans la plupart des transects du parc. À savoir en première position l'*Acacia seyal* (qui est l'espèce la plus présente dans les transects du parc), suivi de *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana* et *Piliostigma reticulatum*. Un constat évident est que très peu d'espèces se retrouvent présentes dans la majorité des transects. Ces quatre espèces sont les plus fréquentes dans la zone d'étude.

D'autres espèces se distinguent de par leur rapprochement par rapport aux autres espèces présentes dans le parc. Le premier groupe d'entre elle (groupe 2) est constitué des espèces suivantes : *Acacia macrothyrsa*, *Anogeissus leiocarpus*, *Hymenocardia acida*, *Hyphaene thebaica*. Ce sont les espèces qui sont présentes ensemble dans la plupart des transects où on les rencontre, à savoir les layons 10-2, 12-2, 11-2, 8-2 et 9-2. L'analyse plus poussée a également permis de voir que ces transects ont des profils pédologiques semblables, et c'est la raison pour laquelle on y retrouve pratiquement les mêmes espèces de ligneux. L'analyse de la carte des sols a montré que ces layons sont situés dans une zone dominée par un mélange de sols lessivés et de sables fins et argileux lacustres. Les quatre espèces ci-dessus cohabitent donc ensemble mais dans ce type de sols ; ce sont donc des espèces inféodées à ce type de sol.

Le deuxième groupe d'entre elles (groupe 3) concerne les espèces suivantes : *Guiera senegalensis*, *Combretum molle*, *Sclerocarya birrea*, *Anogeissus leiocarpus*, *Dalbergia melanoxylon*. Ce sont les espèces qui cohabitent ensemble dans la plupart des transects où on les rencontre et qui sont également absentes ensembles dans les transects où l'une d'entre elles ne figure pas. Ce sont des espèces symbiotiques.

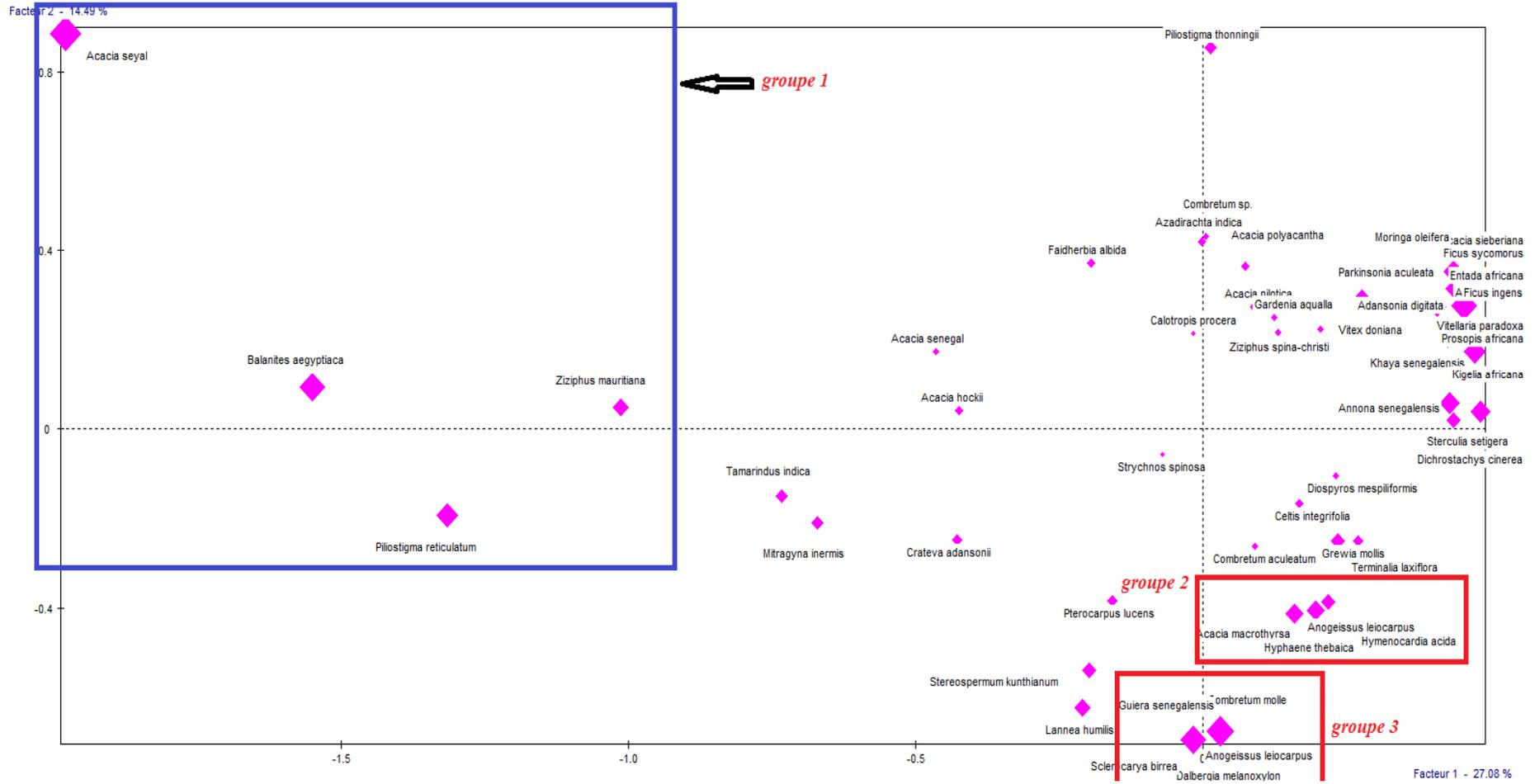


Figure 48 : Individualisation des groupes d'espèces sur le plan factoriel

2.3 DISTRIBUTION SPATIALE ET DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE

2.3.1. DISTRIBUTION SPATIALE DES ESPÈCES A DISTRIBUTION RARE

L'analyse des données d'inventaire montre que les 5 espèces suivantes ont un seul individu dans toute la zone d'étude : *Kigelia africana*, *Khaya senegalensis*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*, *Adansonia digitata*. Les quatre premières de ces espèces se retrouvent à l'extérieur du parc, et la dernière à l'intérieur du Parc. Trois de ces espèces sont présentes dans le transect 2-1 (zone inondable) et les autres dans les transects 6-2 (dans la partie du transect située dans la zone arbustive) et 8-2 (zone forestière). Cette analyse indique également que huit espèces ont deux à quatre individus. Il s'agit de : *Vitex doniana*, *Ziziphus mauritiana*, *Moringa oleifera*, *Ficus ingens*, *Ficus sycomorus*, *Vitellaria paradoxa*, *Entada africana*, *Acacia sieberiana*. La spatialisation des données d'inventaires (voir figure 49) montre que la majorité de ces espèces est située à l'extérieur du Parc et à proximité ou non loin d'un village. Six de ces espèces sont localisées particulièrement dans le terroir villageois de Mbilé.

Selon Donfack (1998) deux de ces espèces (*Khaya senegalensis*, *Sterculia setigera*) sont les plus recherchées par les animaux dans la région pour les besoins de fourrages et rejettent difficilement. Ces deux espèces sont respectivement présentes dans les Transects 2-1 et 8-2 qui sont très éloignés des zones de concentration des transhumants et éleveurs. Ceci corrobore en partie avec Badji *et al.* (2013) pour qui, parmi les espèces les plus sensibles à la forte pression pour le bois et le fourrage, on peut rencontrer *Adansonia digitata* et *Sterculia setigera*.

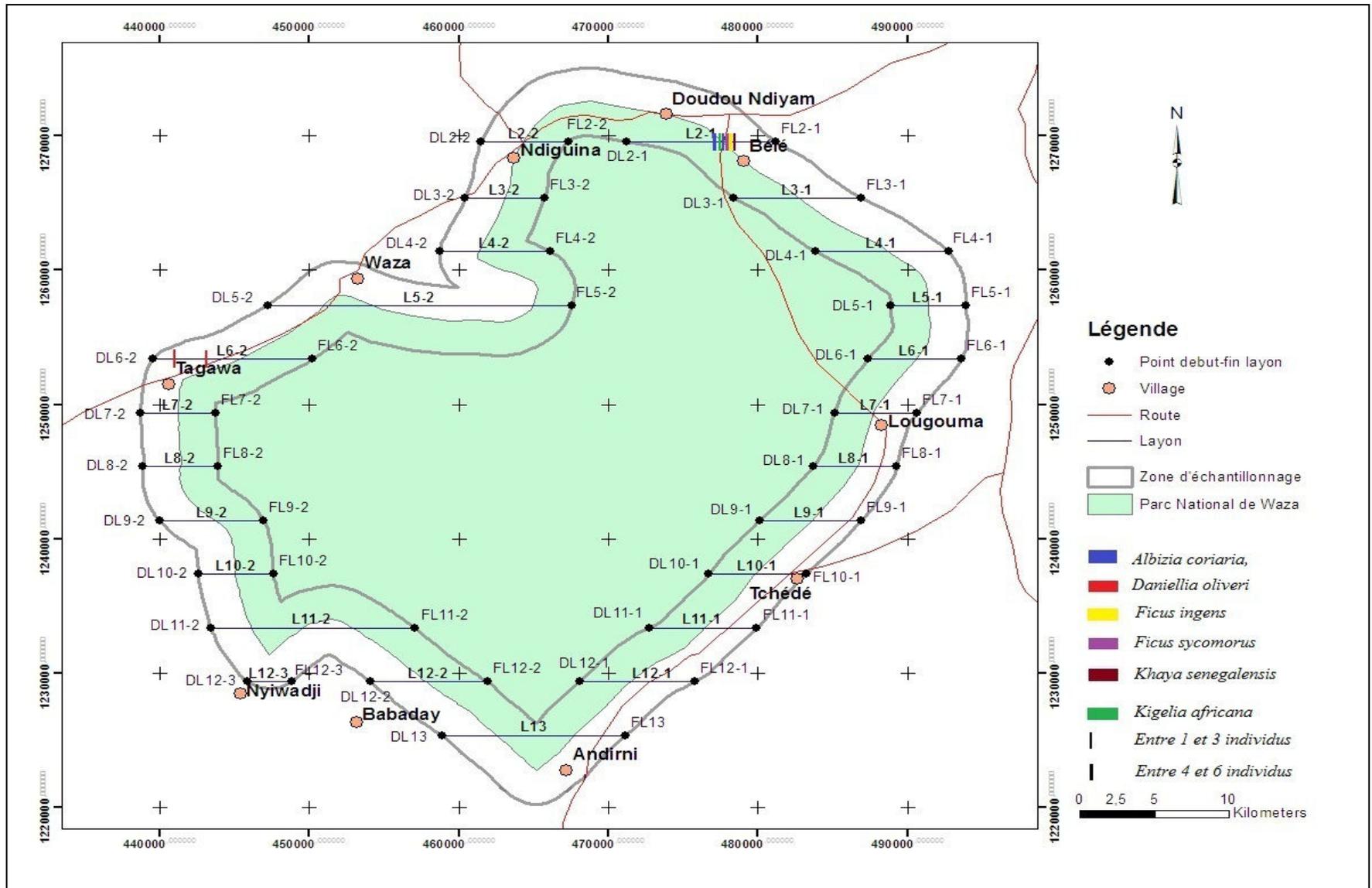


Figure 49: Représentation spatiale des espèces ligneuses à distribution rare

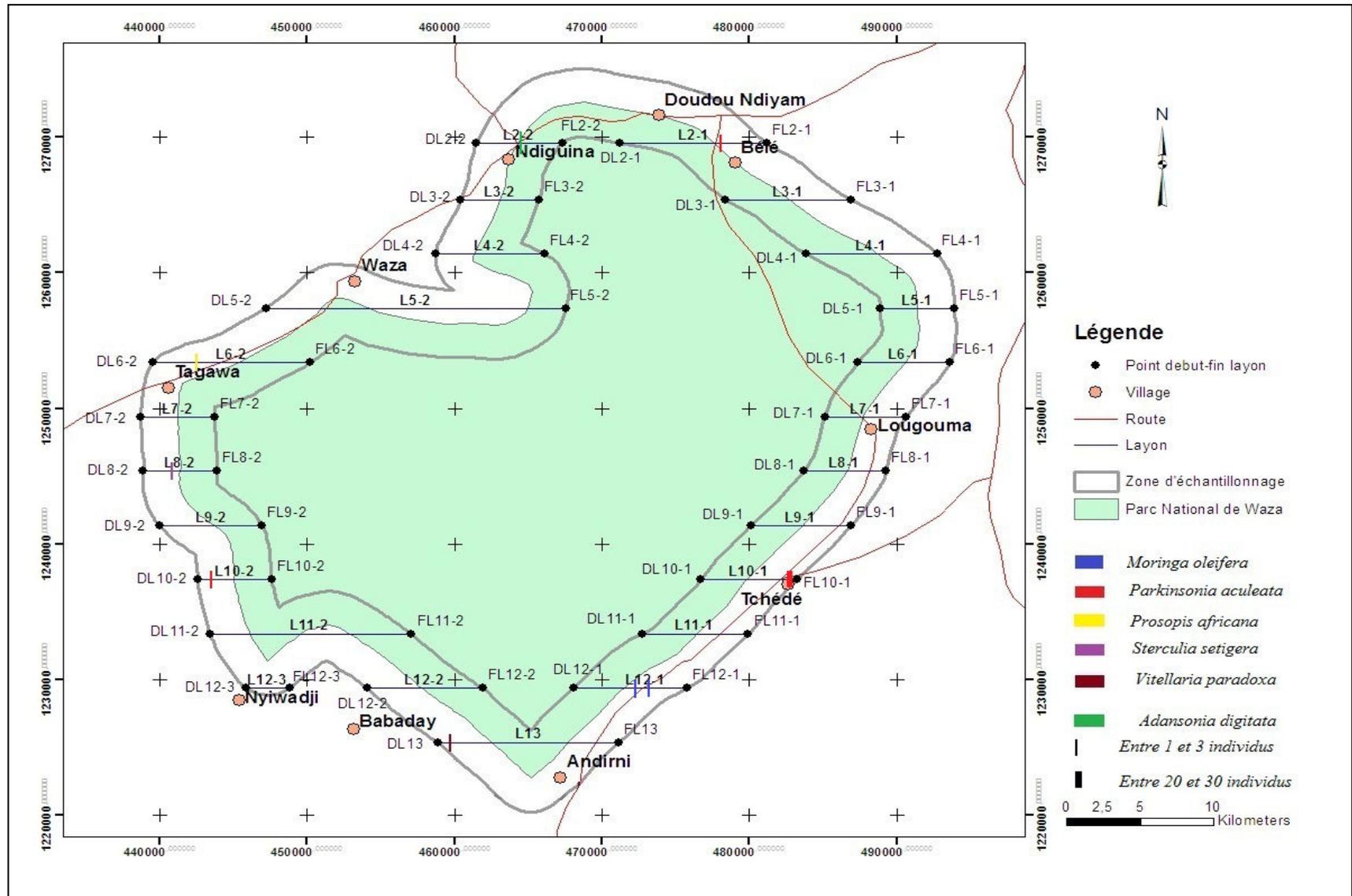


Figure 50: Représentation spatiale des espèces ligneuses à distribution rare (suite)

Le baobab africain (*Adansonia digitata*) est une espèce à usages multiples, reconnue et largement intégrée par les communautés rurales (Codjia *et al.*, 2001 ; Assogbadjo *et al.*, 2006 ; Diop *et al.*, 2006 ; Chadare *et al.*, 2008 ; Buchmann *et al.*, 2010 ; Kaboré *et al.*, 2011 ; Rabi'u *et al.*, 2013). La distribution actuelle de l'espèce au travers des zones arides de l'Afrique est principalement due à l'homme. D'après Kébenzikato *et al.* (2015), différentes parties de *Adansonia digitata* sont exploitées au Togo à des fins diverses par toutes les ethnies du pays. Au total sept types d'usage ont été répertoriés pour cette espèce ; il s'agit de l'usage alimentaire, thérapeutique, agropastoral, domestique, psycho-magique, cosmétique et de divertissement. Cet intérêt pour l'espèce est probablement l'une des raisons de sa rareté.

Plusieurs auteurs affirment que les espèces les plus régulièrement utilisées sont particulièrement menacées (Saadou et Lykke, 2001, cité par Anthelme *et al.*, 2015). Il s'agit par exemple de *Faidherbia albida* (qui sert à la fabrication de mortiers, de tabourets), *Acacia nilotica* (excellent bois de chauffe) et *Ziziphus mauritiana*. En fait, le prélèvement de bois mort en tant que combustible est considéré comme la première cause de régression de la ressource ligneuse et conduit à la coupe abusive des arbres vivants.

L'étude a montré la présence d'un seul individu de *Prosopis africana*. Certains auteurs considèrent cette espèce comme un indicateur de dégradation. En effet, les espèces du genre *Prosopis* ont la capacité de se développer sur les écosystèmes perturbés par les activités humaines. Selon les habitants du massif de l'Aïr (Niger), elle semble pouvoir développer un système racinaire de plusieurs dizaines de mètres en profondeur, ce qui pourrait le conduire à coloniser massivement les zones pourvues de nappes phréatiques peu profondes. Selon Anthelme *et al.* (2015), une espèce du genre *Prosopis* (*Prosopis juliflora*) est aujourd'hui introduite dans la plupart des écosystèmes des zones arides et semi-arides comme moyen de lutte contre le déficit du couvert végétal. Si d'un point de vue économique, l'espèce est considérée comme une ressource multiple au Sénégal et une ressource en bois en Éthiopie, sur le plan écologique son effet négatif en tant qu'espèce invasive est souvent cité. En particulier, sa production d'alcaloïdes peut être une contrainte pour le développement des autres espèces végétales, et un poison pour le bétail s'il dépasse 200g par kg dans leur régime alimentaire. Un autre élément qui conforte notre affirmation selon laquelle, *Prosopis* serait un indicateur de dégradation, est que, cette espèce est présente au niveau du Transect 6-2 qui contient 5 pieds de *Calotropis procera*

(soit 10% de l'ensemble des individus de cette espèce), déjà cité comme indicateur de dégradation.

Les espèces *Vitellaria paradoxa* et *Acacia sieberiana* sont aussi parmi les espèces à distribution rare. D'après Ouédraogo (1995), Bernard *et al.* (1996), Depommier *et al.* (1996) cité par Ouédraogo *et al.*, (2008), *Vitellaria paradoxa* est une espèce souvent entretenue dans les agro-systèmes comme une espèce utilitaire. Elle est reconnue comme une espèce fréquente dans les parcs agroforestiers soudaniens. C'est la raison pour laquelle cette espèce a été retrouvée lors de cette étude dans le terroir du village Badaday (Transect 13). *Acacia sieberiana* quant à elle se retrouve au niveau de la zone inondable (transect 10-1). Ce Transect a l'une des densités absolues les plus faibles (3,6 individus / ha) et une richesse spécifique faible (seulement 9 espèces rencontrées dans ce transect). On peut donc conclure comme Ouédraogo *et al.* (2008), que *Acacia sieberiana* est une espèce des savanes arbustives marécageuses. Les autres espèces sont très rarement rencontrées dans ces milieux où l'eau stagne pendant la période favorable à la végétation (c'est-à-dire du début de la saison pluvieuse jusqu'au tiers de la saison sèche), et où le sol est fortement argileux. Ces conditions sont asphyxiantes et très sélectives pour l'implantation et l'épanouissement de plusieurs espèces.

2.3.2. DISTRIBUTION DES ESPÈCES SUR QUELQUES TRANSECTS PARTICULIERS

L'espèce *Calotropis procera* est caractéristique des espaces soumis au phénomène de dégradation. Au total 47 individus de cette espèce ont été recensés dans 6 transects (2-2, 6-2, 8-2, 9-2, 2-1, 7-1). L'analyse des sections des transects situés à l'extérieur et à l'intérieur du Parc montre que 38 de ces individus (soit 80% du total) se retrouvent à l'extérieur du parc alors que 9 individus (soit 20% du total) sont localisés à l'intérieur du Parc. Une analyse plus poussée du transect 7-1 qui recèle le plus grand nombre d'individus de cette espèce montre une concentration de ces individus sur l'intervalle allant de 3,5 à 4 km du début du transect (si on va de l'intérieur du Parc vers l'extérieur du Parc). La figure 51 montre que dans l'espace occupé par cette espèce, il n'y a aucun autre pied de ligneux.

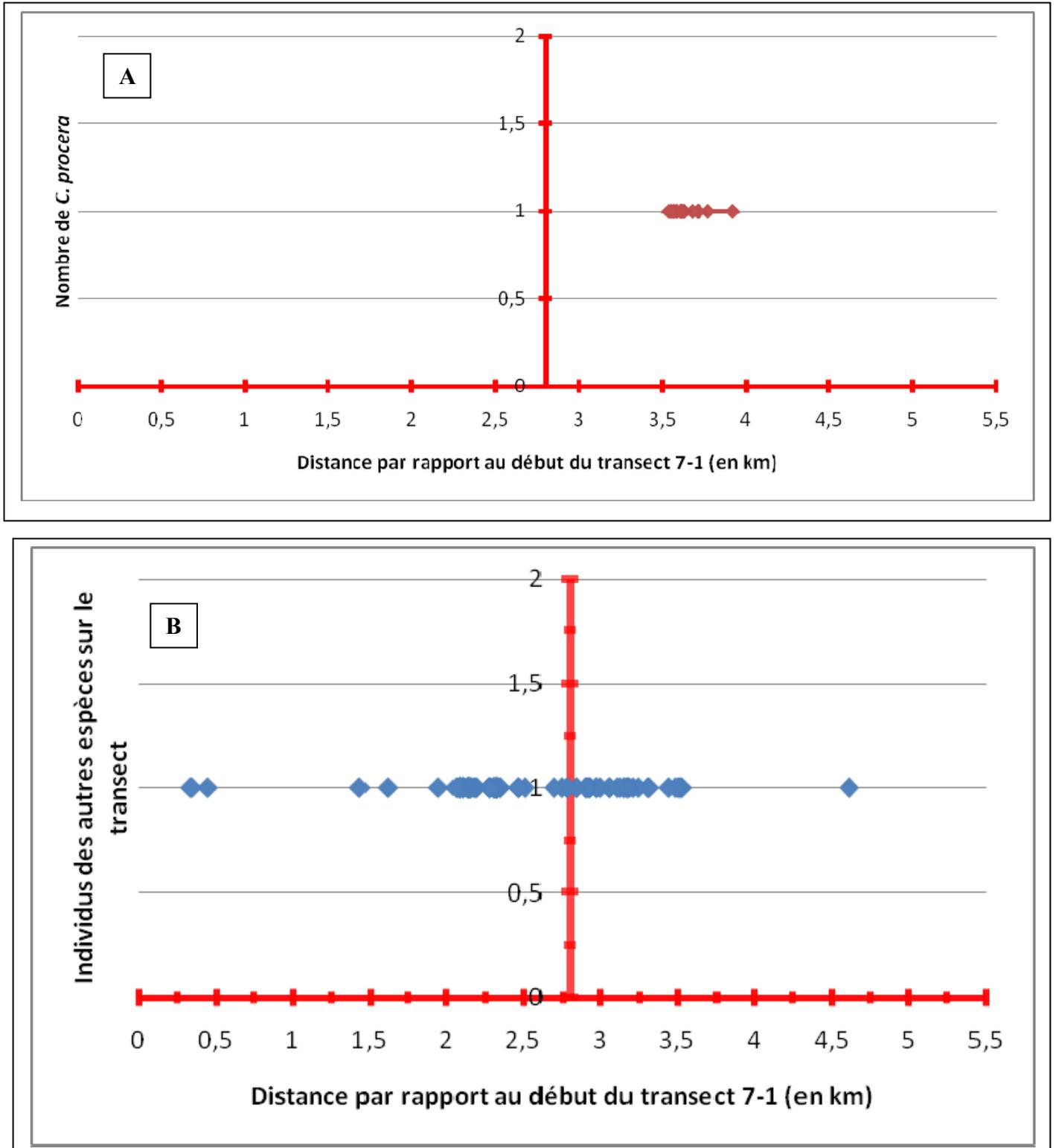


Figure 51 : Représentation schématique des espèces sur le transect 7-1; A) Représentation de *Calotropis procera*, B) Représentation de toutes les autres espèces

2.3.3. DISTRIBUTION SPATIALE ET DYNAMIQUE DES ESPÈCES DE L'EXTÉRIEUR VERS L'INTÉRIEUR DU PARC

Selon Bondé *et al.* (2013), l'action anthropique joue un plus grand rôle dans la modification du couvert végétal que le changement climatique en zone soudano-sahélienne. Les pressions anthropiques sont très fortes et provoquent des dégradations continues des formations végétales. Ces zones subissent non seulement la pression du pâturage mais surtout celle de l'agriculture. La croissance démographique aussi entraîne une forte extension des champs cultivés au détriment des formations naturelles. Le mode d'utilisation des terres façonne continuellement l'espace, si bien qu'actuellement les formations végétales y sont essentiellement réparties en trois principaux types d'utilisation des terres, à savoir les espaces protégés et les agrosystèmes constitués par les jachères et les champs. La conversion de la végétation naturelle en terres agricoles constitue une des menaces les plus importantes pour la biodiversité. La perte des habitats a atteint des proportions inquiétantes et il devient impérieux d'analyser les effets de ces changements (Wegmann *et al.*, 2010 cité par Bondé *et al.*, 2013). Dans ce contexte, ce travail a aussi étudié la diversité floristique suivant un gradient d'anthropisation pour mieux apprécier l'action anthropique sur la diversité ligneuse.

La figure 52 est la représentation graphique du nombre d'individus rencontrés sur les transects lorsqu'on va de l'extérieur à l'intérieur. La courbe de tendance linéaire a une allure croissante à l'Est du Parc (dominé par les savanes herbeuses et les savanes arbustives). Ce qui veut dire que le nombre d'individus rencontrés croît de manière régulière. En d'autres termes, plus on avance de l'extérieur vers l'intérieur du Parc, plus le nombre d'individus rencontrés de la flore ligneuse augmente.

En revanche, à l'Ouest du Parc (dominé par les savanes arborées), la courbe de tendance linéaire a une allure décroissante lorsqu'on va de l'extérieur à l'intérieur du Parc. Ce qui veut dire que le nombre d'individus rencontrés décroît de manière régulière. En d'autres termes, plus on avance de l'extérieur vers l'intérieur du Parc, plus le nombre d'individus rencontrés de la flore ligneuse diminue. À la suite d'une analyse plus poussée pour mieux comprendre cette différence avec l'Est du Parc, on constate que les transect 3-2, 10-2, 11-2 et 12-2 sont à l'origine de cette tendance plus tôt inhabituelle. Ceci serait dû à la présence d'un important réseau de pistes

temporaires à l'intérieur du Parc, dans la zone où sont localisées les transects 10-2, 11-2 et 12-2 (voir la partie Sud-Ouest de la figure des espaces pastorales).

Ce résultat est en partie en contradiction avec notre première hypothèse. En effet, les éleveurs pénètrent régulièrement dans le Parc dans cette zone (figure 54) et l'une des conséquences de leur passage est la destruction des ressources ligneuses pour les besoins de pâturage et de réalisation des parcs à bétail. Et c'est ce qui crée un déséquilibre de la distribution de la densité ligneuse entre l'intérieur et l'extérieur du Parc, et inverse plus tôt le gradient.

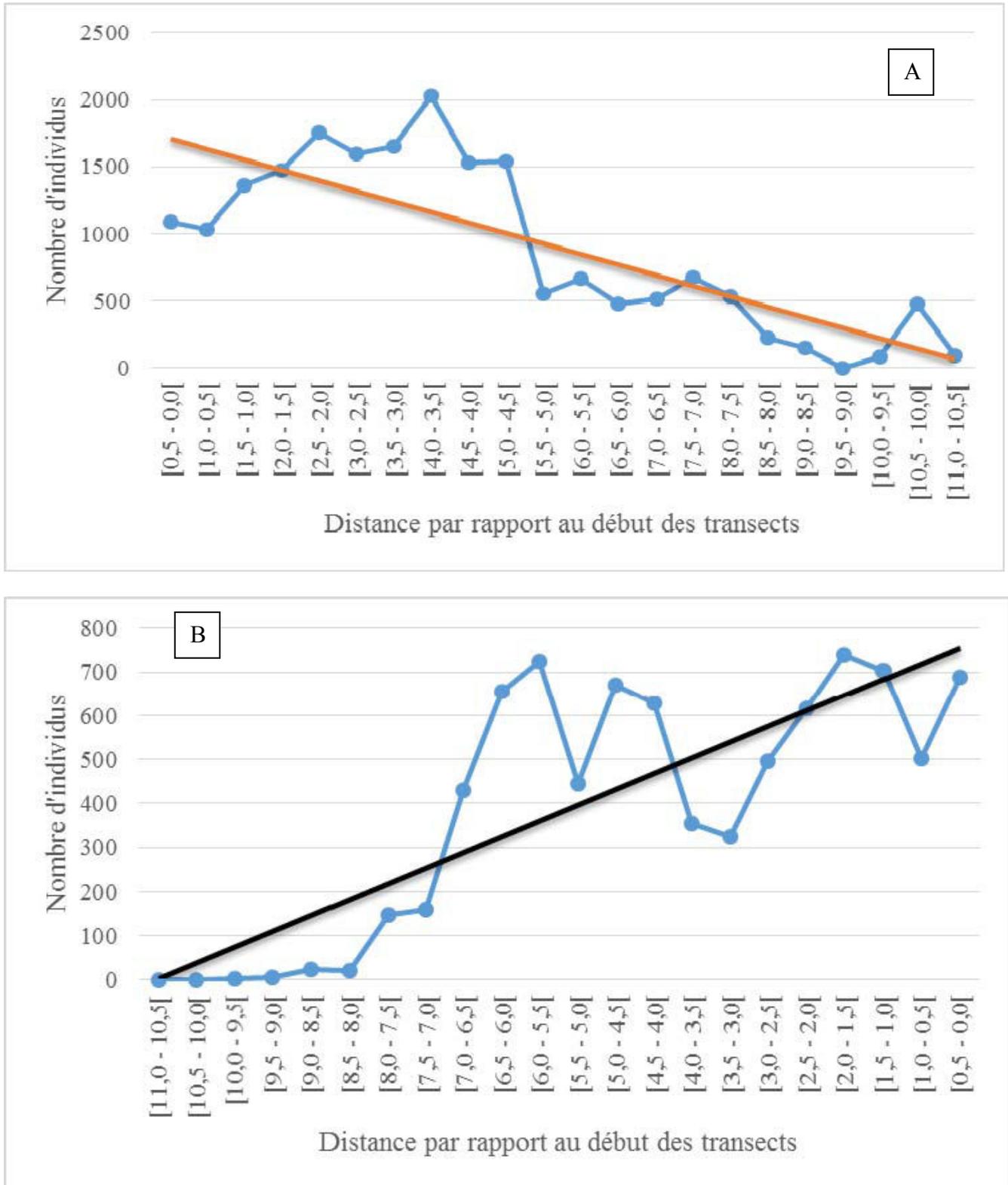


Figure 52: Nombre d'individus de la flore ligneuse rencontrée quand on va du début des transects à la fin. A = Ouest du Parc ; B = Est du Parc

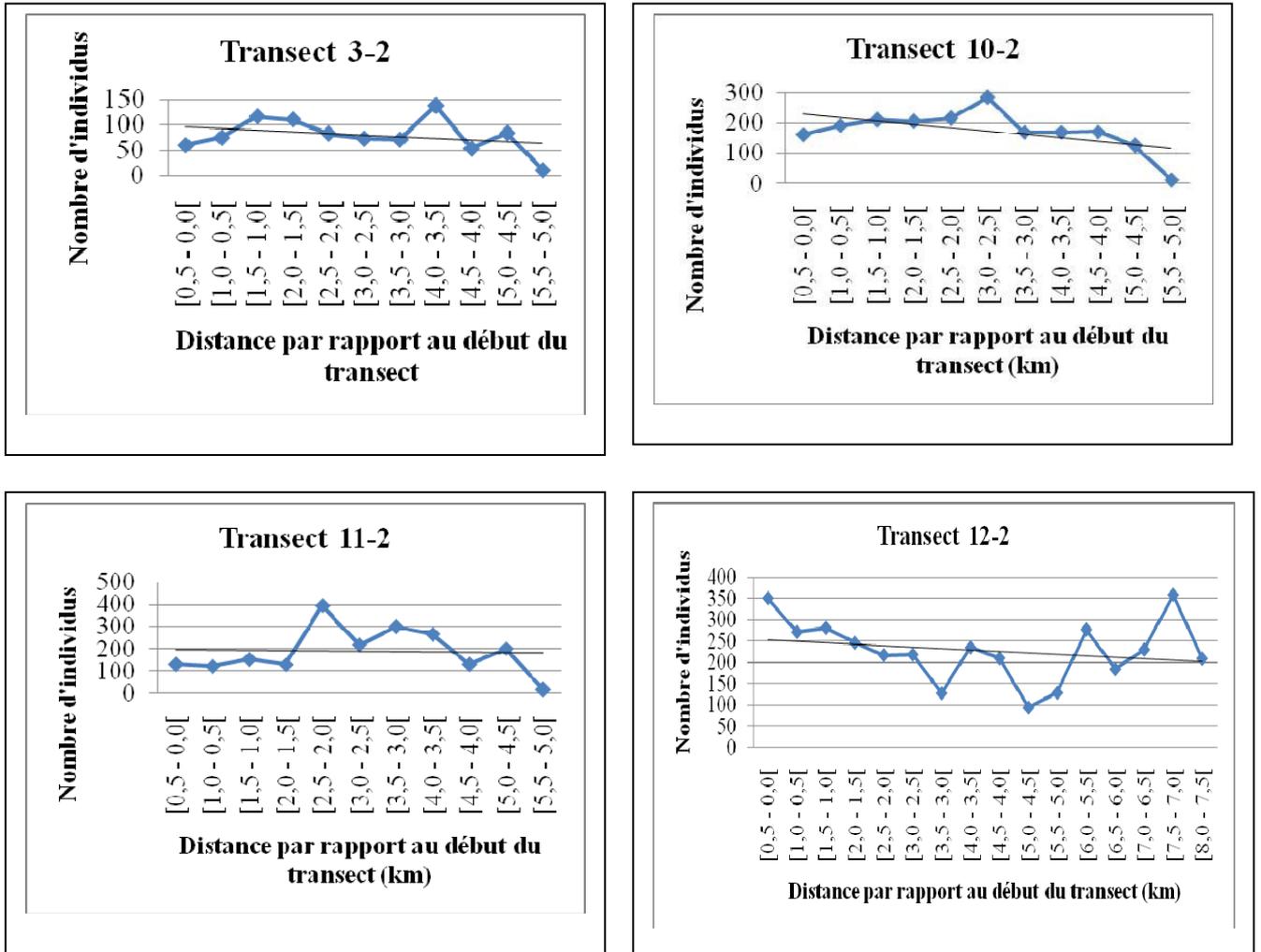


Figure 53 : Nombre d'individus de la flore ligneuse rencontrés quand on va du début (extérieur du parc) des transects à la fin (intérieur du parc) dans les transects 3-2, 10-2, 11-2 et 12-2

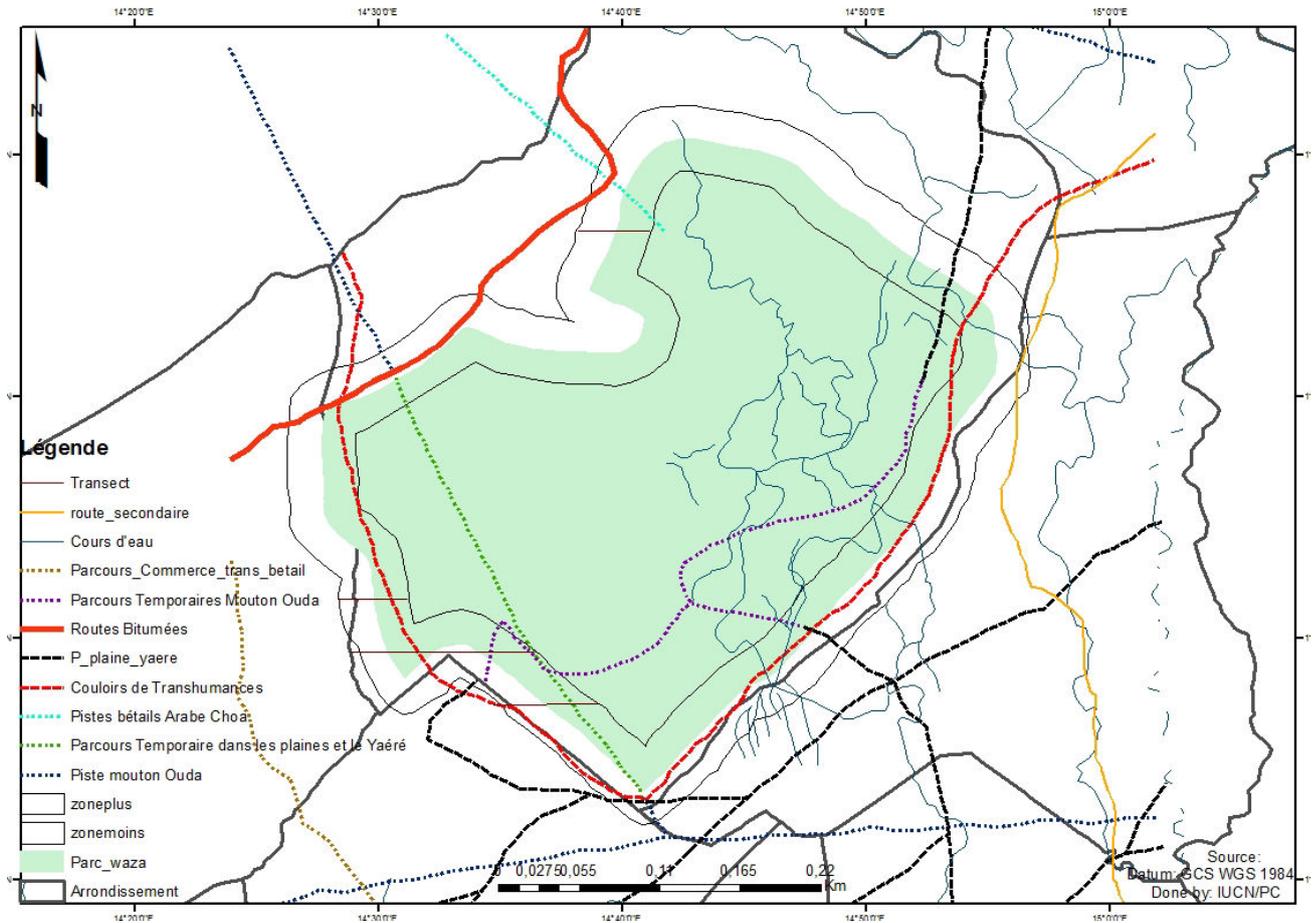


Figure 54 : Les transects 3-2, 10-2, 11-2 et 12-2 sur la figure des espaces pastoraux et mobilités pastorales autour du PNW

2.3.4. DYNAMIQUE TEMPORELLE

Cette étude a procédé également à l'analyse diachronique du couvert végétal juste sur le Parc National de Waza et sa périphérie (environ 5 km après la limite du Parc) à partir d'images satellites de 1987 et 2016. Les figures ci-après montrent l'évolution des différents types d'occupation de sol entre cette période et pour ce site. On distingue ainsi six grands types d'occupation des sols : les savanes herbeuses, les savanes arbustives, les savanes arborées, les sols nus, les bancs de sable. Notre ambition originelle était d'acquérir et de faire traitement d'images satellites tous les cinq, sur au moins une trentaine d'années. Malheureusement, nous n'avons pu trouver les images Landsat de la période 1992-2000 pour cette zone. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes contentés des images des années suivantes : 1987, 2002, 2007, 2012 et 2016. Les images sont toutes de la même période de l'année, c'est-à-dire le mois

d'octobre, qui correspond à la fin des pluies et à l'abondance des inondations. Cette période correspond aussi à celle où théoriquement, la couverture végétale est la plus répandue au cours de l'année.

La figure 55 montre les classes d'occupation des sols en 1987. Le couvert arboré occupe plus du 1/3 de la superficie de la zone périphérique du PNW. La zone arbustive quant à elle occupe 29% de superficie alors que les sols nus, le couvert herbacé et les zones de culture occupent respectivement 16%, 14% et 6%. En 1987, les espaces boisés occupaient plus du 2/3 de la superficie totale de la zone périphérique. Beaucoup d'auteurs (UICN/CBLT, 2007b) montrent que cette zone a connu la sécheresse depuis les années 1970 ; mais vers la deuxième moitié des années 1980, la zone a connu des changements sur cette tendance avec une reprise des précipitations. Ce qui aurait favorisé la croissance du couvert végétal ligneux. On note aussi que la densité des populations était plus faible ; en conséquence, la pression sur les ressources pour satisfaire au besoin en nutrition, en énergie et espace pour divers usages étaient également moins importants.

La figure 56 représente les classes d'occupation des sols en 2002. La superficie des espaces arborés a légèrement augmenté et couvre désormais 39% de toute la zone périphérique. Cependant, la zone arbustive a diminué et couvre désormais 14% de cette zone. On note une diminution des espaces boisés dans l'ensemble (54% au lieu de 64% en 1987). Plusieurs éléments peuvent expliquer cette situation : (i) une partie du peuplement des arbustes a évolué pour donner le peuplement arboré ; (ii) une partie de ce peuplement a été détruit pour l'agriculture et/ou les sols nus (dans la zone inondable) ; (iii) l'abondance des eaux d'inondation à l'Est du parc a entraîné une mort naturelle d'une partie de ce peuplement dans cette zone. On note la présence d'une nouvelle classe dans cette image, les bancs de sables humides. La présence de ces bancs de sable peut s'expliquer par l'existence d'un programme de réhabilitation des zones inondables mis en œuvre par l'UICN et le Gouvernement du Cameroun depuis le milieu des années 1990 jusqu'en 2003. Les rapports et publications issus de projet ont montré qu'il y'avait une augmentation des superficies inondées d'au moins 20% à la suite de ce programme. C'est aussi pour cela que la superficie du couvert herbacé et des zones de culture a augmenté (pour atteindre respectivement 19% et 17%) et celle des sols nus a régressé de 5%.

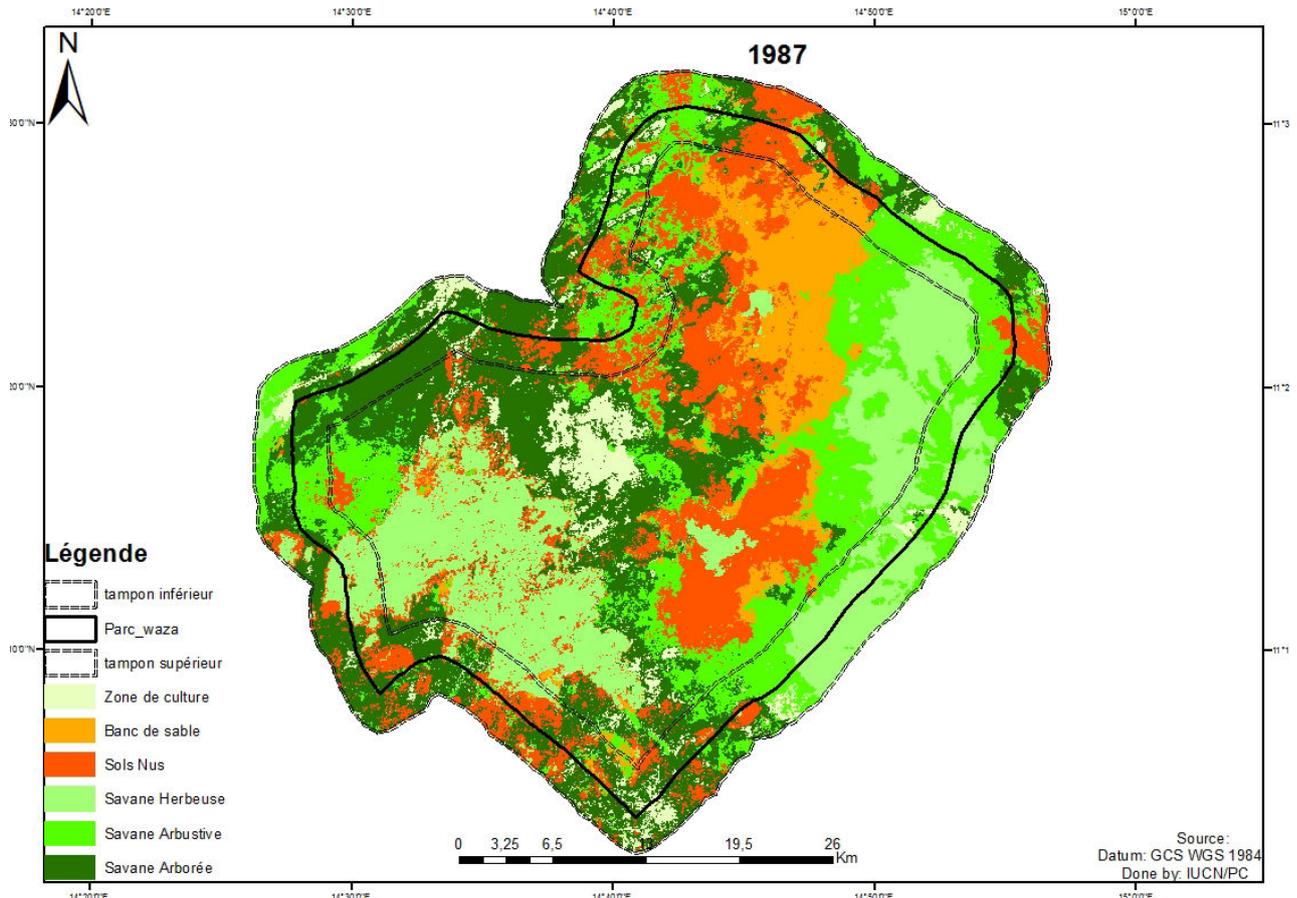


Figure 55 : Classes d'occupation du sol en 1987

Depuis 2002, on assiste à une dynamique régressive du couvert végétal ligneux. En 2007 (figure 57), ce couvert végétal ne recouvrait plus que 45% de la superficie totale de la zone périphérique. Parmi les causes de cette régression, on peut relever le fait que le programme de réhabilitation cité plus haut s'est achevé en 2003. En 5 ans, tous les acquis du projet ont disparus ; les opérations de contrôle et de gestion durable du parc étaient devenues très peu présentes ; l'ampleur des inondations a diminué, ce qui a favorisé une croissance des arbustes dans les zones inondables. L'insuffisance de l'eau a conduit à la régression des nappes phréatiques dans lesquelles les arbres tirent de l'eau en saison sèche d'où la réduction du couvert arboré. La croissance démographique est venue amplifier cette situation par la croissance des besoins en bois d'énergie et en espaces cultivables avec pour conséquence l'augmentation de la superficie des sols dégradés ou nus (dont la superficie est remontée à 14% de la toute la zone).

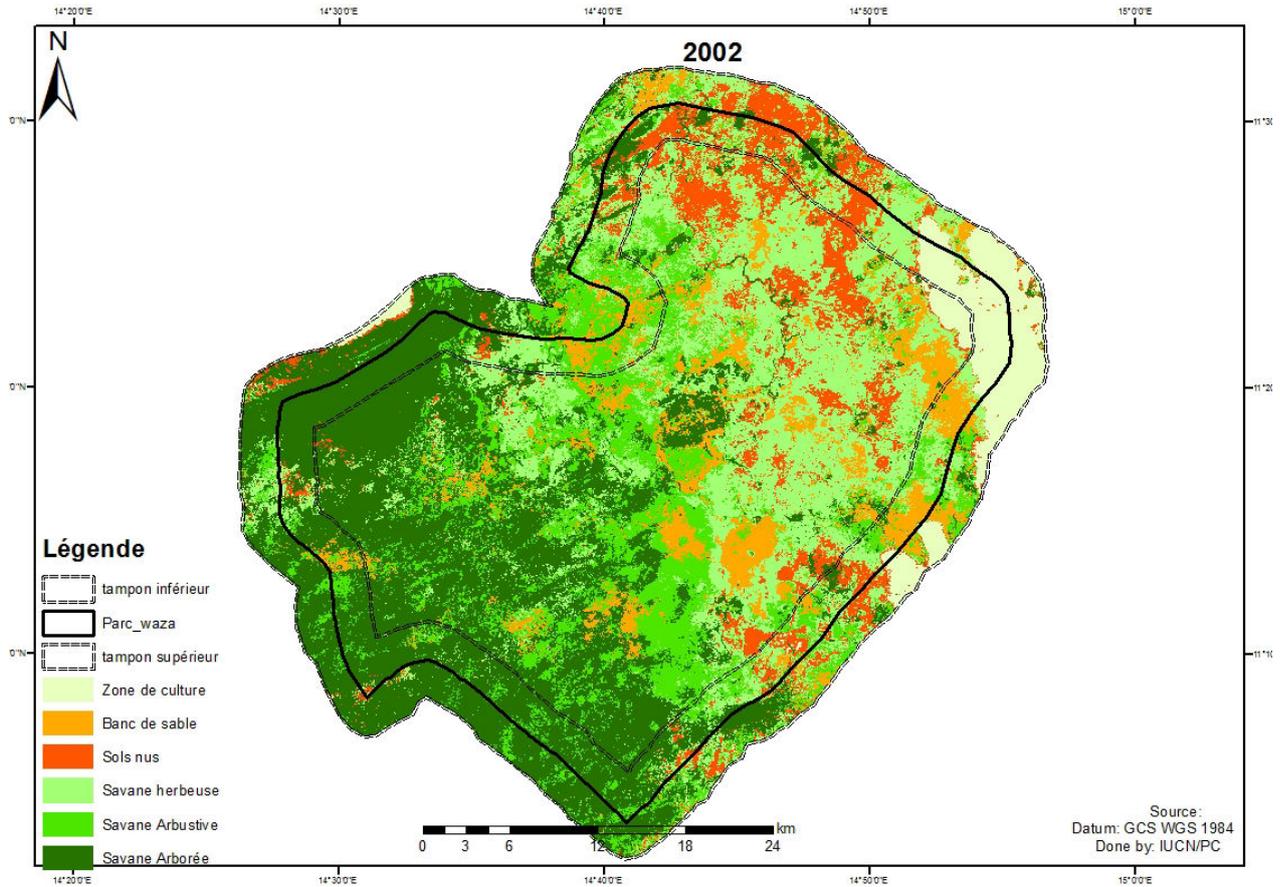


Figure 56 : Classes d'occupation du sol en 2002

En 2007, 2012 et 2016, la superficie du couvert végétal ligneux varie très peu dans l'ensemble (respectivement 45%, 44% et 46% de la superficie de la zone périphérique). Cependant, on note que la superficie de la zone arborée diminue de 39% à 18% respectivement de 2002 à 2007 ; cette superficie a été croissante depuis 2007, pour atteindre 20% en 2012 et 23% en 2016. Les conséquences de la fin du projet de réhabilitation auquel est ajouté le délaissement du parc par les autorités pendant cette période a eu un impact négatif sur le couvert arboré jusqu'à la fin des années 2000. À partir des années 2010, des mesures ont commencé à être prises pour sécuriser le parc et ses ressources ; ce qui a favorisé une recolonisation progressive par les arbres, notamment dans la partie Sud-Ouest. La croissance de la superficie des sols nus est impressionnante surtout dans les zones inondables et les savanes arbustives. En 2016, cette superficie atteint 27% alors qu'elle était encore de 19% en 2012. Ceci serait dû non seulement à la tendance régressive des eaux d'inondations, mais aussi à la présence de plus en plus croissante des activités pastorales notamment à la périphérie Est du parc, ainsi que la croissance démographique.

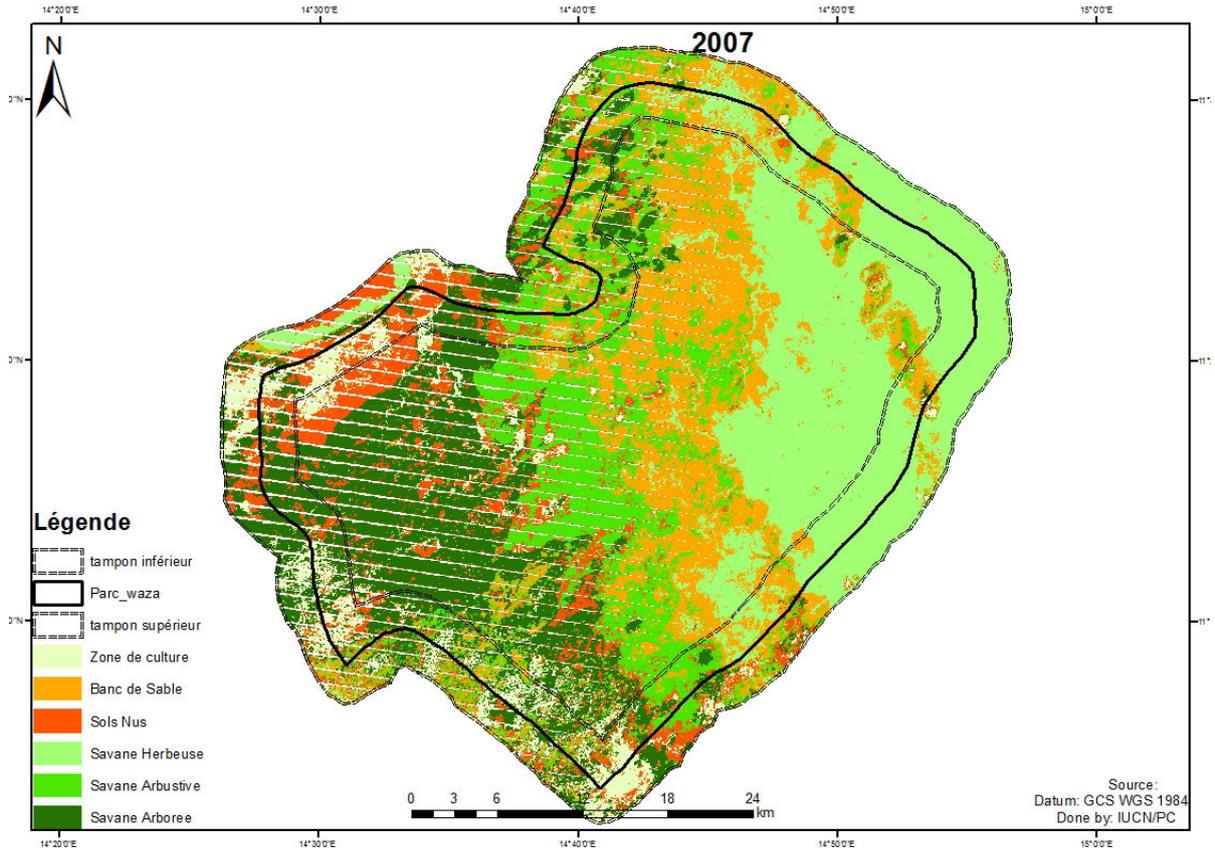


Figure 57 : Classes d'occupation du sol en 2007

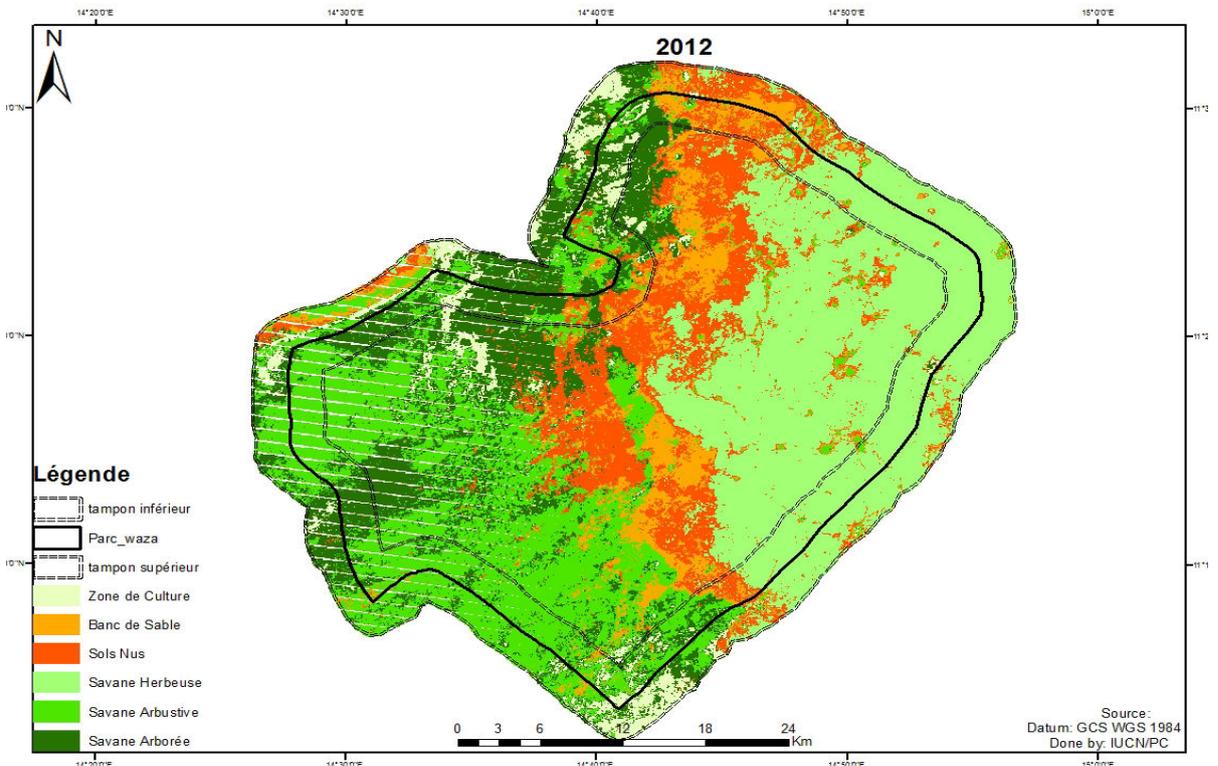


Figure 58 : Classes d'occupation du sol en 2012

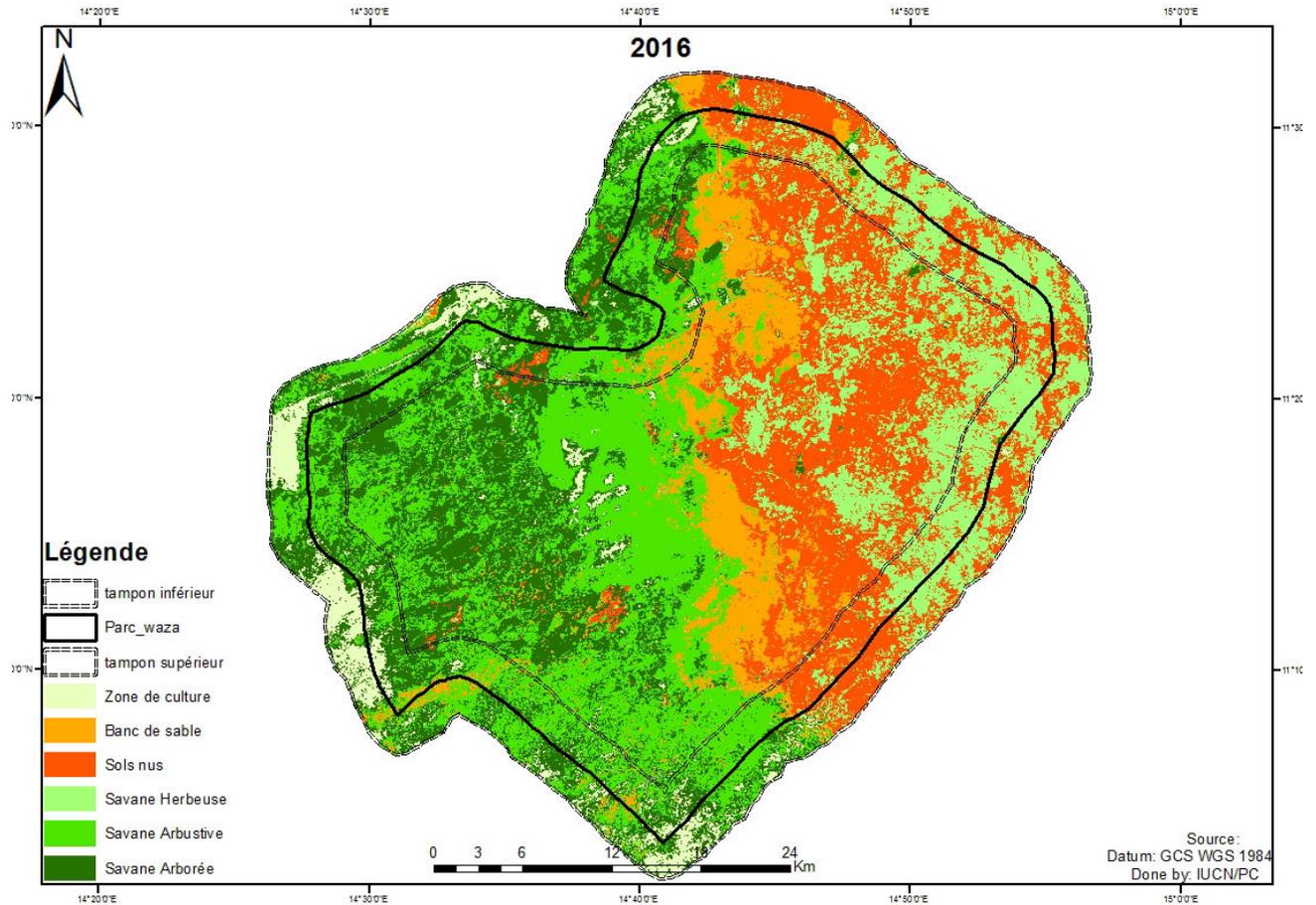


Figure 59 : Classes d'occupation du sol en 2016

Les superficies couvertes par chaque type d'occupation du sol sont représentées dans le tableau 22.

Tableau 22 : Superficie (ha) des classes d'occupation des sols de la zone périphérique du parc entre 1987 - 2016

	1987	2002	2007	2012	2016
Savane arborée	27 746	32 288	12 541	16 554	18 568
Savane arbustive	23 305	11 687	19 558	19 607	18 630
Savane herbeuse	11 598	15 356	21 333	19 945	12 384
Zones de culture	4 836	8 599	8 092	6 579	7 507
Bancs de sable	1 627	5 504	10 016	4 644	3 197
Sols Nus	13 012	8 914	10 132	15 179	22 254
Total	82 124	82 348	81 672	82 508	82 540

Les tableaux 22 et 23 montrent la tendance des superficies des différents types d'occupation des sols entre 1987 à 2016. En 29 ans, la zone périphérique du PNW a perdu au total 13 853 ha du couvert ligneux, soit environ le 1/3 de la superficie de 1987. Ce qui représente une moyenne de 478 ha / an. Par contre, la superficie des sols nus a augmenté de 9 242 ha pendant la même période ; cela veut dire qu'une moyenne de 319 ha de sols sont dégradés chaque année. En 2016, on a une proportion de 27% de sols nus, alors qu'elle représentait seulement 16% de la superficie totale de cette zone périphérique en 1987 ; ce qui témoigne de l'ampleur et des tendances croissantes du phénomène de dégradation des terres. On note également une tendance croissante des zones de cultures qui sont passées de 4 836 ha en 1987 à 7 505 ha en 2016. Cette tendance est due à la croissance démographique qui a comme conséquence les besoins croissants en terres cultivables pour satisfaire aux besoins alimentaires des populations.

Tableau 23 : Évolution des types d'occupation des sols (issus du traitement des images satellitales)

	Années										Évolution des types d'occupation des sols entre 1987 – 2016	
	1987		2002		2007		2012		2016		Total	Total
	Superficie	%	Superficie (ha)	%								
Savane arborée	27 746	34%	32 288	39%	12 541	15%	16 554	20%	18 568	22%	- 9 178	- 11%
Savane arbustive	23 305	28%	11 687	14%	19 558	24%	19 607	24%	18 630	23%	- 4 675	- 6%
Savane herbacée	11 598	14%	15 356	19%	21 333	26%	19 945	24%	12 384	15%	786	+ 1%
Zones de culture	4 836	6%	8 599	10%	8 092	10%	6 579	8%	7 507	9%	2 671	+ 3%
Bancs de sable	1 627	2%	5 504	7%	10 016	12%	4 644	6%	3 197	4%	1 570	+ 2%
Sols Nus	13 012	16%	8 914	11%	10 132	12%	15 179	18%	22 254	27%	9 242	+11%
Total	82 124	100%	82 348	100%	81 672	100%	82 508	100%	82 540	100%		

2.4 ESTIMATION DE LA BIOMASSE ET PREDICTION DE SA DYNAMIQUE

2.4.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE

Les forêts tropicales contiennent 40 à 50 % du carbone terrestre et jouent un rôle majeur dans le cycle global du carbone (Pan *et al.*, 2011). La perte du couvert forestier résultant de la déforestation et de la dégradation de ces forêts contribue à environ 10-15 % des émissions mondiales annuelles de gaz à effet de serre. La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques a mis en place un mécanisme pour réduire ces émissions appelé le mécanisme REDD+ (Réduction des Émissions dues à la Déforestation et la Dégradation des forêts). Le mécanisme REDD+ vise à encourager les pays en développement à préserver les massifs forestiers moyennant des compensations financières issues des crédits de carbone. Toutefois, sa mise en œuvre dépend d'un système de Mesure, Notification et Vérification (MNV) concernant l'estimation de la biomasse et des stocks de carbone contenus dans les forêts (Gibbs *et al.*, 2007).

Dans les écosystèmes forestiers, le carbone est stocké dans la biomasse vivante (biomasse aérienne et biomasse souterraine), le bois mort, la matière organique du sol et la litière (GIEC, 2003). Au niveau de l'arbre, les données des diamètres et éventuellement de hauteur issues d'inventaires forestiers sont converties en biomasse par le biais d'une équation allométrique. Au niveau du peuplement, les biomasses individuelles sont sommées par unité de surface inventoriée (parcelle forestière) et une biomasse moyenne est calculée par type de peuplement. Grâce aux estimations de biomasse des parcelles forestières, il est ensuite possible de spatialiser les estimations de biomasse à l'aide de données de télédétection.

Dans le cadre de présente étude, les estimations de la biomasse sont contenues dans le tableau 24. Avec l'équation allométrique de Chave *et al* (2005), la biomasse aérienne est estimée 0,393 t/ha pour la zone inondable, à 0,850 t/ha pour la zone arbustive et à 3,217 t/ha pour la zone forestière, avec une moyenne de 1,321 t/ha pour toute la zone d'étude. Avec l'équation de Chave *et al.* (2014), ces valeurs sont respectivement de 0,377 t/ha, de 0,818 t/ha et de 3,285 t/ha respectivement pour la zone inondable, arbustive et forestière ; la moyenne de toute la zone d'étude étant de 1,327 t/ha. Il est important de relever que les modèles allométriques utilisés ont des faiblesses et qu'il est possible que ces chiffres ne soient que des approximations. Ce sont en

effet des équations pantropicales calibrées sur les données de biomasse de toutes les régions et de tous les types de forêts tropicales ; ce qui peut parfois contribuer à près de 76% de l'erreur totale dans les estimations de la biomasse de l'arbre (Moundounga Mavouroulou *et al.*, 2014 ; Picard *et al.*, 2015). Cependant, en l'absence d'équations allométriques calibrées localement, il est recommandé d'utiliser ces équations pantropicales pour avoir des estimations approximatives des valeurs de la biomasse aérienne. En fait la validité des équations pantropicales de Chave *et al.* (2005) en Afrique tropicale a été fortement discutée (Panzou *et al.*, 2016). La limite majeure serait liée à l'absence de données provenant d'Afrique tropicale dans la calibration des équations.

La zone inondable regorge donc le stock de biomasse aérienne des ligneux le plus faible, alors que la zone forestière contient le stock le plus élevé. Ceci se justifie par la densité des ligneux qui est plus faible dans la première unité paysagère (14 individus / ha) et plus élevée dans la zone forestière (81 individus / ha). Les valeurs de biomasse aérienne retrouvées dans l'unité paysagère 3 (zone forestière) se rapprochent de celles trouvées dans les forêts à faible diversité des grands arbres de la canopée du Malawi qui est de 5t/ha. La valeur moyenne de la biomasse aérienne trouvée dans cette étude est 10 fois plus faible que la valeur trouvée au Burkina Faso, pays sahélien, et qui est de 20 t/ha selon la FAO (1997). Cet auteur estime d'ailleurs que le potentiel de la biomasse aérienne (c'est-à-dire sans impacts de l'activité humaine) dans les zones sèches peut atteindre 33 t/ha. Ces différences peuvent être dues au fait que les estimations sont basées sur les anciennes équations allométriques calibrées seulement sur la base des études sur quelques sites ou pays parfois pas très représentatifs de la zone tropicale. Mbow (2009) quant à lui a trouvé des valeurs des valeurs de 3-7 tC/ha dans les formations dégradées et 20-50 tC/ha dans les forêts classées des savanes soudaniennes et soudano-guinéennes du Sénégal.

Tableau 24 : Valeur de la biomasse dans chaque unité paysagère (pour tous les réservoirs de carbone, hormis le sous bois)

	Zone inondable Densité = 14 individus / ha				Zone arbustive Densité = 31 individus / ha				Zone forestière Densité = 81 individus / ha				TOTAL Densité moyenne = 38 individus / ha			
	Chave <i>et al.</i> (2005)		Chave <i>et al.</i> (2014)		Chave <i>et al.</i> (2005)		Chave <i>et al.</i> (2014)		Chave <i>et al.</i> (2005)		Chave <i>et al.</i> (2014)		Chave <i>et al.</i> (2005)		Chave <i>et al.</i> (2014)	
	total (t)	moy. (t/ha)	total (t)	moy. (t/ha)	total (t)	moy. (t/ha)	total (t)	moy. (t/ha)	total (t)	moy. (t/ha)	total (t)	moy. (t/ha)	total (t)	moy. (t/ha)	total (t)	moy. (t/ha)
Biomasse épigée des ligneux	135	0,393	129	0,377	98	0,850	94	0,818	631	3,217	644	3,285	863	1,321	867	1,327
Biomasse hypogée des ligneux	120	0,165	115	0,158	87	0,357	84	0,343	564	1,351	576	1,380	771	0,555	775	0,557
Carbone organique du sol	13 020	38,00	13 020	38,00	4 358	38,00	4 358	38,00	7 451	38,00	7 451	38,00	24 829	38,00	24 829	38,00
TOTAL	13 275	38,558	13 264	38,535	4 543	39,208	4 536	39,161	8 645	42,568	8 670	42,664	26 463	39,875	26 471	39,884

Grâce aux estimations que nous avons réalisées sur la biomasse, il nous a été possible de spatialiser ces données de biomasse à l'aide des techniques du système d'information géographique (SIG) en nous inspirant du travail des auteurs comme Goetz *et al.*, (2009) et Bastin *et al.*, (2014) cités par Pandzou (2016). Cette spatialisation nous a permis de produire *in fine* la carte de biomasse ci-après.

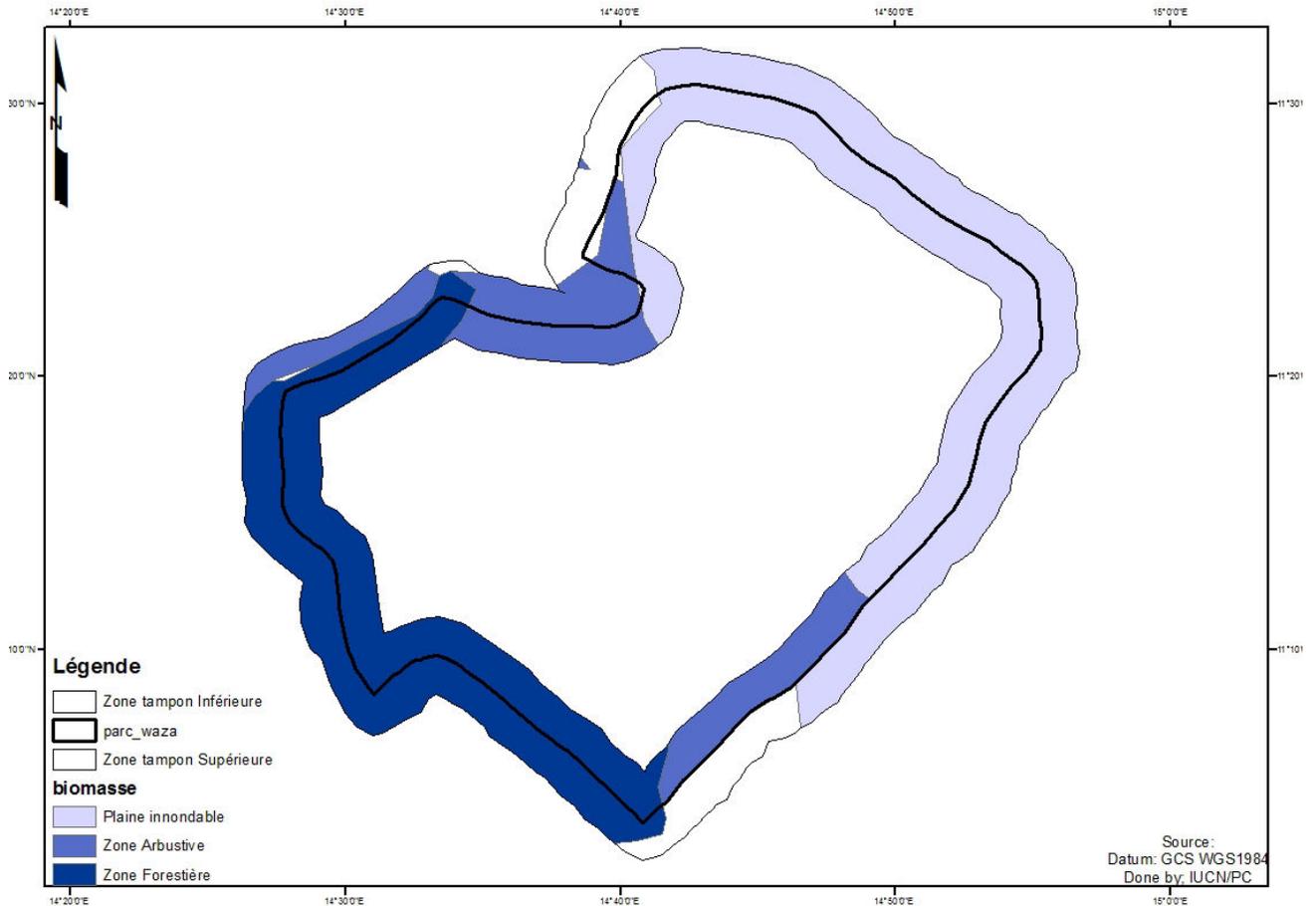


Figure 60: Répartition de la biomasse par unité paysagère

2.4.2. DYNAMIQUE DE LA BIOMASSE

Les prédictions de la dynamique de la biomasse sont présentées dans le tableau 25 et la figure 61. Ces prédictions sont focalisées sur les zones arbustive et arborée et les périodes ciblées sont 2012 (année de réalisation des inventaires – année de référence) à 2035 (année ciblée par le Cameroun pour son émergence).

Tableau 25 : prédiction de la dynamique de la biomasse entre 2012 - 2035

	2012	2017	2022	2027	2032	2035	Valeur moyenne du carbone perdue (tC/ha) entre 2012 - 2035
Savane arbustive	0,850	0,825	0,800	0,776	0,753	0,739	0,111
Savane arborée	3,217	3,120	3,027	2,936	2,848	2,797	0,420
Moyenne	2,343	2,273	2,205	2,139	2,075	2,037	0,306

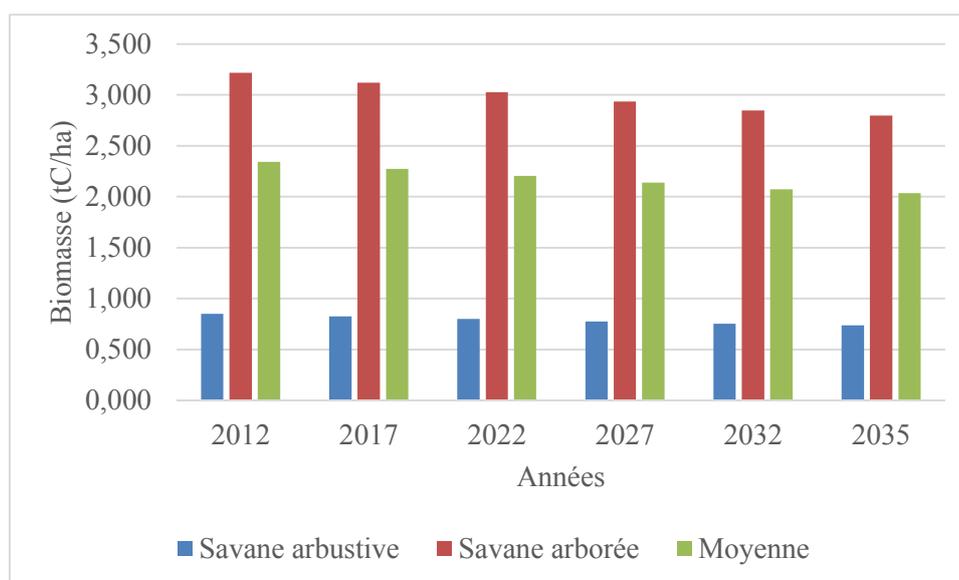


Figure 61 : Représentation graphique de la dynamique de la biomasse de 2012 - 2035

En 2012, ces deux unités (savane arbustive et savane arborée) couvraient une superficie de 36 161 ha. Sur la base de l'hypothèse selon laquelle 478 ha du couvert ligneux est perdue chaque année, on estime à environ 10 994 ha la superficie totale qui sera perdue en 2035 (si rien n'est fait pour faire face à cette disparition du couvert végétal ligneux), soit un rejet d'environ 3366 tonnes de carbone dans l'atmosphère.

CONCLUSION

Les résultats présentés dans ce chapitre montrent un grand potentiel de la flore ligneuse qui reste relativement diversifiée, malgré les pressions auxquelles elle fait face. On sait avec cette étude que la zone périphérique du PNW abrite au moins 52 espèces ligneuses, contrairement aux 33 espèces identifiées lors des inventaires partielles de 1999. L'étude a donc permis de compléter la taxonomie des espèces ligneuses de la zone. Sur les 52 espèces recensées, *Acacia seyal*, *Guiera senegalensis*, *Combretum molle* et *Balanites aegyptiaca* sont les plus abondantes avec respectivement 36,02%, 17,97%, 9,18% et 8,24% d'individus sur le nombre total d'individus inventoriés. Les espèces les plus dominantes sont *Acacia seyal*, *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea* avec comme valeur de la dominance relative respectivement 28,85%, 18,67%, 13,06% et 11,50%. Les espèces les moins dominantes sont *Daniellia oliveri*, *Entada africana*, *Moringa oleifera*, *Sterculia setigera*, *Vitellaria paradoxa* et *Vitex doniana* ; elles ont moins de 0,004% comme valeur de la dominance relative.

L'Indice de Diversité de Shannon (ISH) varie entre 0,26 à 3,54 bits. L'Equitabilité de Piélou quant à lui varie de 0,08 à 1. Pour l'ensemble de la zone l'Indice de Shannon est de 3,80 bits/individu. Cet indice est élevé, ce qui traduit une faible organisation du peuplement dans l'ensemble de la zone étudiée. L'Equitabilité de Piélou de l'ensemble de la zone étudiée est de 0,26 bits/individu, alors que l'indice de Simpson est de 0,13 pour l'ensemble de la zone étudiée.

Le site est plus diversifié dans la zone forestière (36 espèces présentes) que dans la zone inondable (34 espèces présentes) et dans la zone arbustive (29 espèces présentes). L'Indice de Shannon est faible dans la zone inondable et la zone arbustive (respectivement 1,47 et 1,26) et élevé dans la zone forestière. Les valeurs de l'Equitabilité de Pielou sont beaucoup plus proches de 0 dans la zone inondable et arbustive.

Les valeurs des indices de diversité et du nombre d'espèces par unité paysagère montrent que la diversité biologique est plus importante dans la zone forestière du Parc. Les perturbations, bien que visibles dans cette zone, ont une influence dont l'ampleur est moins élevée que dans les autres unités paysagères. La valeur moyenne totale des indices de biodiversité montre que la périphérie extérieure du Parc (environ 5 km de la limite du parc) est plus diversifiée que la périphérie intérieure. Certaines essences se retrouvent conservées dans les terroirs villageois, à

cause de leur importance socio-économique et écologique. C'est le cas de : *Albizia coriaria*, *Daniellia oliveri*, *Ficus ingens*, *Ficus sycomorus*, *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana*, *Moringa oleifera*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*. Le droit de propriété des ménages sur les espèces ligneuses entraîne une meilleure protection et gestion durable de ces espèces, surtout lorsqu'elles ont une importance socio-économique.

En ce qui concerne la diversité générique, elle est plus élevée dans la zone arbustive que dans la zone forestière du Parc et dans les plaines inondables. Le Quotient Spécifique quant à lui est beaucoup plus proche de 1 dans la zone arbustive et forestière que dans la zone inondable ; ce qui confirme que la végétation est beaucoup plus stable et plus ancienne dans les zones arborées et arbustives que dans les plaines inondables. En revanche, la valeur des QS à l'intérieur est plus proche de 1 que le QS de l'extérieur du parc; cela confirme aussi le fait que la végétation de l'intérieur du parc est plus stable que l'extérieur. Les menaces sur la végétation sont donc plus présentes à l'extérieur du Parc.

Pour ce qui est de la diversité des familles, celle des Fabaceae est la plus représentée, avec plus de 11 278 individus, soit plus de 45% du nombre total d'individus, suivi des Combretaceae représentées à 36% et des Zygophyllaceae avec plus de 8% des individus. Les familles les moins représentées sont les Sapotaceae, les Moringaceae et les Verbenaceae. Les familles les plus dominantes sont les Fabaceae, les Combretaceae, les Zygophyllaceae et les Anacardiaceae, avec comme valeurs de la dominance relative 38,45%, 28,93%, 13,06% et 11,80% respectivement. Les familles les moins dominantes sont les Sapotaceae, les Verbenaceae et les Moringaceae avec moins de 0,003% de valeurs de dominance relative.

Les densités absolues à l'hectare varient de 0,3 individus / ha à 123 individus / ha. Les densités absolues sont globalement plus faibles dans les transects entièrement localisés dans l'Unité Paysagère 1 (savane herbeuse) et plus élevées dans l'Unité Paysagère 3 (savane arborée). D'une manière générale, la densité absolue moyenne est faible (38 individus / ha sur tout le site). Dans la zone forestière, celle-ci est de 81 individus / ha tandis qu'elle est de 32 individus / ha dans la zone arbustive et de 14 individus / ha dans la zone inondable.

La structure diamétrique des espèces ayant plus de 20 individus montre trois types de structures : une structure exponentielle, une structure en cloche et une structure diamétrique erratique. La structure en forme de cloche (extérieur du parc, zone inondable et savanes arbustives) est le signe d'une population qui a des problèmes de régénération. Par contre, la structure exponentielle décroissante (intérieur du parc, savane arborée) représente une population d'espèces qui se régénère régulièrement, c'est-à-dire caractérisée par un plus grand nombre de petits arbres que de grands arbres, et une réduction progressive du nombre d'arbres dans les classes supérieures de diamètre. Un certain nombre d'espèces ont été considérées comme structurantes car assurant leur pérennité dans les peuplements. Il s'agit de : *Combretum aculeatum*, *Pterocarpus lucens*, *Piliostigma thonningii*, *Annona senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Guiera senegalensis*, *Terminalia laxiflora*, *Hymenocardia acida*.

Ce chapitre a permis de mieux connaître la répartition et la distribution des espèces par rapport à la distance sur les transects, ainsi que l'influence des facteurs tels que les facteurs anthropiques, le degré de dégradation des sols, les facteurs hydrologiques. Aussi, elle démontre et confirme le rôle de *Calotropis procera* et *Prosopis africana* comme un indicateur de la dégradation. Les espèces à distribution rare sont plus présentes à l'extérieur du Parc et plus particulièrement dans les terroirs villageois et jardins de case, où les populations protègent les rares individus restant, compte tenu de leur importance socioéconomique et culturelle.

L'étude montre aussi que la répartition des espèces est fonction du gradient de pression anthropique. Plus la pression anthropique est forte, moins le nombre d'individus est élevé. Le gradient de pression anthropique est normalement décroissant de l'extérieur vers l'intérieur du parc avec comme hypo-centre la limite du Parc (figure 61). Mais certains facteurs comme l'insuffisance des contrôles et la forte capacité de charge du bétail à la périphérie peuvent occasionner des incursions dans le parc et la conséquence peut être l'inversion de ce gradient.

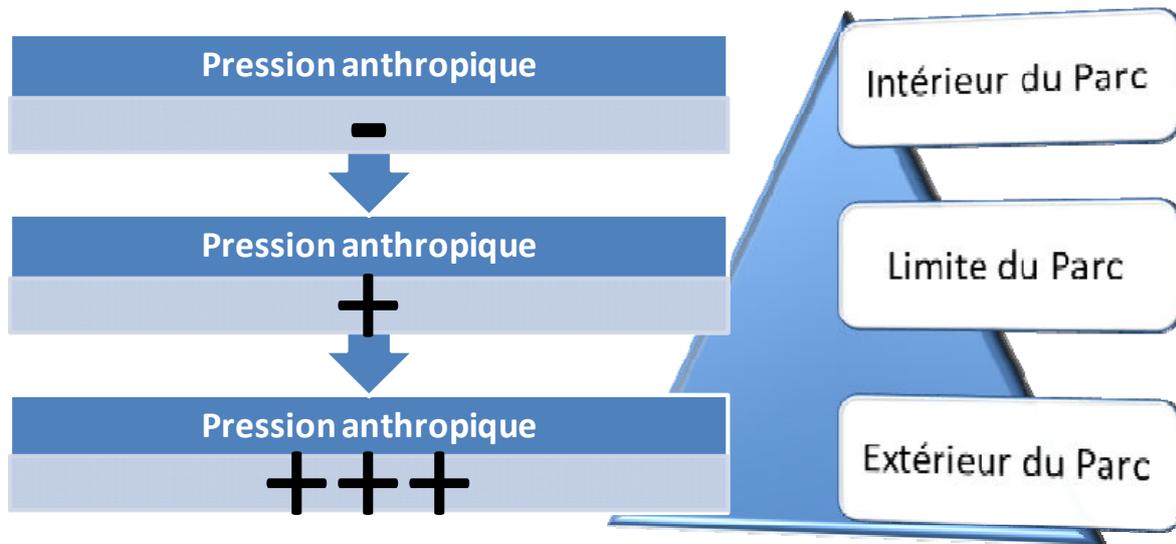


Figure 62 : Gradient de pression anthropique

NB : le triangle est schématisation du gradient de pression anthropique

En ce qui concerne la dynamique temporelle, le Parc national de Waza et sa périphérie perdent le couvert végétal sur une moyenne de 478 ha de superficie chaque année depuis 1987. A ce rythme et avec la tendance sans cesse croissante des pressions, la totalité du couvert végétal du Parc National de Waza et sa périphérie est sérieusement menacée. D'où la nécessité de prendre des mesures urgentes pour assurer la restauration, et la gestion durable des ressources ligneuses. Pour cela, les facteurs de déforestation et de dégradation des terres et des espaces forestiers doivent être bien connus pour permettre de bien cibler les actions prioritaires à mener pour assurer cette restauration.

Enfin, les estimations de la biomasse de la flore ligneuse donnent des valeurs relativement importantes, mais faibles par rapport aux données trouvées par d'autres auteurs dans le monde pour le type d'écosystèmes. En fait les équations allométriques utilisées sont celles qui ont été calibrées sur la base des études au niveau des sites pilotes du monde dont certaines caractéristiques peuvent être éloignées des réalités de notre zone d'étude. D'où la nécessité pour le Cameroun de développer, dans le cadre de son processus REDD+, des équations allométriques spécifiques à la zone soudano-sahélienne.

CHAPITRE 3

FACTEURS DE LA DISTRIBUTION ET DE LA DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE

INTRODUCTION

De nombreux facteurs sont déterminants pour la distribution spatiale et la dynamique de la flore et végétation ligneuse. Le chapitre précédent a commencé à mettre de la lumière sur certains de ces facteurs. Les investigations socio-économiques et la revue documentaire montrent qu'il existe d'autres facteurs que l'on peut regrouper en trois types : les facteurs anthropiques, les facteurs naturels, les facteurs bioécologiques. Mais à côté de ces facteurs principaux (ou directs), on relève d'autres facteurs, essentiellement politiques et institutionnels, qui, même si de moindre envergure, influencent tout de même de manière indirecte la flore et la végétation. L'occasion est offerte dans ce chapitre de décrire ces facteurs et leur ampleur.

3.1 FACTEURS ANTHROPIQUES

3.1.1. CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE

La zone périphérique du Parc National de Waza s'étend sur 7 communes : Bogo, Logone Birni, Maga, Mora, Petté, Waza et Zina. Le tableau 26 présente la dynamique de la population dans ces communes. La population totale dans ces communes était estimée à 585 083 habitants, avec une densité moyenne des populations avoisinant 49 hab./km² en 2005 (données du 3^{ème} Recensement Général des Populations) ; ce qui était supérieur à la moyenne nationale (37,5 hab./km²).

Tableau 26 : Population des communes riveraines du Parc National de Waza

Commune de Waza											
2005						2016			Superficie de la commune (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
15 013	7 446	7 567	4 294	2 130	2 164	19 307	9 576	9 731	1900	8	10
Commune de Logone Birni											
2005						2016			Superficie de la commune (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
52 589	25 974	26 615	15 040	7 429	7 612	67 629	33 403	34 227	3809	14	18
Commune de Zina											
2005						2016			Superficie de la commune (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
25 572	12 381	13 191	7 314	3 541	3 773	32 886	15 922	16 964	1900	13	17
Commune de Petté											
2005						2016			Superficie de la commune (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
37 125	18 679	18 446	10 618	5 342	5 276	47 743	24 021	23 722	700	53	68
Commune de Mora											
2005						2016			Superficie de la commune (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
179 777	87 405	92 372	51 416	24 998	26 418	231 193	112 403	118 790	1735	104	133
Commune de Maga											
2005						2016			Superficie de la commune (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
179 777	87 405	92 372	51 416	24 998	26 418	231 193	112 403	118 790	846	213	273
Commune de Bogo											
2005						2016			Superficie de la commune (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
95 230	48 687	46 543	27 236	13 924	13 311	122 466	62 611	59 854	1 016	94	121
TOTAL											
2005						2016			Superficie des communes (km ²)	Densité de la population en 2005 (hab/km ²)	Densité de la population en 2016 (hab/km ²)
Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin			
585 083	287 977	297 106	167 334	82 361	84 972	752 417	370 338	382 078	11 906	49	63

Adapté du BUCREP, 2005

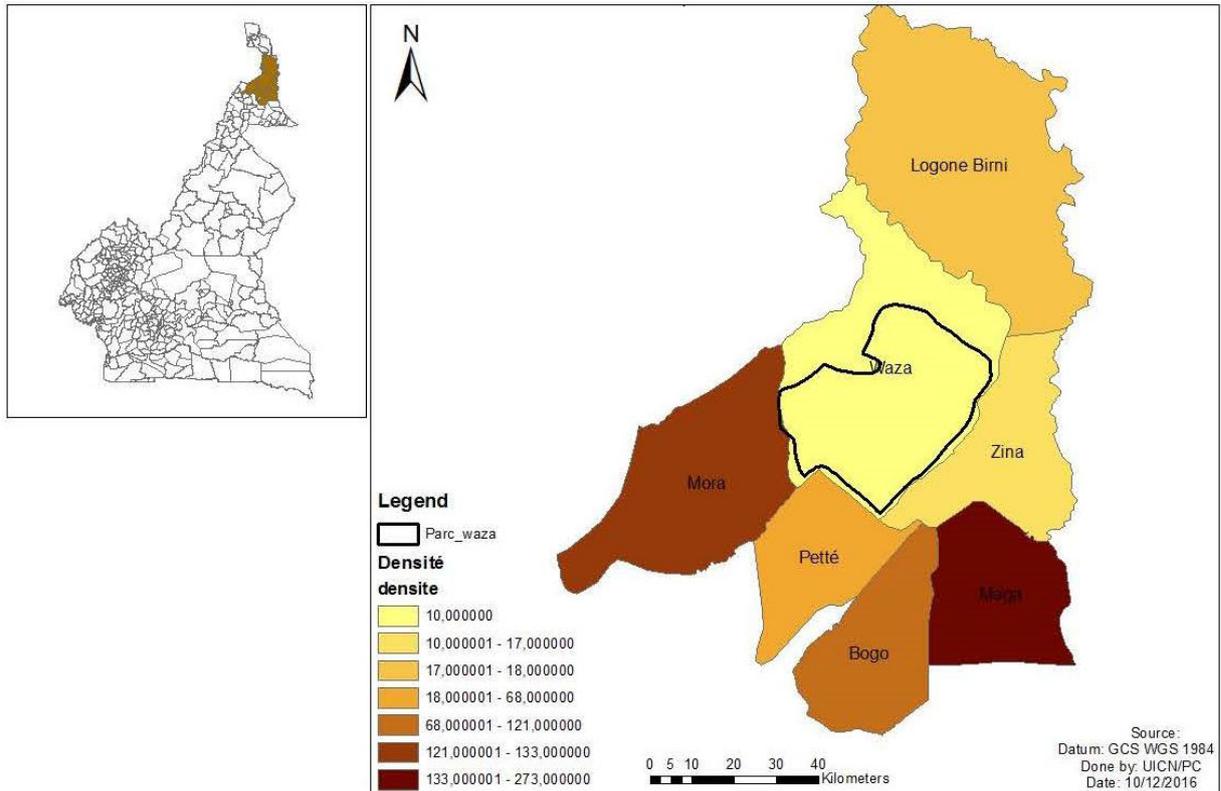
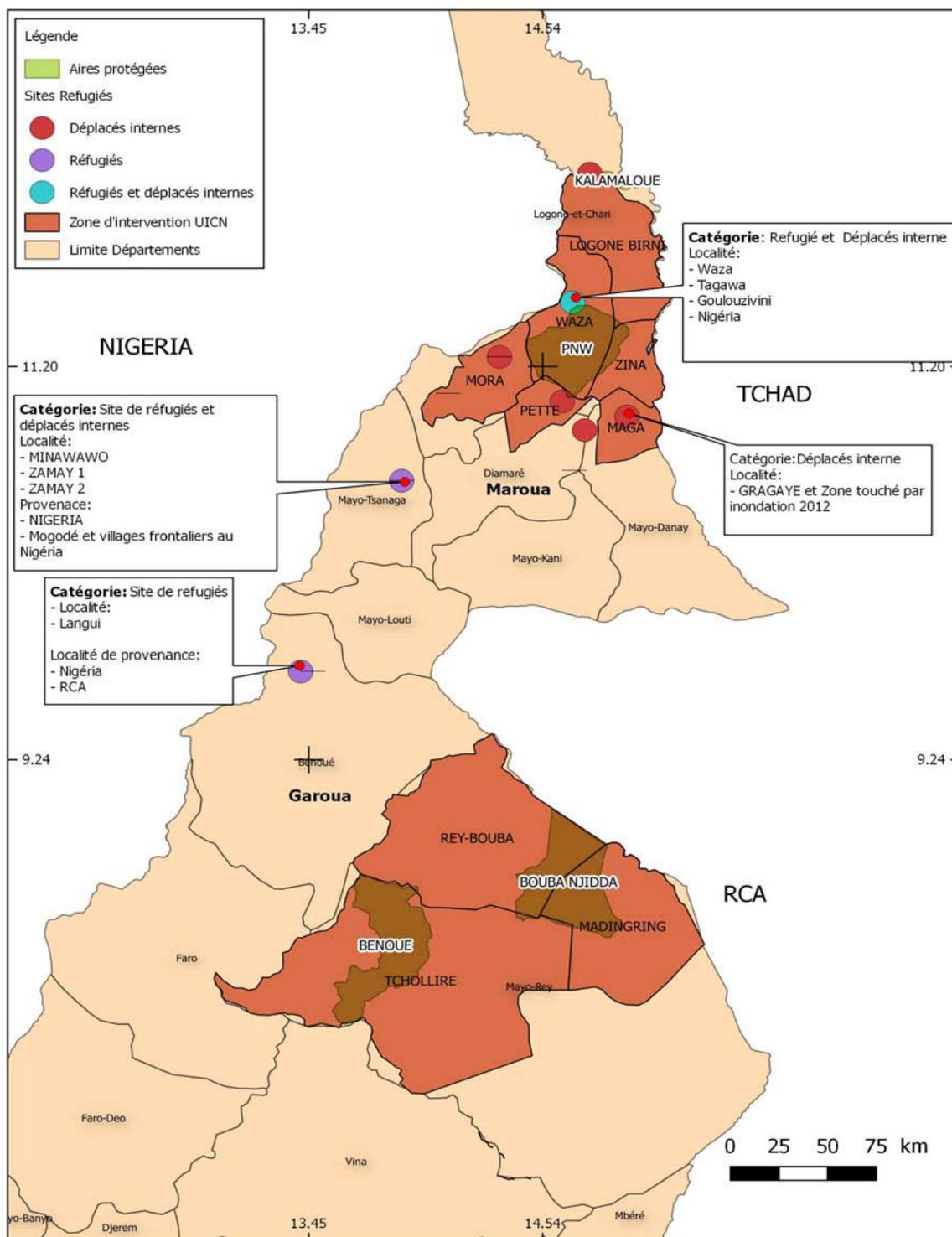


Figure 63 : Densité des populations des communes riveraines du PNW

Cette densité de la population est beaucoup plus faible dans les communes de Waza, Logone Birni et Zina, mais plus élevée dans les communes de Bogo, Mora, Petté et Maga (où elle dépasse la densité moyenne de la région de l'Extrême – Nord estimée à 90,8 hab./km² en 2005). La figure 63 est la représentation graphique de la densité des populations dans les communes riveraines du Parc National de Waza.

En 2016, suite à l'accroissement naturel, la population des communes riveraines du PNW se situerait autour de 752 417 habitants, soit une augmentation d'environ 30% de la population de 2005. À ce rythme, cette population sera doublée d'ici 2035. Malheureusement, ce rythme de croissance naturelle a été accéléré ces dernières années, avec l'installation de plus de 50 000 personnes, constituée des réfugiés et déplacés internes, suite aux attaques des groupes terroristes et aux catastrophes naturelles (inondations). Plus de la moitié de ces réfugiés sont installés dans la commune de Waza, ce qui aurait fait passé la densité de cette population à près de 24 hab./km² au lieu de 10 hab./km² comme attendu de la croissance naturelle. La seule localité de Kossa (dans la commune de Mora) comptait plus de 10 000 réfugiés en 2015 du fait de l'installation de

nouveaux villages à quelques encablures du parc. La figure 64 présente la localisation des camps de réfugiés et de déplacés internes de la zone.



Source: UNHCR, IEDA, Relief, 2016, UICN

Réadapté par: Emmanuel Nanfang et Camille Jépnang Octobre 2016

Figure 64 : Carte des réfugiés et des déplacés internes

Même si le taux de la densité de population est globalement peu élevé à la périphérie du PNW, les tendances en hausse accentuées par l’afflux des réfugiés créent une dynamique et des besoins nouveaux en matière d’approvisionnement alimentaire (besoins en espaces pour les activités agro-pastorales) et énergétique (principalement en bois de chauffe), qui ne seront vraisemblablement satisfaits qu’en accroissant la pression sur les zones forestières et le Parc. Les tendances démographiques constituent donc une cause sous-jacente majeure de déforestation et la dégradation des forêts et des terres dans cette zone comme d’ailleurs dans tous les pays du Bassin du Congo (Megevand, 2013). En effet, les tendances actuelles de la déforestation dans cette région du monde sont largement liées à l’expansion des activités de subsistance (agriculture et énergie) et sont donc fortement corrélées aux modèles démographiques.

3.1.2. SYSTÈMES DE PRODUCTION

Comme on peut le constater sur la figure 65, l’agriculture arrive en première position des activités pratiquées à la périphérie du Parc, car elle est pratiquée par 85,42% de la population. Elle est suivie de l’élevage (pratiquée par 84,03 %), de la pêche (29,17% de la population), de l’exploitation et de la vente du bois (22,92% de la population), et enfin de la collecte de la gomme arabique et du commerce pratiqués respectivement par 16,67%, et 7,67% de la population. Ces activités permettent la survie de nombreuses populations, mais malheureusement influencent négativement le couvert végétal. Il faut relever qu’en général, les ménages pratiquent deux ou plusieurs activités à la fois.

3.1.2.1. Agriculture

Description du système de production agricole

Les deux principaux types d’agriculture pratiqués par les populations de la zone périphérique du PNW sont : l’agriculture pluviale et l’agriculture de décrue. Les principales spéculations cultivées sont par ordre d’importance le sorgho de décrue, principalement cultivé en période de décrue, puis le mil rouge et le riz, cultivé en saison de pluies. Les superficies des terres cultivées et les quantités de produits récoltées sont présentées dans la figure 66.

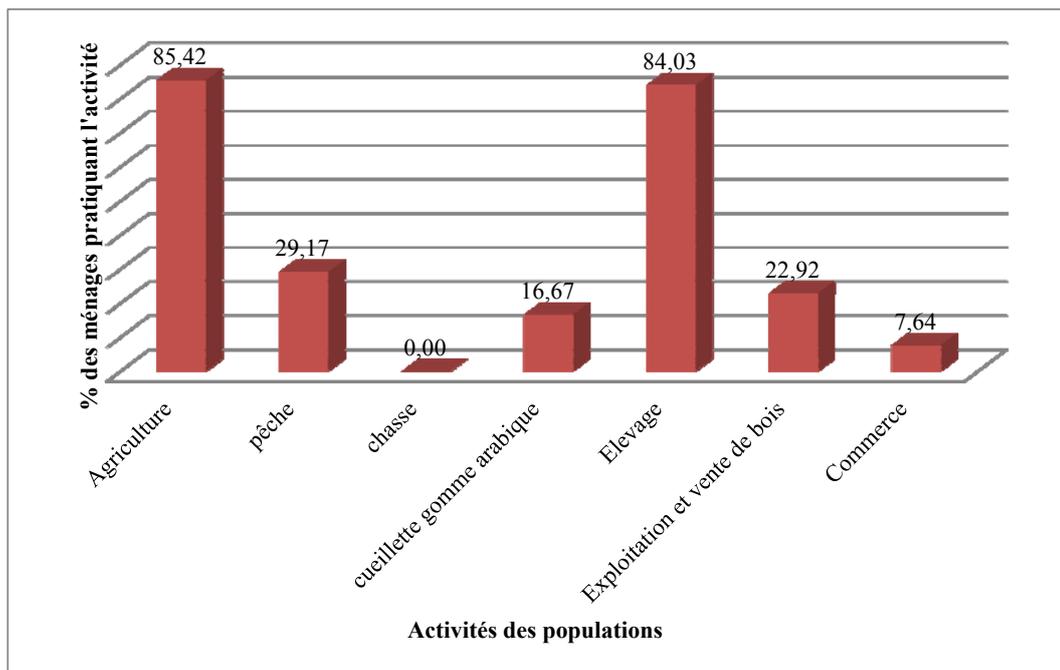


Figure 65: Activités pratiquées par les populations

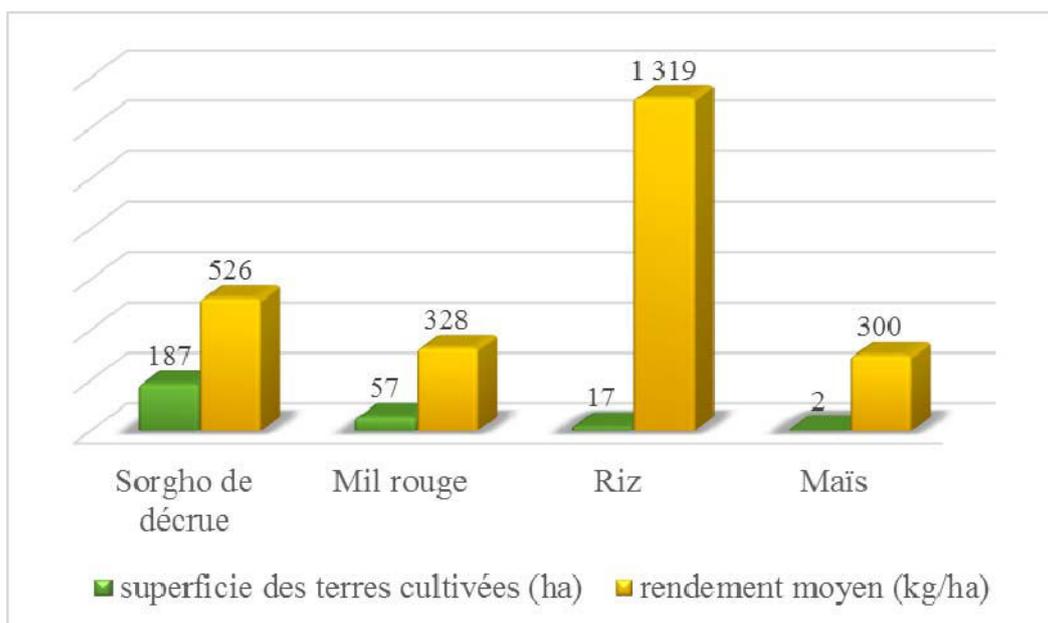


Figure 66: Répartition des superficies par culture et production des espèces cultivées à la périphérie du PNW

Dans le tableau 27, les rendements moyens de quelques spéculations agricoles ont été présentés. Ce rendement moyen est de 555 kg / ha pour le sorgho de décrue, 334 kg / ha pour le mil rouge, 623 kg / ha pour le riz et 192 kg / ha pour le maïs. Il est faible car dans les zones soudano-sahéliennes, le rendement moyen par hectare peut atteindre jusqu'à 1800 kg /ha pour le maïs et 900 kg / ha pour le sorgho et le mil surtout après un repos sur jachère de quelques années (Faure, 2005). Ce faible rendement est dû entre autre à la baisse de la fertilité des sols. D'après Njomaha (2007), les premiers systèmes de cultures de l'Extrême-Nord du Cameroun basés sur le sorgho pluvial, le sorgho muskuwaari, le niébé et le riz pénicillaire dépendaient principalement de la fertilité naturelle des sols qui était entretenue par des jachères plus ou moins longues. L'introduction et l'encouragement à l'économie de marché, à travers les cultures intensives (cotonnier annuel, riz irrigué, oignons) dans les années 50, et la forte croissance démographique ont contribué graduellement à réduire (voire éliminer) les jachères dans les systèmes de cultures, d'où la baisse générale de la fertilité des sols et des rendements, observés aussi bien par les paysans, les agents de développement que par les chercheurs.

Tableau 27 : Rendement moyen à l'hectare de quelques spéculations cultivées à la périphérie du PNW au cours de la campagne agricole 2012-2013

Spéculations	superficie des terres cultivées (ha)	production (en kg)	rendement moyen (kg/ha)
Sorgho de décrue	177	98 350	555
Mil rouge	56	18 750	334
Riz	17	10 650	623
Maïs	13	2 500	192
TOTAL	263	130 250	495

Impacts des pratiques agricoles sur la flore et la végétation ligneuse

Lors de la préparation des espaces de culture, les populations allument les feux qui embrasent les vastes superficies de terres, réduisant ainsi les espèces ligneuses en cendres ; car cette activité coïncide avec la pleine saison sèche. La préparation des champs de saison de pluie nécessite aussi un émondage important des arbres.

L'agriculture de décrue, marquée par l'extension du sorgho repiqué, amorcée dans les années 50, prend aujourd'hui des proportions remarquables. Dans l'ensemble de la zone périphérique du PNW, la superficie des terres cultivées pour cette culture est estimée à 242 ha. Les populations sont de plus en plus à l'affût des espaces pour pratiquer cette culture. Ce qui explique l'augmentation de cette superficie chaque année, du fait de la croissance de la population et de l'essor de cette culture. Elle est moins contraignante du fait de sa période de culture quelques mois après le début de la saison sèche, puis du fait de sa contribution dans le revenu des populations.

Lors de la préparation des espaces de culture du Sorgho repiqué « muskwaari », une coupe à blanc systématique de toutes les espèces ligneuses est pratiquée (figure 68). Par exemple, le comptage des troncs donne 9680 individus toutes espèces confondues, coupées lors de la préparation des champs de sorgho de décrue, de la saison 2012-2013. Les populations affirment qu'elles coupent ces arbres pour plusieurs raisons : la lutte contre les oiseaux, les criquets, les chenilles, bref tout ce qui se cacherait sous les arbres pour nuire au sorgho. Ceci est en accord avec les travaux de Fotsing *et al.* (2002) et Hanon (2003) qui ont montré que les défrichements effectués pour l'installation des champs de décrue se font par une coupe systématique de tous les ligneux, pour protéger les champs contre les oiseaux granivores et la destruction des cultures.

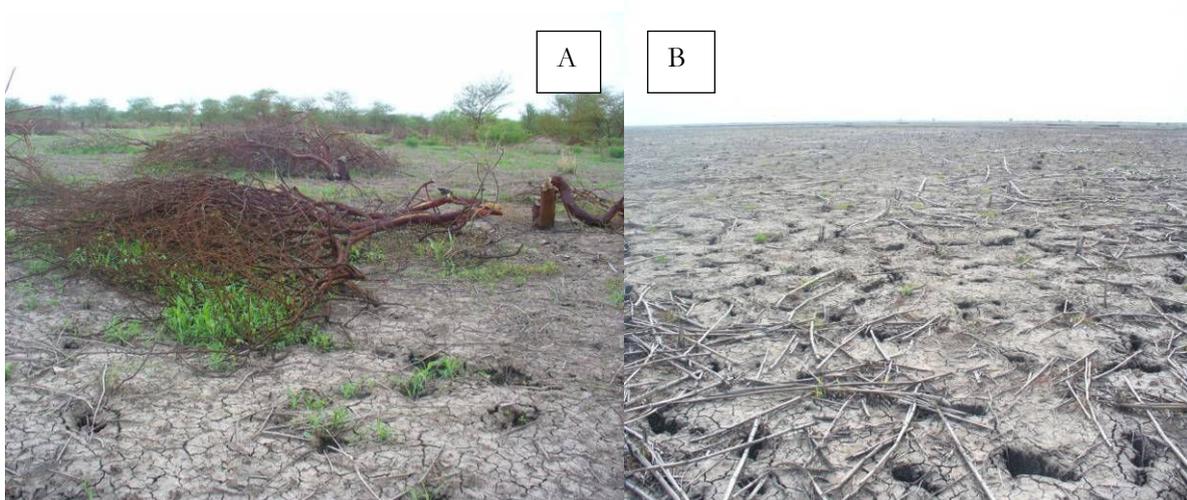


Figure 67: Espace préparé pour l'agriculture de décrue au cours de la campagne agricole 2012-2013 à la périphérie du PNW (photo Kabelong, 2013) A) arbres coupés lors de la préparation du Sorgho de décrue, B) espace aménagé pour la mise en place du sorgho de décrue

Selon Fotsing *et al.*, (2002), l'agriculture de décrue contribue à 0,6 % dans la destruction du couvert ligneux. Sa non-maîtrise et sa forte implantation dans la zone est un risque majeur pour la protection du PNW. Il est temps de réguler cette activité et de contrôler les différentes surfaces disponibles pour cette activité.

Pour illustrer cette situation de l'impact de l'agriculture sur le couvert ligneux, nous avons examiné de près les transects 2-2 et 13 dont la section située à l'extérieur du parc traverse un champ de sorgho (figure 27, §1.3.1). Pour le transect 2-2, cette section contient seulement 21 pieds de ligneux contre 427 pour la section située à l'intérieur du parc. Pour le transect 13, la section intérieure au parc contient 439 pieds et la section extérieure seulement 88 pieds. Par ailleurs, à l'observation des images satellitaires, on constate que l'extrémité Sud du parc qui jouxte un vaste champ est très peu couvert des arbres pour les années 1987, 2012, 2016, signe d'un impact négatif de cette activité agricole sur les espaces boisés (figures 55, 58, 59, §2.3.4). En 2002 cependant, le couvert arboré est beaucoup plus dense que les autres années ; ceci peut s'expliquer par la présence du projet de restauration cette époque.

Représentation graphique des deux systèmes agricoles

La figure 68 est la représentation schématique des deux systèmes agricoles de la périphérie du PNW, les différentes étapes et les facteurs d'influence de ces systèmes. Ces deux types d'agriculture ont un impact négatif sur les ressources ligneuses ; c'est pourquoi l'agriculture durable est proposée, comme un système alternatif pouvant avoir un faible impact négatif sur ces ressources ligneuses.

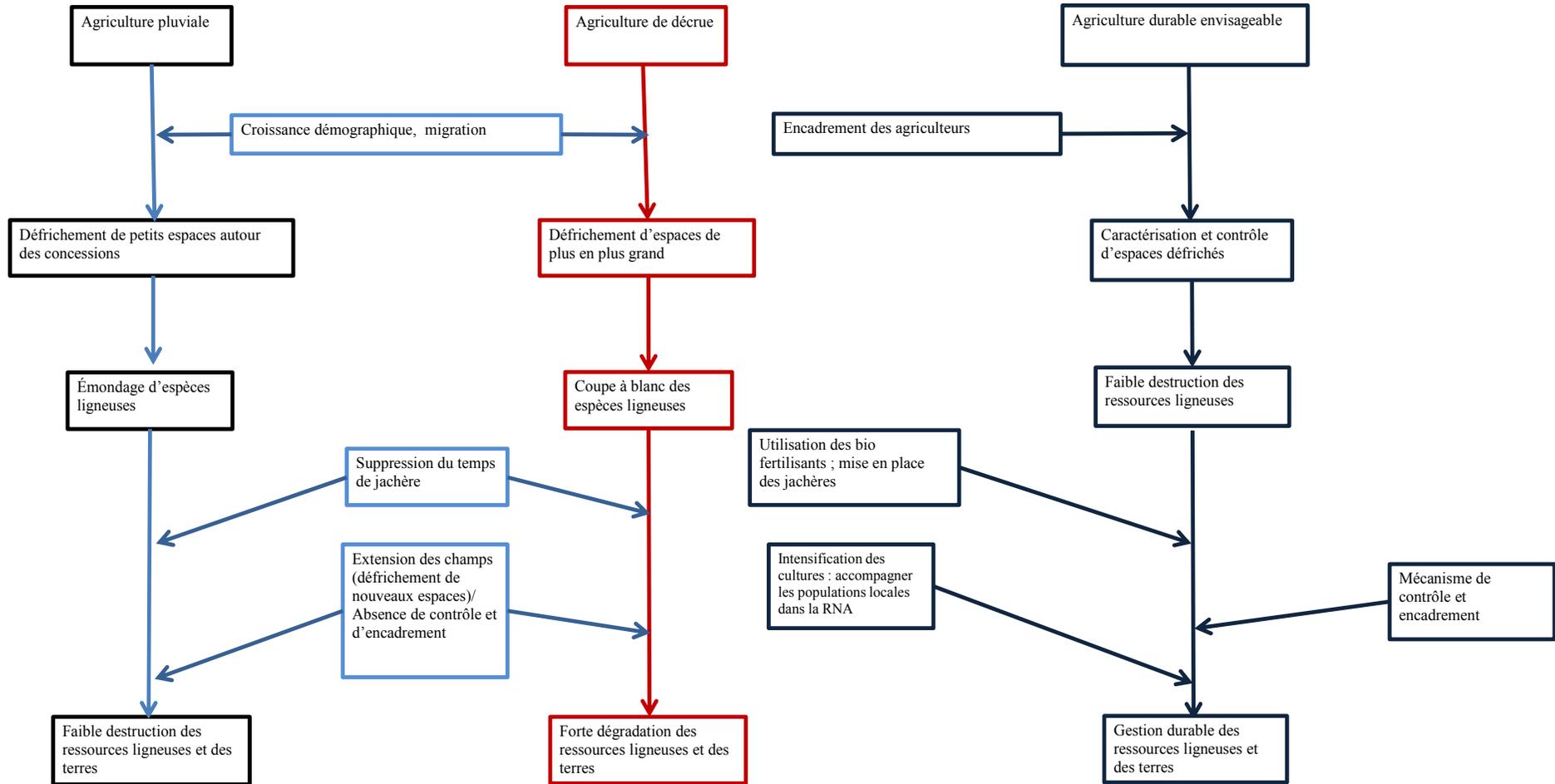


Figure 68 : Systèmes agricoles à la périphérie du PNW

3.1.2.2. Élevage

L'élevage est une activité visant, par l'entretien, la reproduction, l'amélioration et l'utilisation d'animaux domestiques, la satisfaction de besoins d'ordre matériel, alimentaire notamment, mais également d'ordre symbolique, psychologique ou religieux. Les animaux domestiques constituent une part de l'alimentation humaine, bien supérieure dans les pays développés que dans les pays en développement. Les systèmes d'élevage rencontrés à la périphérie du Parc National de Waza sont : l'élevage sédentaire, l'élevage nomade et l'élevage transhumant. En fait les activités des éleveurs sont fortement influencées par les saisons, caractérisées en particulier par la présence ou l'absence des pluies et des inondations. Les éleveurs utilisent les zones périodiquement inondées en saison sèche parce qu'elles gardent du pâturage pendant une bonne partie de la saison sèche. Pour l'élevage sédentaire, les déplacements sur des longues distances sont réduits l'éleveur à un domicile fixe. Les éleveurs nomades quant à eux sont très mobiles et les troupeaux se déplacent afin de pâturer les jeunes pousses du type graminéen résultant des précipitations pluviométriques et de recherche les points d'eau. L'élevage transhumant se distingue du précédent par le fait que le troupeau, au lieu de se déplacer au gré des circonstances, accomplit au cours de l'année un circuit qui le ramène annuellement à son point de départ.

La densité des animaux a été déterminée lors de cette étude afin d'obtenir les charges à l'hectare. La figure 69 donne les valeurs de cette densité pour les trois animaux les plus élevés. La densité des bœufs est de 0,029 bœuf/ha (soit environ 3 bœufs pour 100 ha), celle des moutons est de 0,019 mouton/ha (soit environ 2 moutons pour 100 ha) et celle des chèvres est de 0,007 chèvre/ha (soit environ 7 chèvres pour 1000 ha). La densité totale du bétail à la périphérie du PNW est de 0,055 bétail/ ha, soit 5,5 Unité de Bétail Tropical (UBT) / ha. En y ajoutant la densité de bétail de transhumance (qui est de 0,12 bétail /ha, soit 12 UBT/ha), on retrouve une densité de bétail en saison sèche de l'ordre de 0,175 bétail/ha, soit 17,5 UBT /ha.

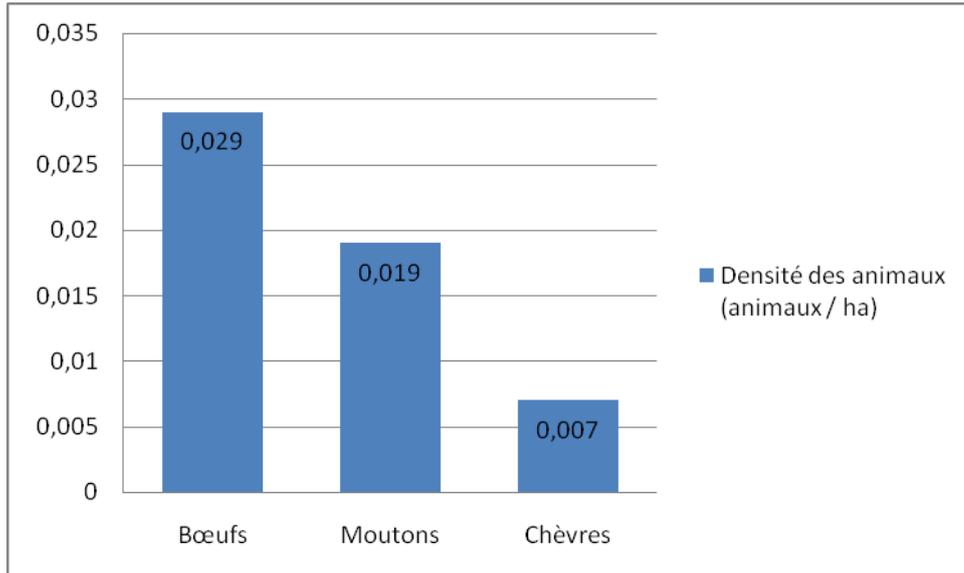


Figure 69: Densité du bétail (nombre d'animaux par hectare) détenu par la population locale

Ce chiffre est élevé pour ce milieu soudano-sahélien d'où la dégradation des terres et le fort impact sur les espèces ligneuses. Cette densité était estimée à 8-10 UBT/ha vers la fin des années 1990 (UICN/CBLT, 2007b). La capacité de charge du bétail a donc presque doublé en 20 ans. Le bétail issu de la transhumance (figure 70) passe beaucoup de temps (parfois plus de 6 mois) dans la zone périphérique du PNW, notamment à l'Est du Parc, puisque c'est une zone inondable qui préserve une partie de sa végétation et aussi, du fait de la présence des mares d'eau tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du parc.

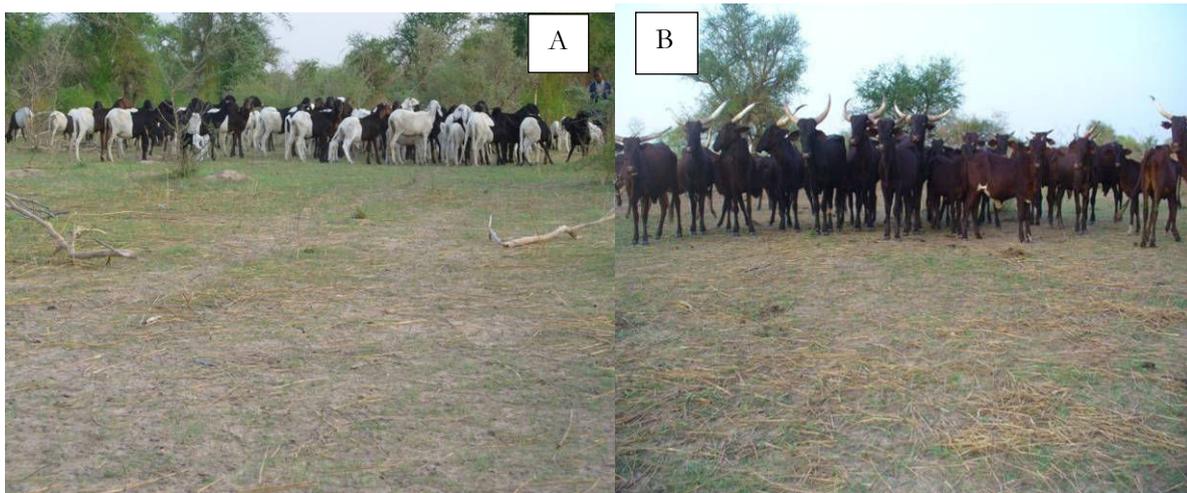


Figure 70 : Bétail à la périphérie du PNW (Jiagho, 2012). A) petit ruminants (moutons) à la périphérie du PNW ; B) grand bétail (bovins)

D'après les résultats de nos investigations socio-économiques, les pratiques telles que la coupe des arbres par les éleveurs pour le fourrage en saison sèche, pour les parcs à animaux lors des repos s'effectue régulièrement dans la périphérie du Parc et parfois à l'intérieur du Parc, quel que soit le type d'élevage. Sur le site de l'étude, 35 sites de parcs à animaux ont été répertoriés. La réalisation des parcs à animaux nécessite un branchage. Celui-ci est généralement fait à 95 % à base des branches du genre *Balanites*.

Sur la figure 10 (§1.2.3.2) on note la présence d'une douzaine de villages à l'Est contre une demi-douzaine à l'Ouest du Parc. On note également la présence des pistes de transhumance à lisière de la limite du Parc à l'Est et au Sud, ainsi que de nombreux campements d'éleveurs transhumants. Cela conforte le constat selon lequel l'élevage transhumant et la proximité des populations sont parmi les facteurs importants qui influencent la dynamique du couvert ligneux.

L'étude a montré que les animaux entrent dans le Parc par infraction pour s'alimenter en eau et en fourrage en saison sèche. Ceci a été confirmé par une carte réalisée par l'UICN en 2014 et portant sur les espaces pastoraux et les mobilités pastorales autour du PNW (voir figure 54, §2.3.3). Ces mouvements se font sans respect des charges bovines. La partie Est du Parc (Unité paysagère 1 – plaines inondables) subit donc le phénomène de surpâturage avec pour corollaire la dégradation des sols et le tassement de la terre. La sédentarisation de plus en plus croissante des transhumants suite aux conditions climatiques et au poids de l'âge des éleveurs, accentue la pression sur les ressources ligneuses. Cette amplification s'explique aussi par l'accroissement du cheptel des sédentaires et par le nombre de transhumants sédentarisés.

Les éleveurs nomades et transhumants, qui arrivent avec un nombre impressionnant d'animaux pendant la saison sèche, entraînent un surpâturage, et par conséquent une dégradation des ressources pastorales. Environ cent milles têtes de bovins et un important nombre de moutons sont recensés chaque année. La nutrition de ces importants cheptels oblige les éleveurs à compléter l'alimentation de leurs animaux par le fourrage ligneux d'où la coupe parfois incontrôlée de la ressource. Les aires boisées et les pâturages disponibles sont régulièrement envahis par ces troupeaux venant parfois des pays voisins (Nigéria, du Niger et Tchad). Ceux-ci implantent leur campement pendant la saison sèche (au mois de Janvier) à la recherche de pâturage et de l'eau et, ne les quittent qu'en début de saison de pluie, c'est-à-dire vers le mois de juin – juillet (figure 70).

L'élevage, principalement du type extensif, se combine aux autres pratiques anthropiques et porte atteinte aux ressources ligneuses. Les espèces les plus coupées pour le fourrage sont : *Stereospermum kunthianum* et *Balanites aegyptiaca*. Cette situation a un impact sur la régénération de ces espèces, et c'est l'une des raisons pour lesquelles la représentation graphique des classes de diamètre de ces espèces (figure 42, §2.2.1) à une forme en cloche, signe d'une perturbation de la structure de la végétation, avec très peu d'individus de petit diamètre.

La coupe des ligneux s'effectue sur des individus de grande taille. Pour les individus de petites tailles, les animaux broutent eux-mêmes sans avoir besoin d'une aide. Cette manière de paître les animaux contribue au faible taux de régénération de la ressource, car les animaux augmentent le taux de mortalité des jeunes individus.

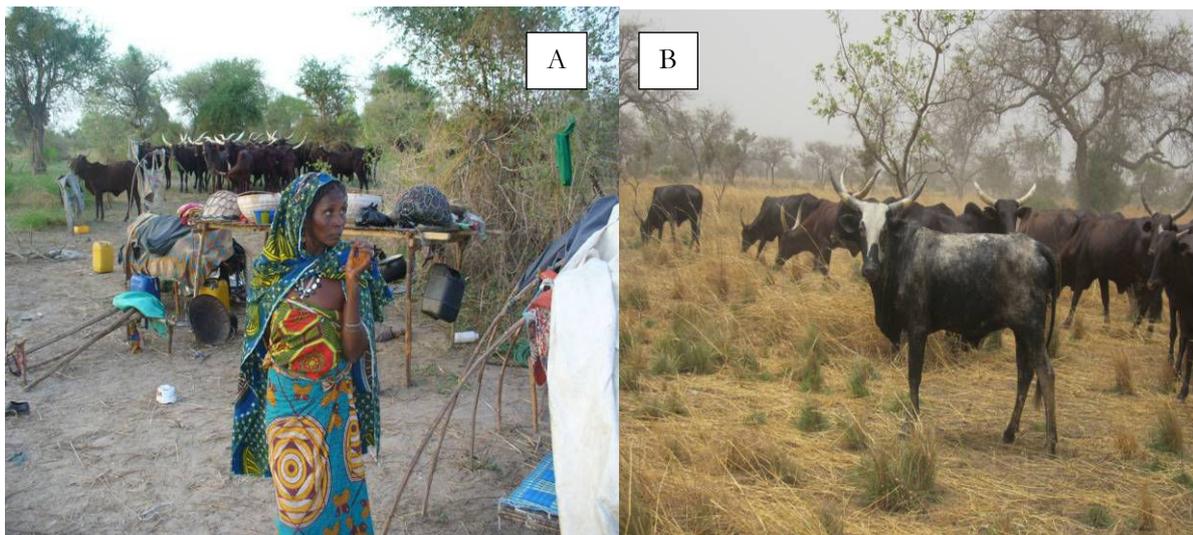


Figure 71 : Campement de transhumant et bétail des transhumants. A) Campement ; B) Bœufs des transhumants (photo Kabelong, 2013)

Rappelons qu'une illustration de l'impact de l'élevage / pastoralisme sur le couvert végétale a été démontré au paragraphe 2.3.3 ; il est apparu que les incursions des éleveurs transhumants dans le parc dans la partie Sud-Ouest inversait le gradient de pression anthropique sur la dynamique de la ressource ligneuse. On note aussi une régression progressive du couvert ligneux et une croissance des sols nus à l'Est du Parc depuis 1987 (images satellitaires). L'une des causes de cette situation est la présence de plus en plus croissante d'un grand cheptel dans

cette partie avec pour corollaire les besoins en espaces de pâturages, en bois pour le chauffage et les parcs à bétail.

Nous avons résumé dans la figure 72, le système actuel d'élevage, avec les pratiques et des facteurs ayant une influence sur la ressource ligneuse et la terre. Sur la base de ces éléments, un système alternatif est proposé, système qui devrait contribuer à la gestion durable des ressources.

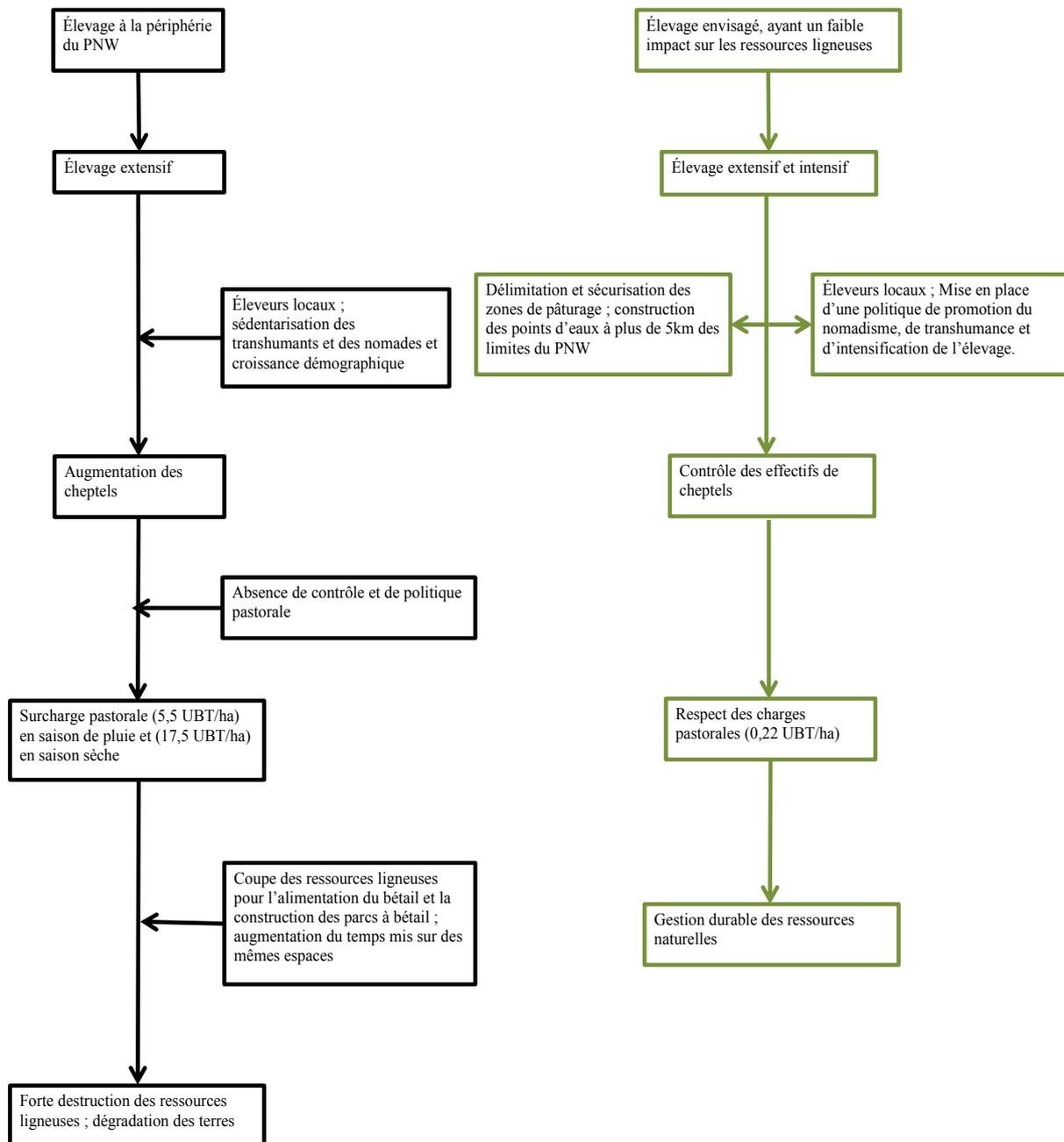


Figure 72 : Représentation des systèmes de l'élevage à la périphérie du PNW

3.1.2.3. Pêche

La pêche est la troisième activité pratiquée par les populations de la zone périphérique du PNW. Celle-ci, de manière normale ne devrait pas avoir un impact sur les ressources ligneuses, si elle est pratiquée dans le respect des dispositions législatives et réglementaires. Mais, certaines pratiques utilisées par les pêcheurs impactent sur la ressource ligneuse et les sols.

L'impact de la pêche et d'autres activités de production et de transformation des produits halieutiques sur la végétation ligneuse est dû principalement au fumage. Face à l'absence des mécanismes et outils de conservation de ces produits halieutiques, la majeure partie de la production est fumée avant d'être transportée et vendue dans les grands centres urbains.

Les méthodes de pêche utilisées sont de divers ordres :

- la pêche individuelle est l'exploitation des ressources en eau par tout pêcheur sans aucune distinction ;
- la pêche collective est l'exploitation des ressources en eau par tous les pêcheurs de la communauté qui les gère ainsi que ceux venant d'ailleurs ;
- la pêche communautaire est l'exploitation des ressources en eau exclusivement par la communauté qui les gère ;

Les activités de pêche se font également à travers les canaux de pêche (figure 73). Ce sont des tranchées à ciel ouvert de forme curviligne plus ou moins sinueuses reliant une ou plusieurs mares, ou encore un espace donné à chacun des cours d'eau. Les canaux de pêche sont très anciens dans les habitudes des communautés des plaines inondables. Jadis peu nombreux et moins longs, les populations les ont approfondis, agrandis et multipliés de manière anarchique suite aux diminutions des crues et la baisse des précipitations depuis quelques décennies pour relier le fleuve Logone à toutes sortes de dépressions.



Figure 73: Photo d'un canal de pêche (photo B. NGEWSS, 2007)

La croissance des canaux coïncide avec la construction du lac de Maga (dans les années 1979-80). D'après l'UICN/CBLT (2007b), le pourcentage de ces canaux a quadruplé de 1986 à 2006 en raison de la baisse de la pluviométrie et de la pression démographique des populations à la quête des espaces pour les extensions rizicoles. L'Association Camerounaise pour l'Éducation Environnementale (ACEEN) a dénombré en Mai 2006 environ 3000 canaux de pêche dans la PIWL. Pour Kabelong (2013), ces canaux, en 22 ans sont passés de 1000 canaux à 5000 canaux. La grande partie de la pêche s'effectue dans ces canaux. Ils appartiennent à des familles, à des communautés et à des villages.

Pour Moudingo (2007) cité par Kabelong (2013), ces canaux entraînent le retrait rapide des eaux d'inondation dans la plaine empêchant ainsi la régénération naturelle des plantes en l'occurrence des espèces ligneuses. Les plantes ne bénéficient plus d'une longue période d'inondation des eaux ; et ceci réduit ainsi les capacités de croissance des espèces ligneuses (Ganaba, 2005). La construction des canaux de pêches menace le potentiel floristique de la zone inondable. Elle contribue à l'assèchement rapide de la plaine inondable avec pour conséquences des dysfonctionnements hydrologiques qui se font ressentir sur la ressource ligneuse à la périphérie du PNW ; mais avec un fort impact négatif dans les plaines inondables de l'Est du Parc.

3.1.3. EXPLOITATION DE BOIS POUR DIVERS USAGES

3.1.3.1. Exploitation du bois de chauffe

Le bois est quasiment la seule source d'énergie utilisée par les populations vivant à la périphérie du Parc National de Waza. La ressource est issue du ramassage par les femmes, mais aussi de la coupe des arbres et arbustes. Le bois récolté pour la cuisine était, il y a longtemps, négligeable du fait de l'abondance de la ressource, du faible effectif de la population et du mode de collecte (essentiellement par ramassage). Mais la croissance de la population a entraîné une augmentation de la demande. Les enquêtes menées sur le terrain, complétées par les observations directes, montrent que la ressource s'éloigne de plus en plus des zones d'habitation. La distance pour la collecte du bois est en moyenne de 4 à 5 km par rapport aux zones d'habitation (même distance trouvée par Donfack, 1998). On note que la collecte du bois se fait majoritairement à l'intérieur du parc qu'à l'extérieur du parc comme l'illustre la figure 74.

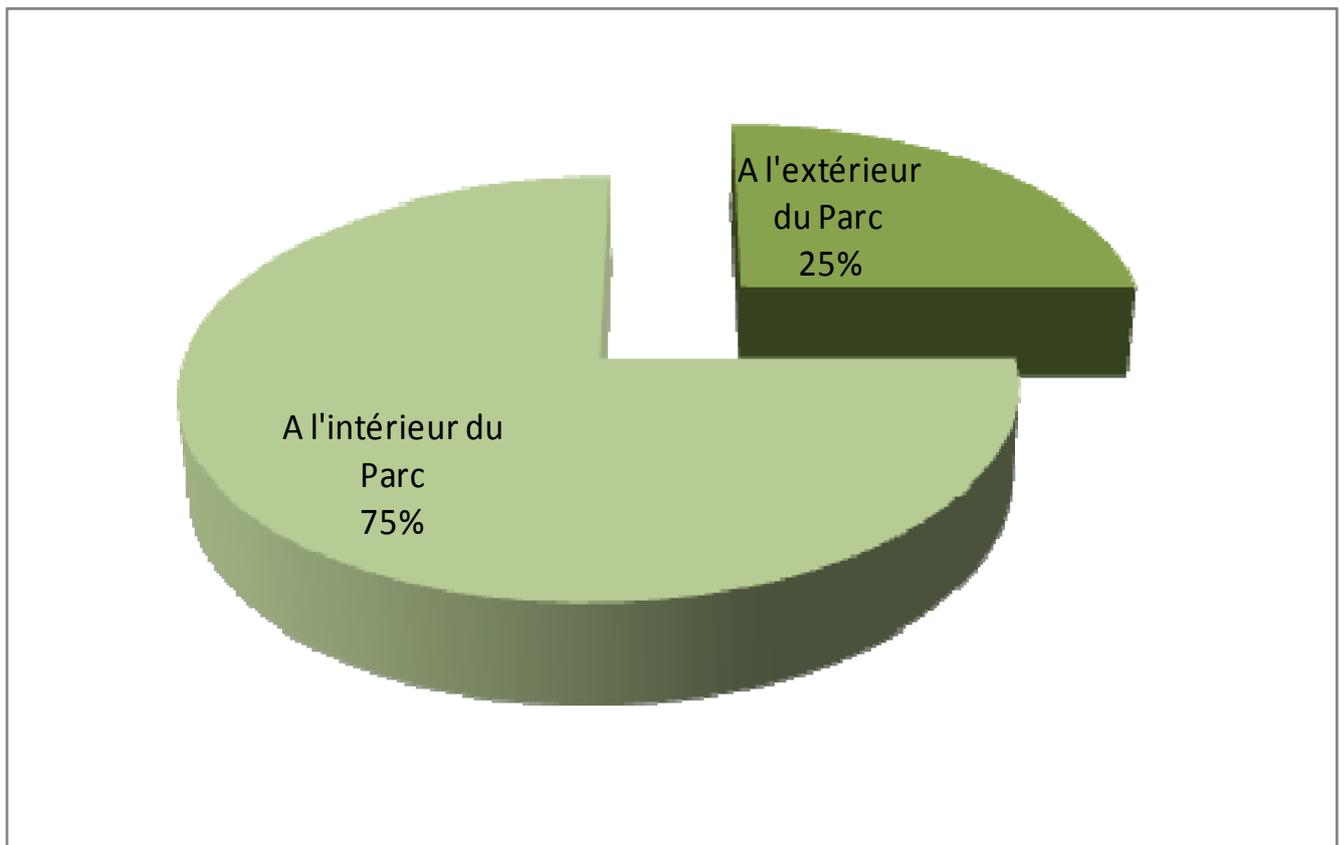


Figure 74: Lieu de collecte de bois de chauffe

La production de bois de chauffe et du charbon reste la plus importante forme d'exploitation des espèces ligneuses des savanes. D'après Ntoupka (1999), 80% du bois de chauffe et de service sont prélevés dans la forêt naturelle en zone soudano-sahélienne. Cette exploitation est stimulée par la demande des villes de Maroua, Mora et Kousseri. Les espèces les plus appréciées sont *Anogeissus leiocarpus*, *Dalbergia melanoxylon*, *Acacia seyal*, *Dichrostachys cinerea*, *Balanites aegyptiaca*, etc. La représentation graphique des classes de diamètre de certaines de ces espèces (figures 75) montre une forme en cloche, signe d'une perturbation de la structure de la végétation, avec très peu d'individus de petits diamètres. On en déduit que l'exploitation pour le bois de chauffage a un impact sur la régénération de ces espèces.

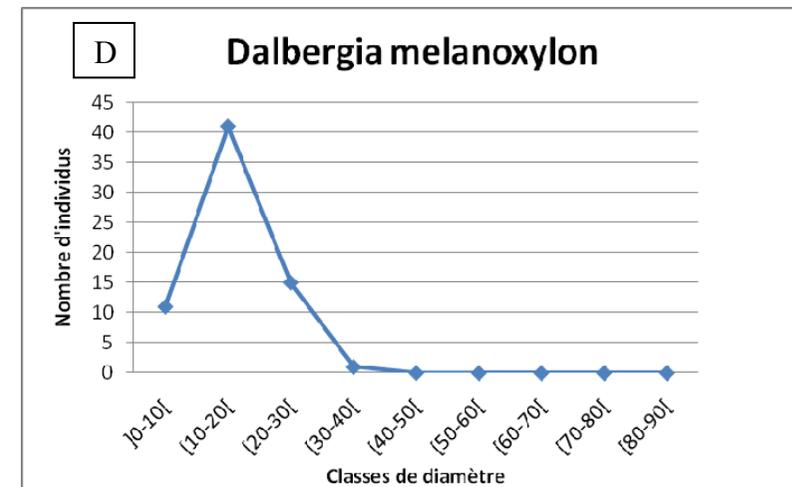
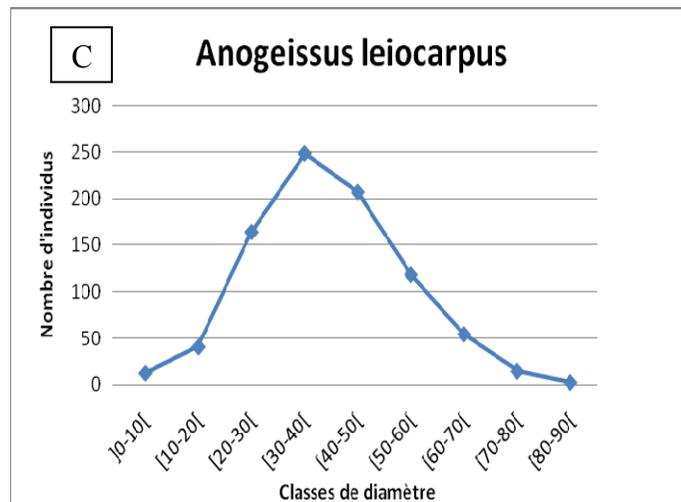
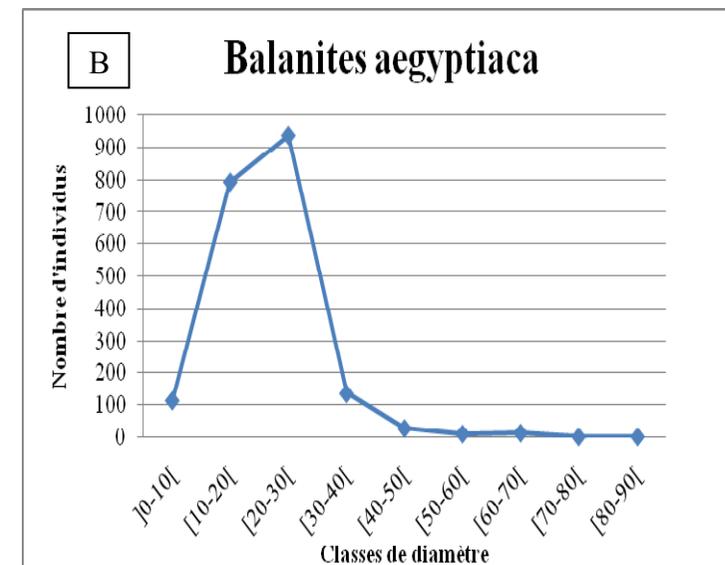
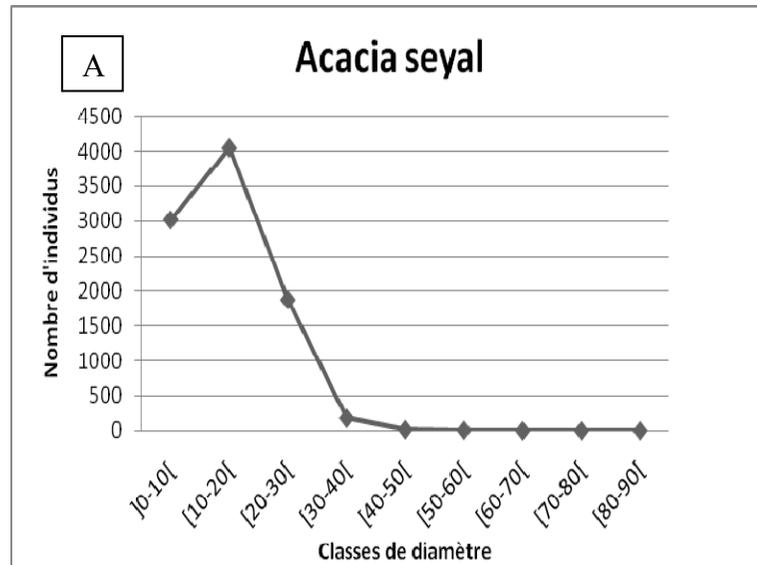


Figure 75: Représentation des classes de diamètre de certaines espèces les plus exploités pour le bois de chauffe

Ces arbres réputés pour la qualité de leur charbon sont coupés à l'état vert pour la fabrication du charbon, vendu principalement au Nigeria et au Tchad (MINEP/PNUD, 2007 ; UICN/CBLT, 2007b). L'exploitation des ressources forestières pour la production de bois de feu et de charbon est stimulée par une forte demande à partir des villes. Des études réalisées par Madi (2000) pour la ville de Maroua (plus 200 000 habitants en 2000), montrent que la consommation annuelle de bois dans cette ville était de 53 000 tonnes. Ces énormes quantités proviennent entre autre du Sud du Parc National de Waza (Todou, 2005 cité par MINEP/PNUD, 2007).

Comme reconnu aussi par Merle et Gautier (2003), les résultats de cette étude montre que la coupe de bois dans la région obéit à deux logiques : la logique paysanne (pour laquelle la vente du bois n'est pas la raison de l'abattage) et la logique commerçante (pour laquelle le bois est récolté pour la vente). Le bois récolté dans la zone périphérique est l'œuvre des paysans mais aussi des commerçants venant des villes telles que Maroua, Mora et Kousseri. Folefack et Abou (2009), eux, abordent plutôt le problème de la coupe de bois sous l'angle de la commercialisation et montrent l'impact et les conséquences de cette coupe sur le milieu. Pour eux, la coupe de bois constitue, sous sa forme actuelle, l'un des facteurs les plus perturbateurs pour le milieu, et une réelle menace pour les écosystèmes des savanes sahéliennes, ce qui se traduit par une forte pression sur les ressources végétales, une modification de la diversité floristique et des fonctions des peuplements naturels, une diminution drastique de la richesse floristique et de la diversité végétale et par conséquence, une désorientation de la fonction de l'écosystème.

Selon Madi *et al.* (2003), la quantité de bois provenant de Waza est de 108,5 t soit 3,7 % du trafic total du bois de Maroua. La présente étude a trouvé un total 108 t comme quantité de bois prélevée au PNW et à sa périphérie comme bois de chauffe. Et cette quantité alimente en même temps les villes de Maroua, Kousseri et Mora. Cette quantité inférieure à celle trouvée par Madi *et al.* (2003) et alimentant seulement la ville de Maroua. Les raisons de cette différence sont la diminution de la disponibilité de la ressource au fil du temps, les distances de plus en plus longues pour trouver du bois, la croissance démographique qui entraîne aussi l'augmentation de la consommation locale du bois prélevé par rapport à celle vendue.

3.1.3.2. Construction des haies et des cases traditionnelles

La construction des haies mortes (haies de protection) en saison de pluies (figure 76), et ceci aux alentours des maisons pour la protection des cultures pluviales a un impact sur la ressource ligneuse. Un comptage du nombre d'individus par haie a été effectué à l'échelle d'un village (Andirni). Le nombre moyen d'individus coupés et utilisés pour une haie est de 249 par haie. Le nombre de haies dans le village Andirni étant de 70, un calcul du nombre d'individus coupés pour la construction des haies mortes a donné 17 430 individus coupés/an, pour la construction de ces haies. Les espèces sont essentiellement composées de *Ziziphus mauritiana* et *Guiera senegalensis*. Ce phénomène se rencontre surtout dans les villages Peulhs et Arabes (Andirni, Tagawa, Badadaye, Niwadji).



Figure 76: haies de protection dans le village Andirni (photo Jiagho, 2012)

L'analyse de la population de deux espèces au niveau du transect 6-2 (tableau 28), qui traverse le village Tagawa montre une population de *Guiera senegalensis* sept fois plus importante au niveau des petits diamètres ($] 0-10[$) que la population de la classe de diamètre immédiatement supérieure ($[10-20[$). En revanche, la population totale de *Ziziphus mauritiana*

est très faible. Ceci confirme que la construction des haies a aussi une influence sur la structure de la population de ces deux espèces, surtout dans et à la périphérie des terroirs villageois.

Tableau 28 : Population de *G. senegalensis* et *Z. mauritiana* au niveau du transect 6-2

Transects		] 0-10[	[10-20[	[20-30[
Transect 6-2	Total	195	139	0
	<i>Guiera senegalensis</i>	191	137	0
	<i>Ziziphus mauritiana</i>	4	2	0

La construction des cases traditionnelles (figure 77) nécessite un grand nombre de jeunes arbres (jalons ou perches). Un comptage des jalons pour 10 maisons montre qu'environ 185 jalons de circonférences comprises entre 18 et 22 cm sont utilisés pour la construction d'une seule case. À l'échelle du village Andirni, le comptage a montré que 12 950 jalons ou perches ont été coupés pour la construction des maisons du village. Ces jalons sont malheureusement coupés à la périphérie du PNW, ce qui contribue à entamer le capital présent. La durée de vie de ces maisons est comprise entre 7 et 10 ans.

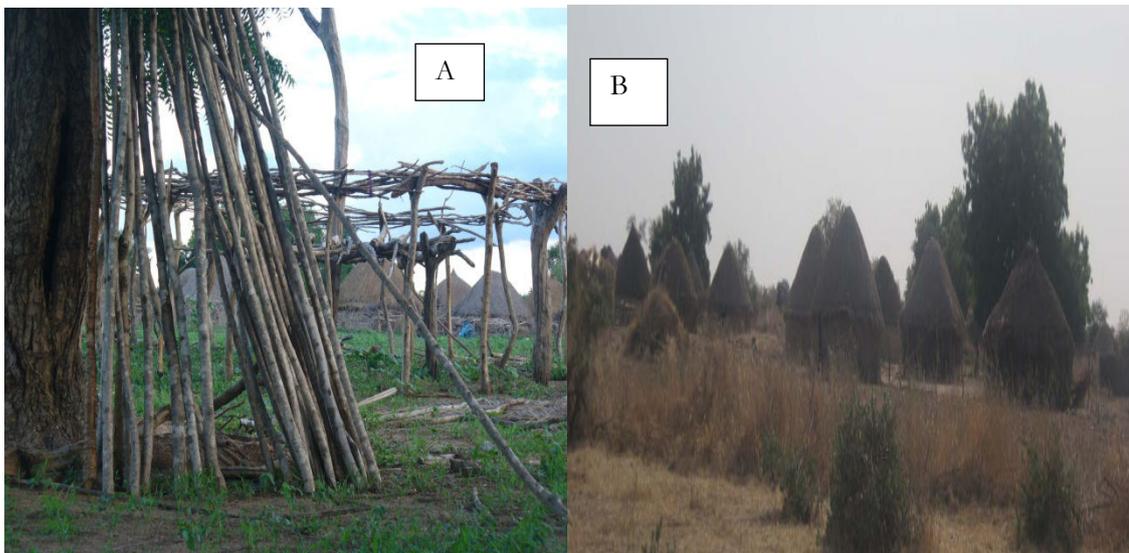


Figure 77 : Utilisation des perches pour les constructions à la périphérie du PNW (photo Jiagho et Kabelong, 2012); A) perches coupées pour la construction de cases, B) cases traditionnelles

3.1.3.3. Vente du bois

La vente du bois de chauffage constitue la cinquième activité génératrice de revenu pratiquée par les populations de la périphérie du Parc, après l'agriculture pluviale, l'élevage, la pêche, l'agriculture de décrue. Pour les exploitants de bois, les résultats des enquêtes socio-économiques montrent que ceux-ci coupent en moyenne un camion de bois toutes les années pour la vente. La coupe de bois à la périphérie du Parc National de Waza approvisionne les marchés des villes environnantes. La collecte du bois pour la vente se fait par coupe et non pas par ramassage. Il ressort des enquêtes que 5 % de la population la pratique et environ 18 camions de 6 tonnes chacun sont vendus par an. La méthode de calcul du volume des arbres proposée par Madi *et al.* (2003), a été utilisée pour estimer le nombre d'individus coupés par an qui est de 2336 arbres et arbustes.

La vente du bois est une source de menace sérieuse pour la survie des espèces ligneuses de la périphérie du PNW. Le bois récolté dans les zones périphériques du PNW est vendu, soit dans des camions venant des grandes villes (c'est le cas généralement en saison sèche puisque les routes sont accessibles en cette période), soit mis en tas en bordure de route afin d'être acheté par les voitures empruntant la route nationale numéro 1. La figure 78 illustre les différents moyens d'écoulement de ces produits.

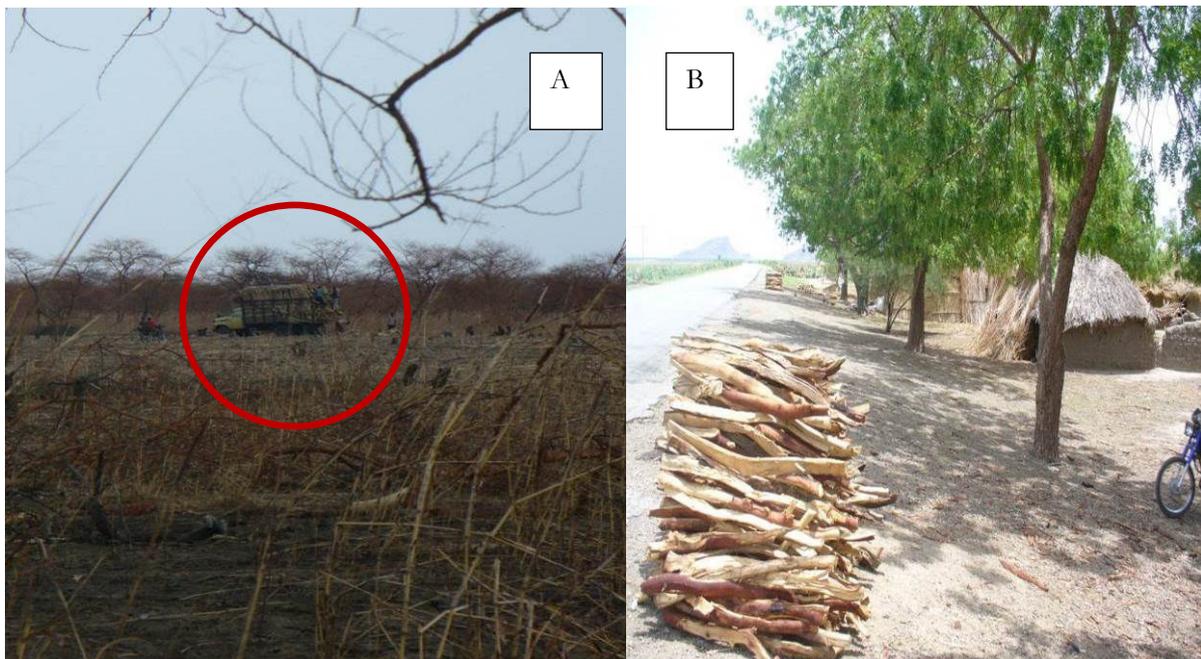


Figure 78: Illustration de l'ampleur de la vente de bois à la périphérie du PNW (photo Jiagho et Kabeleong, 2012) ; A) Camion chargeant le bois, B) étalage du bois sur la route nationale n°1

Les espèces les plus appréciées comme bois de chauffe sont : *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia seyal*, *Dalbergia melanoxylon*, *Dichrostachys cinerea*, *Balanites aegyptiaca* (Ntoupka, 1999). La structure de la population de toutes les espèces prisées pour cette activité montre une perturbation dans la structure diamétrique. Les individus de petit diamètre (en général les plus coupés) sont moins nombreux que les individus de la classe de diamètres supérieure. C'est un signe d'une perturbation dans la régénération de ces espèces.

3.1.3.4. Autres formes d'exploitation des ressources ligneuses

Parmi les autres formes d'exploitation, on peut citer la collecte de la gomme arabique. Cette gomme arabique est collectée aux alentours du Parc National de Waza et dans les Yaérés. Les différents modes d'exploitation de la ressource mis en œuvre par les populations locales sont parfois basés sur des pratiques à risque sur l'environnement et sur des systèmes non durables. En effet, les techniques de saignée lors de la récolte de la gomme arabique conduisent parfois à endommager les arbres et arbustes gommiers d'*Acacias*. En plus la croissance démographique, le désœuvrement des jeunes et la diminution du peuplement des *Acacias* (suite à la coupe et l'émondage des arbres, aux feux de brousse, etc.) augmentent la pression sur la ressource et limitent la régénération naturelle dans certaines zones.

La filière gomme arabique est prometteuse, mais très peu maîtrisée et mal organisée. L'exploitation de ce Produit Forestier Non Ligneux (PFNL) est réalisée essentiellement de manière frauduleuse exportée vers le Nigeria. Faute de circuit de commercialisation efficace et contrôlé, on assiste à des fuites d'importantes quantités de cette gomme. Ce qui crée un manque à gagner pour les populations et l'État, avec pour conséquence la gestion essentiellement non durable de cette ressource. Il en est de même des autres PFNL tels que les écorces de certains arbres, les lianes et du miel.

La mauvaise utilisation du couvert végétal est également observée chez les éleveurs "ouddah"⁸. Au cours de leur passage, ceux-ci mutilent les arbres matures et non matures pour faciliter la consommation des feuilles et des rameaux par les animaux. Les *Acacias* sont principalement visés par cette pratique courante chez les éleveurs ouddah.

La forêt naturelle constitue une ressource alimentaire et un complément pour la ration humaine quotidienne. On peut citer en particulier l'emploi des feuilles de *Balanites aegyptiaca*, des fruits de *Tamarindus indica*, *Sclerocarya birrea*, etc. Plusieurs objets à usage domestique sont fabriqués à partir de matériaux d'espèces ligneuses de la savane. On peut citer l'emploi des écorces pour le cordage (ex. *Piliostigma reticulatum*), les colorants et les tanins. Les outils et ustensiles divers sont fabriqués à partir d'espèces ligneuses telles qu'*Anogeissus leiocarpus*, *Dalbergia melanoxylon*, *Balanites aegyptiaca*, etc. (Ntoupka, 1999).

Les ressources forestières peuvent aussi être exploitées pour de l'artisanat. L'artisan est considéré comme activité secondaire dans la zone. La principale activité d'artisanat recensée est la confection des nattes qui apporte des revenus non négligeables pour certains ménages. Les matériaux utilisés sont constitués essentiellement des feuilles d'*Hyphaene thebaica* cueillies dans le milieu naturel. Mais on note également comme activité artisanale, la confection des « seco », de balais, de chapeaux, de canaris, etc. qui tirent leur ressource du milieu naturelle, et en partie de la végétation ligneuse.

L'impact de ces autres formes d'exploitation des ressources naturelles, bien que peu significatif sur la ressource ligneuse, est de plus en plus croissant avec les tendances démographiques.

3.1.4. NIVEAU ET QUALITÉ DE VIE DES POPULATIONS

Le niveau de vie fait référence à la qualité et à la quantité des biens et services qu'une personne ou une population entière peut s'approprier. La présente étude a montré que le niveau de vie des populations est un facteur qui influence indirectement le couvert végétal. Une mesure généralement utilisée pour apprécier le niveau de vie est le niveau de revenus monétaires par habitant ou par ménage. Une étude réalisée par Jiagho (2009) montre que les populations de la périphérie du PNW tirent des revenus monétaires substantiels des activités d'exploitation des ressources naturelles. Mais ces revenus demeurent insuffisants pour assurer tous les besoins des ménages. Entre 42% et 60% de ménages de cette zone vivent avec les revenus inférieurs au seuil

⁸ Ce sont les groupes d'éleveurs transhumants peuhls, qui se déplacent essentiellement avec de grands troupeaux de

de la pauvreté. Ce qui n'est pas très loin de la moyenne nationale (37 – 53%). Parce que les ressources et les revenus sont insuffisants pour couvrir tous les besoins des populations riveraines, elles empiètent donc assez souvent les limites du PNW. La recherche du bois de chauffe par exemple se fait souvent jusqu'à environ 5 km à l'intérieur du Parc, situation favorisée par le fait que la majorité des villages est située à la limite du Parc. Certaines parcelles agricoles aussi affleurent ou traversent la limite du Parc (voir figure 27, §1.3.1), alors que certains transhumants, à cause de la surcharge à l'extérieur du Parc et même du manque d'eau vont empiéter souvent les limites pour subvenir aux besoins en ressources fourragères et en eau pour le bétail.

La notion de niveau de vie est différente de celle de qualité de vie qui ne prend pas seulement en compte le niveau de vie matériel, mais qui intègre également des facteurs plus subjectifs qui participent à la vie humaine, comme les loisirs, la sécurité, les ressources culturelles, la santé mentale, etc. Parmi les éléments utilisés pour la mesure de la qualité de vie, figurent le taux de scolarisation, qui demeure très faible dans la région. Même si ce taux, surtout au niveau primaire a évolué de manière significative de 2001 (41,6%) à 2014 (63%)⁹, la Région de l'Extrême – Nord du Cameroun reste parmi les régions les moins scolarisées du pays. Comme conséquence, et face au désœuvrement, les enfants non scolarisés n'ont pas d'autres alternatives que de se lancer très tôt dans les activités d'exploitation des ressources naturelles pour subvenir à leurs besoins.

En ce qui concerne la promotion de l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes, on peut noter que les femmes peuvent, éventuellement prendre part aux activités de la société. Représentant la majorité (51%) de la population, elles sont très actives dans l'agriculture et accompagnent quelques fois leurs conjoints dans les activités de pêche. Cependant, elles sont dans leur majorité, privées de droit de propriété sur les terres agricoles. Elles ne participent presque pas à la gestion des ressources vitales telles que l'eau, la terre et les pâturages. Néanmoins, elles sont très actives dans la collecte et la commercialisation de la gomme arabique. Dans la périphérie du Parc National de Waza en général, les préoccupations des femmes sont relayées au second plan par la population masculine et pourtant, elles restent des vedettes de

chèvres et moutons

⁹ D'après le Rapport National sur les OMD réalisé par l'Institut National des Statistiques (2015).

l'ombre. Il est donc évident que le rôle des femmes de la zone à la vie sociale, à l'économie et à la gestion des ressources naturelles n'est pas contestable. Elles influencent dans l'ombre la dynamique du couvert végétal, car elles sont les plus grandes utilisatrices du bois pour le chauffage et sont très actives dans les activités d'agriculture, d'élevage, de pêche et d'artisanat.

3.2 FACTEURS NATURELS

En plus des facteurs anthropiques, nous avons identifié et analysés les facteurs naturels qui influencent la dynamique du couvert végétal. Parmi ces facteurs, figurent : le changement climatique, la pédologie, et l'hydrologie.

3.2.1 CHANGEMENT CLIMATIQUE

La zone d'étude, comme d'ailleurs l'ensemble du Bassin du Lac Tchad est parmi les zones les plus vulnérables au changement climatique. L'impact souvent désastreux des extrêmes climatiques au cours des quarante dernières années est une bonne illustration mais aussi un des signes de ces changements climatiques. Si cette zone est vulnérable au changement climatique, c'est parce que certaines de ses caractéristiques physiques et socio-économiques le prédisposent à être affectée par les effets négatifs de la variation du climat : situation en zone soudano-sahélienne, mauvaise répartition des ressources en eau, pauvreté des populations, forte dépendance des populations à l'agriculture, mais avec un niveau de maîtrise de l'eau très faible.

Le bassin du lac Tchad a connu des variations chroniques et de grande ampleur, surtout depuis le début des années 1970. La zone a connu une rupture nette de séries pluviométriques et hydrométriques autour des années 1968-1972, avec 1970 comme année charnière. La baisse des précipitations moyennes avant et après 1970 varie d'environ 15% à plus de 30%. Cette situation est similaire à celle vécue dans tout le Sahel qui a connu une forte diminution des précipitations, une rupture nette des séries pluviométriques observée à partir des années 1968 jusqu'au début des années 1990 et une diminution des moyennes de précipitations annuelles de 20 à 40 % entre 1931-1960 et 1968-1990 (Alhassane, 2013).

De nos jours, le bassin du lac Tchad tout entier connaît donc un épisode de sécheresse commencé au début des années 1970 et qui s'est accentué pendant les années 1980. Les

changements subis par le climat, se sont marqués par une diminution de la pluviosité, avec pour conséquence, le glissement des isohyètes d'environ 200 km vers le sud (figure 79) et une augmentation des températures (figure 80). La descente des isohyètes vers le sud se traduit par une baisse des ressources en eau et par la dégradation naturelle de la couverture végétale. En même temps, la population humaine et les effectifs de bétail se sont accrus et ont accéléré la dégradation des terres dans un processus qualifié de désertification. Il se traduit par une augmentation sensible de la production de sable, en même temps que par des étiages prononcés de cours d'eau qui mettent à découvert leurs alluvions. Suite à ces changements, le régime des principaux fleuves riverains, le Chari et le Logone, a été profondément modifié avec, une baisse moyenne de 40 à 60% des débits moyens, des crues et des étiages. Cette baisse des débits s'est traduite par une réduction notable des superficies inondées dans les plaines avoisinantes (dont celles de Waza Logone) et un amenuisement de la recharge des nappes souterraines.

La sécheresse chronique résultant du changement climatique joue un rôle accélérateur de la désertification qui, elle-même, contribue à la persistance de la sécheresse. Cette boucle rétroaction est de nature à contribuer à l'avancée du désert, avec des impacts sur les économies de la région. D'autres conséquences du changement climatique sont la détérioration de la qualité des eaux, le développement des végétaux flottants, la sédimentation et eutrophisation, etc. Ceux-ci sont de nature à accentuer la baisse de la disponibilité en eau, qui conduit à l'exacerbation de la compétition pour l'accès à l'eau. De nombreux rapports montrent dans quelle mesure le changement climatique pourrait aggraver des crises environnementales existantes (autour de l'eau, la dégradation des sols, etc.) et en provoquer de nouvelles avec la hausse du niveau des mers et l'augmentation de la fréquence et de la puissance des événements climatiques extrêmes (Pomerleau, 2009). Le péril climatique et anthropique est donc sérieux dans la zone. Toutefois, il reste possible de mener des actions allant dans le sens d'une bonne adaptation aux nouvelles conditions de vie, et au mieux tenter une inversion de la tendance à la dégradation des eaux. Celles-ci devraient être conduites sur plusieurs décennies, tant les dégâts des sécheresses successives sont profondément ancrés dans l'environnement. On pourrait aussi s'attendre à des scénarios les plus sinistres si les variations climatiques observées au cours des dernières décennies devaient se maintenir ou s'aggraver.

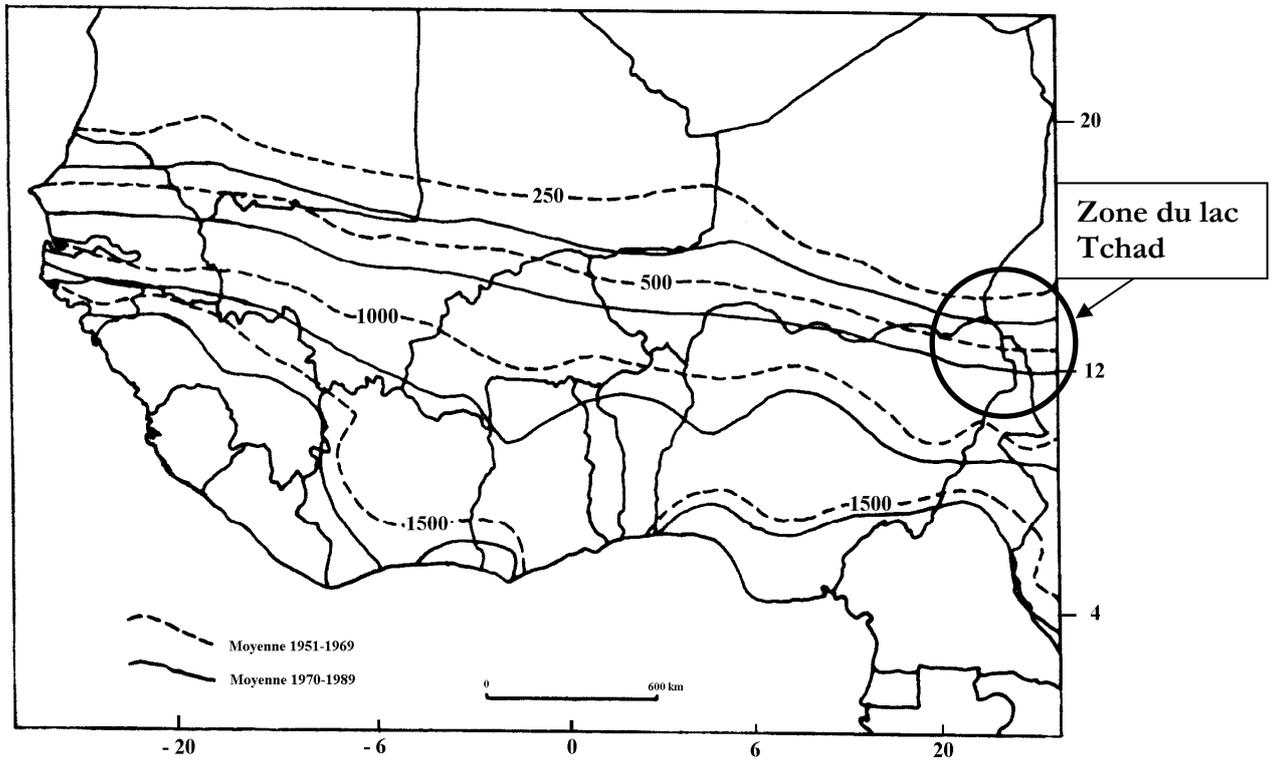


Figure 79 : Déplacement vers le Sud des isohyètes, périodes 1951-1969 et 1970-1989 (extrait de L'Hôte et Mahé, 1996)

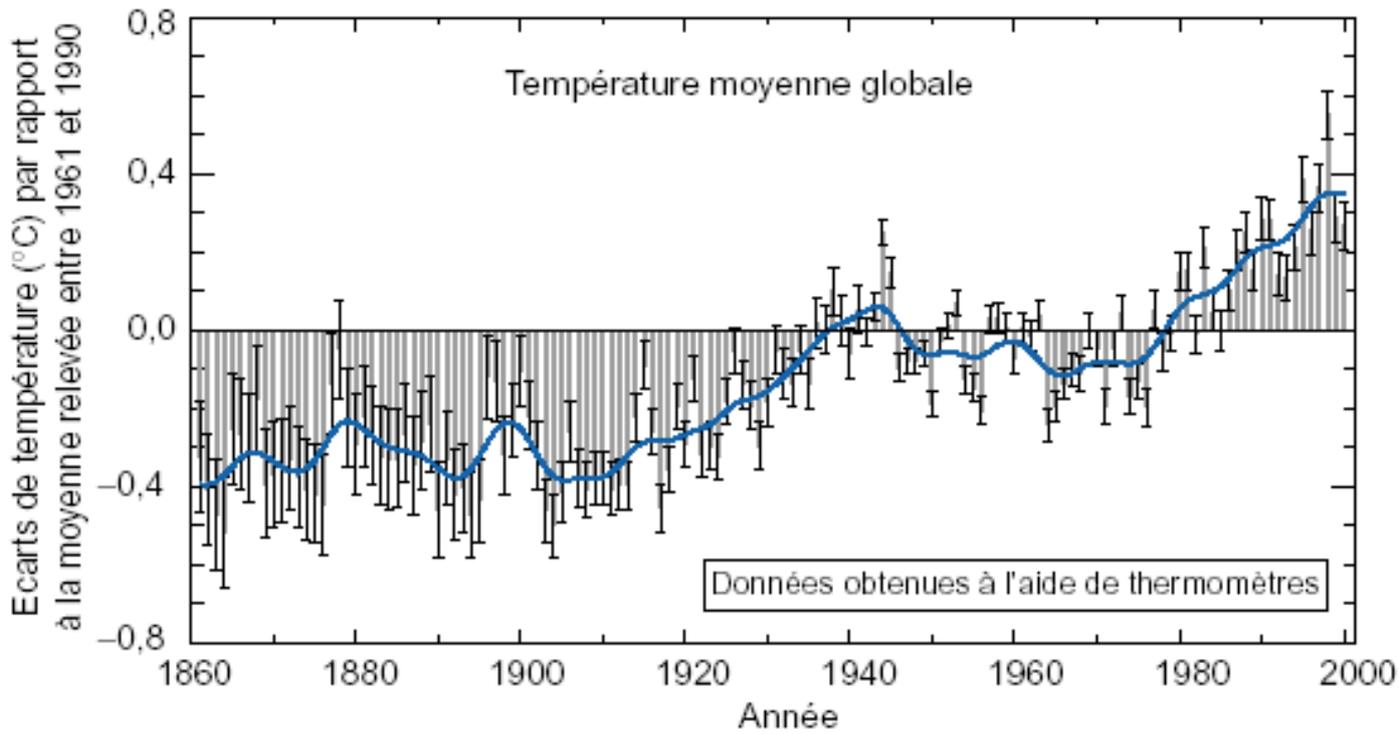


Figure 80 : Évolution de la température moyenne de l'air depuis 1856 (UICN/CBLT, 2007b)

Ces changements sont aggravés par les actions de l'homme, entraînant une régression progressive du couvert végétal et un développement d'une croûte imperméable à la surface des sols, qui diminue l'infiltration vers les nappes souterraines. La baisse des précipitations, leur mauvaise répartition spatio-temporelle et la hausse des températures sont à l'origine de la baisse des écoulements des fleuves riverains de Waza, c'est-à-dire le Chari et le Logone (figure 81), et dont les débordements des eaux inondent une partie du Parc National de Waza en période de crues.

En conséquence, les plaines d'inondation, les mares et les marécages ne sont plus suffisamment approvisionnés en eau, et l'impact se fait aussi ressentir sur le couvert végétal. En plus de cet amenuisement des eaux de surface, les nappes souterraines ont significativement diminué, entraînant une diminution de l'eau dans les puits, des tarissements saisonniers ou un assèchement complet de certains points d'eau.

Depuis la deuxième moitié de la décennie 90, certains auteurs ont noté dans toute la zone soudano-sahélienne africaine, une tendance à la reprise des précipitations (Paturel *et al.*, 2002 ; Sandra *et al.*, 2003). Pour ces auteurs, les précipitations sont équivalentes à des valeurs de la décennie 70, mais sans atteindre le niveau des années 60. Cette relative reprise s'est manifestée à l'échelle du bassin du lac Tchad par une légère reprise des écoulements du Chari à N'Djamena (figure 81). On peut donc se demander si cette situation est une tendance à la reprise ou un artefact dans la période sèche comme on a connu entre 1974 et 1978. Mais les conséquences de la sécheresse qui dure depuis la fin des années 1960 sont telles qu'un retour aux conditions normales nécessitera une série d'années humides suffisamment longue.

L'évolution des ressources en eau est fortement liée à celle de la pluviométrie ; les différentes projections se basent donc sur les modèles climatiques. À propos de ce qui pourrait être l'évolution futur, il existe de grandes incertitudes scientifiques. La plupart des scénarios de changement climatiques prévoient une diminution des précipitations, de 0,5 à 40%, avec une moyenne de 10 à 20% pour l'horizon 2025. Beaucoup de ces scénarios font état d'une tendance générale à la baisse des écoulements et du niveau de recharge des nappes souterraines. Les sécheresses majeures et un certain nombre de crues récentes d'amplitude exceptionnelle font que bon nombre de spécialistes s'attendent à une exacerbation des extrêmes climatiques dans certaines régions d'Afrique.

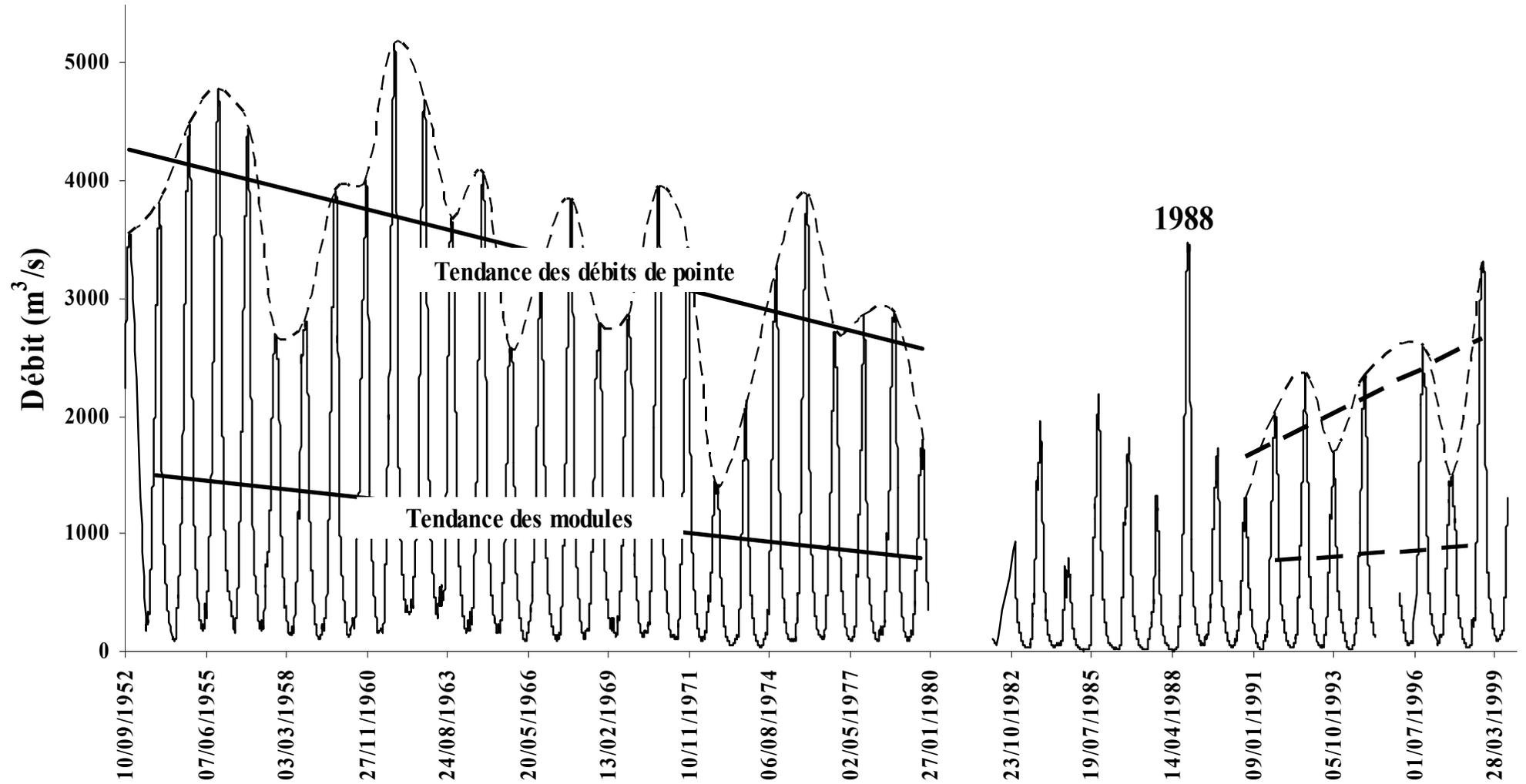


Figure 81: Évolution des débits du fleuve Chari à Ndjamen (UICN/CBLT, 2007b)

3.2.2 PÉDOLOGIE

La présente étude montre une différence dans la composition et la répartition spatiale de la flore en fonction des unités paysagères. Dans la zone forestière (dominée par les sols ferrugineux), il existe 36 espèces réparties en 29 genres et appartenant à 16 familles. Les espèces les plus représentées sont : *Guiera senegalensis*, *Acacia seyal*, *Combretum molle*, *Balanites aegyptiaca*, *Anogeissus leiocarpus* et *Combretum aculeatum*. Dans la zone arbustive (dominée par les sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses), le nombre d'espèces est de 29 reparti dans 24 genres appartenant à 13 familles. L'espèce la plus abondante est *Acacia seyal*, suivi de *Guiera senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum molle*, *Terminalia laxiflora*. Dans la plaine inondable (dominée par les sols vertiques ou sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses fluvio-lacustres), le nombre d'espèces est de 34 reparti dans 26 genres appartenant à 16 familles. L'espèce la plus abondante est *Acacia seyal*, suivi de *Piliostigma reticulatum* et *Acacia polyacantha*. Ceci montre que les types de sols influencent la flore et la végétation ligneuse.

3.2.3 HYDROLOGIE

Le processus naturel de submersion des plaines inondables est bien connu grâce aux travaux de plusieurs auteurs (Rodier, 1964; Bouchardeau, 1968; Benech, 1982; Naah, 1990; Bauvilain, 1990 cité par UICN/CBLT, 2007b). Il s'effectue en trois étapes.

- au début de la saison pluvieuse (mai - juillet), les argiles qui forment l'essentiel des sols gonflent et deviennent imperméables. Si les eaux de pluies sont abondantes, elles remplissent les mares et forment les premières inondations ;
- les apports des cours d'eau des Monts Mandara, très chargés en limons arrivent en août pour parachever cette opération ;
- les débordements du fleuve Logone qui apportent la masse d'eau la plus importante ne commencent en général qu'au début du mois de septembre. Il se crée alors une lame d'eau de 0,7 à 1,2 m qui recouvrira la zone, surtout l'Est du Parc durant trois à quatre mois.

Quand s'amorce la décrue du fleuve, une partie des eaux d'inondation retourne dans le Logone suivant un mouvement de reflux, mais une bonne partie est perdue par évaporation dans

la plaine alors que l'autre rejoint le lac Tchad par l'un des principaux exutoires que constitue l'El Béd situé au Nord du Parc de Waza (figure 82). Ce mouvement de submersion – décrue va déterminer la composition et la distribution spatiale de la flore ligneuse. Dans les zones inondées sur une longue période, seules les espèces capables de supporter l'engorgement en eau pendant de longues semaines peuvent y survivre. Par contre dans les zones non inondées permanemment, l'abondance et la durée des eaux et des inondations va favoriser le processus de régénération de la flore ligneuse. Selon Ballouche et Taïbi (2013), le déficit hydrique participe naturellement au fonctionnement des géosystèmes entre autre par leur composante hydrique et végétale ; ce qui peut contraindre la végétation à adopter des comportements saisonniers inhabituels par manque d'eau utilisable par les plantes.

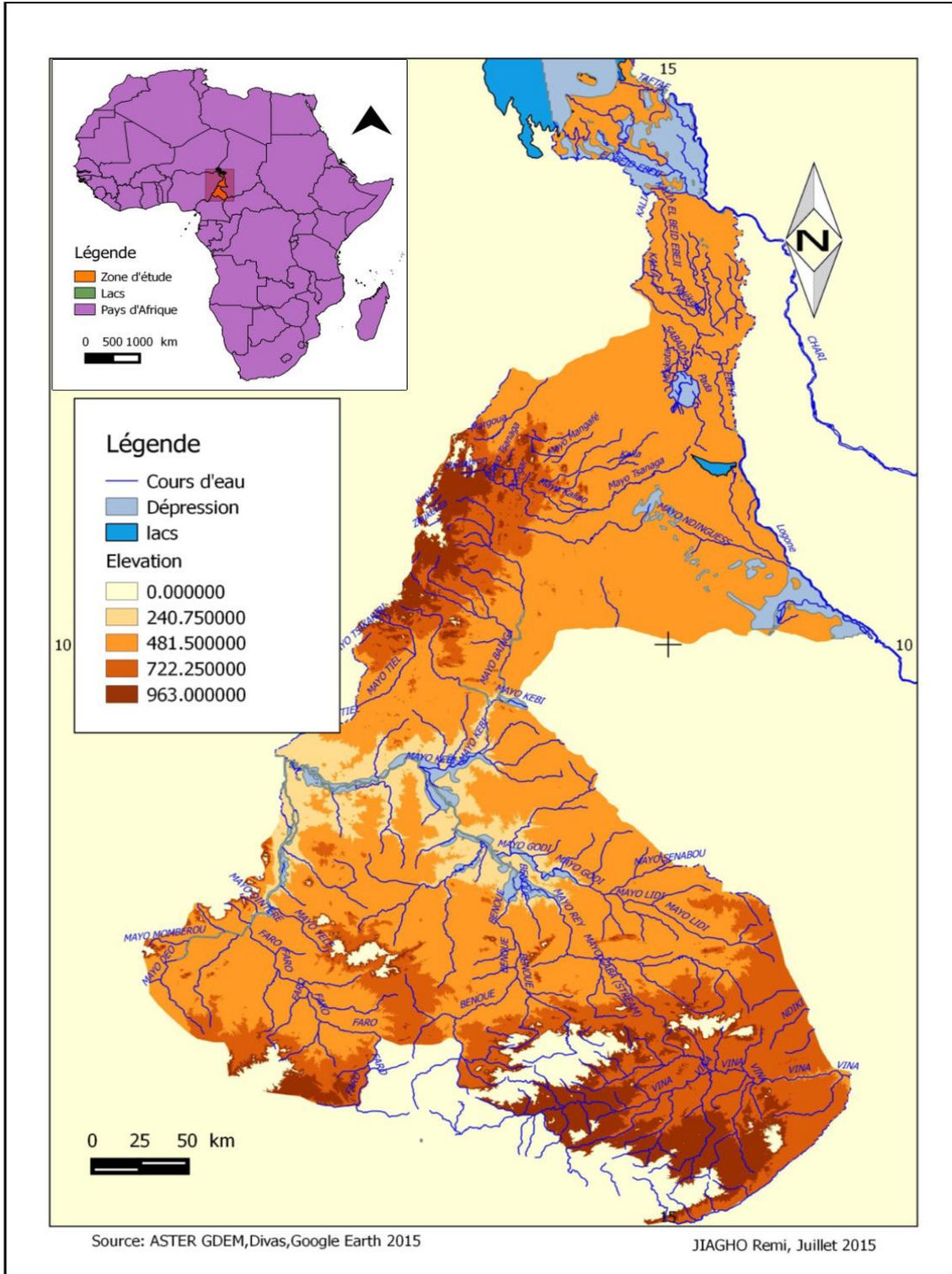


Figure 82: Le PNW sur la carte hydrologique de la zone soudano-sahélienne du Cameroun

3.3 FACTEURS BIO-ÉCOLOGIQUES

3.3.1 MORTALITÉ ET RÉGÉNÉRATION NATURELLE

L'étude a constaté que la mortalité naturelle chez certains individus constituait un facteur de la distribution et de la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse. Les individus considérés comme morts naturellement sont ceux dont l'action directe de l'homme n'a pas été identifiée. Les espèces où la présence des individus morts naturellement ont été inventoriées, et le tableau 28 donne les pieds morts par classe de circonférence. Dans la zone périphérique du PNW, on rencontre plus d'un individu mort tous les 4 hectares. *Acacia seyal* est l'espèce la plus touchée par la mort naturelle. Le taux de mortalité pour cette espèce est d'environ 0,3% soit près de la moitié du taux de mortalité général, estimé à 0,7%. Dans le Parc National de Mozogo-Gokoro situé dans la même zone agro-écologique, Sandjong Sani *et al.* (2013) ont trouvé un taux de mortalité proche (1,19%), alors que Adjonou *et al.* (2009) ont trouvé un taux beaucoup plus élevé (voisin de 21,2%) dans les forêts claires à *Anogeissus leiocarpus* du Parc National Oti-Ke'ran au Nord-Togo. Ce fort taux de mortalité est justifié par l'ampleur anormalement élevé des changements climatiques dans ce parc du Nord du Togo.

La mortalité naturelle est plus importante dans la zone forestière (68% des individus concernés), que dans la zone inondable (32% du total des individus concernés) ; aucune mortalité n'est enregistrée dans la zone arbustive. Parmi les causes de la mort naturelle des arbres, on peut citer l'effet des vents (figure 83), la compétition inter et intra-spécifique, la vieillesse de l'arbre, l'inondation permanente et sur une longue période, la pression et l'impact de la faune sauvage (par exemple sur les parcours de migration de la grande faune comme l'éléphant), l'aridité croissante du climat (réduisant la disponibilité en eau utile et en nutriments limitant le fonctionnement physiologique des arbres), etc.

Tableau 29 : Répertoire des individus morts par classe de circonférence

Noms scientifiques	Classe des circonférences										Nombre total de tiges	Da/ha	Taux de mortalité
	< 20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140	140-160	160-180	≥ 180			
<i>Acacia seyal</i>	0	15	29	20	7	0	0	0	0	0	71	0,115	0,29
<i>Annona senegalensis</i>	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	14	0,023	0,06
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0,008	0,02
<i>Combretum molle</i>	1	8	5	0	0	0	0	0	0	0	14	0,023	0,06
<i>Guiera senegalensis</i>	7	8	1	0	0	0	0	0	0	0	16	0,026	0,07
<i>Terminalia laxiflora</i>	22	24	3	0	0	0	0	0	0	0	49	0,079	0,20
Total	30	68	44	20	7	0	0	0	0	0	169	0,273	0,69



Figure 83 : *Acacia seyal* renversé par le vent (Photo Kabelong, 2012).

De même que la mortalité, la régénération constitue un facteur de la distribution et de la dynamique de la flore ligneuse. Le taux de régénération de la zone est faible et estimé à 17,76%. Comme le montre le tableau 30, il est beaucoup plus faible dans la zone inondable (2,37%) que dans la savane arbustive (16,89%) et savane arborée (22,79%). La faible régénération du couvert végétal notamment dans la zone inondable peut être aussi la conséquence des autres facteurs du milieu comme le niveau pluviométrique déficitaire et irrégulier, la concentration excessive du cheptel, l'agriculture de décrue, l'exploitation et la coupe systématique des espèces ligneuses, le retrait rapide des eaux d'inondation, le pastoralisme et la transhumance, etc.

Tableau 30 : Taux de régénération pour chaque unité paysagère

Unités paysagères	Nombre d'individus avec $C \leq 20$ cm	Taux de régénération (%)
Zone inondable	118	2,37
Savane arbustive	630	16,89
Savane arborée	3617	22,79
Total	4365	17,76

3.3.2 BRACONNAGE

Le PNW regorgent encore un potentiel en termes d'espèces fauniques de grande valeur. Mais cette aire protégée subit aujourd'hui des pressions et des menaces sur les ressources fauniques et la biodiversité en général dues principalement aux difficultés d'accès, à l'insécurité, au flux de circulation des armes, à la pauvreté ambiante et à l'insuffisance des capacités techniques et matérielles des services en charge de la conservation. Le braconnage provoque un disfonctionnement de l'écosystème forestier. Il impacte notamment dans la dissémination ou la dispersion des espèces et même dans la pollinisation lorsqu'on sait que certains insectes se développent sur des grands mammifères pourchassés par les braconniers. La figure 84 présente les indices de présence humaine dans le parc (essentiellement les campements de braconniers). Le prélèvement de gibier par les braconniers s'accompagne très souvent de la coupe du bois pour boucaner ce gibier avant de le transporter vers les villages et centres urbains pour la vente. Certains braconniers utilisent des feux de brousses incontrôlés, ce qui consume de vastes surfaces du parc, y compris les ressources ligneuses.

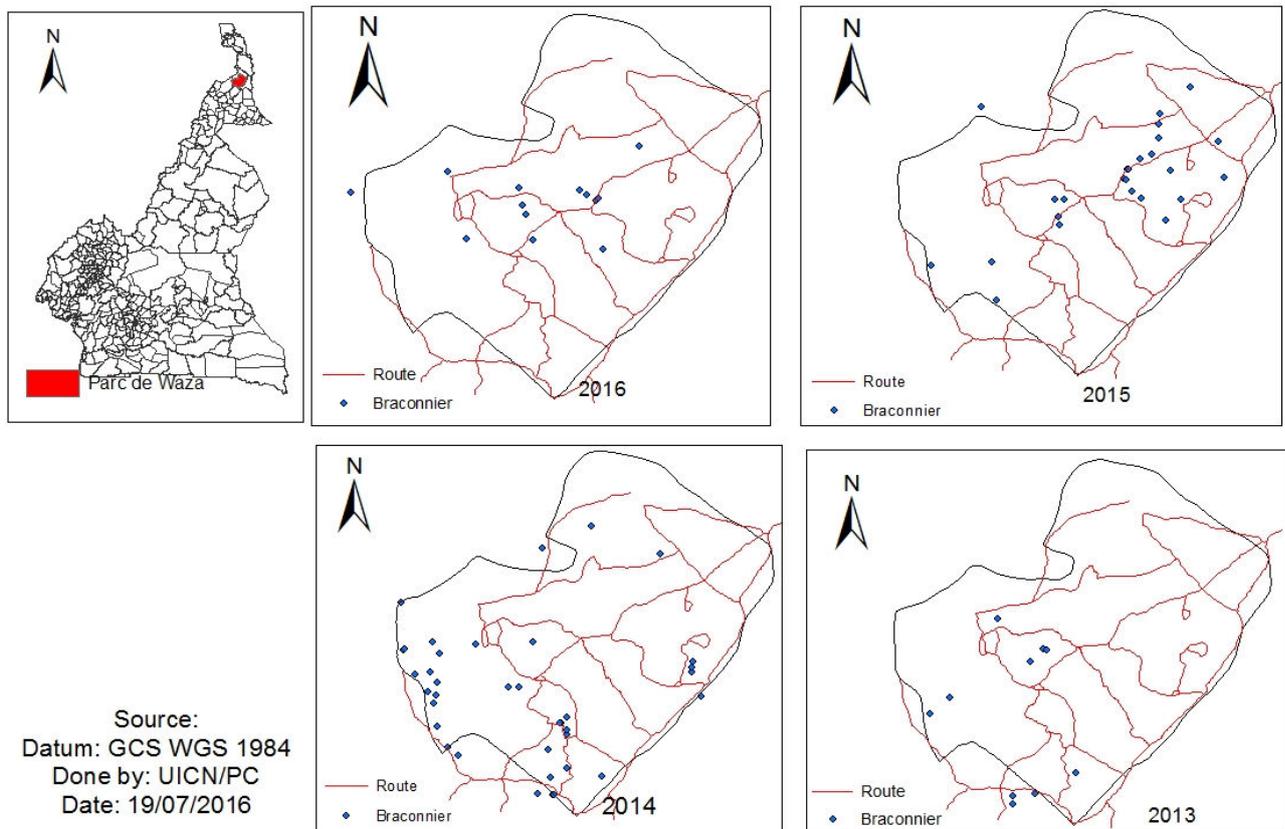


Figure 84: Indices de présence des braconniers dans le PNW de 2013 à 2016

3.3.3 FEUX DE BROUSSE

D'après le Document de Préparation à la REDD+ (2013), les feux de végétation constituent d'importantes sources de déforestation et de dégradation des forêts et des espaces boisés. Ils peuvent être réalisés pour les besoins de l'agriculture, de l'élevage et des activités cynégétiques. Ceci a été confirmé lors de nos investigations sur le terrain qui montrent que les feux de brousse sont l'œuvre des populations locales (éleveurs, agriculteurs), des guides touristiques et même des gardes-chasses. Le tableau 31 montre le calendrier des feux de brousse, les acteurs impliqués, les causes et les conséquences dans la zone d'étude.

Tableau 31: Calendrier des feux de brousses, des acteurs, des causes et des conséquences au PNW

Mois	Acteurs	Causes	Conséquences
Octobre	Agriculteurs	Préparation des espaces de culture	Destruction à petite échelle du couvert végétal
Novembre	Service de la conservation	Atténuer les feux ravageurs, avoir des bonnes herbes et ouvrir les pistes	Destruction à petite échelle du couvert végétal
Décembre-Janvier	Éleveurs	Préparation des bons pâturages	Destruction à petite échelle du couvert végétal
Mars-Avril	Agriculteurs	Préparation des terres pour l'agriculture pluviale	Destruction à grande échelle des espèces ligneuses
Mai	Guides touristiques	Communication	Destruction à grande échelle des espèces ligneuses

Les éleveurs allument les feux très tôt en vue d'avoir de bons pâturages. Ces feux sont généralement qualifiés de feux précoces et ne nuisent pas assez à la ressource ligneuse. Les agriculteurs quant à eux allument les feux pour le défrichage de leur parcelle en saison sèche

et aussi vers la fin de la saison de pluie pour la préparation des sols de cultures de décrues. Les feux de saison sèche dévastent des grandes surfaces de terres boisées réduisant en cendres ces surfaces. Ces feux contribuent à la réduction du couvert végétal en général et contribuent à la destruction des ressources ligneuses en particulier.

3.3.4 DÉGRADATION DES TERRES

La zone d'étude fait face à une dégradation des terres dont le rythme est de plus en plus croissant. Ce phénomène est l'une des conséquences directes d'une mauvaise exploitation des ressources ligneuses. Les populations sont conscientes du phénomène de dégradation des terres. Elles ont presque toutes la même perception sur l'évolution du couvert végétal et de la fertilité des sols.

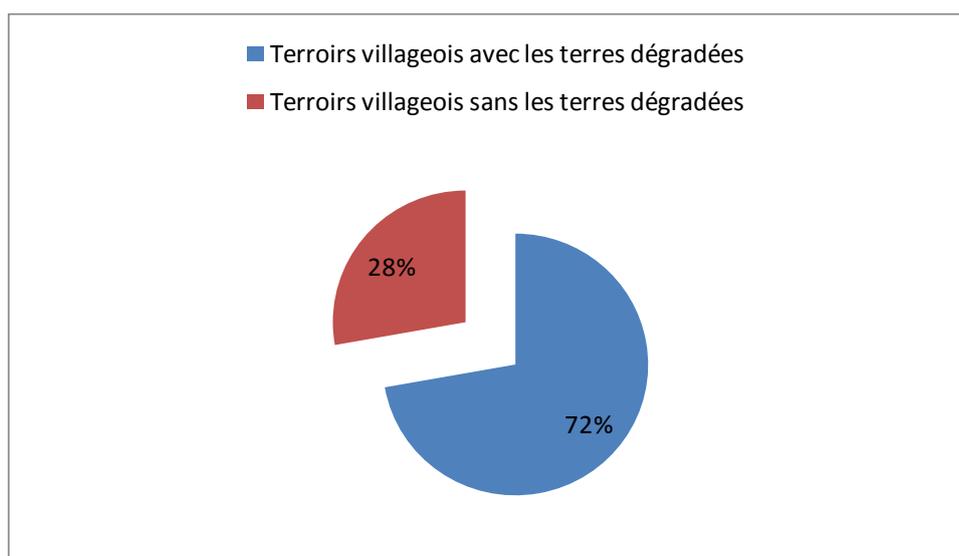


Figure 85: Proportion des terres dégradées

Dans l'ensemble, les personnes interrogées reconnaissent que la dégradation des terres augmente chaque année. Les résultats des investigations réalisées montrent que 72 % des personnes enquêtées possèdent des terres dégradées dans leur terroir tandis que 28 % affirment ne pas en avoir (figure 85).

Sur l'ensemble des terres cultivées, 10 % sont dégradées alors que 90 % sont non dégradées. Plusieurs causes sont à l'origine de la dégradation de ces terres parmi lesquelles les

systèmes de production agropastorale. La croissance démographique des cinquante dernières années a contribué à réduire les temps de rotation sur les parcelles cultivables. Les populations sont donc obligées de cultiver sur une même parcelle pendant plus de 6 ans. À cette situation s'ajoute l'inégale répartition des terres au niveau de la population. La plus grande partie des terres est détenue par une minorité de la population privant donc les autres de terres. Ces situations ont pour corolaire l'appauvrissement des sols et la course à la recherche de nouvelles terres. La conséquence étant une dégradation des terres et une incapacité du sol à retrouver ses propriétés biologiques et physiques expliquant en partie le faible taux de régénération de la ressource ligneuse et la croissance du phénomène de désertification.

L'analyse des rendements agricoles montre que la production en céréales en 20 ans dans ces parcelles, est passée de 40 à 50 sacs (de 50 kg) à l'hectare à environ 10 sacs à l'hectare. Les populations se sont donc vues obligées d'augmenter leurs parcelles cultivables, pour celles qui ont des terres. Cette dégradation des terres ne concerne pas seulement les parcelles agricoles. Elles touchent aussi les zones de pâturage ; ce qui pousse certaines populations à aller paître leurs animaux dans le Parc. La dégradation des terres constitue une menace pour la vie des populations locales. Elle serait d'autant plus grave car elle affecte les terres dont la productivité est moyenne. Elle a pour conséquence une baisse de la production aussi bien végétale qu'animale.

La dégradation des terres résulte donc de plusieurs facteurs, parmi lesquels les catastrophes provoquées par les variations climatiques (comme les sécheresses et les inondations), l'urbanisation, le pâturage, les activités agricoles et la déforestation (Saroufim, 2007; Carrière, 1996). Elle se traduit par une diminution régulière de la productivité biologique, engendrée par une surexploitation des ressources de la terre par des utilisateurs dans leurs quêtes quotidiennes d'augmentation de la productivité économique. Le résultat qui s'en suit est la perte de la fertilité et un épuisement des sols. Les facteurs tels que la croissance de la population, l'augmentation de la consommation ou encore les inégalités liées à l'accès aux terres amplifient cette demande excessive vis-à-vis de la productivité de la terre.

L'analyse des images satellitaires montrent que la superficie des sols nus augmente chaque année (en moyenne 319 ha chaque année). Ces sols nus sont théoriquement les terres dégradées, localement appelées « hardés », constituent l'un des problèmes cruciaux de l'agriculture. D'après

ces images satellitaires, ces sols nus représentaient 12% et 18% de la superficie de la zone périphérique du PNW respectivement en 2007 et 2012. Ceci corrobore avec MINEP/PNUD (2007), qui estime entre 15 à 20% de superficie de sols transformés en sol dégradés, 35 à 45% en voie de « hardéisation » dans la région. Les sols « hardés » impropres à l'agriculture et à la production fourragère sont des indicateurs de l'avancée du processus de dégradation des sols et de désertification dont le front se déplace du Nord au Sud, ce qui contribue à accentuer la pauvreté des populations qui vivent essentiellement de l'exploitation de cette ressource. Cette situation est favorisée par le développement des activités d'exploitation forestière illégale et accentue la disparition du couvert ligneux et la sécheresse.

Un indicateur biologique visible de ce phénomène de dégradation des sols est la présence de *Calotropis procera* (figure 86) dans les espèces inventoriées dans cette étude, et dont la présence est plus marquée dans les transects situés dans la zone inondable. Cela montre bien que le processus de dégradation des terres est plus accru dans cette zone.



Figure 86: Un pied de *Calotropis procera*

3.4 FACTEURS POLITIQUES ET INSTITUTIONNELS

GOUVERNANCE FONCIÈRE ET TERRITORIALE

Le mode de gouvernance du territoire détermine les mécanismes d'accès et de sécurisation des ressources, y compris la ressource ligneuse. Les groupes d'acteurs suivants jouent un rôle majeur dans la gouvernance du territoire : l'État, les Mairies et les Chefferies traditionnelles.

L'État détient officiellement le monopole sur le contrôle du territoire, y compris le foncier au Cameroun. Le Sous-Préfet, représentant de l'État au niveau local est donc le garant du pouvoir de l'État sur les ressources et sur le territoire. À ce titre, il veille à la mise en œuvre de la politique du gouvernement au niveau de sa circonscription en s'appuyant sur les représentants locaux des différents Ministères sectoriels. Il joue également un rôle central dans la gestion et l'affectation des terres. Malheureusement, il fait face souvent à des orientations politiques contradictoires matérialisées par des chevauchements dans l'usage des espaces par les différentes administrations. Il doit aussi faire face à la réalité du droit traditionnel sur les ressources, symbolisé par les chefferies traditionnelles.

Les Chefs traditionnels de la région détiennent un pouvoir traditionnel puissant. Ils jouent le rôle d'auxiliaire d'administration, participent aux règlements des litiges et à la bonne marche des communautés. L'organisation structurée de ces chefferies est la preuve de ce pouvoir traditionnel. Dans la société Peulh par exemple, la cellule de l'organisation est le Lamidat. Le Lamido est assisté dans ses fonctions par un Conseil ou Faada qui est une assemblée des notables du Lamidat. Chez les Kanuri, l'organisation de la société répond à des catégories sociales qui correspondent beaucoup plus aux activités socioprofessionnelles (Mvondo *et al*, 2003). En effet, on distingue :

- le Chef de village ou Blama avec ses notables ;
- les Mallema ou Madjira qui sont les marabouts et autres lettrés musulmans ;
- les Kiminaa ou Barama sont des chasseurs qui assurent la sécurité sociale ;
- les Doûwaa qui sont des griots et autres musiciens traditionnels qui offrent des spectacles, de danse à des multiples occasions.

Dans certains sultanats, la société est subdivisée en trois couches sociales nettement distinctes, remplissant chacune une fonction économique précise : les pêcheurs, les chasseurs et les agriculteurs – éleveurs.

- Le groupe des pêcheurs a à sa tête un chef de pêche avec résidence dans la cour. Il fait partie des dignitaires de la communauté.
- Les chasseurs ont aussi à leur tête un chef avec résidence dans la cour qui fait partie des dignitaires du Sultan.
- Les agriculteurs - éleveurs mènent dans le cadre de l'agriculture, la culture des céréales et le maraîchage le long des cours d'eau et dans la plaine d'inondation.

Les Mairies sont également parmi les institutions intervenant dans la gouvernance foncière et du territoire. Elles sont dirigées par un Maire, Chef de l'exécutif communal. Il exerce des compétences déléguées par le conseil municipal et doit alors lui rendre compte de ses actes. Les délégations portent sur des domaines très divers (gestion et affectation des propriétés communales, construction et équipements des écoles et salles de classes, etc.). Le Maire est assisté par un Secrétaire Général de la commune qui est son principal collaborateur. Ce dernier s'occupe de l'administration des services et bénéficie des délégations de signature nécessaires de la part du chef de l'exécutif municipal. Il est par ailleurs, appelé à assister aux sessions du conseil municipal où il assure le secrétariat.

Le mode de gouvernance du territoire met donc en évidence une superposition de plusieurs institutions et pouvoirs parfois à l'origine d'une confusion de rôle, de conflits d'usages et de marchandage qui accentue l'insécurité foncière.

L'État est le légitime propriétaire de toutes les terres et des ressources. Cette propriété ne peut être cédée qu'à la suite d'une démarche aboutie d'obtention d'un titre de propriété privée, communautaire ou communale. Les terres sur lesquelles sont installées les chefferies traditionnelles relèvent du domaine public artificiel, géré par l'État et fragilisant de fait le statut des terres supposées appartenir aux chefferies et plus généralement des tenures relevant du domaine rural. Les populations qui les occupent ne perçoivent pas la nécessité d'entreprendre les démarches pour l'obtention des titres de propriété. Elles ont encore la conception traditionnelle de la propriété foncière selon laquelle la certitude de l'occupation des lieux légitime la propriété de l'espace.

L'insécurité foncière s'observe aussi au niveau de la gestion des boisements réalisés par les populations locales. Selon la loi N° 94-01 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts, de la faune et de la pêche ainsi que le Décret d'application du régime des forêts, les populations n'ont qu'un droit d'usage sur les ressources des forêts dont elles sont riveraines. La réglementation dispose aussi que l'État est le propriétaire des produits issus des forêts naturelles et des forêts assises sur les terres appropriées par les tiers. Cette insécurité foncière est à l'origine de l'exploitation illégale des ressources forestières. C'est la raison pour laquelle les espèces très

utiles à l'homme sont mieux conservées dans les terroirs villageois où la tenure foncière et forestière est sécurisée.

NIVEAU DE CONNAISSANCE DU CADRE LÉGAL D'EXPLOITATION DES RESSOURCES NATURELLES

La loi forestière de 1994, est le cadre légal de référence en matière de gestion des ressources forestières. Dans cette loi forestière, toutes les ressources forestières appartiennent à l'État, à l'exception des forêts communales, communautaires et privées, des vergers, des plantations agricoles, des terres en jachère, des boisements accessoires d'une exploitation agricole et des aménagements pastoraux ou agro-sylvicoles. Cependant, le droit d'usage ou coutumier des populations riveraines a été reconnu dans cette loi. Le droit d'usage ou coutumier est « celui reconnu aux populations riveraines d'exploiter tous les produits forestiers, fauniques et halieutiques à l'exception des espèces protégées en vue d'une utilisation personnelle » (article 8 de la Loi).

Au niveau de la périphérie du PNW, ce droit d'usage, de même que les dispositions de cette loi, sont peu connus par la majorité des populations. La figure 87 montre le niveau de connaissance par les populations de la loi forestière de 1994, notamment en matière de coupe de bois. Une bonne proportion (46% de l'échantillon) de la population ne connaît pas cette loi forestière. Lorsque ces populations sont retrouvées à la périphérie du Parc en train de collecter ou couper du bois, elles sont le plus souvent réprimées par les services de l'administration et parfois arrêtées. Comme conséquence, elles préfèrent exploiter cette ressource de manière frauduleuse et non durable. Lors de ces activités de coupe de bois, les arbres sont abattus sans respect des diamètres minimum d'exploitation. Pour la grande partie de la population, il n'y a pas d'intérêt à conserver ou à gérer durablement la ressource, puisque l'exploitation leur est injustement proscrite.

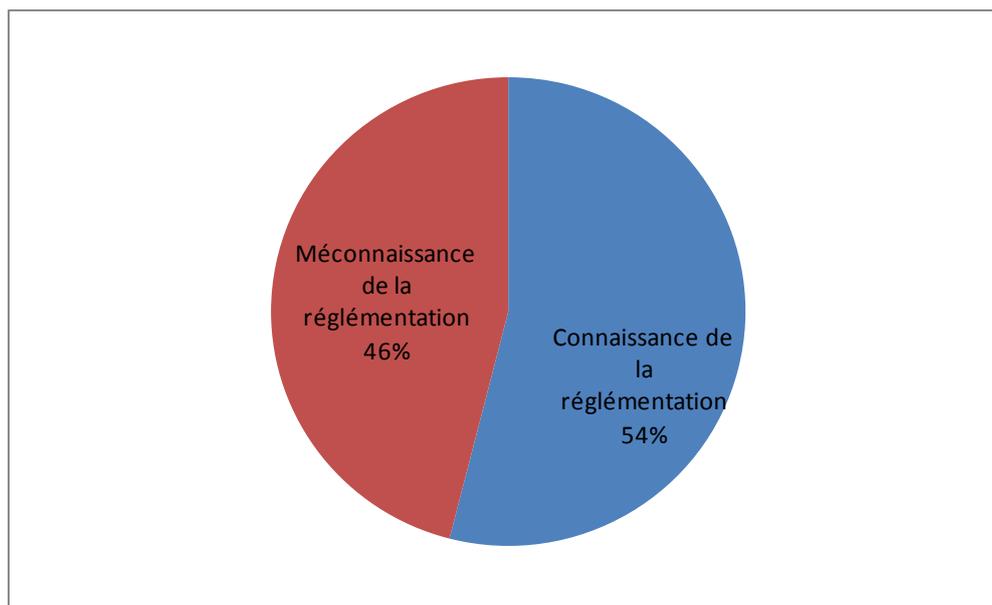


Figure 87: Niveau de connaissance de la réglementation sur l'exploitation du bois

NIVEAU DE CONNAISSANCE DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION DURABLE DES RESSOURCES

Dans la région, les techniques d'exploitation des ressources utilisées par les populations sont pour la plus part des techniques extensives et rudimentaires. Cela est dû entre autre à la non maîtrise des techniques d'exploitation durable et à l'absence d'accompagnement par les services techniques de l'administration. Cette situation impacte sur les ressources telles que les forêts.

NIVEAU DE CONCERTATION ET COORDINATION DES ACTEURS DANS LES PROCESSUS DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES

La faiblesse de concertation des acteurs peut avoir de manière indirecte, une influence sur le couvert végétal. En l'absence de cette concertation, les populations se sentent très peu impliquées dans la prise de décision en matière de gestion de ces ressources et vont s'attaquer plus ou moins inconsciemment à la forêt. Ainsi, le niveau de déforestation et de dégradation des ressources naturelles dépendra de la participation individuelle et collective des différents acteurs, ceci depuis le niveau gouvernemental jusqu'à celui des populations locales. Au niveau des administrations, on assiste à des chevauchements ou à une proximité anormale entre les espaces réservés pour les aires protégées, les exploitations minières, les plantations agricoles et les zones de pâturages.

En dehors du Conseil Communal, il n'existe pas un cadre formel de concertation dans la zone de Waza et sa périphérie. Cependant, dans le cadre du plan d'aménagement du Parc National de Waza, il est prévu un Comité Consultatif local qui a pour rôle de :

- faciliter la communication entre tous les acteurs locaux ;
- encourager les acteurs locaux de la zone à la conservation de la biodiversité ;
- prospecter toutes les sources de financement locales pour la mise en œuvre de plan d'aménagement ;
- veiller à ce que la zone périphérique soit délimitée et matérialisée ;
- décourager les nouvelles installations des habitats dans la zone périphérique ;
- veiller à une meilleure utilisation des ressources aménagées et naturelles dans la zone périphérique ;
- suivre la gestion des fonds/ressources alloués au développement de la zone périphérique ;
- trouver un consensus sur les priorités d'aménagement de la zone périphérique inscrites dans le plan d'aménagement ;
- veiller au respect des conventions entre les populations riveraines et les autres acteurs ;
- veiller sur les procédures de règlement des conflits, le cas échéant en formuler ;
- définir la procédure de négociation et de partage des bénéfices ;
- veiller à la mitigation des conflits hommes/faune et les problèmes de gestion de l'espace dans la zone périphérique,
- donner une orientation stratégique aux activités génératrices de revenus et la cohérence entre celles-ci et l'écosystème du parc.

Ce Comité Consultatif regroupe les principaux acteurs de la gestion de ce parc. La toute première réunion de ce Comité Consultatif a eu lieu en 2015 et a permis de :

- Installer les membres du Comité consultatif local par les autorités
- Présenter le Plan d'aménagement révisé du Parc National de Waza rendu exécutoire par arrêté N°0035/MINFOF du 18/05/2015
- Présenter les enjeux de conservation aux membres du Comité afin qu'ils s'en approprient, sensibilisent leurs communautés respectives et participent pleinement aux actions de conservation de la faune sauvage.

INSÉCURITÉ ET MIGRATIONS

Depuis plusieurs mois, la région fait face aux menaces des groupes terroristes en provenance des pays voisins. Cette situation entraîne un afflux de réfugiés. Des estimations non officielles font état d'environ 50 000 personnes en provenance du Nigéria et qui se sont installées dans cette zone. Ce qui accroît la demande et la pression sur les ressources naturelles, parmi lesquelles le bois de chauffe. La figure 64 (§3.1.1) indiquait déjà l'importance des populations de réfugiés et de déplacées.

RÉGULARITÉ ET INEFFICACITÉ DU CONTRÔLE FORESTIER

La porosité des voies d'accès aux zones de conservation ou tout simplement à des massifs forestiers est signalée comme un facteur indirect de déforestation et de dégradation du couvert forestier. En effet les contrôles réalisés par les services de l'État dissuadent les exploitations clandestines. Leur faiblesse peut conduire à cette déforestation et dégradation des forêts plus ou moins importantes suivant les conditions d'accès à la ressource. Dans la région, le nombre réduit de gardes forestiers ou des écogardes entraîne des impacts visibles dans la physionomie de la végétation.

FAIBLESSE DANS L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

L'absence d'un plan d'affectation des terres est une cause sous-jacente de la déforestation et de la dégradation des espaces boisés. En effet, face au double effet de la croissance démographique et de la réduction des espaces utilisables par les populations, on assiste à une compétition entre les utilisateurs des ressources et parfois à des conflits violents. Avec des pistes de transhumance, des zones de pâturage du bétail et des parcours de migration de la faune sauvage, très souvent non connus et non matérialisés, on assiste à des incursions des troupeaux de bétail dans les zones protégées, à l'obstruction de ces pistes et parcours par les populations; ce qui amplifie les conflits homme - faune et entre les utilisateurs des ressources.

3.5 SYNTHÈSE DES FACTEURS

Le tableau 32 a permis de répertorier les principaux facteurs de la distribution spatiale et de la dynamique de la flore et végétation ligneuse dans la zone périphérique du Parc National de Waza, ainsi que leur ampleur par unité paysagère. Par exemple, l'agriculture et l'élevage sont des moteurs les plus prépondérants au niveau de la zone inondable et de la savane arbustive. Les activités d'exploitation de bois sont plus importantes dans les zones arbustives et arborées (surtout lorsque le bois est exploité pour le chauffage et les parcs à bétail) ; mais dans la zone inondable, il est le plus destiné au fourrage et au fumage du poisson. En revanche, dans les villes et villages, le prélèvement du bois est destiné au chauffage, mais aussi aux constructions des maisons.

Tableau 32 : Facteurs d'influence de la dynamique du couvert végétal et leur ampleur par unité paysagère (données issues des investigations socio-économiques dans ce cadre de cette étude)

Principaux facteurs	Zone inondable	Zone arbustive	Zone forestière	Intérieur du Parc	Villes	Villages
Agriculture extensif	+++	+++	+			
Élevage / pastoralisme extensif	+++	+++	++			
Exploitation du bois de chauffage	++	+++	+++			
Exploitation du bois pour parc à bétail	++	+++	++ +			
Exploitation du bois pour fourrage	+++	++	++			
Exploitation du bois pour fumage poisson	+++					
Exploitation du bois pour construction			+++		+++	+++
Braconnage				+++		
Insuffisance de concertation entre les acteurs					+++	+++
Exploitation non durable des PFNL (gomme arabique, miel, etc.)		++	+			
Feux de brousse incontrôlés	+++	++	++	+		
Mauvaise gouvernance du foncier et du territoire	++	++	++		++	++
Croissance démographique					++	++
Insécurité & migrations					++	++
Pauvreté des populations					++	++
Insuffisance des opérations de contrôle	+	+	+	+++		
Insuffisance de connaissance de la réglementation sur la GDRN	+	+	+	+	+	+

NB : L'utilisation des signes + est inspirée du Document de Préparation à la REDD+ du Cameroun (RPP, 2013)

L'analyse DSPIR des moteurs de changements donne la figure 88. Au total six principaux facteurs directs de changement (ou "drivers" ou forces motrices) ont été répertoriés : agriculture extensive, élevage / pastoralisme extensif, exploitation du bois pour divers usages, feux de brousse incontrôlés, braconnage, mortalité / régénération.

Ces facteurs principaux ont une influence directe sur la dynamique du couvert végétal, agissent sous formes de pressions sur le couvert végétal, la faune sauvage, les ressources en terre et le climat, puis transforment ces éléments de l'environnement dans un état donné : changement climatique, sécheresse, dégradation / perte du couvert végétal ou des ressources en terres, pauvreté. L'impact se fait ressentir au niveau du niveau de vie de la population, de la faune sauvage, et de la santé du couvert végétal. Face à ces facteurs, un certain nombre réponses sont offertes et ces réponses peuvent préventives (sur les forces motrices), curatives (sur les pressions) ou palliatives (sur les états et les impacts).

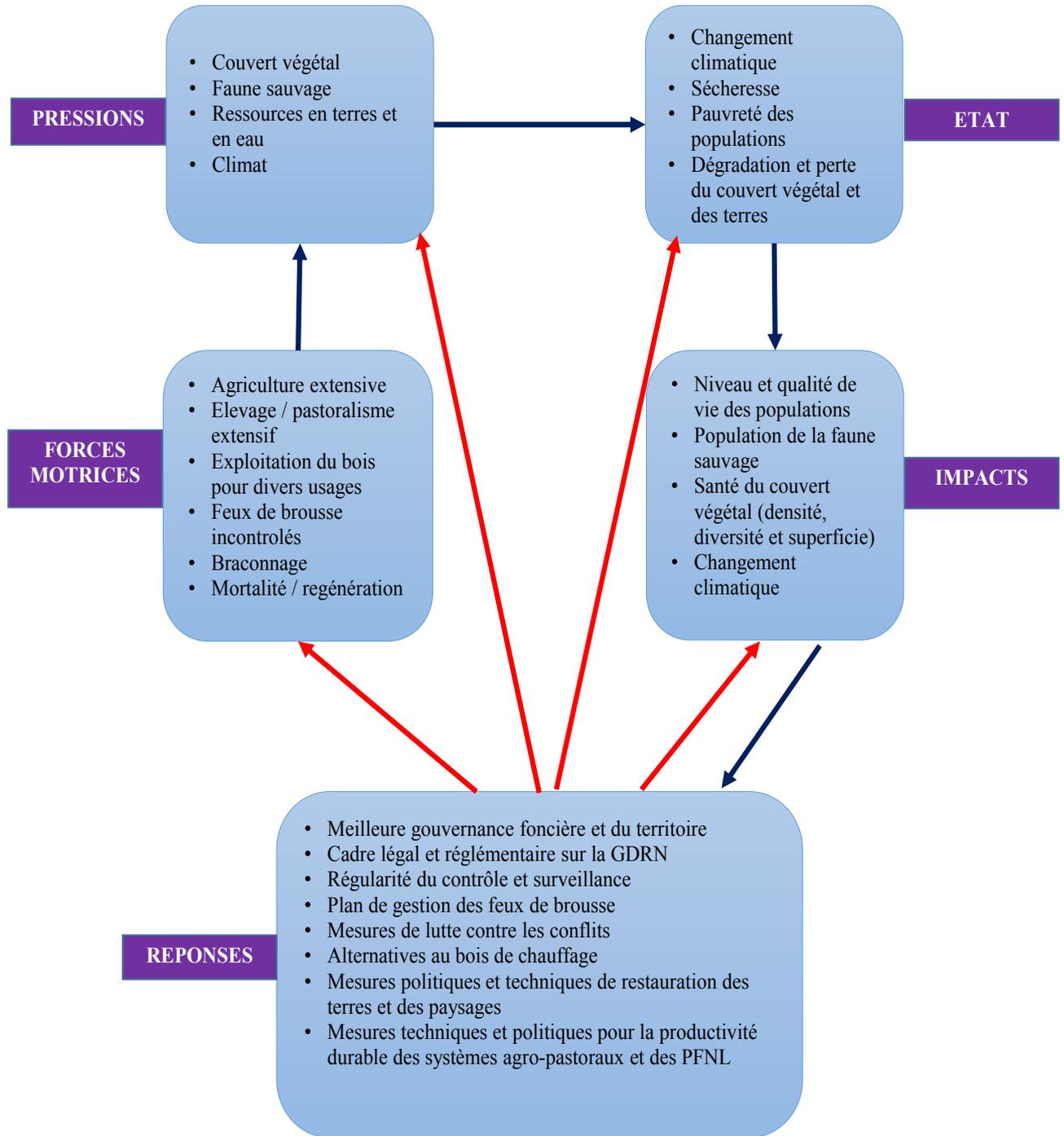


Figure 88 : Analyse DSPIR des facteurs de dégradation et de perte du couvert végétal

CONCLUSION

Les facteurs de la dynamique de la flore et végétation ligneuse peuvent être regroupés en 4 types : les facteurs anthropiques, les facteurs naturels, les facteurs bioécologiques et les facteurs politiques et institutionnels. Parmi les facteurs anthropiques figure la croissance démographique. En 10 ans, la population de la région a augmenté d'environ 30% ; d'ici 2035, cette population aura doublé. À ceci, il faut ajouter la population des réfugiés et déplacés internes qui est estimée à plus de 50 000 personnes. Même si le taux de la densité de population est globalement peu élevé à la périphérie du PNW, les tendances en hausse et l'afflux des réfugiés et déplacés suite aux attaques des groupes terroristes créent des besoins nouveaux en matière d'habitation, d'alimentation et d'approvisionnement énergétique (principalement en bois de chauffe) ; et ceux-ci ne seront satisfaits qu'en accroissant la pression sur les zones forestières et le parc.

Les systèmes de production agro-pastorale sont cités aussi parmi les facteurs anthropiques. En effet, la zone a un grand potentiel de production agricole, mais les pratiques utilisées, les conflits avec les autres utilisateurs, la pression démographique, etc. accentuent la dégradation du couvert végétal ligneux. Pour ce qui concerne l'élevage, la capacité de charge du bétail est largement dépassée. Cet élevage est souvent pratiqué sous un mode extensif, source de conflits entre les agriculteurs, les éleveurs et les pêcheurs, et aussi de dégradation du couvert végétal ligneux dans et aux alentours des pistes de transhumance, des zones de pâturage et des parcs à bétail. L'utilisation des feux de brousse dégrade aussi la flore et la végétation, provoquant des répercussions sur l'habitat de la faune. En conséquence, on note une perturbation de la structure de la végétation des espèces telles que *Stereospermum kunthianum* et *Balanites aegyptiaca* exploitées dans le cadre de l'élevage. La pêche quant à elle influence de manière indirecte dans le cadre de la coupe du bois pour le fumage de poisson, et aussi l'utilisation de certaines pratiques comme les canaux de pêche qui favorisent le retrait rapide des eaux d'inondation avec des conséquences sur la régénération de la flore ligneuse.

Les ressources ligneuses rendent un certain nombre de biens et services à l'homme dans la zone d'étude. L'exploitation et la vente du bois de chauffe constituent la 3^{ème} source de revenu après l'agriculture et l'élevage. Favorisée par la croissance démographique et la forte demande des centres urbains, cette activité a un impact négatif sur le couvert ligneux et perturbe la structure de la végétation. Cela se confirme sur la structure des classes de diamètre des espèces

les plus exploitées, qui ont généralement une forme en cloche, signe des difficultés de leur régénération. Il en est de même des espèces qui sont exploitées pour la construction des cases traditionnelles et des haies mortes. Le couvert ligneux rend beaucoup d'autres services aux populations ; malheureusement le rythme d'exploitation, auquel s'ajoutent les facteurs démographiques contribuent à la perturbation de la structure de la végétation et la dégradation de ce couvert ligneux.

Parmi les facteurs naturels qui influencent la dynamique des ressources ligneuses figurent : le changement climatique, la pédologie et l'hydrologie. Le bassin du lac Tchad tout entier connaît un épisode de sécheresse depuis le début des années 1970. Les changements subis par le climat, se sont marqués par une diminution de la pluviosité et une augmentation des températures ; ce qui se traduit par une baisse des ressources en eau et par la dégradation naturelle de la couverture végétale dans toute la région y compris le PNW et sa zone périphérique.

En ce qui concerne la pédologie et l'hydrologie, la présente étude montre une différence dans la composition et la répartition spatiale de la flore en fonction des unités paysagères. Dans la zone forestière (dominée par les sols ferrugineux), il existe 36 espèces réparties en 29 genres et appartenant à 16 familles. Au niveau de la zone arbustive (dominée par les sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses), le nombre d'espèces est de 29 reparti dans 24 genres appartenant à 13 familles ; alors que pour la plaine inondable (dominée par les sols vertiques ou sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses fluvio-lacustres), le nombre d'espèces est de 34 reparti dans 26 genres appartenant à 16 familles. En revanche, les mouvements de submersion – décrue des eaux d'inondation déterminent aussi la composition et la distribution spatiale de la flore ligneuse. Dans les zones inondées sur une longue période, seules les espèces capables de supporter l'engorgement en eau pendant longtemps peuvent y survivre. Par contre dans les zones non inondées permanemment, l'abondance et la durée des eaux et des inondations va favoriser le processus de régénération de la flore ligneuse.

La mortalité, la régénération naturelle, le braconnage, les feux de brousse et la dégradation des terres sont les facteurs bioécologiques qui influencent également la dynamique du couvert végétal ligneux. L'étude a constaté que la mortalité naturelle chez certains individus constituait un facteur de la distribution et de la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse. *Acacia*

seyal par exemple est l'espèce la plus touchée par la mort naturelle ; c'est ce qui explique entre autre sa structure diamétrique en cloche, signe d'une espèce qui a des problèmes de régénération. La mortalité naturelle est plus importante dans la zone forestière (68% des individus concernés), que dans la zone inondable (32% du total des individus concernés) ; aucune mortalité décelée dans la zone arbustive. Parmi les causes de la mort naturelle des arbres, on peut citer l'effet des vents, la compétition inter et intra-spécifique, la vieillesse de l'arbre, l'inondation permanente et sur une longue période, la pression et l'impact de la faune sauvage, l'aridité croissante du climat, etc.

Le taux de régénération de la zone est faible et estimé à 17,76%. Il est beaucoup plus faible dans la zone inondable (2,37%) que dans la savane arbustive (16,89%) et la savane arborée (22,79%). La faible régénération du couvert végétal notamment dans la zone inondable peut être aussi la conséquence des autres facteurs du milieu comme le niveau pluviométrique déficitaire et irrégulier, la concentration excessive du cheptel, l'agriculture de décrue, l'exploitation et la coupe systématique des espèces ligneuses, le retrait rapide des eaux d'inondation, le pastoralisme et la transhumance, etc. Les feux de brousse sont souvent associés au braconnage, à l'agriculture et à l'élevage. Ces feux, surtout lorsqu'ils sont pratiqués en saison sèche dévastent des grandes surfaces de terres boisées réduisant en cendres ces surfaces. Ces feux contribuent à la réduction du couvert végétal en général et contribuent à la destruction des ressources ligneuses en particulier. Le braconnage quant à lui provoque un dysfonctionnement de l'écosystème forestier. Il compromet la dissémination et la pollinisation au sein de certaines espèces. Le prélèvement de gibier par les braconniers s'accompagne de la coupe du bois pour boucaner ce gibier avant de le transporter vers les villages et centres urbains pour la vente.

La dégradation des terres est un phénomène naturel dans la zone au regard de sa proximité avec la zone désertique. C'est la raison pour laquelle la zone est considérée comme zone prioritaire de la lutte contre la désertification au Cameroun. Cependant, ce phénomène est amplifié par les facteurs anthropiques. L'analyse des images satellitaires montre que la superficie des sols nus (que l'on peut considérer comme des terres dégradées) est passée 13012 ha (en 1987) à 22254 (en 2016), soit une moyenne 319 ha de terres dégradées par an. Ce qui se confirme par la présence d'une population de *Calotropis procera*, indicateur biologique de ce phénomène de dégradation des sols, notamment dans les transects situés au niveau de la zone la plus touchée par ce phénomène (à l'Est du Parc).

Les facteurs politiques et institutionnels influent de manière indirecte la dynamique de la flore et végétation ligneuse. Le mode de gouvernance du territoire et des ressources, l'insécurité, les faiblesses dans l'aménagement du territoire, etc. sont parmi les facteurs ainsi concernés.

Les facteurs qui influencent le couvert végétal sont donc nombreux et contribuent pour la plus part à une dynamique régressive que ce soit sur le plan quantitatif (nombre d'individus, densité par ha) que sur le plan qualitatif (richesse et diversité biologique). Une évaluation rapide du nombre d'arbres et d'arbustes coupés l'année 2012 dans le cadre des différentes activités humaines donne un chiffre d'environ 33 000 pieds soit une quantité plus grande que le nombre total d'arbres et arbustes comptés sur notre site d'étude (24 576 pieds). D'autres chiffres sont révélateurs de l'ampleur du phénomène de dégradation et perte du couvert végétal est des sols : 478 ha de forêts (arborées et arbustives) perdues et 319 ha de terres dégradées chaque année. Cette situation montre la nécessité de s'attaquer aux causes profondes de cette dynamique régressive afin de sauver les ressources du parc et de sa zone périphérique. Dans le chapitre qui suit, nous proposons des options d'aménagement du parc et de sa zone périphérique pour faire face à cette menace, en prenant compte les dynamiques en cours en matière de gestion durable des ressources naturelles.

CHAPITRE 4

OPTIONS POUR LA CONSERVATION ET LA GESTION DURABLE DU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA ZONE PERIPHERIQUE

INTRODUCTION

La présente étude a démontré que l'un des problèmes majeurs auxquels font face la zone périphérique du PNW est la perte et la dégradation de ses ressources ligneuses et de ses terres. Le rythme de disparition du couvert forestier est estimé à 0,6% par an, celui de dégradation des terres à 0,4% par an. En 2016, la superficie de la savane arborée est estimée à 18 568 ha et celle de la savane arbustive à 18 530 ha. Si rien n'est fait pour faire face à ces problèmes de disparition du couvert forestier, la zone périphérique aura complètement perdu ce couvert en 2090. C'est la raison pour laquelle nous proposons trois options pour une conservation et gestion durable du parc et de sa zone périphérique : le mécanisme REDD+, la restauration des espaces boisés et des terres, et la gestion participative et l'écodéveloppement. Enfin nous proposons une redéfinition du zonage du parc conformément aux principes de gestion des réserves de biosphère.

Ces options ont été proposées pour plusieurs raisons : (i) ce sont des mécanismes nouveaux et pouvant potentiellement apporter une valeur ajoutée à ce qui se fait déjà ; (ii) elles ne sont pas ou sont très peu pris en compte dans les stratégies de conservation actuellement ; (iii) elles permettent d'innover et en même temps répondre aux exigences actuelles de conservation et gestion durable au niveau national et international. Le mécanisme REDD+ est le plus important de ces options à cause de son caractère innovant, de sa capacité à prendre compte en même temps les aspects écologiques et géographiques et du fait que le Cameroun est actuellement en train d'élaborer sa stratégie REDD+ et a besoin des informations techniques et pratiques pour le

déploiement de ce mécanisme dans les régions soudano-sahéliennes. C'est pour cela que nous avons volontairement poussé l'analyse de ce mécanisme en examinant les leviers, les priorités, les atouts et les principaux défis. Cette analyse a été complétée par une analyse FFOM, ainsi que par l'étude du diagnostic et de la prospective du territoire de mise en œuvre de ce mécanisme REDD+.

4.1. MECANISME REDD+ AU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA PERIPHERIE

4.1.1 BREF APERÇU DU CONTEXTE INTERNATIONAL ET NATIONAL DE LA REDD+

Sous l'égide de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, le concept de valorisation, de préservation ou de restauration des stocks de carbone mondiaux par un mécanisme approprié permettant de maîtriser les émissions de gaz à effet de serre fait son entrée dans les négociations internationales dès 2005. La Conférence des Parties de la CCNUCC qui s'est tenue à Bali en 2008 a introduit le concept de la Réduction des Émissions des Gaz à Effet de Serre liés à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD), qui devait être applicable pour la seconde période d'engagement de cette Convention des Nations Unies après 2012.

Ce concept évolue jusqu'à la Conférence des parties de Cancun (COP16 de décembre 2010) durant laquelle il est acté en sa qualité de mécanisme REDD+ (Réduction des Émissions résultant du Déboisement et de la Dégradation des forêts et le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et de l'accroissement des stocks de carbone forestier dans les pays en développement). Mécanisme de marché dans son concept même, dit de « finance carbone », la REDD+ oblige à une certaine évolution dans l'approche de la gestion durable des forêts, à savoir d'un système basé sur le financement de programmes forestiers (conservation/développement) globalement insuffisants et non durables vers un système basé sur l'évaluation des résultats en termes de performances en matière de préservation durable du carbone forestier et d'accroissement des stocks de carbone.

Pour de nombreux acteurs, mettre un terme à la dégradation et au recul des forêts contribuerait largement à atténuer les changements climatiques, à prévenir la perte de la biodiversité et à assurer la sécurité de l'approvisionnement en biens et services essentiels, tout en

soutenant le développement durable à long terme. La déforestation et la dégradation des forêts résultent en effet d'une multitude d'interactions de nature complexe dont l'origine est à rechercher aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays ou de la zone où elles se produisent. L'idée de base du mécanisme REDD+ repose sur l'«incitation positive», principe selon lequel les pays reçoivent une rémunération compensatoire s'ils réduisent les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts. Ce principe d'incitation a pour finalité d'orienter les itinéraires de développement vers une utilisation durable des terres et des espaces forestiers.

D'après une étude réalisée par la Banque Mondiale et la COMIFAC (2012)¹⁰, les mécanismes de financement environnemental émergents tels que la REDD+ peuvent apporter des ressources supplémentaires pour aider les pays à protéger leurs forêts. C'est pour cela que le Cameroun s'est engagé dans ce processus depuis son émergence au niveau international et a, pour traduire cela dans les faits, élaboré son Document de Préparation à la REDD+ (R-PP). Dans ce document de référence, la REDD+ devrait couvrir toutes les zones agro-écologiques, y compris la zone soudano-sahélienne.

Le Parc National de Waza et sa zone périphérique, considérés comme un "îlot de forêt" dans cette zone est donc un espace idoine pour l'expérimentation de la REDD+ en zone soudano-sahélienne. Le calcul du stock de carbone donne une valeur moyenne de 1,3 tonnes / ha ; chaque année, au moins 621 tonnes de carbone sont libérés dans l'atmosphère, à la suite de la disparition de 478 ha du couvert ligneux. Cependant le potentiel de régénération et de restauration des terres et forêts dégradées demeure, surtout si des mesures sont prises pour agir sur les facteurs de dégradation du couvert ligneux. En agissant donc sur les moteurs de la déforestation et de la dégradation des terres et des forêts identifiés par cette étude, il est possible de réduire les émissions des gaz à effets de serre et donc de tirer des bénéfices dans le cadre du mécanisme REDD+ qui peuvent être réinvestis dans la lutte contre la pauvreté et dans la gestion durable des ressources naturelles du PNW et sa zone périphérique.

Au niveau du chapitre 3, les facteurs de la dynamique du couvert végétal, aussi considérés comme facteur de la déforestation ou de la dégradation des forêts, ont été identifiés et analysés. Il est donc possible d'élaborer et mettre en œuvre un projet REDD+ dans cette zone. Un projet

REDD+ est un ensemble d'activités visant à modifier les dynamiques de déforestation et/ou de dégradation forestière et/ou augmenter les stocks de carbone forestier, à l'intérieur d'une zone géographiquement délimitée, afin de réduire les émissions et/ou augmenter les absorptions de gaz à effet de serre liées à ces dynamiques, dans le but de valoriser ces réductions d'émissions/absorptions dans un mécanisme de compensations basées sur le résultat¹¹.

Étant donné que le mécanisme REDD+ a pour objectifs de réduire les émissions des GES dans les pays en développement et de rentabiliser les ressources forestières, le Gouvernement camerounais a choisi d'acclimater ce mécanisme, comme une planche de salut pour son développement durable et la manifestation palpable de sa volonté politique à lutter contre le réchauffement climatique et la pauvreté. Ce chemin a été choisi en vue de répondre à une nouvelle problématique qui est d'actualité au Cameroun : comment concilier les intérêts écologiques de la REDD+ avec les urgentes préoccupations existentielles des populations tributaires des forêts, sans pour autant hypothéquer la paix et la cohésion sociale ? Pour relever ce défi majeur, le Gouvernement camerounais converge vers une stratégie nationale REDD+ basée sur la bonne gouvernance, la gestion durable des ressources forestières, la lutte contre le réchauffement climatique, le développement socio- économique, le partage équitable des bénéfices, l'implication de toutes les parties prenantes, etc. (UICN, 2013).

Pour le Cameroun, la REDD+ est un outil de développement qui doit aider le pays à atteindre l'objectif de développement durable que le gouvernement s'est fixé dans le cadre du Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi (DSCE) et de la Vision Cameroun 2035 (« Cameroun pays émergent en 2035»). Le mécanisme REDD+ du Cameroun met au centre de sa démarche une approche multisectorielle, intégrée et partenariale, mettant en avant tous les secteurs de développement et fondée sur une démarche participative et inclusive qui favorise l'implication de toutes les parties prenantes lors de la construction et la mise en œuvre de la stratégie REDD+ (R-PP, 2013). La finalité de cette démarche est que la mise en œuvre de la REDD+ se fasse par et au bénéfice de toutes les parties prenantes, dont principalement les groupes les plus vulnérables – les communautés locales et les peuples autochtones, les femmes, etc., et qu'elle prenne en compte toutes les zones écologiques du pays.

¹⁰ COMIFAC/ Banque Mondiale (2012): Dynamiques de déforestation dans le bassin du Congo : Réconcilier la croissance économique et la protection de la forêt

La présente étude voudrait aider à mettre en place les premiers jalons pour un meilleur déploiement de la REDD+ au niveau du Parc National de Waza et sa zone périphérique, comme une option pour la conservation et la gestion durable de ce site. Pour cela, elle se propose de définir les leviers et priorités pour un projet REDD+ dans cette zone, en vue de faire face aux facteurs de dégradation des ressources naturelles en général et ligneuses en particulier.

4.1.2 LEVIERS ET PRIORITÉS POUR UN PROJET REDD+

Afin de lutter efficacement contre la déforestation et la dégradation des forêts dans la zone périphérique du Parc National de Waza, des leviers ont été identifiés afin de réagir rapidement contre les émissions des gaz à effet de serre (GES) et conserver le stock de carbone. Ces leviers constituent les réponses aux causes (directes et indirectes) de la déforestation et de la dégradation du couvert forestier et se doivent d'en réduire les impacts, dans cette région qui ressent fortement les effets du changement climatique. L'objectif principal d'un projet REDD+ au PNW et sa périphérie serait de *"réduire la perte et la dégradation des terres et des espaces boisés en vue de lutter contre les changements climatiques et améliorer les moyens d'existence des populations locales"*.

En agissant sur les leviers et les priorités que nous allons identifier, on va s'attaquer aux principales causes de la déforestation et de la dégradation des terres et des espaces boisés, ce qui permettra non seulement de juguler ou de freiner les émissions des GES, mais aussi de conserver le stocks, et donc permettre d'atteindre l'objectif principal défini. Ces leviers, même si sectoriels, doivent s'intégrer entre eux (UICN, 2013), étant donné que les causes de la déforestation et de la dégradation des espaces boisés sont imbriquées entre elles et que les actions doivent être suffisamment concentrées pour maximiser leurs effets. Ces leviers et priorités sont concentrés dans les principaux secteurs suivants :

- le secteur agro-pastoral ;
- le secteur bois-énergie ;
- le secteur forestier ;

¹¹ Communication personnelle de Patrick BISIMWA, Coordination Nationale REDD+ de la République Démocratique du Congo, Kinshasa, Juin 2012

- le secteur faune sauvage et aires protégées.

Ces secteurs sont considérés comme des options prioritaires d'investissement pour la REDD+ dans le Parc National de Waza et sa zone périphérique ; toutefois, l'évolution de ces secteurs est conditionnée par la prise en compte d'aspects considérés comme transversaux. Il s'agit notamment de l'aménagement de l'espace, du foncier et des législations. Ces trois aspects, partiellement régulés, et présentant actuellement des incohérences, sont considérés comme des causes indirectes de la déforestation et la dégradation des espaces boisés sur le site d'étude.

Le tableau 33 présente ces leviers et les priorités d'intervention pour un projet REDD+, ainsi que les sites prioritaires ciblés, au regard de l'ampleur des facteurs de déforestation et de dégradation des espaces boisés dans chaque unité paysagère.

Tableau 33 : Types d'initiatives REDD+ et leurs localisations potentielles dans le paysage (données issues des investigations socio-économiques dans ce cadre de cette étude)

Piliers de la REDD+	Secteurs	Types de projets ou d'initiatives REDD+	Zone inondable	Zone arbustive	Zone forestière	Intérieur du Parc	Villes	Villages
Déforestation évitée	Agro-pastoral	Intensification / diversification agricole	+++	+++				
Déforestation évitée	Agro-pastoral	Agroforesterie	+++	+++				
Déforestation évitée	Agro-pastoral	Délimitation / sécurisation des parcours de transhumance	+++	+++	++			
Déforestation évitée	Agro-pastoral	Modernisation et sédentarisation de l'élevage	+++	+	+			
Dégradation évitée	Agro-pastoral	Élevage de la volaille et des ruminants					+++	+++
Dégradation évitée	Agro-pastoral	Élevage non conventionnel					+++	+++
Dégradation évitée	Agro-pastoral	Promotion des moyens alternatifs de conservation du poisson	+++	++				
Déforestation évitée	Bois-énergie	Promotion des énergies alternatives		+++	+++		+++	+++
Dégradation évitée	Bois-énergie	Production de charbon et de foyers améliorés	++	++	+++			
Conservation de la biodiversité	Faune sauvage et aires protégées	Intensification de la lutte anti-braconnage				+++		
Conservation de la biodiversité	Faune sauvage et aires protégées	Promotion et valorisation de la faune sauvage				+++		

Suite du Tableau 33

Piliers de la REDD+	Secteurs	Types de projets ou d'initiatives REDD+	Zone inondable	Zone arbustive	Zone forestière	Intérieur du Parc	Villes	Villages
Conservation de la biodiversité	Faune sauvage et aires protégées	Mise en défens et délimitation des aires protégées				+++		
Conservation de la biodiversité	Faune sauvage et aires protégées	Concertation multi-acteur à la périphérie des aires protégées	+++	+++	+			
Conservation de la biodiversité	Faune sauvage et aires protégées	Activités Génératrices de Revenus					+++	+++
Gestion durable des forêts	Forestier	Promotion des techniques d'utilisation durable des parcs à bétail		++	++			
Gestion durable des forêts	Forestier	Promotion de la foresterie communautaire		+	+		++	++
Séquestration du carbone	Forestier	Boisement et reboisement	+++	++	+			
Séquestration du carbone	Forestier	Foresterie urbaine et périurbaine					+++	+++
Déforestation évitée	Forestier	Activités Génératrices de Revenus					+++	+++
Dégradation évitée	Forestier	Promotion des techniques d'exploitation durable de la gomme arabique		++	+			
Gestion durable des forêts	Transversal	Lutte contre les feux de brousse incontrôlés	+++	++	++	+		
Séquestration du carbone	Transversal	Restauration des terres et des forêts dégradées	+++	++	+	+		++

+ à +++ : du moins important au plus important

NB : L'utilisation des signes + est inspirée du Document de Préparation à la REDD+ du Cameroun (RPP, 2013)

4.1.2.1. Aménagement de l'espace, foncier et législations

Au regard de la diversité des usages sur le site d'étude, l'aménagement intégré de l'espace s'impose comme une nécessité. Il devrait aboutir à l'élaboration et à l'adoption concertée d'un schéma intégré d'utilisation de l'espace (SIUE), qui définit et délimite les espaces pour divers usages sous forme d'un plan de zonage. Ce schéma intégré d'utilisation de l'espace devrait être élaboré sur la base des trajectoires possibles de développement du territoire dans son ensemble et de ses unités paysagères.

Le Cameroun entend élaborer son Schéma National d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (SNADDT) pour traduire dans les faits la mise en œuvre de sa loi N°2011/008 du 06 mai 2011 portant orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire. Cette loi est une base pour la mise en cohérence des activités à mettre en place dans le cadre du processus REDD+, car ledit processus doit obligatoirement promouvoir les intégrations dans les investissements du Cameroun.

La REDD+, par les investissements qu'elle devrait générer dans le PNW et sa zone périphérique, pourrait aider à alimenter le plan national d'aménagement du territoire et le SNADDT en cours d'élaboration. Elle va donc constituer l'élément fédérateur qui va impulser cet aspect aménagement du territoire dans notre site d'étude, afin d'aboutir à la fin à une harmonisation des activités et des usages de l'espace sur ce site. Parmi les activités et usages, figurent les espaces devant faire l'objet des feux de brousse utiles pour l'aménagement et les activités socio-économiques, mais dont la mauvaise gestion cause la déforestation et dégradation des terres et des espaces boisés. Dans le cadre de la mise en œuvre de la REDD+, il sera question d'identifier et délimiter ces espaces, puis assurer une planification appropriée et un meilleur contrôle de ces feux de brousse.

La question de la gouvernance foncière est aussi dépendante de l'aménagement du territoire à cause entre autre des différentes incohérences sur les possibles utilisations de l'espace. La loi foncière du Cameroun actuellement en vigueur est fortement critiquée, notamment à cause de son inadéquation aux droits vécus par la population (les droits d'usage des terres). Sa mise en application s'en trouve ainsi compromise, et les conflits mettant en avant les différends entre les pratiques traditionnelles et le code foncier ne cessent de se multiplier. Dans

la pratique au niveau de la périphérie du PNW, deux droits parallèles s'appliquent : un droit traditionnel, prenant en compte les pratiques locales, appliqué par la population et mettant en avant le rôle des autorités traditionnelles, et un droit « moderne » imposé par l'État. Cette situation constitue un frein à l'application effective du droit foncier. Aussi, l'utilisation de l'espace forestier est régie par le zonage forestier. Mais, des permis d'exploitation minière sont régulièrement octroyés sans obligatoirement se référer aux autres secteurs dont les activités peuvent chevaucher sur un même territoire. C'est le cas du permis d'exploration pétrolière octroyé à une dizaine de km de la limite Est du Parc de Waza.

Compte tenu de ces constats, et au regard de la nécessité que le foncier soit bien défini afin de pouvoir, entre autres, identifier au mieux les bénéficiaires de la REDD+, une révision et mise à jour de la loi foncière a été entamée par le Ministère en charge des Affaires Foncières. Cette révision devrait aider au déploiement de la REDD+ dans la zone d'étude, surtout si elle prend en compte les aspects suivants :

- réduction des conflits autour de l'usage des ressources forestières ;
- clarification des droits de propriété issus de l'usage coutumier des terres (bien identifier les espaces et terroirs coutumiers) afin de pouvoir mettre en place un mécanisme de partage équitable des bénéfices ;
- reconnaissance des droits des populations autochtones et des communautés locales (cette reconnaissance conditionne par la suite le partage des bénéfices dans le cadre de la REDD+) ;
- facilitation de l'accès à l'administration foncière (mettre en place une gestion foncière de proximité) ;
- facilitation de l'accès au foncier aux populations autochtones et aux communautés locales ;
- accès à la terre pour les femmes.

Pour mettre en œuvre concrètement le mécanisme REDD+, il est nécessaire qu'il y ait une réelle intégration entre les différents instruments de gestion des ressources naturelles et des forêts, ceci à condition qu'il y ait une réelle mise en cohérence des législations en vigueur. L'exemple le plus marquant qui illustre à suffisance ce problème d'incohérence est le manque de coordination entre la politique relative à la conservation des forêts et celle relative au développement agricole : les zones prévues pour les expansions agricoles et les grandes acquisitions foncières actuelles au bénéfice de l'agriculture chevauchent avec les zones forestières qui font l'objet d'une protection.

La REDD+ agrémentée d'une forte volonté politique peut être le mécanisme qui peut impulser au niveau national cette dynamique de mise en cohérence et d'harmonisation de la législation (en appui à l'aménagement du territoire) en lien avec les ressources naturelles, comme entre autre la loi forestière, la loi foncière, la loi agricole et la loi minière.

En plus de la nécessité d'actualiser et de mettre en cohérence les législations, un des principaux problèmes rencontrés est celui de l'application de celles en vigueur. Les résultats de cette étude montrent que lorsqu'il y a des actions de contrôle régulier et que les acteurs sont bien sensibilisés et informés sur les textes légaux, cela a un impact positif sur la gestion durable des ressources. C'est pour cela que des moyens doivent être déployés pour que l'application de la loi soit effective et que les ménages ruraux puissent avoir accès à des informations relatives au cadre législatif et réglementaire de gestion des ressources naturelles. Toutes les actions relatives à leur diffusion et vulgarisation doivent ainsi être entreprises.

4.1.2.2. Investissement dans le secteur agro-pastoral

Investir dans le secteur agro-pastoral de notre zone d'étude suppose d'intervenir en agriculture, élevage et pêche, afin de réduire la déforestation et la dégradation des terres et espaces boisés. Dans ce contexte, l'objectif de cette option d'investissement sera d'améliorer de manière durable la productivité agro-pastorale pour le bien-être des populations et pour les détourner de l'exploitation des ressources forestières. Non seulement il faut améliorer cette productivité, mais aussi, il faut assurer une diversification des activités que les ménages entreprennent (introduction des activités génératrices de revenus dont l'élevage, l'apiculture, l'aquaculture, etc.).

Les atouts de ce secteur résident dans le fait que les acteurs sont identifiés, les sols sont propices, la recherche a mis en place des techniques et des semences adaptés et plus productives, le marché existe, les populations sont nombreuses et dynamiques. Mais les défis sont nombreux et tournent autour de l'intensification raisonnée, de la diversification et de la sédentarisation des populations.

Au niveau de l'agriculture particulièrement, il faut investir sur des initiatives pouvant permettre l'adoption de pratiques agricoles respectueuses des ressources naturelles (agroforesterie, développement du compostage, etc.) tout en renforçant les aspects liés à la fertilisation, ou même de la diversification des activités agricoles, afin de minimiser les risques et les impacts sur les ressources naturelles et optimiser les bénéfices issus de cette activité. Outre les activités propres à l'intensification agricole et les techniques y afférentes dont l'objectif principal est l'augmentation des rendements, des activités transversales et accompagnatrices sont nécessaires. Ce sont, entre autres, toutes les activités en amont de la production comme l'octroi des formations techniques des jeunes agriculteurs et leur encadrement, le renforcement de la recherche agricole (par exemple pour le développement des semences améliorées), l'accès au foncier, la recherche de financements pour les investissements (petits machinismes agricoles, foncier, etc.) et ainsi toutes les questions autour de l'entrepreneuriat en relation avec l'activité agricole.

Au niveau de l'élevage, il faudra améliorer la situation foncière locale afin de limiter les conflits qui peuvent surgir entre les éleveurs transhumants, les administrations en charge de la gestion des aires protégées et les acteurs responsables de l'avancée du front agricole. Il s'agit dans ce sens de mieux cerner l'aménagement du territoire local et de faire respecter les réglementations locales, d'identifier et sécuriser les pistes de transhumance et autres espaces pastorales, puis mettre en place les règles de gestion de ces espaces. Il va falloir aussi assurer une meilleure gestion du cheptel de sorte à respecter / limiter la capacité de charge ; cela suppose un meilleur contrôle et gestion de la transhumance notamment en concertation avec les pays riverains. Enfin, il faudra évoluer de manière progressive vers la sédentarisation de l'élevage avec la promotion par exemple des techniques d'élevage en stabulation.

En ce qui concerne la pêche, il faudra promouvoir les alternatives pour la conservation et le séchage du poisson, les techniques de production halieutique intensive, et aussi développer les activités alternatives génératrices de revenus (pour détourner les ménages de la pêche intensive non obligatoirement durable). En plus, il faudra assurer l'organisation des producteurs, la mise en place d'unité de transformation et de stockage, ainsi que la structuration de la filière pour renforcer les débouchés des produits de la pêche.

4.1.2.3. Investissement dans le secteur bois-énergie

Afin de réduire efficacement les émissions des GES, les actions menées dans le domaine énergétique doivent avoir pour finalité de réduire la demande en bois-énergie, par l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation du bois énergie et des autres sources d'énergie durable. Les atouts de ce secteur résident sur le fait qu'il existe de nombreuses expériences de foyers et de fumoirs améliorés qui ont démontrées un gain énergétique de l'ordre 30 à 60% et permis d'éviter des quantités importantes des émissions de GES. La présence aussi de l'ANAFOR et de l'IRAD est aussi un atout non négligeable, au regard de leurs expertises reconnues en matière de reboisement, de plantation, de restauration et d'afforestation.

Cependant, en termes de défis, il s'agira de faciliter la disponibilité et l'utilisation des foyers ou de foyers améliorés dans les marchés locaux et auprès des marchés et des ménages qui utilisent actuellement le foyer à trois pierres et d'autres types de foyers à efficacité énergétique moindre. Il s'agira aussi de faciliter l'accès aux gaz domestique par les ménages, de promouvoir les techniques visant la densification des espaces arborés et arbustives du PNW et sa zone périphérique, mais également de restaurer des espaces complètement dégradés. Pour cela, il faut répandre les techniques les plus développées à cet effet, plus proches des pratiques locales mais aussi et surtout écologiquement viables, qui sont par exemple celles de l'agroforesterie utilisant des espèces à croissance rapide ; car, les systèmes agroforestiers, avec des approches communautaires, ont ce potentiel de participer à cet effort de restauration du couvert forestier et peuvent avoir des bénéfices multiples : agriculture, élevage, bois de chauffe, PFNL, etc. Aussi, le potentiel en source alternative d'énergie n'est pas négligeable dans la zone. En effet, elle connaît 8-9 mois de sécheresse par an, et il faut donc explorer les opportunités de valorisation de l'énergie solaire et même éolienne comme alternative énergétique, même si les technologies y relatives ne sont pas toujours à la portée des ménages.

4.1.2.4. Investissements dans le secteur forestier

Dans le cadre du mécanisme REDD+, les investissements dans le secteur forestier au PNW et sa périphérie devraient viser la préservation et la gestion durable des ressources forestières pour le bien-être des populations et la santé de l'environnement. Le principal atout du secteur forestier est qu'il dispose d'un cadre législatif, réglementaire et beaucoup d'autres instruments de

gestion forestière. Ces instruments ont mis en place les bases politiques et techniques pour l'aménagement durable des forêts, l'amélioration du rendement-matière de l'exploitation forestière, les aspects techniques de la transformation et la valorisation des ressources forestières, la légalité dans la gestion forestière, l'exploitation et la valorisation des PFNL, etc.

Certes, ils ne sont pas totalement efficaces, et parfois même encore opérationnels, au regard du fait que les forêts disparaissent petit à petit et se dégradent progressivement. Mais les bases existent, et elles sont immédiatement mobilisables. L'un des principaux défis est donc de rendre opérationnels ces instruments et aussi à les contextualiser dans le cadre de la gestion des forêts sèches comme le PNW et sa zone périphérique. Il est question aussi d'investir de manière plus importante pour assurer la régénération et la restauration des forêts dégradées, mais aussi préserver le couvert actuel dans les zones arborées et arbustives. À cet effet, les opérations de contrôle forestier, de reboisement à large échelle doivent requérir plus d'attention. De même la valorisation et la gestion espèces productrices des PFNL phares comme la gomme arabique et le miel peuvent permettre de booster l'économie locale et aussi maintenir le couvert de ces espèces.

Les demandes en PFNL, dont le miel et les plantes utilisées pour leurs vertus médicinales, existent dans la zone, mais la production actuelle n'arrive pas à les satisfaire, étant donné qu'une bonne partie de la production est consommée localement. Le principal défi rencontré actuellement par les producteurs locaux est celui de la recherche de débouchés fiables pour l'écoulement de la production, étant donné que les filières ne sont que rarement organisées. Les efforts pour la promotion des PFNL doivent alors se concentrer sur :

- les recherches de débouchés ;
- le conditionnement et la conservation des produits afin d'augmenter leurs valeurs marchandes ; ceci ne pourra se faire sans les encadrements et les renforcements de capacités en matière de conditionnement et stockage de la production locale, et aussi sans agir à différents niveaux de la filière, de la production jusqu'à la commercialisation des produits, en passant par l'organisation des producteurs et ainsi de la filière ;
- la promotion des méthodes et techniques de récolte durables des PFNL afin de garantir leur durabilité.

4.1.2.5. Investissements dans le secteur faune et aires protégées

Investir sur le secteur faune et aires protégées dans le mécanisme REDD+ c'est assurer la gestion durable et la préservation et la gestion durable des ressources fauniques et des aires protégées. Comme dans le secteur forestier, les instruments des politiques et techniques de gestion de la faune et des aires protégées existent. Le PNW a un statut de protection parmi les plus élevés reconnu au niveau des catégories de classification des aires protégées de l'UICN, et en tant que Réserve de Biosphère, il devrait être géré suivant les principes MAB. Cependant le défi aussi reste l'opérationnalisation effective de ces instruments. De manière pratique, il s'agit d'assurer la préservation non seulement de la faune sauvage, mais aussi des autres services écosystémiques que peuvent offrir cette aire protégées dans le cadre de la REDD+. À ce titre, les opérations de lutte anti-braconnage, de gestion appropriée des feux de brousse, et de gestion appropriée des prélèvements permis dans le cadre du plan d'aménagement à l'intérieur du Parc sont parmi les défis majeurs pour le mécanisme REDD+. La figure 89 présente le cadre stratégique des options d'investissement sur la REDD+ dans le Parc National de Waza et sa zone périphérique.

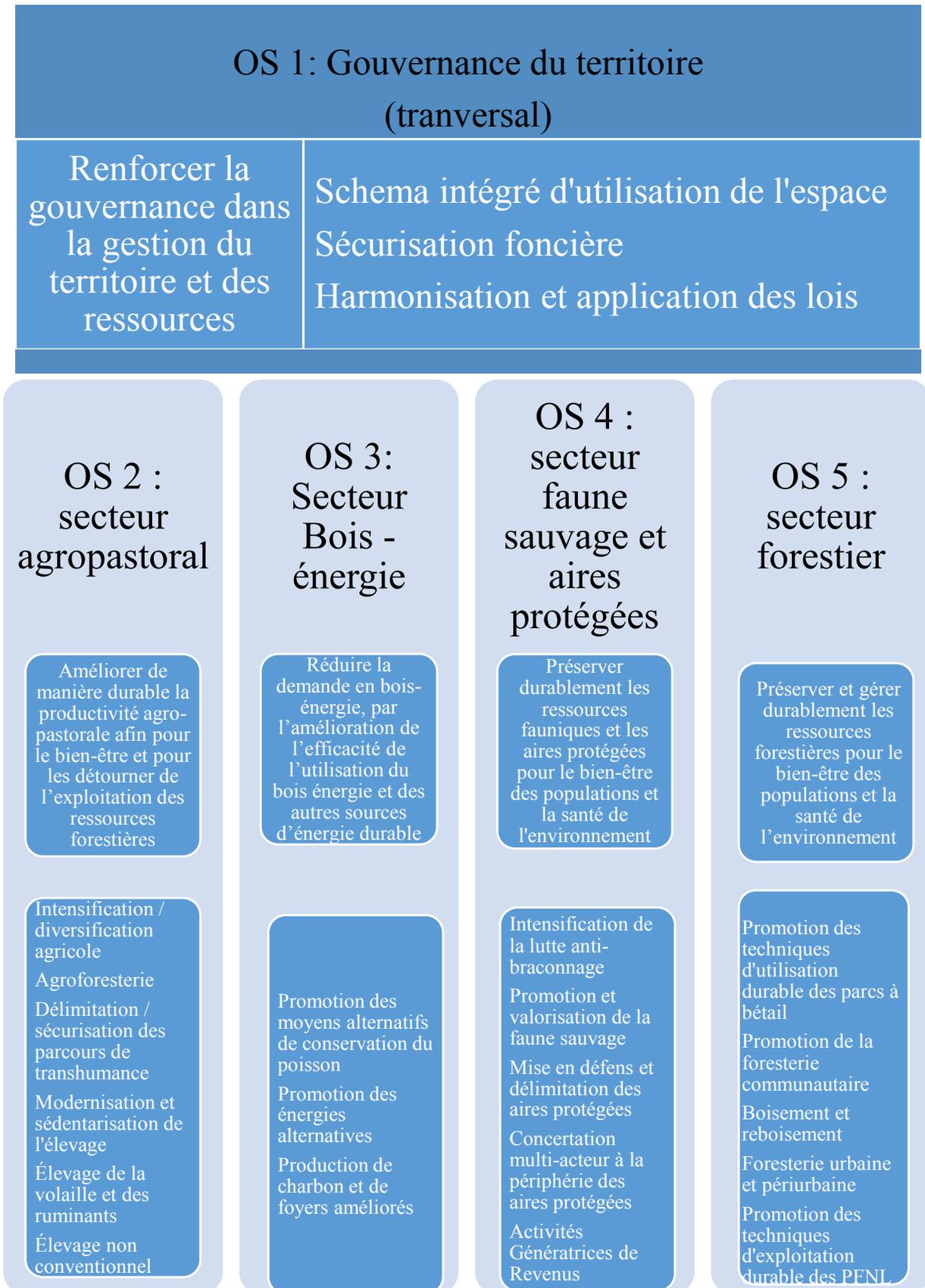


Figure 89 : Options stratégiques d'investissement pour la REDD+

4.1.2.6. Priorités d'investissement par unité paysagère

Si l'on s'intéresse aux priorités d'investissements pour chaque unité paysagère, on se rend compte de certaines différences en rapport avec les particularités de chaque unité. Dans la zone inondable, les activités REDD+ prioritaires proposées sont la restauration des terres dégradées (à travers notamment le boisement, le reboisement et l'agroforesterie), la lutte contre les feux de brousse, la concertation multi-acteur, la promotion des moyens alternatifs de conservation du poisson (techniques de conservation, etc.), la modernisation et sédentarisation de l'élevage (élevage en stabulation, etc.) et la délimitation / sécurisation des parcours de transhumance. Dans les zones arbustives la priorité sera accordée à la promotion des énergies alternatives, à la délimitation / sécurisation des parcours de transhumance, l'intensification / diversification agricole et à la restauration des terres dégradées (à travers notamment le boisement, le reboisement, l'agroforesterie et la régénération naturelle). Au niveau de la zone forestière, la priorité sera accordée aux activités de production de charbon écologique et de foyers améliorés, de promotion des énergies alternatives et de régénération naturelle. Les figures 90, 91 et 92 représentent distribution des activités REDD+ en fonction de l'ampleur des facteurs de déforestation et du potentiel de développement de la REDD+.

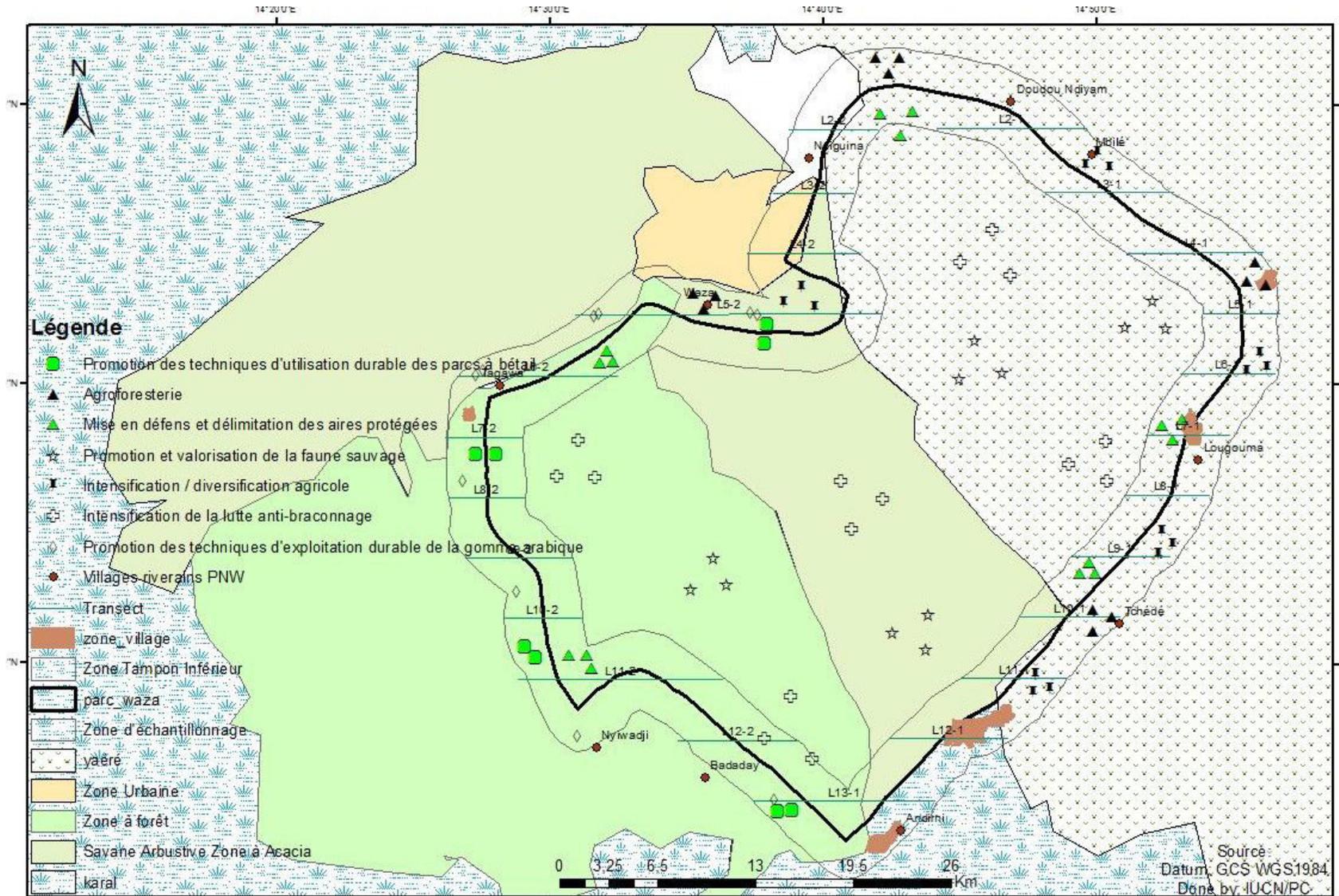


Figure 90 : Représentation spatiale N°1 des activités REDD+

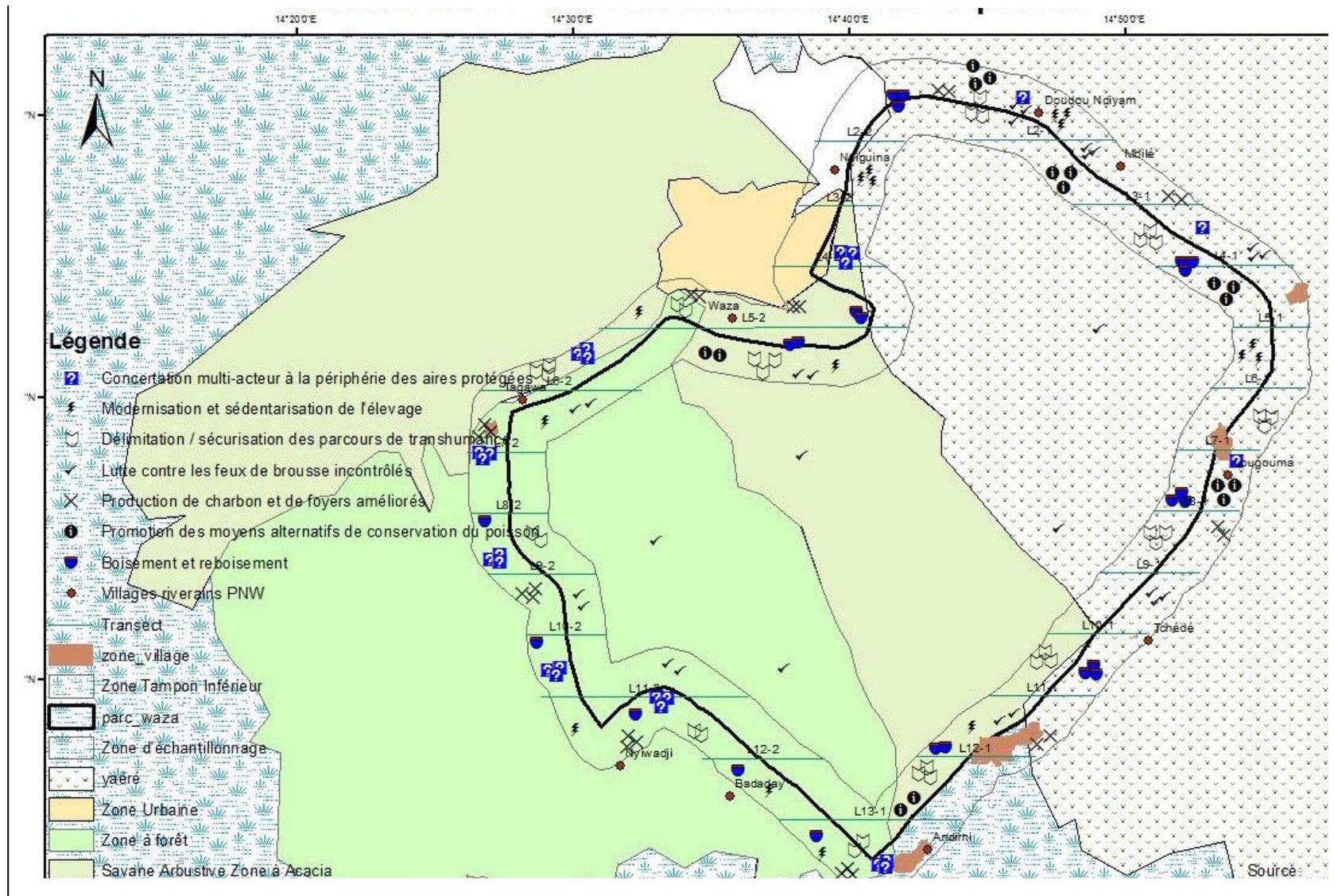


Figure 91 : Représentation spatiale N°2 des activités REDD+

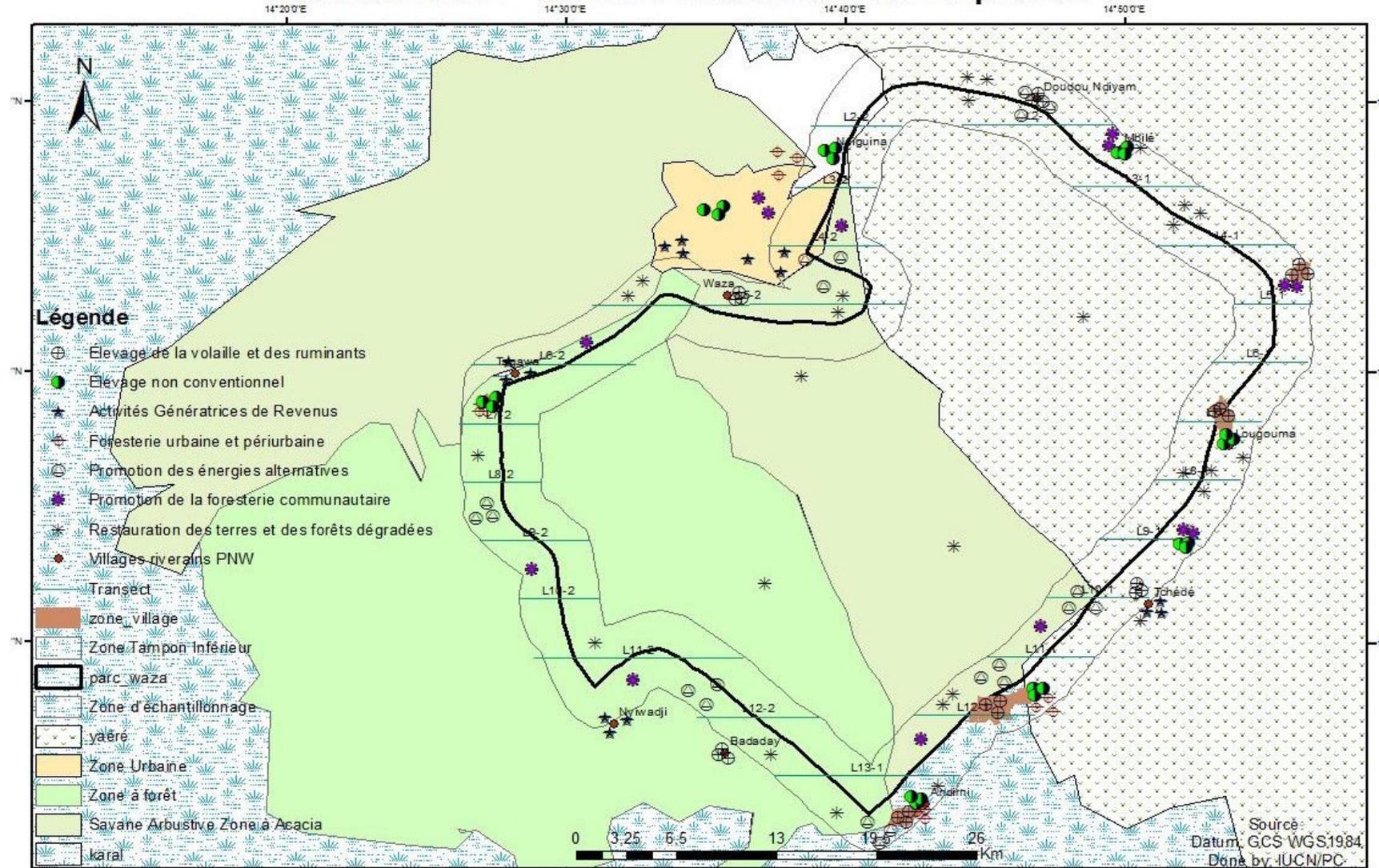


Figure 92 : Représentation spatiale N°3 des activités REDD+

4.1.3. ANALYSE FFOM DU PROJET REDD+ A WAZA ET PÉRIPHÉRIE

4.1.3.1. Forces et opportunités

L'une des forces principales de ce projet réside sur le fait qu'il ne va pas partir du néant. Depuis les années 1990, plusieurs initiatives de gestion durable ont été mises en place dans la zone et les périphéries. Ces initiatives ont été financées et mises en œuvre par le Gouvernement, les organisations internationales et nationales (UICN, WWF, KFW, SNV, CEDC, Ecole de Faune, etc.). Les leçons apprises tirées des succès comme des échecs sont mobilisables et peuvent être valorisées pour le déploiement de ce projet. La volonté politique pour le déploiement de la REDD+ dans la zone constitue également une force. En effet, malgré les menaces, le Gouvernement pense densifier les actions de conservation – développement comme une solution alternative à l'enrôlement des couches vulnérables dans des activités terroristes. Aussi, on note l'existence des outils de planification et de gestion du territoire et de certains espaces : existence de plans de développement communaux pour toutes les communes riveraines élaborés avec l'appui du Programme National de Développement Participatif (PNDP), existence d'un plan d'aménagement récemment révisé pour le Parc National de Waza. Toutes les priorités identifiées ci-dessus font également partie des priorités de ces outils de planification et de gestion.

Le projet REDD+ offre aussi une opportunité pour les acteurs de définir clairement les droits fonciers qui jusqu'à présent restent confus et porteurs de germes conflictuels. La mise en œuvre d'activités REDD+ ne peut aboutir que si les droits fonciers et sur ceux les arbres sont clairement définis. Cette clarté est nécessaire pour choisir les bénéficiaires, assigner les responsabilités et prévenir les conflits et les ruées potentielles vers les espaces et les ressources concernés par les projets REDD+. Dans la plupart des pays concernés par la REDD+, les forêts sont, d'une manière ou d'une autre, la propriété de l'État. Ce projet, ainsi que d'autres initiatives de même nature au Cameroun vont permettre d'accélérer la réforme du code foncier pour permettre aux particuliers et aux communautés de faire valoir leurs droits de propriété (individuellement ou collectivement) sans être obligés de convertir les forêts en terres agricoles ; ce qui constituera une avancée politique importante.

Le Parc National de Waza fait partie d'un grand paysage, le Bassin du Lac Tchad, qui aujourd'hui attire l'intérêt de la communauté internationale au regard des enjeux liés à la sauvegarde du Lac Tchad, plan d'eau endoréique, qui fait face à une dégradation sans pareil dans le monde depuis près de quatre décennies. La Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) multiplie depuis une dizaine d'années des efforts de plaidoyer en direction des pays et de la communauté internationale pour la gestion durable des écosystèmes et des ressources clés pour ce Lac Tchad. Le Parc National de Waza et sa zone périphérique font en effet partie des écosystèmes qui influencent majoritairement les ressources hydriques et biologiques du Lac Tchad et de son Bassin. Cet intérêt de la communauté internationale représente une opportunité de tester la mise en œuvre de la REDD+ dans ce site avec pour ambition d'en tirer les leçons apprises pour permettre de démultiplier l'expérience dans tout le bassin.

4.1.3.2. Faiblesses et menaces

L'une des faiblesses majeures relative à ce projet relève du fait que le mécanisme REDD+ est nouveau. Non seulement les acteurs n'ont pas encore toute la connaissance technique et méthodologique lié à ce mécanisme, mais aussi, l'expertise à mobiliser pour accompagner les acteurs reste peu disponible. La REDD+ est un mécanisme très complexe, ce qui fait croire qu'il est difficilement accessible, et le risque est qu'il soit accaparé par une poignée de personnes qui la maîtrise, au détriment des acteurs locaux. Au niveau national et international, tous les outils politiques, techniques et méthodologiques relatifs à la mise en œuvre de la REDD+ ne sont pas encore au point ; en ajoutant à cela les lenteurs et la complexité du mécanisme, le risque du découragement des acteurs pour s'engager à ce mécanisme s'avère très grand. En plus, il manque au niveau local et national les ressources financières pour mettre en œuvre les projets pilotes REDD+ surtout dans les zones à grands besoins comme Waza et sa zone périphérique.

Pour ce qui concerne les menaces, la mauvaise gouvernance des fonds REDD+ représentent l'une des plus importantes. C'est pour cela que des mécanismes de gouvernance robustes sont nécessaires pour faire face à ce risque. Il s'agira entre autre de mettre en place un mécanisme de surveillance effective des fonds REDD+ et des structures transparentes et efficaces. Il en est de même d'un mécanisme de partage et de redistribution équitable des bénéfices liés à la REDD+ et d'un mécanisme de participation d'acteurs non gouvernementaux. Une réforme institutionnelle qui respecte les droits des parties prenantes, en particulier des

communautés locales et des populations autochtones et qui favorise leur participation, contribuera à minimiser le risque de corruption et d'accaparement des ressources financières par des intérêts particuliers.

En outre, la zone doit faire face à un certain nombre de menaces d'ordre sécuritaire, institutionnel, technique et socio-politique :

- La menace sécuritaire, liée aux groupes terroristes est de loin la plus importante et la plus sérieuse pour la zone, car non seulement elle a un impact sur la vie et la sécurité des biens et des personnes, mais aussi, entraîne une vague de migrations avec son lot de problèmes.
- Les conflits entre les utilisateurs des ressources sont récurrents. Ceci est en partie dû à la non délimitation des zones pâturages et des zones de transhumance, à l'absence d'un plan de gestion des terres et au mode d'appropriation des terres peu adéquat et favorable au développement des conflits. Ceci est aussi en lien avec la sécurité foncière et à la mauvaise gouvernance dans l'accès aux ressources foncières.
- Le mode d'exploitation des ressources est le plus souvent extensif, car les populations sont pour la plus part très peu instruites et méconnaissent les techniques d'élevage, de pêche et d'agriculture intensives et durables, ainsi que les techniques de valorisation des filières et des produits agropastoraux. Très peu d'accompagnement et d'attention leur est accordé par les services étatiques et les partenaires au développement.
- Les alternatives au bois de chauffe sont peu connues et d'un autre côté, les techniques de reboisement ne sont pas toujours accessibles, surtout dans un contexte marqué par la tendance à la dégradation des terres, au changement climatique, à la baisse des inondations et à la rareté des ressources en eau.

4.1.4. ATOUTS ET PRINCIPAUX DÉFIS POUR LE DÉPLOIEMENT DU PROJET REDD+ AU PNW ET SA ZONE PÉRIPHÉRIQUE

L'étude a identifier la présence de trois unités paysagères qui se distinguent de par la physionomie de la végétation, la composition de la flore ligneuse, les caractéristiques pédologiques, édaphiques et hydrologiques. Or la future stratégie REDD+ du Cameroun se propose de mettre en place deux concepts : la Zone de Mise en Œuvre de la REDD+ (ZOMO-REDD+) pour le niveau infranational et la Zone d'Action Optimale de la REDD+ (ZOA-REDD+) pour le niveau sub-national. Ceci afin d'illustrer la prise en compte des spécificités des

différentes zones écologiques dans la mise en œuvre et le déploiement de la REDD+ au Cameroun.

D'après le Document de Préparation à la REDD+ (R-PP, 2013), la ZOMO-REDD+ est considérée comme la plus petite unité de mise en œuvre de la REDD+. Elle peut ainsi coïncider avec les instruments et outils de gestion des ressources naturelles en vigueur tels que les forêts communautaires, les parcs, les réserves forestières, les forêts des particuliers, etc. Ces ZOMO-REDD+ correspondent aussi à des zones où le taux de déforestation et de dégradation des forêts sont les plus préoccupants et où des mesures doivent être prises prioritairement afin de pallier à ces problèmes.

La ZOA-REDD+ peut par contre être considérée comme une zone dans laquelle un ensemble d'initiatives REDD+ ou ZOMO-REDD+ ainsi que des activités connexes à ces initiatives pourront être développées du fait de la solidarité et/ou interaction territoriale et socio-culturelle. Ces activités couvriront une échelle plus large que la ZOMO-REDD+. L'extension des activités permettra par la suite de couvrir la zone écologique si l'échelle d'intervention dans les ZOA-REDD+ ne coïncide pas déjà parfois aux zones écologiques ou aux paysages.

On peut considérer les unités paysagères du PNW et de sa zone périphérique (définies dans le cadre de la présente étude) comme des ZOMO-REDD+, où des activités pilotes REDD+ peuvent être développées en tenant en compte des spécificités de ces unités. Le tableau 24 (§2.4.1) nous a donné la valeur du stock de carbone dans chaque réservoir de carbone et pour chaque unité paysagère, sur la base des méthodologies d'estimation de carbone existantes. Ces données peuvent donc constituer des données de référence en matière de stock de carbone en attendant qu'une méthodologie nationale et de la zone écologique puisse être élaborée.

D'un autre côté, le Parc National de Waza est une aire protégée d'importance internationale, bénéficiant d'un statut de protection reconnu au niveau national et international. C'est une aire protégée de catégorie II (selon la classification de l'UICN) avec comme objectif principal de gestion, de protéger la biodiversité naturelle, la structure écologique et les processus environnementaux sous-jacents, et aussi promouvoir l'éducation et les loisirs. À ce titre, l'État met chaque année des moyens substantiels pour assurer la protection et la gestion durable de ses ressources. Il dispose d'un plan d'aménagement et d'un plan d'affaire, qui donnent des

orientations stratégiques et opérationnelles pour toutes les actions d'aménagement de ce Parc sur cinq ans.

Dans ces documents stratégiques, l'objectif global d'aménagement du Parc est d'assurer la restauration, la protection et la gestion intégrée des ressources biologiques du PNW et de sa zone périphérique pour améliorer sa contribution à l'économie locale et nationale. Parmi les objectifs spécifiques, figurent la valorisation des ressources biologiques et écotouristiques du parc et de sa zone périphérique en vue de la sécurisation et de l'amélioration des moyens d'existence des populations riveraines. Le mécanisme REDD+ rentre en droite ligne avec les priorités de ce plan d'aménagement. Ce statut, ainsi que les outils de gestion élaborés et mis en œuvre avec l'appui des partenaires techniques et financiers permettent de contenir dans une certaine mesure les menaces et pressions périphériques, et en ce sens, constituent des atouts indéniables dans le cadre du déploiement de la REDD+.

Malgré les menaces, le Parc regorge encore un potentiel biologique important. C'est une zone de derniers refuges des espèces de faune et d'arbres emblématiques des savanes (*Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Vitellaria paradoxa*, *Sterculia setigera*, etc.); c'est aussi un des espaces ayant encore un couvert important des espèces ligneuses à fort potentiel écologique et socio-économique du genre *Acacia*, *Faidherbia*, *Adansonia*, *Balanites*, etc. Une recolonisation des espaces dégradés est donc possible avec ce potentiel, si les conditions idoines de restauration sont mises en place.

Enfin, la proximité avec le Tchad et le Nigéria, la forte densité de la population, capital humain, la diversité des usages des ressources, la diversité culturelle et la grande culture de commerce de certaines populations peuvent aussi être considérés comme des atouts directs ou indirects. Les terres, à cause de leurs structures, sont très riches et propices au développement des cultures de céréales, ainsi que des graminées utiles pour l'alimentation des bêtes. Les terres inondables sont propices au développement des cultures de contre-saison. La présence de l'aire protégée permet de contenir la pression sur les ressources naturelles et peut aussi permettre le développement du tourisme de vision tout en valorisant les potentialités socioculturelles et artisanales.

Malgré ces atouts, très bénéfiques dans le cadre du déploiement de ce projet REDD+, la zone doit faire face à un certain nombre de défis. En effet, les ressources naturelles sont dans un dilemme : entre exploitation et conservation. Par exemple, une exploration pétrolière était en cours jusqu'à très récemment (avant l'arrêt des activités suite aux attaques terroristes), à une dizaine de km de la limite du Parc National de Waza. Cette situation est la conséquence des choix politiques du gouvernement. En effet, le Cameroun dans le cadre de son ambition de devenir un pays émergent en 2035, et il compte entre autre sur l'exploitation de ses ressources naturelles, y compris du sous-sol pour atteindre cet objectif. Malheureusement, comme dans la plus part des régions du pays, il y'a un conflit et même des chevauchements entre les exploitations minières et les aires protégées, conséquence d'une faible coordination intersectorielle au niveau de l'administration.

Le Parc constitue un important réservoir de certaines ressources comme la gomme arabique, la paille, le poisson et le pâturage à certaines périodes de l'année. Quel mécanisme mettre en place pour une valorisation de ces ressources pour le bien-être des populations locales qui sont très pauvres ? Dans quelle mesure peut-on assurer un prélèvement contrôlé et durable de certaines de ressources pour le bien-être des populations ? Ces questionnements sont récurrents et il n'y a pas de doute que les solutions pourraient avoir une plus-value pour la sauvegarde des ressources du Parc. La cogestion est proposée par beaucoup d'acteurs comme une réponse, même si les expériences jusqu'alors mises en oeuvre au Cameroun ont des résultats mitigés.

Le Parc National de Waza, malgré sa renommée internationale est très peu mis en valeur d'un point de vue touristique. Et pourtant, les potentialités de cette aire protégée sont relativement importantes. Mais pour de multiples raisons, le tourisme au PNW est en berne. D'après Galland (2012), il faut envisager cette faiblesse comme le symbole et la conséquence de l'évolution du système territorial du PNW combinée à un contexte national et régional défavorable au tourisme. En effet, l'Extrême-Nord est une région relativement difficile d'accès au Cameroun. Que ce soit par la route ou par les airs, la desserte est sérieusement entravée par la médiocrité des transports. Les vols en direction de Maroua sont chers et parfois irréguliers et incertains. De plus, l'état plus que délabré de la Route Nationale 1, principale voie de communication du pays ne motive pas les touristes à souffrir pour se rendre au PNW. L'insécurité constitue aussi, depuis longtemps, un facteur pénalisant pour le développement du

tourisme, à cause non seulement des assauts répétés jadis redoutés des coupeurs de route, mais aussi de la proximité des groupes terroristes.

Les conditions intrinsèques au PNW sont elles aussi peu favorables à un afflux massif de touristes (Galland, 2012). L'accueil touristique est organisé par deux campements touristiques localisés à proximité de l'entrée du PNW. Le campement principal est situé sur l'une des trois collines jouxtant la ville de Waza et offre un accueil de standing moyen avec une restauration et une gestion plutôt occidentale. L'autre campement est le fruit du Projet Waza-Logone qui a offert le centre d'accueil en récompense des efforts présagés des populations locales. Il propose des équipements de bas standing mais tout à fait satisfaisants. Malgré la présence de ces deux centres d'hébergement touristique, la fréquentation du PNW demeure relativement faible. En 2012, on estime qu'environ 3000 visiteurs fréquentent chaque année le parc, alors que par le passé la fréquentation était un peu plus élevée. Cette fréquentation semble être en déclin depuis moins d'une dizaine d'années. Avec en plus les attaques terroriste ces dernières années, le taux de fréquentation du parc est depuis 2014 presque nul.

En conclusion sur ce point, les atouts pour le tourisme restent présents : existence du Parc National de Waza, avec sa faune et sa renommée internationale, existence des potentialités socioculturelles, existence d'un centre d'accueil et d'un campement pour les touristes, etc. Mais beaucoup de faiblesses et menaces entravent le développement de ce secteur, parmi lesquelles : le manque d'infrastructure de communication et de logement aux standards internationaux, la non qualification des guides touristiques, la récurrence du braconnage, les pistes peu aménagées à l'intérieur du Parc, l'absence des infrastructures adéquats dans le parc pour la vision, l'insécurité, etc.

Comme atout également, le potentiel de production est riche, mais précaire. La population des villages riverains du PNW a une forte tradition d'élevage des bovins et caprins. L'agriculture et pêche font également partie des activités de production les plus importantes. Ces activités dépendent et sont fortement liées aux rythmes des pluies et des inondations. La présence des zones inondables attire de nombreux transhumants des autres pays du Bassin du Lac Tchad qui dans leurs parcours provoquent ou font face à des conflits avec les autres utilisateurs des ressources. La présence de ces grands groupes (éleveurs, agriculteurs et pêcheurs) est pourtant une grande opportunité de gestion intégrée. Mais l'absence d'un plan d'utilisation des terres, la

non matérialisation des pistes de transhumance et des zones de pâturage, la surcharge de la capacité de charge amplifie plus tôt les situations conflictuelles et rendent précaire le potentiel de développement de ces activités de production.

Le déploiement et la mise en œuvre de ce projet REDD+ semble aujourd'hui une voix de salut indéniable au regard de tous les atouts que présente le site. En effet, la REDD+ oblige à une certaine évolution dans l'approche de la gestion durable des forêts, à savoir d'un système basé sur le financement de programmes forestiers (conservation / développement) globalement insuffisants et non durables, vers un système basé sur l'évaluation des résultats en termes de performances en matière de préservation durable du carbone forestier et d'accroissement des stocks. Dans cette optique, il pourrait apporter des ressources supplémentaires pour aider les acteurs à protéger plus efficacement les ressources forestières, mais aussi restaurer les espaces dégradés et lutter contre la pauvreté.

4.1.5. DIAGNOSTIC ET PROSPECTIVE DU TERRITOIRE DE MISE EN ŒUVRE DE LA REDD+

4.1.5.1. Délimitation du territoire et diagnostic

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi le territoire de mise en œuvre de la REDD+ comme étant le Parc National de Waza et sa zone périphérique (située à 5 km après la limite du Parc). Ce territoire a une superficie estimée à 211 356 ha ; il s'étend sur les communes de Waza, Zina, Mora, Pétté, et affleure les communes de Logone Birni, de Bogo et de Maga (figure 98). Après avoir choisi et délimité ce territoire, nous avons réalisé un diagnostic territorial dans le but de mieux le connaître dans les aspects de la gouvernance, de la dynamique sociale, des systèmes de production et de son capital naturel.

Le tableau 34 présente le résumé de ce diagnostic territorial produit sur la base des informations recueillies avec la méthodologie du "carré magique". Ce diagnostic a été complété par une analyse des acteurs qui est présentée en annexe 13. Cette analyse montre les caractéristiques de la diversité des acteurs présents, leurs besoins et intérêts, leurs potentialités et enfin leurs problèmes et contraintes. La figure 56 (§2.3.4.) a montré que l'occupation des sols était caractérisée en 2012 par :

- 20% du couvert végétal arboré disposé comme suit : la plus grande partie localisée à la périphérie Nord-Ouest et Centre – Ouest, une petite bande dans le Sud – Ouest et des petites poches disséminées au Sud de l’intérieur du Parc ;
- 24% du couvert arbustif localisé dans la grande partie du Sud et du Sud-Ouest du parc et sa zone périphérique ;
- 18% de sols nus formant une bande partant du Sud – Est vers le Nord en passant par le centre du parc ; on trouve une petite partie de ces sols nus à l’Ouest à côté du village Tagawa et de la route nationale Maroua – Kousseri ;
- 6% de bancs de sable plus ou moins associés aux sols nus ;
- 24% de la savane herbacée localisée dans la grande partie de la zone inondable ;
- 8% des zones cultures localisées au Sud du Parc et dans les villages de l’Ouest et du Nord-Ouest du Parc.

Le constat le plus frappant est que les zones de culture du Nord sont localisées pour une bonne partie à l’intérieur du Parc. Le Nord est aussi la zone où l’on retrouve une concentration des sols nus en cette année 2012. Ceci s’explique par au moins deux raisons : (i) l’essentiel de la population de la commune de Waza est localisée en réalité dans la ville de Waza (situé non loin de là) et dans les villages localisés dans cette zone ; (ii) la présence d’un camp de réfugiés non loin de cette zone. Cette situation confirme aussi les constats relevés dans le tableau 34 notamment concernant les implications de la situation du territoire sur la ressource ligneuse.

Tableau 34 : Résumé de la situation actuelle du territoire PNW et sa périphérie

Domaines identifiés	Résumé de la situation actuelle de chaque indicateur	Résumé des implications sur la dynamique de la flore et végétation ligneuse
Dynamique sociale	Le taux de croissance de la population est élevé et il est devenu exponentiel avec l'afflux des réfugiés et des déplacés internes	<ul style="list-style-type: none"> • La croissance démographique crée des besoins nouveaux en matière d'approvisionnement alimentaire et énergétique qui ne sont satisfaits qu'en accroissant la pression sur les zones forestières et le Parc. • La pauvreté des populations accentue la dépendance vis-à-vis des ressources naturelles (terres, bois, faune) • Le faible accès à l'eau renforce le flux dans le parc pour rentrer en compétition avec les eaux des animaux dans le parc • La faible valorisation du potentiel accentue l'exploitation non durable des ressources ligneuses
	La population est majoritairement pauvre ; entre 42 et 60% de ménages vivent avec les revenus en dessous du seuil de la pauvreté.	
	<ul style="list-style-type: none"> • Le ratio nombre d'habitants / points d'eau permanent est très élevé, signe du faible accès des populations à l'eau • Le taux de scolarisation est faible (46,3%)¹², à cause entre autre du nombre et de l'état des infrastructures scolaires • Environ 10% de la population seulement ont un centre de santé situé à moins de 5km de leur habitation 	
	Le niveau de valorisation du potentiel socio-culturel reste très faible malgré les atouts et le potentiel en termes de développement de l'écotourisme	
Système productif	Le nombre de conflits entre les utilisateurs est très fréquent (en moyenne 43% de ménages font face aux conflits avec les autres utilisateurs et acteurs chaque année)	<ul style="list-style-type: none"> • Les conflits élevés sont signe d'une compétition pour l'espace et les ressources avec pour conséquence leur exploitation non durable • Les ménages ont des modes d'exploitation le plus souvent extensifs et non durables • La capacité de charge élevée du bétail crée une pression plus importante sur les ressources • Les revenus des activités de production sont faibles ; signe d'une faible productivité avec pour conséquence la tendance à l'accroissement des superficies des terres aux dépens des espaces boisés
	<ul style="list-style-type: none"> • 85% de ménages ne connaissent pas les techniques d'élevage intensif et durable • 54% des populations ont un besoin d'accompagnement sur les techniques modernes et durables d'agriculture 	
	La capacité de charge du bétail est élevée (17UBT/ha)	
	Les revenus issus des activités de production varient de 35 à 1120 FCFA / jour / personne (avec une moyenne de 190 FCFA / par jour / personne)	

¹² D'après le Rapport principal de la deuxième enquête sur l'emploi et le secteur informel au Cameroun produit par l'Institut National des Statistiques en 2011

Suite Tableau 34

Domaines identifiés	Résumé de la situation actuelle de chaque indicateur	Résumé des implications sur la dynamique de la flore et végétation ligneuse
Capital naturel	La moyenne annuelle des superficies déboisées est de 478 ha ; la moyenne des superficies des terres dégradées est de 319 ha.	<ul style="list-style-type: none"> • On assiste à une tendance régressive du couvert ligneux et progressive des terres dégradées.
	Le nombre de braconniers arrêtés en 2015 et 2016 est d'environ 15 par an	<ul style="list-style-type: none"> • La faible hauteur des inondations est signe d'une faiblesse des précipitations et/ou des usages inappropriés ; ce qui limite le processus régénération des espèces ligneuses (notamment dans les zones inondables) et augmente leur mortalité par manque d'eau (dans la zone forestière)
	Le niveau d'abondance des eaux est moyen, car la hauteur moyenne des eaux d'inondation se situe autour de 0,6 mètres	
	Aucune contribution des activités d'exploitation minière à la conservation (en termes de financements)	
Gouvernance	Le taux de réalisation des plans de développement locaux (PDL) et communaux, ainsi que du Plan d'aménagement du PNW reste en-deçà de 50%	<ul style="list-style-type: none"> • Une meilleure gouvernance du territoire favorise la gestion durable de la ressource ligneuse
	Un cadre de concertation sur trois est fonctionnel	<ul style="list-style-type: none"> • La mise en œuvre effective des outils de gestion favorise la gestion durable de la ressource ligneuse
	Le niveau de collaboration entre les institutions étatiques reste faible, notamment au regard des conflits d'usage sur les ressources au niveau du terrain	<ul style="list-style-type: none"> • Le dialogue entre les acteurs favorise une participation et implication des acteurs locaux à la gestion durable de la ressource ligneuse
	Aucune mairie n'a du personnel vraiment qualifié pour ses différentes missions	<ul style="list-style-type: none"> • La collaboration entre les institutions va réduire la compétition sur les espaces et ressources avec pour conséquence leur meilleure gestion

Ce diagnostic nous a permis de définir un ensemble d'indicateurs ou variables clés pour caractériser la situation actuelle du territoire de Waza et sa périphérie, ainsi que son devenir en fonction des différents scénarios possibles. Le tableau 35 présente la liste de ces indicateurs ainsi identifiés dans les quatre domaines de caractérisation de la dynamique territoriale : dynamique sociale, système productif, capital naturel et gouvernance.

Tableau 35: Indicateurs d'évaluation de la dynamique du territoire de Waza

Domaines identifiés	Indicateurs identifiés
Dynamique sociale	Taux de croissance de la population et des migrations
	Niveau de pauvreté des populations
	Nombre et état des infrastructures sociales
	Niveau de valorisation du potentiel socioculturel
Système productif	Fréquence des conflits entre les utilisateurs des ressources
	Niveau de connaissance des techniques de production intensive et durable
	Capacité de charge du bétail
	Revenus moyens issus des activités de production
Capital naturel	Superficie des terres dégradées
	Fréquence du braconnage
	Niveau d'abondance des eaux d'inondation
	Contribution des activités minières à la conservation (en termes de financement)
Gouvernance	Taux de réalisation du PDL et du Plan d'aménagement du PNW
	Nombre de cadres de concertation fonctionnels
	Niveau de collaboration entre les institutions étatiques
	Nombre de personnel qualifié au sein des mairies

4.1.5.2. Analyse prospective du territoire PNW et sa périphérie

Faire la prospective d'un territoire nécessite la connaissance parfaite de son passé, de son présent et des projets initiés dans ce territoire. Elle suppose d'abord de faire son diagnostic, et ensuite une analyse rétrospective et une analyse prospective sur la base des scénarios

exploratoires. La prospective territoriale obéit donc aux règles classiques appliquées à un champ d'intervention particulier, celui de l'élaboration des visions, des perspectives et des orientations concernant le devenir de ce territoire et de ses habitants pour éclairer et pour permettre des prises de décision. C'est pour cela qu'elle est utile pour compléter les différentes spécifications déjà identifiées pour le projet REDD+ à déployer dans le PNW et sa zone périphérique pour aider les acteurs à mieux canaliser leurs orientations dans le cadre de ce mécanisme.

Analyse rétrospective : le passé

Notre analyse s'est limitée à une dizaine d'années avant la période d'élaboration du diagnostic, c'est-à-dire autour des années 2002, ceci pour plusieurs raisons : (i) les images satellitaires de la zone d'étude ne sont pas disponibles de 1990-2000 ; (ii) elle correspond à la fin d'un programme de réhabilitation des écosystèmes de la zone qui a duré une dizaine d'années ; (iii) elle se situe dans la tranche des périodes recommandée par Dumont (2012).

Les principaux faits marquants de cette période sont les suivants :

- La fin du programme de réhabilitation de la plaine d'inondation de Waza Logone qui a permis de restaurer environ 20% des ressources en eau
- La construction d'un certain nombre d'infrastructures de base comme les forages. À la suite de l'élaboration du Document de Stratégie de Croissance et de l'Emploi (DSCE), ce changement était bien prévisible. Cependant, les investissements reçus n'étaient pas à la hauteur des attentes des populations depuis l'élaboration de ce document de stratégie.
- Le ralentissement, voire la disparition de certaines activités commerciales. Ceci est dû à la situation sécuritaire qui s'est empirée depuis plus de deux ans. Les autorités ont aussi suspendu depuis près de deux ans le transport par les motos qui était une activité connexe au commerce.
- La ressource en eau est en diminution croissante depuis plusieurs années. L'État, à travers ses démembrements, ainsi que certains partenaires au développement, a initié des projets pour la construction des forages. Les mairies quant à elles sont bien soucieuses de la situation, mais manquent de moyens pour réagir. Pourtant, compte tenu de la situation des 40 dernières années, la situation était bien prévisible.
- Le début de l'exploration du pétrole dans la plaine d'inondation de Waza Logone. Ce changement n'était pas prévisible au niveau de l'administration locale. Ce processus est essentiellement marqué par une absence de communication sur le processus par les

principaux concernés. Seule l'administration centrale en charge des mines maîtrise toute l'information y relative.

- La diminution drastique du nombre de touristes ; l'activité est même à l'arrêt présentement à cause de la situation sécuritaire. Le changement n'était pas prévisible compte tenu du fait que la menace est externe.

La figure 93 est la représentation graphique de cette situation du territoire de manière rétrospective sur une dizaine d'années.

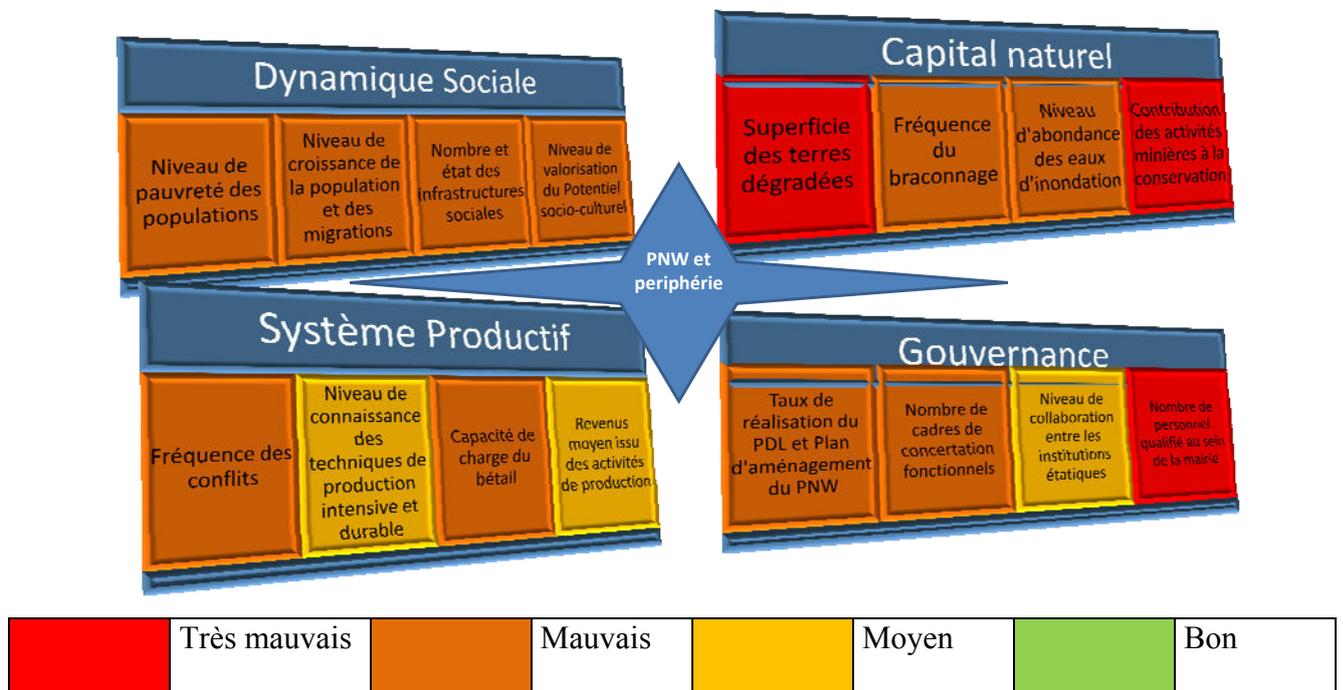


Figure 93: Situation du territoire de Waza il y a une dizaine d'années (2002)

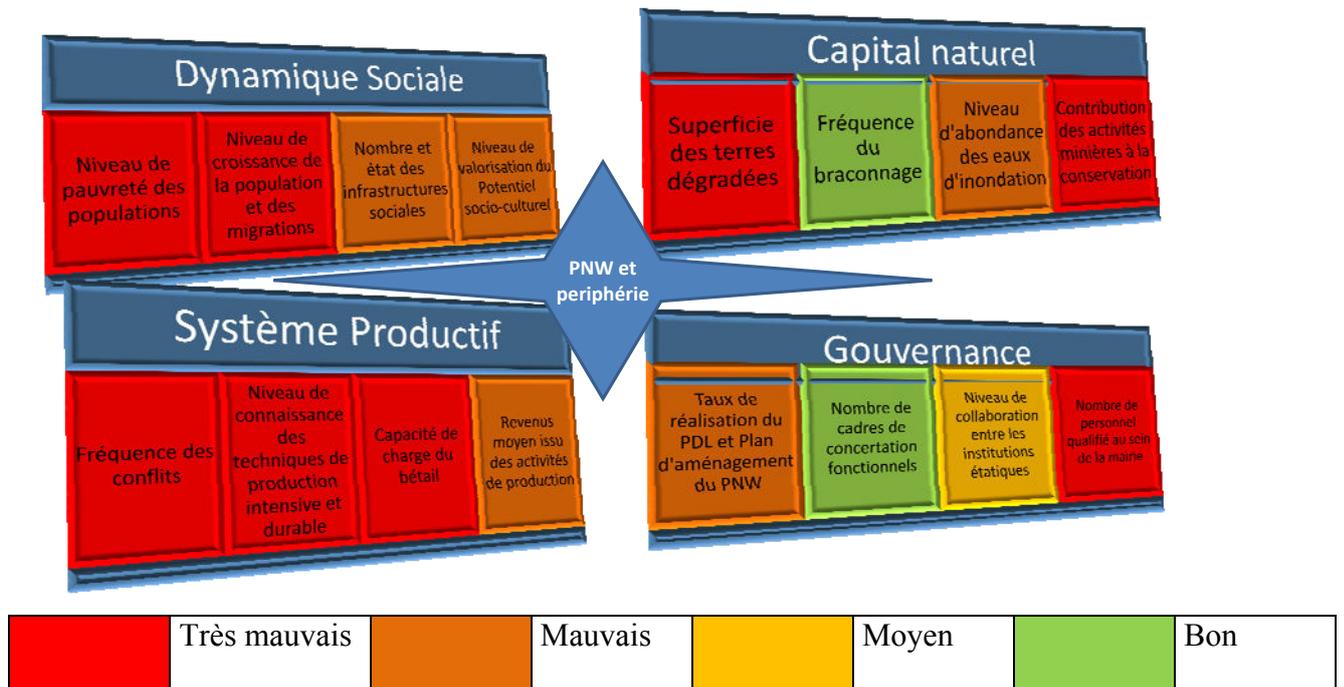


Figure 94: Situation actuelle du territoire de Waza (2014)

Situation actuelle du territoire : le présent

La figure 94 montre que la situation du territoire de Waza n'est pas bonne dans les quatre domaines retenus. Seul le braconnage est actuellement maîtrisé et cela est dû à la présence du Projet MINFOF-UICN-PPTE, mis en oeuvre par l'UICN, et qui a investi depuis plus de 36 mois environ 1 million de \$US dans la lutte anti-braconnage et dans les activités génératrices de revenus au bénéfice des populations riveraines. On a noté comme résultats phares (i) la reconversion d'une cinquantaine d'anciens braconniers, (ii) l'augmentation de l'effort de patrouille des écogardes qui est passé de 5h/j par mois à plus de 15h/j par mois et par écogarde.

4.1.5.3. Scenarios

L'objectif de définition des scénarios est de prédire les évolutions des variables ci-dessus selon les futurs possibles, sur la base de la situation actuelle et antérieure du système territorial. L'idée est donc de réutiliser les interrelations du système territorial identifiées afin de les requalifier selon l'évolution imaginée des indicateurs. Au final, le but de cette étape consiste à l'identification et la déclinaison des futurs possibles du territoire de Waza et périphérie à

l'horizon 2035 à partir des évolutions possibles du système territorial et de ses composantes. L'horizon 2035 a été choisi dans un souci de concordance avec les documents stratégiques nationaux. Il reprend ainsi l'échéance du document prospectif «Cameroun vision 2035» qui a servi de référentiel pour l'élaboration du DSCE.

Scénario 1 : Statu quo : Waza face aux pressions actuelles et sans le développement et la mise en œuvre d'un projet REDD+

Le tableau 36 résume les caractéristiques du territoire de Waza et sa périphérie dans un scénario de statu quo, c'est-à-dire face aux pressions et menaces actuelles et sans le développement et la mise en œuvre d'un projet REDD+.

Tableau 36: Indicateurs d'évaluation de la dynamique du territoire PNW et périphérie sans la REDD+

Domaines identifiés	Indicateurs identifiés	Résumé de la situation de chaque indicateur
Dynamique sociale	Taux de croissance de la population et des migrations	Le taux de croissance de la population va rester élevé ; l'afflux des réfugiés et déplacés va continuer à croître de manière exponentielle (avec une densité des populations qui va atteindre une moyenne de 63 – 93 hab./km ² y compris les réfugiés et les déplacés)
	Niveau de pauvreté des populations	Le nombre de population pauvre va continuer à augmenter, pour atteindre entre 60 - 70%.
	Nombre et état des infrastructures sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Le ratio nombre d'habitants / point d'eau permanent va rester très élevé, signe du faible accès des populations à l'eau • Le taux de scolarisation va rester faible, à cause entre autre du nombre et de l'état des infrastructures scolaires • Le % de la population ayant un centre de santé situé à moins de 5km de leur habitation va rester autour de 10%
	Niveau de valorisation du potentiel socioculturel	Le niveau de valorisation du potentiel socio-culturel va rester très faible

Suite tableau 36

Domaines identifiés	Indicateurs identifiés	Résumé de la situation de chaque indicateur
Système productif	Fréquence des conflits entre les utilisateurs des ressources	Le nombre de conflits entre les utilisateurs va rester très fréquent (plus de 50% de ménages font face aux conflits avec les autres utilisateurs et acteurs chaque année)
	Niveau de connaissance des techniques de production intensive et durable	<ul style="list-style-type: none"> • Pour l'élevage par exemple, le % de ménages ne connaissant pas les techniques d'élevage intensif et durable va rester d'au moins 85%; • Plus de 54% des populations ont un besoin d'accompagnement sur les techniques modernes et durables d'agriculture
	Capacité de charge du bétail	La capacité de charge du bétail va rester élevée (plus de 17UBT/ha)
	Revenus moyens issus des activités de production par ménage	Les revenus issus des activités de production va rester faible (avec une moyenne ne dépassant pas 190 FCFA / par jour / personne)
Capital naturel	Superficie des terres et forêts dégradées et déboisées	La moyenne annuelle des superficies du couvert forestier perdu va rester à au moins 478 ha et celle des terres dégradées à au moins 319 ha
	Fréquence du braconnage (nombre de braconniers arrêtés par an)	Le nombre de braconniers arrêtés augmenter chaque année d'au moins 50%
	Niveau d'abondance des eaux d'inondation	Le niveau d'abondance des eaux va rester moyen et même diminuer, et la hauteur moyenne des eaux d'inondation ne dépassera pas les 0,6 mètres
	Contribution des activités minières à la conservation	La contribution des activités d'exploitation minière à la conservation reste inexistante ou faible
Gouvernance	Taux de réalisation du PDL et du Plan d'aménagement du PNW	Le taux de réalisation du PDL et du Plan d'aménagement du PNW reste inférieur à 50%
	Nombre de cadres de concertation fonctionnels	Aucun cadre de concertation n'est fonctionnel
	Niveau de collaboration entre les institutions étatiques	Le niveau de collaboration entre les institutions étatiques reste faible, notamment au regard des conflits d'usage sur les ressources au niveau du terrain
	Nombre de personnel qualifié pour leurs différentes missions au sein des mairies	Aucune mairie n'aura du personnel vraiment qualifié pour ses différentes missions au sein des mairies

Les pressions et menaces actuelles et futures sont telles que si rien n'est fait pour contenir ces menaces et inverser la tendance, le futur risque être très sombre. On assistera sans doute aux migrations et à l'installation massives des populations à la périphérie du Parc, avec pour conséquence la poursuite et même l'accélération du phénomène actuelle de dégradation des

ressources naturelles et la perte du potentiel du Parc. L'activité touristique va rester en berne et même disparaître. Dans cette perspective, le territoire de Waza et périphérie aura une situation semblable ou même pire que celle de la figure 93.

Scénario 2 : avec le développement et la mise en œuvre d'un projet REDD+

Ce scénario suppose le développement et la mise en œuvre d'un projet REDD+ dont l'objectif principal est de réduire la perte et la dégradation des terres et des espaces boisés en vue de lutter contre les changements climatiques et améliorer les moyens d'existence des populations locales. Ce projet va investir dans les cinq options stratégiques retenues.

Dans le cadre de ce projet REDD+, la conservation et la gestion durable des forêts sera au cœur des interventions prioritaires, et, dans ce contexte, cela permettra entre autre de mettre en place une dynamique de gestion concertée et durable des ressources naturelles avec pour conséquence des évolutions positives des indicateurs de caractérisation du territoire comme nous pouvons le constater dans le tableau 37.

Tableau 37: Indicateurs d'évaluation de la dynamique du territoire du PNW et périphérie avec la REDD+

Domaines identifiés	Indicateurs identifiés	Résumé de la situation de chaque indicateur
Dynamique sociale	Taux de croissance de la population et des migrations	Le taux de croissance de la population et des migrations est maîtrisé ; le Schéma d'Utilisation Intégré de l'Espace permet de circonscrire et délimiter les espaces avec divers usages et mettre en place un mécanisme de gestion concerté qui limite l'impact d'une surpopulation éventuelle sur le territoire
	Niveau de pauvreté des populations	Au moins 60% de ménages vivent avec les revenus supérieurs ou égaux au seuil de la pauvreté.
	Nombre et état des infrastructures sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Le ratio nombre d'habitants / point d'eau permanent est faible, signe du plus grand accès des populations à l'eau • Le taux de scolarisation a augmenté d'au moins 30%, à cause entre autre du nombre plus élevé et de l'état plus approprié des infrastructures scolaires • Plus de 40% de la population ont un centre de santé situé à moins de 5 km de leurs habitations
	Niveau de valorisation du potentiel socioculturel	Le niveau de valorisation du potentiel socio-culturel est plus élevé ; l'écotourisme est plus développé avec au moins 3000 touristes par an
Système productif	Fréquence des conflits entre les utilisateurs des ressources	Le nombre de conflits entre les utilisateurs est moins fréquent (moins de 10% de ménages font face aux conflits avec les autres utilisateurs et acteurs chaque année)
	Niveau de connaissance des techniques de production intensive et durable	<ul style="list-style-type: none"> • 50% de ménages connaissent les techniques d'élevage intensif et durable ; • Moins de 30% seulement des ménages ont un besoin d'accompagnement sur les techniques modernes et durables d'agriculture
	Capacité de charge du bétail	La capacité de charge du bétail est réduite (au plus 12UBT/ha)
	Revenus moyens issus des activités de production par ménage	Les revenus issus des activités de production atteint une moyenne de 400 FCFA / par jour / personne

Suite tableau 37

Domaines identifiés	Indicateurs identifiés	Résumé de la situation de chaque indicateur
Capital naturel	Superficie des terres et forêts dégradées et déboisées	La moyenne annuelle des superficies dégradées et/ou déboisées est réduite d'au moins 30%, soit un taux de déforestation et de dégradation des terres et des forêts réduit d'au moins 30%
	Fréquence du braconnage (nombre de braconniers arrêtés par an)	Le nombre de braconniers arrêtés est réduit d'au moins 50%
	Niveau d'abondance des eaux d'inondation	Le niveau d'abondance des eaux est bon, car la hauteur moyenne des eaux d'inondation atteint 0,8 à 1,2 mètres
	Contribution des activités minières à la conservation	La contribution des activités d'exploitation minière à la conservation est effective et atteint au moins 1 \$ / ha chaque année
Gouvernance	Taux de réalisation du PDL et du Plan d'aménagement du PNW	Le taux d'exécution du PDL et du Plan d'aménagement du PNW dépasse les 70%
	Nombre de cadres de concertation fonctionnels	Tous les cadres de concertation sont fonctionnels
	Niveau de collaboration entre les institutions étatiques	Le niveau de collaboration entre les institutions étatiques est très bon, et les conflits d'usage sur les ressources au niveau du terrain diminuent
	Nombre de personnel qualifié pour leurs différentes missions au sein des mairies	Les mairies disposent d'au moins 50% du personnel qualifié prévu pour leurs missions

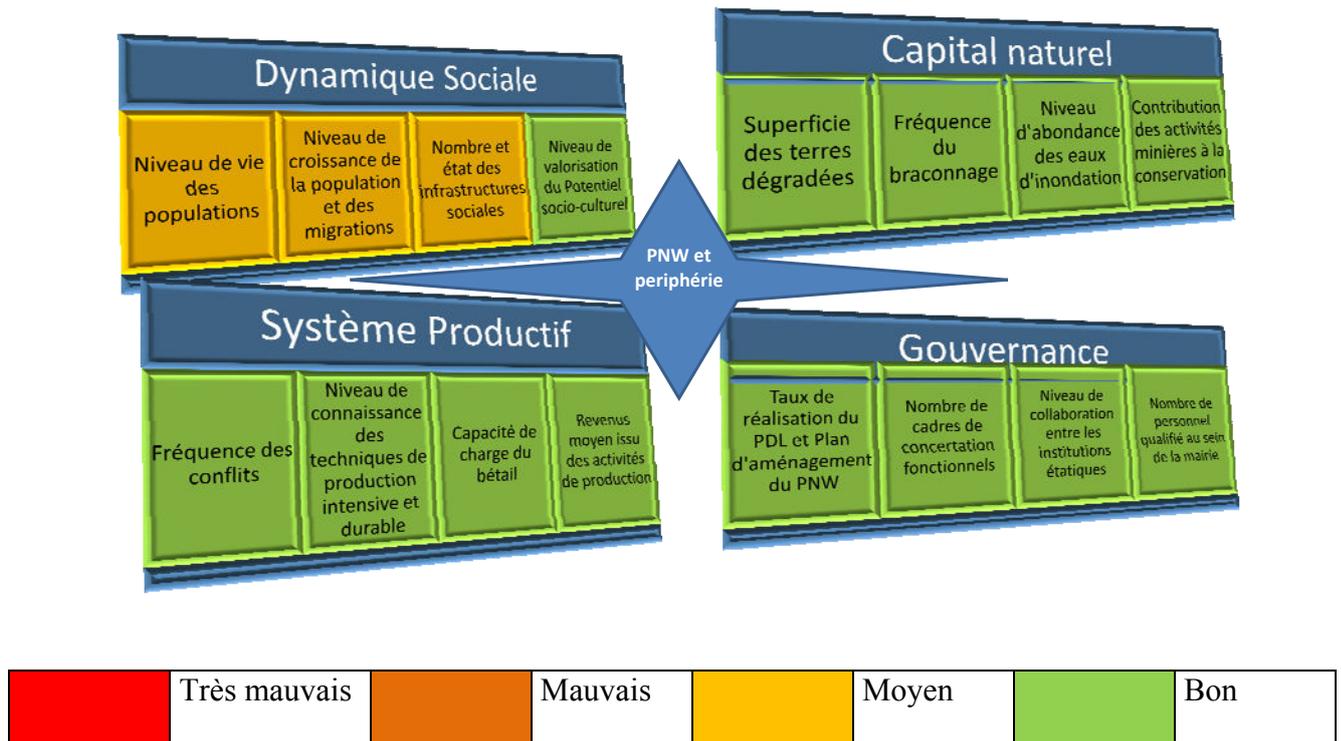


Figure 95: Situation du territoire de Waza selon le scénario 2

Suite à ces efforts, le projet REDD+ viendra apporter une contribution en termes de valorisation des services environnementaux du Parc et soutenir ainsi de manière durable les efforts de conservation. Dans cette perspective, le territoire de Waza aura une situation semblable à celle de la figure 95.

4.2. RESTAURATION DES TERRES ET DU COUVERT VÉGÉTAL DU PNW ET SA PÉRIPHÉRIE

Cette étude a montré l'ampleur de la dégradation des terres et des espaces boisés et ceci dans toutes les trois unités paysagères : 478 ha d'espaces boisés perdus et 319 ha de terres dégradées chaque année. La restauration des écosystèmes, des terres et des paysages dégradés est au cœur des débats scientifiques depuis plus d'une vingtaine d'années. L'importance de ce processus dont l'un des objectifs est de maintenir ou d'accroître la productivité primaire ou secondaire et d'améliorer la diversité biologique s'est accrue et devrait se renforcer surtout dans les zones arides et semi-arides.

La restauration des terres et espaces dégradées fait partie des solutions inévitables pour faire face aux menaces auxquelles font face le Parc National de Waza et sa zone périphérique pourtant elle n'est prévue que de manière très évasive dans son plan d'aménagement actuel. Elle constitue un moyen pour l'homme de refaire ce qu'il a défait au fil des temps. La *Society for Ecological Restoration* (SER) définit la restauration comme " la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique. Le but de cette intervention est de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de cet écosystème" (Aronson *et al.*, 1995). Les objectifs majeurs de la restauration sont, au niveau des écosystèmes, d'accroître la productivité primaire ou secondaire et d'améliorer la diversité biologique et la stabilité et, au niveau des paysages, de faciliter la réintégration quand ils ont été gravement fragmentés. En effet, la restauration d'un écosystème dégradé doit tenir en compte les interrelations entre toutes les unités et composantes d'un même paysage.

La restauration offre de nombreux atouts pour une zone comme le Parc National de Waza et sa zone périphérique. Elle s'attaque aux problèmes de déforestation et de dégradation des forêts tout en cherchant à répondre aux besoins tels que l'accroissement des stocks de carbone, l'amélioration de la capacité d'adaptation et la prise en compte du déclin de la biodiversité. Elle va permettre de s'attaquer de manière très pointue à la pression exercée sur les forêts existantes, tout en offrant des sources alternatives de produits forestiers, en améliorant la fertilité des sols, en réduisant l'érosion (par l'intermédiaire de l'agroforesterie et de l'agriculture utilisant des espèces à feuilles persistantes) et de ce fait contribue globalement à l'aménagement de terres à forte intensité de carbone.

Nous proposons donc la restauration des espaces boisées et des terres comme une option d'aménagement prioritaire pour le PNW et sa périphérie. Dans cette perspective, les techniques à promouvoir pourraient donc être la régénération naturelle (assistée ou non), le reboisement, le sylvopastoralisme et plus particulièrement l'agroforesterie. L'agroforesterie désigne un système d'utilisation des terres associant sur une même parcelle de terres, des plantes ligneuses (arbres et arbustes), les plantes herbacées (récoltes, pâturages) et/ou du bétail dans un arrangement spatial ou un système de rotation bien défini. C'est donc un mélange, sur une même surface, d'arbres et de productions agricoles (cultures ou animaux). Les systèmes agroforestiers supposent une interaction positive à la fois économique et écologique entre les arbres et les autres éléments du système. Dans le cadre de la lutte contre la dégradation des terres et de la pérennisation de la

fertilité des sols en zone soudano-sahélienne, l'agroforesterie est l'un des moyens efficaces, durables et à faibles coûts pour atteindre ses objectifs. En effet, le système racinaire de l'arbre améliore la structure du sol, augmente la porosité du sol, permettant ainsi une meilleure infiltration, un stockage de l'eau tout en favorisant l'activité biologique des sols. Les arbres créent un microclimat tempéré, favorable au développement de la macrofaune et des populations microbiennes.

Les systèmes agroforestiers adaptés dans la zone ont été largement documentés et testés par les institutions comme l'Institut de Recherche Agronomique pour le Développement (IRAD). Parmi ceux-ci figurent les parcs à *Faidherbia albida*. Cité parmi les arbres emblématiques de la zone, le *Faidherbia albida* possède des caractéristiques biologiques particulières : un système racinaire pivotant et profond qui peut atteindre la nappe phréatique sur sols alluviaux, une phénologie inversée, le feuillage étant présent pendant la saison sèche et absent lors de la saison des pluies et une grande capacité à la multiplication végétative (par drageonnage, rejets de souches et de branches). Son importance en culture associée est donc reconnue, au regard des multiples services qu'il offre : production de fourrage aérien (feuilles et fruits), bois de chauffage, amélioration de la fertilité, ombrage, etc. Son impact sur les rendements des cultures comme le sorgho a été également démontré (communication Régis Peltier)¹³. Dans le cadre de notre étude, nous avons démontré que cette espèce était à faible distribution et se retrouve seulement dans la zone forestière et la savane herbeuse. Il est donc possible de susciter une régénération progressive dans le cadre du développement des systèmes agroforestiers l'associant avec l'agriculture et/ou le pastoralisme.

La régénération naturelle pourrait être aussi développée dans la zone forestière qui fait face le plus à une dynamique régressive de son couvert. Elle pourrait être à travers la mise en défens de certains espaces fortement dégradés de cette zone et /ou le renforcement du contrôle forestier par les agents du Ministère des Forêts et de la Faune. Quant au sylvopastoralisme, il pourrait être développé essentiellement dans les zones où dominant la transhumance et le pastoralisme (au Sud et l'Est du parc). Il va ainsi permettre d'améliorer et maintenir la productivité des parcours à bétail, des zones de pâturages et de pacage des animaux, tout en évitant la tendance à la dégradation des terres et des espaces boisés dans ces zones. Il s'agira aussi d'assurer une

meilleure gestion des feux de brousse combinée avec la gestion des zones de pâturage. Le reboisement quant à lui va cibler prioritairement les zones les plus dégradées du Nord et de l'Est du parc.

Il importe, dans le cadre de la restauration des terres et des espaces boisés, de s'inscrire dans une démarche structurée qui passe par : la définition du problème et des objectifs en matière de restauration, l'identification participative des options prioritaires d'intervention, la cartographie des opportunités de restauration, les études de faisabilité de chaque option et la mobilisation des moyens et mise en œuvre du programme de restauration. Cela permettra de s'aligner avec la démarche méthodologique mondiale reconnue sous le terme du « Défi de Bonn » lancé en septembre 2011 et qui appelle à la restauration de 150 millions d'hectares de terres dégradées et déboisées d'ici 2020¹⁴.

4.3. GESTION PARTICIPATIVE ET ÉCODÉVELOPPEMENT

Nous avons démontré dans cette étude l'importance socio-économique de la zone périphérique du PNW ainsi que l'influence des facteurs anthropiques sur la dynamique des ressources ligneuses. Ceci montre la nécessité de mettre en place un programme ambitieux de gestion participative et d'écodéveloppement qui visera non seulement l'intégration des activités de conservation et de gestion durable des ressources biologiques dans le processus de développement dans le PNW et sa zone périphérique, mais aussi permettre de rendre effective la participation des communautés riveraines et des autres parties prenantes au processus de gestion du parc. Le plan d'aménagement du parc a déjà prévu ce programme dans ses priorités d'intervention, mais nous suggérons de le recentrer pour lui donner une place plus importante et le rendre plus à même de répondre aux besoins réels en matière de conservation – développement, et ainsi contribuer de manière plus efficace aux exigences des réserves de biosphère. Ce programme serait donc structuré en quatre axes principaux :

¹³ Colloque « Les systèmes agroforestiers permettent-ils de fonder un développement agricole durable? » Académie d'Agriculture de France, 16 avril 2015

¹⁴ Cette initiative a donné naissance à un Programme intitulé « Restauration des Paysages Forestiers » (RPF), promue dans par l'UICN, le gouvernement allemand, les partenaires tels que World Resource Institute (WRI) et le Partenariat mondial pour la restauration des paysages forestiers (PMRPF).

Agro-pastoralisme durable

Cet axe visera à améliorer de manière durable la productivité agro-pastorale, à assurer une diversification, une intensification des activités agropastorales et aussi encourager la sédentarisation de ces activités. Les zones les plus concernées par ces activités seront à l'Est du parc. Le détail de ces interventions a été déjà décrit dans le paragraphe 4.1.2.2.

Écotourisme

Le PNW et sa zone périphérique disposent des atouts écotouristiques indéniables : existence d'une faune importante, renommée internationale du parc, existence des potentialités socioculturelles, existence d'un centre d'accueil et d'un campement pour les touristes, etc. Malgré les contraintes qui sont d'ordre sécuritaire, infrastructurel et technique, le potentiel écotouristique demeure. Pour développer ce secteur, il faut : améliorer les infrastructures de communication, assurer l'entretien des pistes à l'intérieur du parc, améliorer les infrastructures de vision, développer les outils de promotion du parc, renforcer les capacités des guides touristiques, améliorer les infrastructures d'accueil, développer les partenariats avec les promoteurs privés du tourisme.

Promotion de l'entrepreneuriat écologique

L'entrepreneuriat écologique consistera à identifier et à appuyer les initiatives porteuses d'emploi et de richesse et ayant une valeur ajoutée en matière de durabilité environnementale au niveau local. Il s'agira, de développer, en plus de l'agro-pastoralisme, d'autres activités à fort potentiel économique à la périphérie du parc qui devront contribuer à la préservation de ses ressources par la création d'autres opportunités de revenus. C'est le cas par exemple du développement des filières comme les produits forestiers non ligneux, la gomme arabique, le miel, etc. L'approche consistera à travailler avec certains groupes sociaux vulnérables (jeunes, femmes, populations autochtones) et ayant les plus d'impacts sur les ressources ligneuses, pour les aider à développer et mettre en place des microentreprises écologiques dans les filières identifiées, à travers : incubation / formation ; développement et structuration des filières ; accompagnement technique, social, financier ; développement des microentreprises individuelles et collectives. Ceci permettra au finish de valoriser certaines ressources ligneuses et non ligneuses, favoriser leur exploitation durable, lutter contre la pauvreté au sein de ces groupes et donc réduire leur influence sur la dynamique régressive des ressources ligneuses.

Éducation environnementale

Améliorer la connaissance des acteurs sur les enjeux de la gestion durable des ressources est aussi une priorité d'intervention en matière de gestion participative. Pour mieux gérer les ressources, il faut connaître : (i) le potentiel de ces ressources ; (ii) l'importance de la gestion durable de ces ressources pour les générations actuelles et futures ; (iii) les législations qui encadrent leur gestion durable. Pour atteindre cet objectif, il importe d'élaborer et mettre en œuvre un programme d'éducation et de sensibilisation sur la gestion durable du PNW et sa zone périphérique avec des objectifs, des cibles, des outils et canaux de communication, des moyens de mise en œuvre et un plan de mise en œuvre adaptés.

Dialogue et concertation multi-acteurs

Il s'agira ici de mettre un accent sur l'opérationnalisation des cadres de concertation prévus dans le plan d'aménagement du PNW, notamment le Comité de gestion, le Comité Consultatif local et le Comité scientifique. Ces différents cadres de dialogue permettront aux différents acteurs de sentir impliquer dans la gestion du parc.

4.4. REDEFINITION DU ZONAGE DU PNW ET DE SA ZONE PERIPHERIQUE

4.4.1. RAPPEL DES PRINCIPES DE BASE D'UNE RÉSERVE DE BIOSPHERE

Une Réserve de biosphère est un site de démonstration du développement durable, qui, doit répondre aux besoins des générations actuelles sans mettre en péril la capacité des générations futures à répondre aux leurs. C'est un territoire d'application du programme MAB de l'UNESCO, qui consiste à promouvoir un mode de développement économique et social, basé sur la conservation et la valorisation des ressources locales ainsi que sur la participation citoyenne.

Les Réserves de biosphère qui sont proposées par les gouvernements nationaux, font donc l'objet d'une reconnaissance internationale tout en demeurant sous la juridiction souveraine des États dans lesquels elles sont situées. Les réserves de biosphère servent en quelques sortes de "laboratoires vivants" pour mettre au point la gestion intégrée des sols, de l'eau et de la biodiversité, et d'en démontrer les bénéfices. Chaque réserve de biosphère doit remplir trois fonctions complémentaires :

- une fonction de conservation, pour contribuer à la conservation des paysages, des écosystèmes, des espèces et des variations génétiques ;
- une fonction de développement, pour favoriser un développement économique et humain durable d'un point de vue socio-culturel et écologique ;
- une fonction logistique, pour fournir un soutien à la recherche, à la surveillance continue, à l'éducation et à l'échange d'information concernant les questions locales, nationales et mondiales de conservation et de développement.

L'un des principes de gestion des réserves de biosphère est donc celui de protection graduelle suivant un gradient décroissant de la périphérie vers le centre. C'est ainsi que les réserves de biosphère sont organisées en trois zones qui sont interdépendantes : l'aire centrale, la zone tampon et l'aire de transition (figure 96). Seule l'aire centrale nécessite une protection juridique renforcée et peut donc correspondre à une aire protégée déjà existante, par exemple un parc national. Sur le terrain, ce système de zonage est appliqué de multiples façons, afin de prendre en compte les spécificités géographiques, le cadre socio-culturel, les mesures de protection juridique disponibles ainsi que les contraintes locales. Cette souplesse permet des approches créatives, et c'est là l'un des points forts du concept de réserve de biosphère, qui permet d'intégrer des aires protégées à des cadres géographiques plus larges, le paysage ou le territoire.

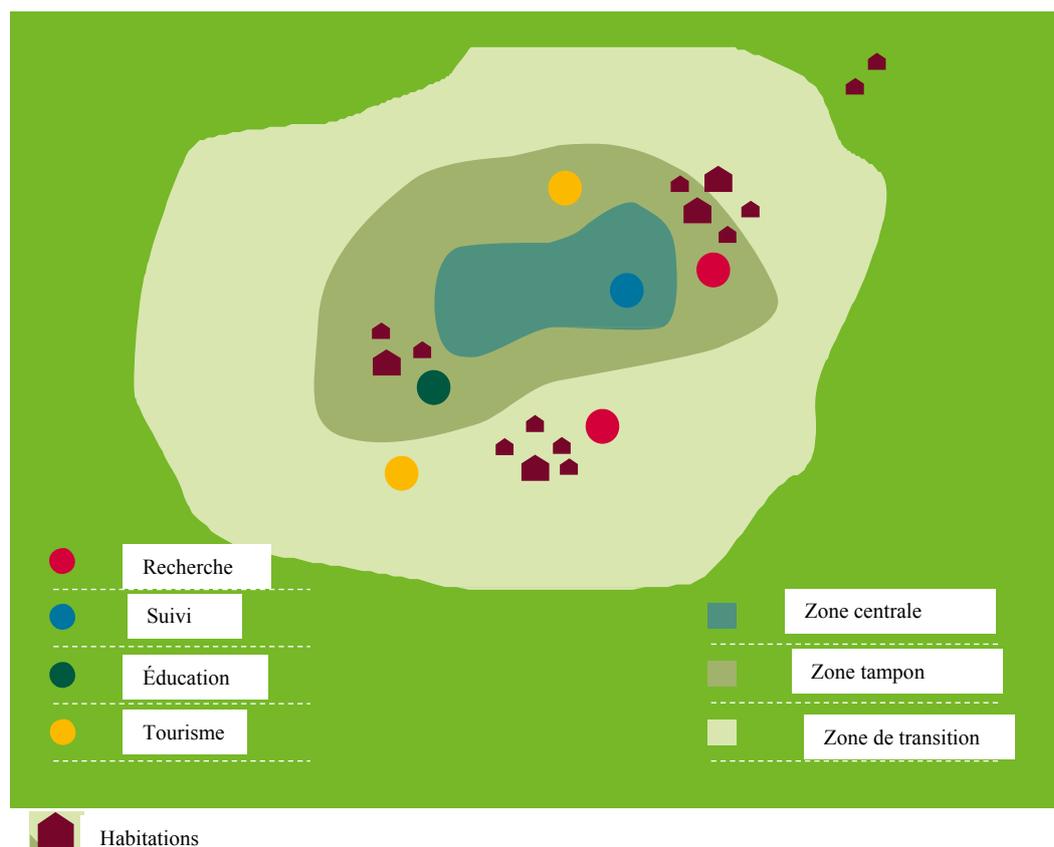


Figure 96 : Représentation schématique d'une Réserve de biosphère (adapté de GIZ/KFW, 2016)

La gestion d'une aire protégée selon les principes des Réserves de biosphère a donc plusieurs avantages : montre comment équilibrer conservation de la nature et développement économique ; assure des services écosystémiques tels que la fourniture d'eau ou le maintien d'un microclimat stable pour l'agriculture ; montre comment l'intervention de l'homme affecte les écosystèmes et les habitats et réciproquement. En outre, elles permettent d'associer diversité culturelle et diversité biologique dans l'intérêt de la nature et des populations, protègent la diversité culturelle en soutenant les formes locales et autochtones de production et de consommation, permettent d'établir un lien écologique entre les zones protégées d'un paysage et enfin, servent de laboratoire d'étude des écosystèmes et leur mode de fonctionnement dans un environnement protégé.

L'intérêt de la gestion du PNW et sa zone périphérique selon les principes des Réserves de biosphère a été démontrée, au regard des menaces auxquelles cette zone fait face et qui proviennent pour la plus part de la périphérie. Le cadre statutaire de la gestion des Réserves de biosphère stipule qu'un examen périodique doit avoir lieu tous les dix ans. Dans le cas où un site ayant reçu la désignation de Réserve de biosphère ne répond plus aux critères, dans un délai

raisonnable, il n'est plus considéré comme tel dans le Réseau mondial. Depuis sa désignation comme Réserve de biosphère, le Parc National de Waza n'a jamais fait l'objet de cet examen périodique. Il est à craindre, au regard du mode de gestion actuel du parc, qu'il soit retiré de la liste du Réseau mondial. C'est pour cela que nous proposons, sur la base des résultats de cette étude, des options d'aménagement adaptées pour répondre aux exigences du Programme MAB de l'UNESCO.

4.4.2. PROPOSITION DE ZONAGE DU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA PÉRIPHÉRIE

Le zonage convenu dans les années 1990 à la suite d'une entente entre les populations locales et les services de conservation est difficilement défendable aujourd'hui, car, la réalité est que les zones d'influence des populations riveraines vont jusqu'à 5 km à l'intérieur du parc à partir de sa limite. Ceci est favorisé par la présence de 17 villages situés à la limite même du parc. En plus, ce zonage ne respecte pas la nomenclature des Réserves de biosphère qui voudrait que la zone dite "périphérique" soit constituée d'une zone tampon jouxtant le parc et d'une zone de transition. Le zonage que nous proposons est donc basé sur un raisonnement scientifique, mais aussi sur la prise en compte des réalités socio-économiques. Ce zonage est composé comme suit :

- Une zone centrale qui est le cœur du parc, constituée d'une auréole dont la limite se situe à 5 km environ de la limite actuelle du parc conformément à son Décret de classement.
- Une zone tampon qui est constituée d'une bande de 5 km de part et d'autre de la limite actuelle du parc ; les activités humaines seront autorisées dans cette zone tant qu'elles ne menacent pas la zone centrale. Le plan d'aménagement du parc pourra définir de manière précise les types d'activités à être menées dans cette zone dans le respect de l'équilibre entre conservation de la nature et développement économique.
- La zone de transition située au-delà de la zone tampon et assurant la maîtrise des relations avec l'extérieur. Les contours et les limites de cette zone devront être définis sur la base des études approfondies, prenant en compte les couloirs de migrations des éléphants et des lions, les forêts communautaires situées au Sud et au Nord du Parc et les zones d'exploration minière.

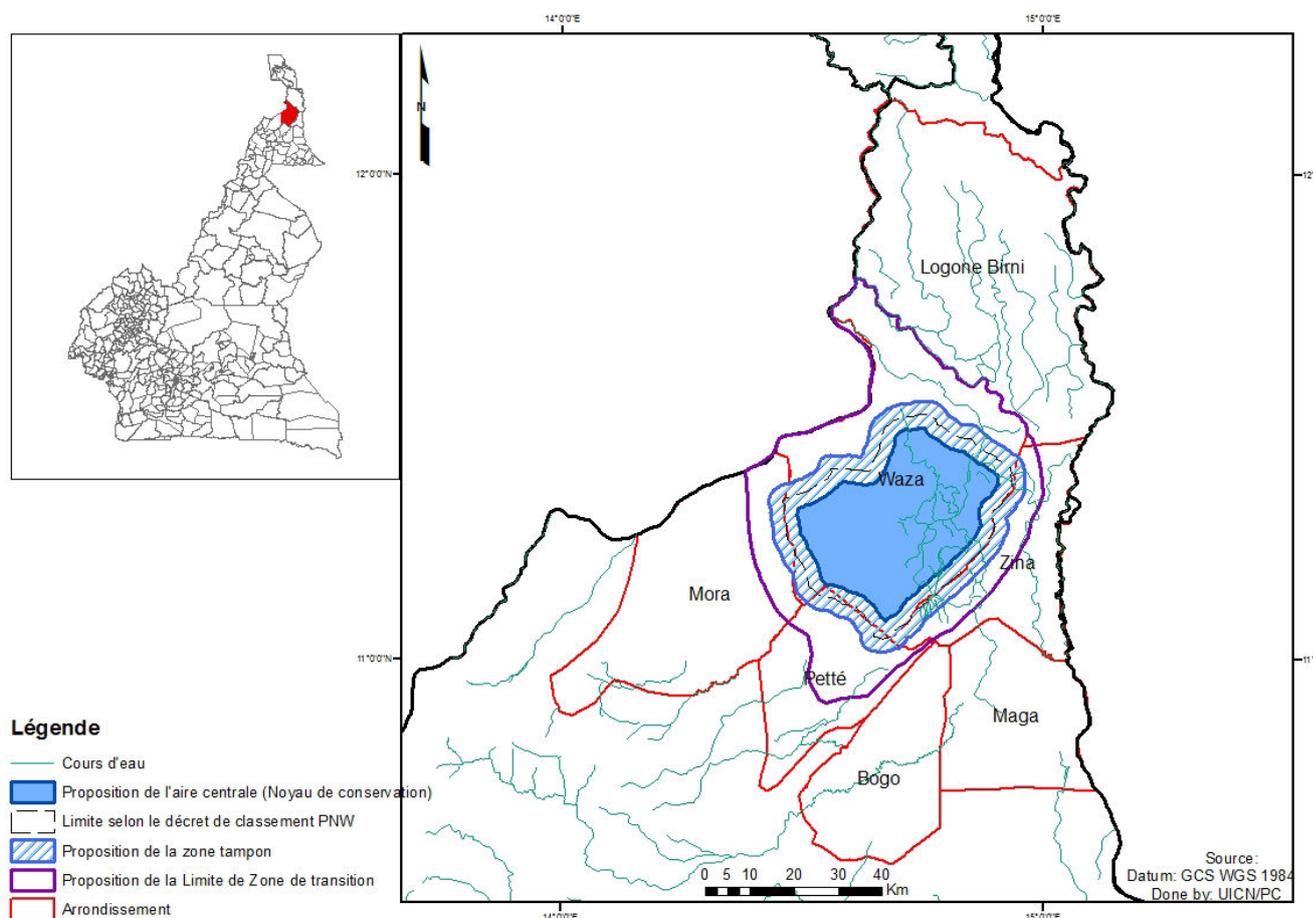


Figure 97 : Proposition de zonage du Parc National de Waza et sa zone périphérique

CONCLUSION

L'opportunité nous a été donnée dans ce chapitre de présenter les stratégies pour s'attaquer aux facteurs de la dégradation et disparition des ressources ligneuses. Le mécanisme REDD+, la restauration des terres et des espaces boisés, la gestion participative et l'écodéveloppement, ainsi que le zonage du PNW et sa périphérie ont été proposés.

Le mécanisme REDD+ est né de la Conférence des Parties de la CCNUCC depuis 2008. Ce concept a évolué dans les différentes Conférences des Parties jusqu'à être acté comme mécanisme de Réduction des Émissions résultant du Déboisement et de la Dégradation des forêts et le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et de l'accroissement des stocks de carbone forestier dans les pays en développement. L'idée de base de ce mécanisme REDD+ est originale car basée sur le principe selon lequel les pays reçoivent une rémunération

compensatoire s'ils réduisent les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts. C'est pour cela que le Cameroun s'y est engagé, et pour traduire cela dans les faits, a élaboré son Document de Préparation à la REDD+ (R-PP), adopté en début 2013. Dans ce document de référence, la REDD+ devrait couvrir toutes les zones écologiques, y compris la zone soudano-sahélienne ; le Parc National de Waza et sa zone périphérique se révèlent donc comme un espace idoine pour l'expérimentation de la REDD+ en cette zone écologique.

En se basant sur les facteurs de la dynamique identifiés, l'objectif principal d'un projet REDD+ au PNW et sa périphérie est de "réduire la perte et la dégradation des terres et des espaces boisés en vue de lutter contre les changements climatiques et améliorer les moyens d'existence des populations locales". Les leviers et priorités de ce projet sont focalisés dans les principaux secteurs suivants :

- le secteur agro-pastoral ;
- le secteur bois-énergie ;
- le secteur forestier ;
- le secteur faune sauvage et aires protégées ;
- l'aménagement de l'espace, du foncier et les législations.

Cette étude nous a permis de localiser géographiquement les zones où chaque activité doit être prioritairement déployée. Elle a aussi permis de mettre en pratique les concepts ZOA-REDD+ et ZOMO-REDD+ du R-PP du Cameroun. C'est ainsi que les unités paysagères du PNW et de sa zone périphérique (définies dans le cadre de la présente étude) sont logiquement considérées comme des ZOMO-REDD+, alors que le PNW tout entier et sa zone périphérique peuvent être considérés comme la ZOA-REDD+. Ceci est donc l'un des atouts car cette étude a permis de délimiter ces zones importantes pour le déploiement de la REDD+. Les autres atouts sont les suivants :

- le PNW est une aire protégée d'importance internationale, bénéficiant d'un statut de protection reconnu au niveau national et international ;
- il dispose d'un plan d'aménagement et d'un plan d'affaire, qui donnent des orientations stratégiques et opérationnelles pour toutes les actions d'aménagement de ce Parc ;
- le parc regorge encore un potentiel biologique important; c'est une zone de derniers refuges des espèces de faune et d'arbres emblématiques des savanes, une recolonisation des espaces dégradés est donc possible avec ce potentiel,

Cependant, de nombreux défis subsistent, parmi lesquels, celui de trouver des stratégies idoines pour faire face au dilemme entre exploitation et conservation, mettre en valeur les ressources d'un point de vue touristique et le défi sécuritaire.

Avant de réaliser le diagnostic territorial, il a fallu tout d'abord choisir et délimiter ce territoire de mise en œuvre de la REDD+ comme étant le Parc National de Waza et sa zone périphérique, d'une superficie estimée à 211 356 ha, et s'étendant sur les communes de Waza, Zina, Mora, Pétté, puis affleurant les communes de Logone Birni, de Bogo et de Maga.

Ce diagnostic nous a permis de définir un ensemble d'indicateurs ou variables clés pour caractériser la situation actuelle du territoire du PNW et sa périphérie dans les quatre domaines que sont : dynamique sociale, système productif, capital naturel et gouvernance. Ensuite l'analyse prospective a été réalisée en faisant d'abord par une analyse rétrospective, puis la définition des scénarios pour prédire les évolutions des variables ci-dessus cités selon les futurs possibles. L'horizon 2035 a été choisi pour l'analyse prospective et 2002 pour l'analyse rétrospective.

Les pressions et menaces actuelles et futures sont telles que si rien n'est fait (scénario 1) pour contenir ces menaces et inverser la tendance, on assistera aux migrations et à l'installation massives des populations à la périphérie du parc, avec pour conséquence la poursuite et même l'accélération du phénomène actuelle de dégradation des ressources naturelles et la perte du potentiel du parc. Si le développement et la mise en œuvre d'un projet REDD+ (scénario 2) est effectif, la conservation et la gestion durable des forêts seront au cœur des interventions prioritaires, pour permettre d'inverser cette tendance.

La restauration des espaces boisés et des terres a été proposée comme une seconde option d'aménagement du parc et sa zone périphérique au regard des atouts qu'elle offre : s'attaque aux problèmes de déforestation et de dégradation des forêts ; cherche à répondre aux besoins en accroissement des stocks de carbone ; améliore la capacité d'adaptation et la prise en compte du déclin de la biodiversité ; s'attaque de manière très pointue à la pression exercée sur les forêts existantes tout en offrant des sources alternatives de produits forestiers, en améliorant la fertilité des sols, en réduisant l'érosion. Les techniques à promouvoir dans ce cadre sont : la régénération

naturelle (assistée ou non), le reboisement, le sylvopastoralisme et l'agroforesterie. Parmi les systèmes agroforestiers adaptés à la zone figurent les parcs à *Faidherbia albida*. Il faut promouvoir ces systèmes en s'appuyant sur le peuplement existant pour susciter une régénération progressive avec une association à l'agriculture et/ou au pastoralisme.

Il est aussi proposé de promouvoir la régénération naturelle dans la zone forestière à travers la mise en défens et /ou le renforcement du contrôle forestier par les agents du MINFOF. Quant au sylvopastoralisme, il pourrait être développé essentiellement dans les zones où dominant la transhumance et le pastoralisme (au Sud et l'Est du parc). Il va ainsi permettre d'améliorer et maintenir la productivité des parcours à bétail, des zones de pâturages et de pacage des animaux, tout en évitant la tendance à la dégradation des terres et des espaces boisés dans ces zones.

Enfin, la restauration des terres et des espaces boisés, devrait s'inscrire dans une démarche structurée avec les étapes suivantes : la définition du problème et des objectifs en matière de restauration, l'identification participative des options prioritaires d'intervention, la cartographie des opportunités de restauration, les études de faisabilité de chaque option et la mobilisation des moyens et la mise en œuvre du programme de restauration. Cela permettra de s'aligner avec la démarche méthodologique mondialement reconnue et ainsi offrir une opportunité supplémentaire d'investissement dans cette zone à travers cette initiative mondiale.

Au regard de l'importance socio-économique de la zone périphérique du PNW ainsi que l'influence des facteurs anthropiques sur la dynamique des ressources ligneuses, la gestion participative et l'écodéveloppement ont été proposées comme une autre option d'aménagement. Le plan d'aménagement du parc a déjà prévu cette option dans ses priorités d'intervention, mais nous suggérons de le recentrer pour lui donner un place plus importante, la rendre plus à même de répondre aux besoins réels en matière de conservation – développement, et ainsi contribuer de manière plus efficace aux exigences des réserves de biosphère. Il pourrait prioritairement focalisé sur les axes suivants : agro-pastoralisme durable, écotourisme, promotion de l'entrepreneuriat écologique, éducation environnementale, dialogue et concertation multi-acteurs.

Enfin, pour davantage répondre aux exigences des principes de gestion des réserves de biosphère, tout en prenant en compte les réalités socio-économiques de la zone, une redéfinition

du zonage du parc et sa zone périphérique a été proposé. Ce zonage est constitué de : une zone centrale qui est le cœur du parc, une zone tampon (bande de 5 km de part et d'autre de la limite actuelle du parc) et une zone de transition située au-delà de la zone tampon (dont les contours et les limites méritent d'être délimités sur la base des études approfondies).

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

1. RAPPELS INTRODUCTIFS

Le Parc National de Waza et sa périphérie font partie d'un ensemble écologique, la plaine d'inondation de Waza Logone, située dans la région de l'Extrême-Nord du Cameroun. La connaissance de la biodiversité surtout végétale est à la base des aménagements nécessaires à la pour la conservation et la gestion durable des ressources ; or les dernières études botaniques de cette région datent de plus de quinze années et étaient jusqu'alors partielles. En outre, la conservation reste encore un défi majeur, surtout dans un contexte marqué par une forte pression anthropique et l'utilisation abusive et non contrôlée de la ressource ligneuse. D'où la nécessité de trouver des solutions nouvelles pour faire face à ces défis. Au Parc National de Waza et sa périphérie, le zonage n'a jamais été véritablement réalisé sur la base des études scientifiques d'envergure. Pourtant, c'est une réserve de biosphère qui doit être gérée de manière particulière sur la base d'un zonage graduel du centre vers la périphérie.

Au regard de cette problématique, la présente étude avait pour objectif principal d'analyser la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza et en tirer des enseignements pour améliorer la conservation et la gestion durable des ressources ligneuses de ce parc. De manière spécifique, l'étude visait à :

- caractériser la flore et la structure de la végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza ;
- caractériser la dynamique spatio-temporelle de la flore, de la végétation et de la biomasse ligneuse de la périphérie du Parc National de Waza ;
- identifier et analyser les facteurs qui influencent cette dynamique spatio-temporelle ;
- proposer des options d'aménagement, tenant compte des dynamiques en cours, pour une conservation et une gestion durable des ressources naturelles du parc.

Les hypothèses retenues pour ce travail étaient les suivantes :

- La zone périphérique du Parc National de Waza dispose d'une flore ligneuse encore relativement diversifiée et dense, malgré les menaces qui pèseraient sur elle, du fait de facteurs tant naturels qu'anthropiques. Cette flore ligneuse changerait de manière graduelle dans sa composition et sa structure de l'extérieur vers l'intérieur du parc. Également, les facteurs anthropiques agiraient suivant un gradient décroissant quand on va de l'extérieur vers l'intérieur du parc.
- Depuis une trentaine d'années, la superficie du couvert ligneux de la périphérie du PNW serait en constante diminution, et ces tendances pourraient conduire à une perte totale du potentiel de la flore et de la végétation ligneuse d'ici quelques décennies.
- Face à la dynamique régressive à laquelle fait face les ressources ligneuses, le mécanisme REDD+ apparaît comme une option d'aménagement pour inverser cette tendance et assurer la gestion durable du PNW et sa périphérie.
- Le zonage actuel du parc n'est pas fondé sur des données scientifiquement éprouvées. En conséquence, il est peu fiable et porteur de germes conflictuels. Une révision du zonage, sur la base des données scientifiques et de l'étendue des zones d'influence réelle des populations, peut aider à une gestion durable.

Tout au long de ce travail, nous nous sommes attelé à vérifier les hypothèses retenues par une combinaison des approches botaniques et géographiques. C'est ainsi qu'a été associé aux méthodes classiques de mesure de la richesse et de la diversité floristique, la dimension spatialisée et évolutive, ainsi que la dimension paysage, en s'appuyant sur la théorie Géosystème – Territoire – Paysage basée sur deux principales entrées : une entrée « naturaliste » ou « écologique » caractérisée par les études sur la flore et la végétation et une entrée par le complexe « territoire-paysage » qui analyse l'environnement sur le regard des hommes. Il s'est agi de montrer comment utiliser les résultats obtenus des méthodes classiques de mesure de la biodiversité en botanique (inventaires, mesures dendrométriques des ligneux, calcul des différents indices et paramètres de caractérisation de la flore et de la végétation, etc.) pour les rapporter à des unités paysagères, de façon à cartographier et visualiser l'essentiel des dynamiques spatiales et temporelles de la biodiversité et les mettre en relation avec les dynamiques socio-économiques et naturelles.

Pour les approches botaniques, la méthodologie utilisée est celle des inventaires, notamment avec les transects. Les lignes de base des transects ont été disposées parallèlement et espacées par une équidistance de 4 km. Elles partent de la périphérie, traversent la limite et parcourent également l'intérieur du Parc sans dépasser la limite de la zone d'étude. Un total de 23 transects ont été parcourus lors de ces inventaires. Les paramètres étudiés pour chaque arbre / arbustes inventorié sont : le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) soit à 1,3 m du sol, sa position par rapport à la médiane, sa position par rapport à l'origine du layon, le nom latin de l'espèce. La majorité des espèces a été identifiée sur le site avec l'aide des prospecteurs, et le manuel de dendrologie des savanes boisées a permis de connaître les noms scientifiques des espèces. Dans certains cas des photos numériques ont été utilisées et des noms locaux ont permis d'avoir les noms scientifiques auprès des personnes ressources et de la documentation existante.

La méthode d'étude de la dynamique spatiale a consisté à subdiviser les transects en deux sections intérieure et extérieure du parc, puis à procéder à l'analyse des paramètres de caractérisation de la flore et de la végétation ligneuse pour chaque section prise séparément pour en déduire les changements spatiaux de ces deux sections. Ensuite, les transects ont été subdivisés en segments de 500 m pour y répertorier les individus présents, puis la fonction "graphique et courbe" a été utilisée dans Excel pour la représentation de la position des individus sur un plan ayant pour abscisses la longueur des transects et pour ordonnées le nombre d'individus.

Nous avons également procédé à la spatialisation des données d'inventaires à l'aide du logiciel Microsoft paint pour représenter les ligneux le long des transects sous forme de bâtonnets de longueur égale et dont la couleur représente une espèce précise et la largeur, le nombre d'individus de cette espèce.

L'analyse diachronique a été utilisée pour étudier la dynamique temporelle. Les images analysées sont issues des capteurs du satellite Landsat et ont été traitées en trois phases : une phase de prétraitement, une phase de classification et une phase de post-classification. Lors de la phase de prétraitement, les images subissent une correction atmosphérique nécessaire pour la suite du travail. Lors de la phase de classification, six grandes classes ont été retenues : la savane herbeuse, la savane arbustive, la savane arborée, les sols nus, les zones de cultures et les bancs de sable. Les images classifiées ont été ensuite importées dans QGIS et dans ArcGIS pour une

analyse en profondeur des signatures spectrales lors de la phase post-classification. Un rapport statistique sur l'image et le rendu final ont été générés sur ArcGIS montrant la dynamique du couvert végétal.

Les méthodes d'étude des moteurs de la dynamique de la flore et de la végétation ligneuse étaient : les investigations socio-économiques, le diagnostic et la prospective du territoire, l'approche DSPIR, la revue documentaire. Les enquêtes socio-économiques ont été réalisées dans neuf villages (sur les 17 villages riverains, soit 53 % des villages riverains) de la zone périphérique du Parc National de Waza. Ces villages ont été choisis parmi les plus proches du parc. Dans chaque village, 8 ménages ont été concernés par les enquêtes (soit 72 ménages au total). Le choix des ménages a pris en compte la représentativité des groupes ethniques et des différents groupes d'utilisateurs des ressources. Pour faciliter l'identification des familles interrogées et le traitement des données, un code représenté par une ou deux lettres du nom du village et les chiffres correspondant aux numéros attribués aux ménages a été affecté à chaque village. Dans le village, l'équipe d'enquête se référait auprès du Chef de village pour avoir les différentes tribus et les différentes activités des populations. C'est à partir des données du Chef qu'étaient choisies les huit familles interrogées par village à travers la méthode d'enquête dite «interview semi-structurée ».

Ces enquêtes ont été complétées par : des entretiens avec des acteurs intervenant dans le secteur de la conservation et du développement ; des observations directes sur le milieu naturel et sur le mode de vie des populations ; la consultation des documents et publications de références, etc. L'exercice a aussi consisté à analyser l'impact de ces éléments socio-économiques sur la flore et la végétation ligneuse et sa dynamique spatio-temporelle, avec notamment le calcul et l'analyse de la densité du bétail.

Le diagnostic du territoire a été réalisé par la méthode « carré magique » après avoir fixé l'échelle géographique (PNW et périphérie). Ainsi, les quatre éléments suivants ont été déroulés : l'analyse des données quantitatives et bibliographiques ; l'analyse du territoire *in situ* ; les entretiens formels avec des responsables locaux ; l'analyse de la gouvernance territoriale. La collecte des données était effectuée avec un guide d'entretien auprès des "focus groups" pour recueillir l'ensemble des informations sur les aspects socioculturels, le capital naturel, les aspects

de gouvernance et le système productif. Ce diagnostic a donc permis d'avoir une meilleure compréhension du territoire au moment où se réalisait ce diagnostic (2013-2014).

L'approche DSPIR (forces motrices– pressions – état– impacts – réactions) a permis d'approfondir l'analyse des différents moteurs de changement, sur la base d'un ensemble d'indicateurs identifiés pour chaque facteur ou type de facteur afin de servir pour mieux appréhender de manière qualitative et quantitative le statut et les perspectives de chaque moteur.

Aussi, les équations allométriques de Chave *et al.* (2005 et 2014) ont été utilisées pour calculer le stock de carbone dans chaque unité paysagère ; cela nous a permis de tester l'applicabilité de ces équations et leur efficacité dans la zone soudano-sahélienne. Enfin, pour l'analyse des options d'aménagement du PNW et sa périphérie, la revue documentaire a été utilisée, suivi d'une analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces, notamment pour le mécanisme REDD+. Sur la base du diagnostic territorial, un exercice de la prospective a été réalisé, en commençant par une analyse rétrospective (une dizaine d'années avant) et par une analyse des futurs possibles sur la base des différents scénarios (sans ou avec le mécanisme REDD+).

Avec les données et connaissances du milieu, et plus particulièrement l'occupation des sols, l'hydrographie, les caractéristiques des sols et la physionomie de la végétation, la zone d'étude a été découpée en trois unités paysagères qui étaient parmi les socles de notre travail : la savane herbeuse, la savane arbustive et la savane arborée. Pour être plus efficace, nous avons circonscrit la « zone périphérique », sur la base des facteurs historiques de ce site, de son statut au niveau national et international et de certaines réalités socio-économiques. Cette zone était donc constituée de la bande située à 5 km de part et d'autre de la limite du parc.

2. PRINCIPAUX RESULTATS

2.1. FLORE LIGNEUSE, VÉGÉTATION LIGNEUSE ET PAYSAGES : PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

2.1.1. Richesse, diversité et densité des taxons

Les résultats présentés dans cette étude montrent un potentiel important de la flore ligneuse qui reste relativement diversifiée, malgré les pressions auxquelles elle fait face. Cette étude a permis d'améliorer la connaissance de la flore et de la végétation de la ressource ligneuse. Au total 52 espèces ligneuses sont présentes dans la zone périphérique du PNW. Les plus abondantes de ces espèces sont : *Acacia seyal*, *Guiera senegalensis*, *Combretum molle* et *Balanites aegyptiaca* avec respectivement 36,02%, 17,97%, 9,18% et 8,24% d'individus sur le nombre total d'individus inventoriés. Cinq espèces inventoriées ont seulement un pied dans toute la zone d'étude. Il s'agit de : *Kigelia africana*, *Adansonia digitata*, *Khaya senegalensis*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*. Les espèces les plus dominantes sont *Acacia seyal*, *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea* avec comme valeur de la dominance relative respectivement 28,85%, 18,67%, 13,06% et 11,50%. Les espèces les moins dominantes sont *Sterculia setigera*, *Vitellaria paradoxa*, *Vitex doniana*, *Moringa oleifera*, *Daniellia oliveri* et *Entada africana*; elles ont moins de 0,004% comme valeur de la dominance relative.

Les valeurs des indices de biodiversité (indice de Shannon, équitabilité de Piélou, indice de Simpson) varient selon les transects et les unités paysagères. Au niveau des transects, l'Indice de Shannon varie entre 0,26 à 3,54 bits, alors que l'équitabilité de Piélou varie de 0,08 à 1. Pour l'ensemble de la zone l'Indice de Shannon est de 3,80 bits/individu. Cet indice est élevé, ce qui traduit une faible organisation du peuplement dans l'ensemble de la zone étudiée. L'Équitabilité de Piélou de l'ensemble de la zone étudiée est de 0,26 bits/individu, alors que l'Indice de Simpson est de 0,13 pour l'ensemble de la zone étudiée.

La savane arborée est l'unité paysagère la plus diversifiée (36 espèces présentes) que la savane herbeuse (34 espèces présentes) et la zone arbustive (29 espèces présentes). L'Indice de Shannon est plus faible dans la zone inondable et la zone arbustive (respectivement 1,47 et 1,26)

et plus élevée dans la savane arborée. Les valeurs de l'Équitabilité de Pielou sont beaucoup plus proches de 0 dans la zone inondable et arbustive.

Les valeurs des indices de diversité et du nombre d'espèces par unité paysagère montrent que la diversité biologique est plus importante dans la zone arborée du parc. Les perturbations, bien que visibles dans cette zone, ont une influence dont l'ampleur est moins élevée que dans les autres unités paysagères. D'autre part, la valeur moyenne totale des indices de biodiversité montre que la périphérie extérieure du parc (environ 5 km après la limite du parc) est plus diversifiée que la périphérie intérieure. En effet, certaines essences (surtout celles en voie de disparition) se retrouvent conservées dans les terroirs villageois, à cause de leur importance socio-économique et écologique. C'est le cas de : *Albizia coriaria*, *Daniellia oliveri*, *Ficus ingens*, *Ficus sycomorus*, *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana*, *Moringa oleifera*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*. Cette situation contredit en partie notre première hypothèse de recherche qui prédisait un changement progressif dans la composition de la flore ligneuse et la structure de la végétation de l'extérieur vers l'intérieur du parc. Le droit de propriété des ménages sur les espèces ligneuses entraîne une meilleure protection et gestion durable de ces espèces, surtout lorsqu'elles ont une importance socio-économique. En fait le parc est un bien public et les opérations de contrôle sont peu fréquentes et peu efficaces. En plus, la faible implication des populations locales renforce le sentiment de rejet et d'exclusion au sein de populations ; ce qui accentue le faible intérêt de ces populations pour la conservation et la gestion durable des ressources de ce parc.

En ce qui concerne la diversité générique, elle est plus élevée dans la zone arbustive que dans la zone arborée du Parc et dans les plaines inondables. Le Quotient Spécifique quant à lui est beaucoup plus proche de 1 dans la zone arbustive et arborée que dans la zone inondable ; ce qui confirme que la végétation est beaucoup plus stable et plus ancienne dans les zones arborées et arbustives que dans les plaines inondables. En revanche, la valeur des QS à l'intérieur est plus proche de 1 que le QS de l'extérieur du parc; cela confirme aussi le fait que la végétation de l'intérieur du parc est plus stable que l'extérieur. Les menaces sur la végétation sont donc plus présentes à l'extérieur du Parc.

Pour ce qui est de la diversité des familles, celle des Fabaceae est la plus représentée, avec plus de 11 278 individus, soit plus de 45% du nombre total d'individus, suivi des Combretaceae

représentées à 36% et des Zygophyllaceae avec plus de 8% des individus. Les familles les moins représentées sont les Sapotaceae, les Moringaceae et les Verbenaceae. Les familles les plus dominantes sont les Fabaceae, les Combretaceae, les Zygophyllaceae et les Anacardiaceae, avec comme valeurs de la dominance relative 38,45%, 28,93%, 13,06% et 11,80% respectivement. Les familles les moins dominantes sont les Sapotaceae, les Verbenaceae et les Moringaceae avec moins de 0,003% de valeurs de dominance relative.

Les densités absolues à l'hectare varient de 0,3 individus / ha à 123 individus / ha. Les densités absolues sont globalement plus faibles dans les transects entièrement localisés dans l'Unité Paysagère 1 et plus élevées dans l'Unité Paysagère 3 (savane arborée). D'une manière générale, la densité absolue moyenne est faible (38 individus / ha sur tout le site). Dans la zone forestière celle-ci est de 81 individus / ha tandis qu'elle est de 32 individus / ha dans la zone arbustive et de 14 individus / ha dans la zone inondable.

Les valeurs de la diversité des genres et de la densité absolue à l'intérieur et l'extérieur du parc confirment en partie notre première hypothèse de recherche. Les perturbations d'origine anthropique sont plus fortes à l'extérieur du parc qu'à l'intérieur. Ce qui explique la différence observée sur les aspects quantitatifs de la biodiversité. Les incursions illégales dans le parc ont pour conséquence une plus grande compétition sur les espèces de valeur et en voie de disparition. Cette action humaine, bien qu'illégale aurait aussi des aspects positifs en ce sens qu'elle favoriserait la dissémination de ces espèces en voie de disparition et ceci de l'intérieur vers l'extérieur du parc.

La structure diamétrique des espèces ayant plus de 20 individus montre trois types de structures : une structure exponentielle, une structure en cloche et une structure erratique. La structure en forme de cloche (extérieur du parc, zone inondable et savanes arbustives) est le signe d'une population qui a des problèmes de régénération. Par contre, la structure exponentielle décroissante (intérieur du parc, savane arborée) représente une population d'espèces qui se régénère régulièrement, c'est-à-dire caractérisée par un plus grand nombre de petits arbres que de grands arbres, et une réduction progressive du nombre d'arbres dans les classes supérieures de diamètre. Un certain nombre d'espèces ont été considérées comme structurantes car assurant sa pérennité dans les peuplements. Il s'agit de : *Combretum aculeatum*, *Pterocarpus lucens*,

Piliostigma thonningii, *Annona senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Guiera senegalensis*, *Terminalia laxiflora*, *Hymenocardia acida*.

2.1.2. Dynamiques présentes

L'étude a permis de distinguer deux types de dynamiques : la dynamique spatiale et la dynamique temporelle. En ce qui concerne la dynamique spatiale, trois faits majeurs ont été identifiés.

- Les espèces à distribution rare sont plus présentes à l'extérieur du Parc et plus particulièrement dans les terroirs villageois et jardins de case, où les populations protègent les rares individus restant, compte tenu de leur importance socioéconomique et culturelle.
- Comme conséquence, la diversité biologique (aspect qualitatif de la flore) est plus importante à l'extérieur du parc.
- La répartition des espèces est fonction du gradient de pression anthropique. Plus la pression anthropique est forte, moins le nombre d'individus est élevé. Le gradient de pression anthropique est normalement décroissant de l'extérieur vers l'intérieur du parc avec comme hypo-centre la limite du Parc. Mais certains facteurs comme l'insuffisance des contrôles et la forte capacité de charge du bétail à la périphérie peuvent occasionner des incursions dans le parc et la conséquence peut être l'inversion de ce gradient.

En ce qui concerne la dynamique temporelle, le Parc national de Waza et sa périphérie perdent le couvert végétal sur une moyenne de 478 ha de superficie chaque année depuis 1987. À ce rythme et avec la tendance sans cesse croissance des pressions, la totalité du couvert végétal du Parc National de Waza et sa périphérie est sérieusement menacée. Cependant, cette dynamique n'est pas uniforme d'une période à l'autre, ni d'un type d'occupation des sols à l'autre. Beaucoup de faits marquants d'une année ou d'une période peuvent influencer ces dynamiques dans un sens comme dans l'autre. Par exemple, la présence d'un programme de restauration, des épisodes ponctuels de sécheresse, d'inondation, de faibles ou de fortes précipitations, etc. sont autant de facteurs qui ont suscité certains changements entre les périodes. Ce constat est en droite ligne avec "l'approche dynamique des milieux" de Leciak, et, la situation en terme de caractéristique de la flore et de végétation, ainsi que des types d'occupation des sols

à un moment donné n'est que le résultat d'interactions écologiques avec les sociétés pendant une période de temps plus ou moins longue.

2.1.3. Biomasse et productivité des unités paysagères

Les estimations de la biomasse épigée de la flore ligneuse donnent des valeurs suivantes (avec l'équation de Chave *et al.* (2005)) : 0,393 t/ha pour la zone inondable ; 0,850 t/ha pour la savane arbustive et 3,217 t/ha pour la savane arborée. La productivité est donc plus grande dans la zone arborée qui est par ailleurs plus diversifiée en espèces ; ceci confirme la "théorie des niches", selon laquelle la productivité des écosystèmes et la stabilité de la production de biomasse augmente avec le nombre d'espèces. Avec les résultats de cette étude, nous pouvons affirmer, comme d'ailleurs les auteurs tels que Lefèvre (2012), que la production de biomasse sur une parcelle augmente quand la biodiversité est plus importante ; il existe un effet de complémentarité entre espèce et c'est aussi pour cela que le rendement des systèmes diversifiés est bien plus élevé que celui des monocultures. Il est donc facile de conclure que la biodiversité est nécessaire à un fonctionnement normal de la nature.

Notre étude a montré que 5 espèces ont un seul pied dans toute la zone d'échantillonnage et 4 espèces ont seulement deux pieds ; le risque d'extinction de ces espèces à distribution très rare est grand. Si rien n'est fait pour sauver ces espèces, elles pourraient disparaître et ainsi réduire davantage les potentialités biologiques et donc la productivité de ce site. Cependant, il n'est pas encore trop tard pour agir et préserver la biodiversité, mais cela exige des actions énergiques et soutenues de conservation et gestion durable.

2.1.4. Les Paysages : compréhension et caractéristiques dans le contexte de notre étude

Notre étude nous permet de relever que la compréhension du concept « paysage » dépend de l'auteur ou de l'utilisateur du concept, au regard des considérations pluridisciplinaires auxquels ce concept fait appel. Cependant, tous s'accordent sur le fait qu'il est la matérialisation du lien qui unit la nature à l'Homme au travers des modes de vie, des pratiques agricoles ou rituelles ainsi que du lien entre les disciplines travaillant sur les milieux naturels ou de celles traitant des sociétés. Le paysage peut être considéré comme le résultat, à un moment donné, de l'utilisation de l'espace et de la gestion des ressources faites par une population, comme l'affirme

également Monnier (1981) cité par Oszwald (2005). Cette gestion est effectuée en fonction des données physiques du milieu, des représentations que la société se fait de celui-ci, de ses valeurs culturelles et sociales et de son histoire politique et/ou économique. Le paysage agit comme un indicateur du temps, mais aussi comme un indicateur des pratiques anthropiques à un instant donné.

Cette étude révèle que le paysage peut être aussi un assemblage d'unités paysagères plus ou moins homogènes, en constantes interactions entre elles par le biais des dynamiques dues au milieu et/ou aux activités anthropiques. C'est ainsi que nous avons pu définir les unités paysagères de notre site, entités spatiales présentant une certaine homogénéité biophysique, et ceci nous a permis de mieux comprendre et appréhender les interactions qui se produisent à l'échelle de ces unités.

L'étude montre aussi que nous avons à faire à un paysage de type soudano-sahélien à *Acacia seyal*. Les autres espèces les plus abondantes sont *Guiera senegalensis* et *Combretum molle*. L'espèce *Balanites aegyptiaca* ne vient qu'en 4^{ème} position des espèces les plus abondantes, alors que dans la littérature existante, elle vient en 2^{ème} position. On peut distinguer trois variantes de cette physionomie végétale :

- le sous-type "très dégradé" ;
- le sous –type "dégradé" ;
- le sous – type "moyennement dégradé".

Le tableau 38 présente les différents sous-types de paysages dans le type soudano-sahélien à *Acacia seyal* et leurs caractéristiques floristiques et physionomiques.

Tableau 38 : Sous types de paysages présents dans notre zone d'étude et leurs caractéristiques floristiques et physiologiques

Caractéristiques	Savane sèche soudano-sahélienne à <i>Acacia seyal</i>	Très dégradés	Dégradés	Moyennement dégradés
Nombre d'espèces	52	34	29	36
Espèces abondantes	<i>Acacia seyal</i>	<i>Acacia seyal</i>	<i>Acacia seyal</i>	<i>Acacia seyal</i>
Espèces dominantes	<i>Acacia seyal</i>	<i>Acacia seyal</i>	<i>Acacia seyal</i>	<i>Acacia seyal</i>
Indices de diversité				
• Indice de Shannon	3,80	1,47	1,26	2,89
• Equitabilité de Piélou	0,26	0,12	0,11	0,21
• Indice de Simpson	0,13	0,65	0,55	0,13
Densité absolue moyenne	38 individus / ha	14 individus / ha	32 individus / ha	81 individus / ha
Genres dominants	Acacias	Acacias	Acacias	Acacias
Familles dominantes	Fabaceae	Fabaceae	Fabaceae	Fabaceae
Biomasse	1,327 t/ha	0,377 t/ha	0,818 t/ha	3,285t/ha

2.2. MOTEURS DE CHANGEMENT DE LA FLORE ET DE LA VÉGÉTATION

Les moteurs de changements de la flore et végétation ligneuse au niveau du PNW et sa zone périphérique sont complexes et agissent de manière directe ou indirecte, avec de multiples interactions et effets synergétiques. Ces moteurs, ou encore facteurs, ou causes peuvent être rassemblés en 4 groupes : les facteurs anthropiques, les facteurs naturels, les facteurs bioécologiques et les facteurs politiques et institutionnels. Parmi les facteurs anthropiques figure la croissance démographique. En 10 ans, la population de la région a augmenté d'environ 30% ; d'ici 2035, cette population aura doublé par rapport à la situation de 2005. À ceci, il faut ajouter la population des réfugiés et déplacés internes. Ces tendances démographiques, amplifiées par l'afflux des réfugiés et des déplacés suite aux attaques des groupes terroristes et aux inondations crée des besoins nouveaux en matière d'habitation, d'alimentation et d'approvisionnement énergétique (principalement en bois de chauffe) qui ne seront satisfaits qu'en accroissant la pression sur les zones forestières et le Parc.

Les systèmes de production agro-pastorale sont aussi parmi les facteurs anthropiques. En effet, la zone a un grand potentiel de production agricole, mais les pratiques utilisées, les conflits avec les autres utilisateurs, la pression démographique, etc. accentue la dégradation du couvert végétal ligneux. L'agriculture y est caractérisé par des systèmes de subsistance traditionnels à faible niveau d'intrants et de production, et il existe d'énormes écarts entre les rendements réels et potentiels ; ce qui accroît l'itinérance et la recherche quotidienne de nouvelles terres plus productives aux dépens des espaces occupées par les forêts.

Pour ce qui concerne l'élevage, la capacité de charge est largement dépassée et cet élevage est souvent pratiqué souvent un mode extensif, source de conflits entre les agriculteurs, les éleveurs et les pêcheurs, et aussi de dégradation du couvert végétal ligneux dans et aux alentours des pistes de transhumance, des zones de pâturage et des parcs à bétail. La forte charge du bétail, le séjour plus prolongé des transhumants dans la zone (à cause de l'insécurité) et le mode le plus souvent extensif a pour conséquences, une extension de la surface consacrée aux pâturages et autres ressources pastorales, et ceci le plus souvent aux dépens du couvert forestier. L'utilisation des feux de brousse dégradent aussi la végétation, provoquant de grandes répercussions sur l'habitat de la faune. En conséquence, on note une perturbation de la structure de la végétation

des espèces telles que *Stereospermum kunthianum* et *Balanites aegyptiaca* exploitées dans le cadre de l'élevage.

La pêche quant à elle influence de manière indirecte dans le cadre de la coupe du bois pour le fumage de poisson, et aussi l'utilisation de certaines pratiques comme les canaux de pêche qui favorisent le retrait rapide des eaux d'inondation avec des conséquences sur la régénération de la flore ligneuse.

La présente étude a montré que les ressources ligneuses rendent un certain nombre de biens et services à l'homme dans la zone d'étude. L'exploitation et la vente du bois de chauffe constituent la 3^{ème} source de revenu après l'agriculture et l'élevage. Favorisée par la croissance démographique et la forte demande des centres urbains, cette activité a un impact négatif sur le couvert ligneux et perturbe la structure de la végétation. Cela se confirme sur la structure des classes de diamètre de ces espèces qui ont généralement une forme en cloche, signe des difficultés dans la régénération de celles-ci. Il en est de même des espèces qui sont exploitées pour la construction des cases traditionnelles et des haies mortes.

Le couvert ligneux rend beaucoup d'autres services aux populations ; malheureusement le rythme d'exploitation, auquel s'ajoute les facteurs démographiques contribuent à la perturbation de la structure de la végétation et la dégradation de ce couvert ligneux. Une estimation de l'impact des activités telles que l'agriculture, l'exploitation de bois pour les haies, le chauffage et la construction des cases donnent une moyenne d'au moins 33 000 individus de ligneux coupés chaque année dans et à la périphérie du Parc.

Parmi les facteurs naturels qui influencent la dynamique des ressources ligneuses figurent : le changement climatique, la pédologie et l'hydrologie. Le bassin du lac Tchad tout entier connaît un épisode de sécheresse commencé au début des années 1970. Les changements subis par le climat, se sont marqués par une diminution de la pluviosité et une augmentation des températures ; ce qui se traduit par une baisse des ressources en eau et par la dégradation naturelle de la couverture végétale dans toute la région y compris le PNW et sa zone périphérique.

En ce qui concerne la pédologie et l'hydrologie, la présente étude montre une différence dans la composition et la répartition spatiale de la flore en fonction des unités paysagères. Dans la zone forestière (dominée par les sols ferrugineux), il existe 36 espèces. Au niveau de la zone arbustive (dominée par les sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses), le nombre d'espèces est de 29 ; alors que pour la plaine inondable (dominée par les sols vertiques ou sols hydromorphes et mosaïques des plaines argileuses fluvio-lacustres), le nombre d'espèces est de 34. En revanche, les mouvements de submersion – décrue des eaux d'inondation déterminent aussi la composition et la distribution spatiale de la flore ligneuse. Dans les zones inondées sur une longue période, seules les espèces capables de supporter l'engorgement en eau pendant de longues semaines peuvent y survivre. Par contre dans les zones non inondées permanemment, l'abondance et la durée des eaux et des inondations va favoriser le processus de régénération de la flore ligneuse.

La mortalité, la régénération naturelle, le braconnage, les feux de brousse et la dégradation des terres sont les facteurs bioécologiques qui influencent la dynamique du couvert végétal ligneux. L'étude a constaté que la mortalité naturelle chez certains individus constituait un facteur de sa distribution et de sa dynamique. *Acacia seyal* par exemple est l'espèce la plus touchée par la mort naturelle ; c'est ce qui explique sa structure diamétrique en cloche. La mortalité naturelle est plus importante dans la zone forestière (68% des individus concernés), que dans la zone inondable (32% du total des individus concernés) ; aucune mortalité n'est enregistrée dans la zone arbustive.

Le taux de régénération couplé à la mortalité peuvent expliquer la faible densité et biodiversité dans la savane herbeuse ; car le taux de mortalité y est élevé et le taux de régénération faible (2,37%). La faible régénération du couvert végétal dans la zone inondable peut être aussi la conséquence des autres facteurs du milieu comme le niveau pluviométrique déficitaire et irrégulier, la concentration excessive du cheptel, l'agriculture de décrue, l'exploitation et la coupe systématique des espèces ligneuses, le retrait rapide des eaux d'inondation, le pastoralisme et la transhumance, etc. Les feux de brousse sont souvent associés au braconnage, à l'agriculture et à l'élevage. Ces feux sont surtout pratiqués en saison sèche et détruisent des grandes surfaces de terres boisées. Ils contribuent à la réduction du couvert végétal en général et à la destruction des ressources ligneuses en particulier. Le braconnage quant à lui

provoque un disfonctionnement de l'écosystème forestier, non seulement en impactant sur la dissémination et la pollinisation, mais aussi à travers la coupe du bois pour boucaner le gibier.

La dégradation des terres est un phénomène naturel dans la zone au regard de sa proximité avec ma zone désertique. C'est la raison pour laquelle la zone est considérée comme zone prioritaire de la lutte contre la désertification au Cameroun. Cependant, ce phénomène est amplifié par les facteurs anthropiques. L'analyse des images satellitaires montrent que la superficie des sols nus est passée 13 012 ha (en 1987) à 22 254 (en 2016), soit une moyenne 319 ha de terres dégradées par an.

Les facteurs politiques et institutionnels influent de manière indirecte la dynamique de la flore et végétation ligneuse. Le mode de gouvernance du territoire et des ressources, l'insécurité, les faiblesses dans l'aménagement du territoire, etc. ont été décrits dans ce chapitre comme faisant partie des facteurs de dégradation du couvert végétal.

Les facteurs qui influencent le couvert végétal sont donc nombreux et contribuent pour la plus part à une dynamique régressive que ce soit sur le plan quantitatif (nombre d'individus, densité par ha) que sur le plan qualitatif (diversité biologique). Un indicateur de cet impact est le nombre d'arbres et d'arbustes coupés dans le cadre des différentes activités humaines ; ce nombre est d'environ 33 000 pieds (en 2002) soit une quantité plus grande que le nombre total d'arbres et arbustes comptés sur notre site d'étude (24 576 pieds). D'autres chiffres sont révélateurs de l'ampleur du phénomène de dégradation et perte du couvert végétal et des sols : 478 ha de forêts (arborées et arbustives) perdues et 319 ha de terres dégradées chaque année. Au regard de l'ampleur de ce phénomène, il a été nécessaire d'identifier et analyser des stratégies pour faire face aux menaces auxquelles le parc et sa zone périphérique font face.

2.3. QUELLES STRATÉGIES POUR UNE MEILLEURE GESTION DU PNW ET SA PÉRIPHÉRIE ?

Compte tenu de la nécessité d'assurer une survie immédiate et future pour les ressources du parc et de sa zone périphérique et l'amélioration des moyens d'existence des populations locales, il importe de mettre en place des stratégies pour une meilleure conservation et gestion durable du PNW et sa zone périphérique. Cette étude en a proposé quatre : le mécanisme REDD+ ; la restauration des terres et des espaces boisés ; la gestion participative et

l'écodéveloppement ; le zonage du PNW et sa périphérie. Les critères de choix de ces options stratégiques sont : (i) ce sont des mécanismes nouveaux et pouvant potentiellement apporter une valeur ajoutée à ce qui se fait déjà en terme d'aménagement ; (ii) elles ne sont pas ou sont très peu pris en compte dans les stratégies de conservation actuellement ; (iii) elles permettent d'innover et en même temps de répondre aux exigences actuelles de conservation et gestion durable au niveau national et international.

Le mécanisme REDD+ est né de la Conférence des Parties de la CCNUCC depuis 2008. L'idée originelle de ce mécanisme REDD+ est basée sur le principe selon lequel les pays reçoivent une rémunération compensatoire s'ils réduisent les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts. Le Cameroun s'y est engagé et a dans la même lancée élaboré son Document de Préparation à la REDD+ (R-PP). Dans ce document de référence, la REDD+ devrait couvrir toutes les zones écologiques, y compris la zone soudano-sahélienne à laquelle appartiennent le Parc National de Waza et sa zone périphérique. La particularité du mécanisme REDD+ dans le contexte camerounais est qu'il doit permettre d'améliorer la conservation et la gestion durable des ressources forestières, non pas seulement pour son carbone, mais surtout pour les services que les ressources forestières peuvent apporter à l'équilibre socio-économique des populations rurales.

Un projet REDD+ est donc proposé pour le PNW et sa périphérie sur la base des facteurs de la dynamique identifiés. L'objectif principal de ce projet est de "réduire la perte et la dégradation des terres et des espaces boisés en vue de lutter contre les changements climatiques et améliorer les moyens d'existence des populations locales". Les priorités de ce projet sont focalisées dans les principaux secteurs suivants :

- le secteur agro-pastoral ;
- le secteur bois-énergie ;
- le secteur forestier ;
- le secteur faune sauvage et aires protégées ;
- l'aménagement de l'espace, du foncier et les législations.

Plusieurs atouts ont été identifiés pour ce projet, parmi lesquels :

- son statut d'aire protégée d'importance internationale, bénéficiant d'un statut de protection reconnu au niveau national et international ;

- la disponibilité d'un plan d'aménagement et d'un plan d'affaire, qui donnent des orientations stratégiques et opérationnelles pour toutes les actions d'aménagement de ce parc ;
- le potentiel biologique important, car étant une zone de derniers refuges des espèces de faune et d'arbres emblématiques des savanes.

Cependant, il doit faire face à de nombreux défis notamment la conciliation du dilemme entre exploitation et conservation, la mise en valeur des ressources d'un point de vue touristique et le défi sécuritaire.

Le territoire de mise en œuvre de ce projet REDD+ est le Parc National de Waza et sa zone périphérique, d'une superficie estimée à 211 356 ha, et s'étendant sur les communes de Waza, Zina, Mora, Pétte, puis affleurant les communes de Logone Birni, de Bogo et de Maga. Le diagnostic de ce territoire nous a permis de définir un ensemble d'indicateurs pour caractériser la situation actuelle du territoire du PNW et sa périphérie dans quatre domaines: dynamique sociale, système productif, capital naturel et gouvernance. Ensuite s'en est suivi une analyse rétrospective (année 2002), puis la définition des scénarios pour prédire les évolutions des variables ci-dessus selon les futurs possibles (à l'horizon 2035)

Avec le premier scénario (PNW et périphérie face aux pressions et menaces actuelles et futures), les migrations et l'installation massives des populations vont s'accroître à la périphérie du Parc, avec pour conséquence la poursuite et même l'accélération du phénomène actuelle de dégradation des ressources naturelles et la perte du potentiel du Parc. La conséquence sera une diminution progressive du couvert végétal et du potentiel carbone (de l'ordre de 13% par rapport à la situation de 2012). L'espoir réside au niveau du scénario 2 (avec le développement et la mise en œuvre d'un projet REDD+) ; dans ce contexte, la conservation et la gestion durable des forêts seront au cœur des interventions prioritaires, pour permettre d'inverser cette tendance.

La restauration des espaces boisés et des terres a été proposée comme une seconde option de gestion durable du parc et sa zone périphérique au regard des atouts qu'elle offre en terme entre autre de réponses aux besoins en accroissement des stocks de carbone, pour l'amélioration de la fertilité des sols et des capacités productives, pour apporter des sources alternatives de produits forestiers, etc. Les techniques à promouvoir sont : la régénération naturelle (assistée ou non), le reboisement, le sylvopastoralisme et l'agroforesterie. Les systèmes agroforestiers qui ont

fait leurs preuves dans la région (parcs à *Faidherbia albida*) doivent être promus, à travers une association avec l'agriculture et/ou le pastoralisme. La régénération naturelle dans la zone forestière devra se faire à travers entre autre la mise en défens. Le sylvopastoralisme, quant à lui devrait être développé essentiellement dans les zones où dominant la transhumance et le pastoralisme (au Sud et l'Est du parc).

La gestion participative et l'écodéveloppement, même si déjà prévu dans le plan d'aménagement, devrait être renforcé et mieux structuré autour des axes suivants : agro-pastoralisme durable, écotourisme, promotion de l'entrepreneuriat écologique, éducation environnementale, dialogue et concertation multi-acteurs.

Enfin, pour répondre aux exigences des principes de gestion des réserves de biosphère, tout en prenant en compte les réalités socio-économiques de la zone, un zonage du parc et sa zone périphérique est proposé et caractérisé par :

- une zone centrale qui est le cœur du parc, constituée d'une auréole dont la limite se situe à 5 km avant la limite actuelle du parc conformément à son Décret de classement ;
- une zone tampon qui est constituée d'une bande de 5 km de part et d'autre de la limite actuelle du parc ;
- une zone de transition située au-delà de la zone tampon et assurant la maîtrise des relations avec l'extérieur ; les contours et les limites de cette zone devront être définis sur la base des études approfondies.

2.4. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Afin de clore ce travail, nous avons jugé nécessaire de faire une représentation schématique des principaux résultats (figure 98). Au total deux grands types de dynamiques caractérisent donc la flore et la végétation ligneuse du PNW et sa périphérie :

- une dynamique spatiale caractérisée essentiellement par un changement sur la flore (aspects qualitatifs et quantitatifs) et la végétation dans l'espace, d'un site, d'un milieu ou d'un paysage à un autre ;
- une dynamique temporelle caractérisée essentiellement par un changement sur la flore (aspects qualitatifs et quantitatifs) et la végétation dans le temps, c'est-à-dire d'une période de temps donnée à une autre.

La dynamique, qu'elle soit spatiale ou temporelle peut être régressive (lorsque les évolutions ou les changements vont dans le sens de la diminution des éléments caractéristiques de la flore et de la végétation), progressive (lorsque ces évolutions ou changements vont dans le sens de l'augmentation des éléments caractéristiques de la flore et de la végétation) ou statique (lorsque lorsqu'il y très peu de changement sur les éléments caractéristiques de la flore et de la végétation). Les dynamiques dépendent de facteurs ou moteurs de changements qui agissent de manière directe ou indirecte sur un état donné, et l'impact dépendra de la puissance de ce facteur. Pour y remédier, il faut apporter des réponses appropriées ; c'est ce que nous avons proposé dans notre travail en guise d'options / stratégies pour une meilleure gestion.

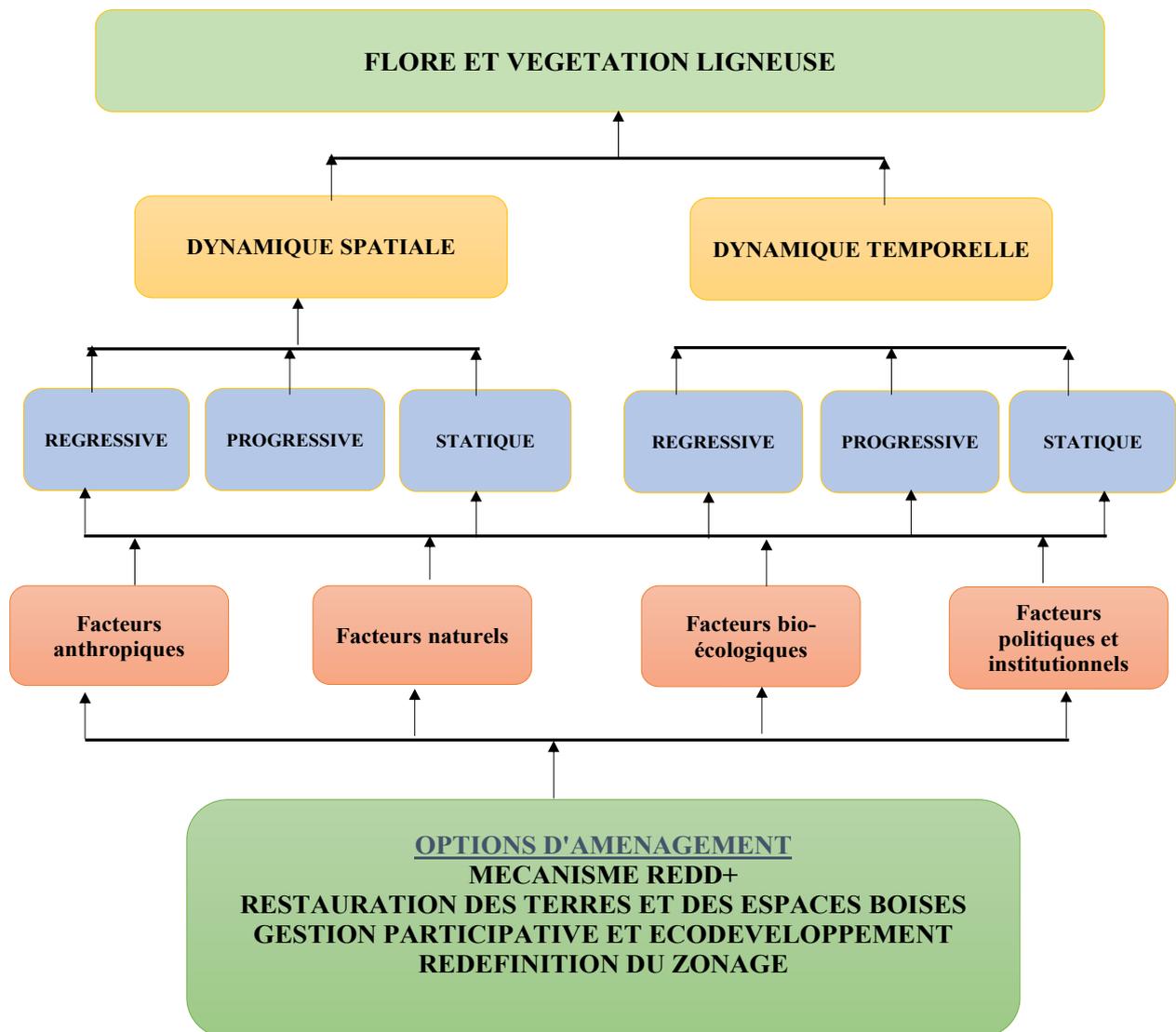


Figure 98 : Représentation schématique des résultats de notre thèse

3. LIMITES DE L'ETUDE ET PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

Malgré les apports indéniables de cette étude, nous sommes bien conscient de ses limites. Ces dernières étaient pour la plupart difficilement contournables dans notre contexte. Dès le choix du sujet de notre thèse et de notre admission comme étudiant en Doctorat au Département de Géographie tant à l'Université de Yaoundé I qu'à l'Université du Maine, nous nous doutions bien que de nombreux écueils étaient inhérents à ce type de sujet avec une problématique et une exigence de l'aborder avec une approche interdisciplinaire. Aussi, le lecteur, surtout s'il est un spécialiste des sciences sociales, pardonnera la prépondérance dans ce travail des aspects botaniques sur les aspects géographiques, due à notre formation de base de biologiste. Il faut reconnaître toutefois l'apport des deux disciplines qui traduit l'originalité de ce travail.

Il faut aussi reconnaître qu'un certain nombre d'informations et de données qui pouvaient davantage illustrer les analyses étaient difficilement trouvables à cause de l'absence des travaux récents sur cette problématique et dans le site de l'étude. Il a été aussi difficile malgré notre bon vouloir et le recours aux experts en système d'information géographique (SIG) de trouver les images satellites et photographies aériennes pour certaines périodes qui pouvaient être utiles pour ce travail. Le prix encore élevé de la plupart de ces données les rend malheureusement peu accessibles. Aussi, dans la limite du temps qui nous était imparti, il eut été difficile de prendre en compte toute la gamme des données de télédétection.

Ainsi, sans vouloir trouver à tout prix une justification à ces insuffisances, il faut reconnaître que dans notre pays (Cameroun), ce travail fait figure de pionnier avec les orientations que nous avons voulu lui donner, surtout en zone soudano-sahélienne. À partir de ce premier essai, de nombreux autres développements sont possibles, pour aller en profondeur par exemple des problèmes et sujets qui ont seulement été évoqués.

En dépit donc de ces limitations, cette recherche ouvre des perspectives opérationnelles en particulier au Cameroun où les besoins de surveillance et de gestion de l'espace sont prépondérants en raison de la précarité du statut foncier et de l'accroissement démographique qui se traduit par l'augmentation de la demande en terres. Dans ce contexte, le suivi par télédétection tel que d'ailleurs préconisé aussi par Tsayem-Demaze (2002), constitue un précieux outil pour planifier et gérer au mieux l'occupation agricole du sol. Plus généralement, nos travaux peuvent

permettre d'envisager l'implantation d'un observatoire, dédié non seulement au « monitoring » des espaces agropastoraux, mais aussi à la surveillance des autres formes d'utilisation du sol ; surtout que les besoins de gestion de l'espace ne concernent pas uniquement les défrichements agricoles, mais aussi l'élevage / pastoralisme, l'exploitation forestière, etc. notamment dans cette zone soudano-sahélienne.

Dans cette zone soudano-sahélienne, les pressions anthropiques sont très fortes et provoquent des dégradations continues des formations végétales. La perte des habitats a atteint des proportions inquiétantes et il devient impérieux d'analyser en profondeur les effets de ces changements dans d'autres sites, mais surtout de mettre également un accent sur les interactions entre les changements sur la flore, la végétation et la faune sauvage.

Au Cameroun, comme d'ailleurs dans toutes les régions tropicales, l'insuffisance des données socio-économiques et environnementales régulièrement mises à jour contraste avec l'acuité des besoins de gestion de l'espace et d'aménagement du territoire. Face à cette situation, la télédétection se présente comme une solution permettant de disposer d'informations géographiques sans cesse renouvelées. Paradoxalement, c'est dans ces régions que l'acquisition et l'utilisation d'images satellites se heurtent aux plus grandes difficultés. Elles sont d'ordre économique (prix des images), technique (équipements limités), humain (manque de personnel qualifié), météorologique et géographique (couverture nuageuse, immensité du territoire, difficultés d'accès, rapidité des évolutions, diversités des types d'occupation du sol, complexité des phénomènes à suivre).

Dans ce contexte, il nous semble important d'explorer des pistes de recherche approfondies en télédétection, outre celles que nous avons suggérées plus haut. Nous pensons à une recherche prospective consistant à établir des diagnostics géographiques et socio-économiques à l'aide d'indicateurs issus des données de télédétection. Les résultats d'une telle recherche permettront par exemple d'utiliser pleinement la télédétection pour effectuer ou optimiser les recensements et enquêtes démographiques et agricoles.

Le souci d'application aux autres zones agro-écologiques du Cameroun des résultats de ce travail a été constant tout au long de la recherche. Au vu des acquis méthodologiques, il est

intéressant de mener des études similaires dans d'autres régions du Cameroun ou en Afrique centrale où la forêt dense humide est aussi soumise à diverses pressions anthropiques.

Aussi, pour améliorer les estimations de la biomasse et du carbone forestier dans la zone, les sujets suivants devraient être prioritairement abordés :

- l'amélioration des équations allométriques locales en ayant recours à une méthodologie standardisée et en incorporant dans les modèles de nouveaux prédicteurs caractérisant l'arbre ;
- la compréhension des relations allométriques entre les dimensions des arbres et l'allocation de la biomasse au sein d'un arbre, et des variations de l'architecture des arbres entre les types de forêts et entre les espèces ;
- la quantification des erreurs liées à l'estimation de la biomasse à l'échelle de la parcelle et du paysage.

Enfin, les populations ont manifesté leur intérêt à disposer des variétés améliorées des espèces ligneuses de valeur. Les terroirs villageois et jardins de case étant des agrosystèmes favorables au développement et suivi de ces espèces, il est non seulement utile mais urgent d'intensifier les programmes déjà existant d'amélioration génétiques des espèces.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adam, S. (2012). Un modèle et son revers : la cogestion des réserves de biosphère de Waza et de la Bénoué dans le Nord du Cameroun. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université du Maine. 338 pages + Annexes
- Adjonou, K., Bellefontaine, R. et Kokou, K. (2009). Les forêts claires du Parc national Oti Ke'ran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse* vol. 20, n° 4, octobre-novembre-décembre 2009. pp 394-396.
- Alhassane, A., Salack, S., Ly, M., Lona, I., Traoré, S., B. et Sarr, B. (2013). Évolution des risques agro climatiques associés aux tendances récentes du régime pluviométrique en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne. *Sécheresse* 24 : 282-93. doi : 10.1684/sec.2013.0400
- Allan, W. (1949). *Studies in African land use in Northern Rhodesia*. Rhodes-Livingstone, Oxford University Press, Cape Town, London, New York, 228p.
- Anthelme, F., Waziri Mato, M., De Boissieu, D. et Giazzi, F. (2006). Dégradation des ressources végétales au contact des activités humaines et perspectives de conservation dans le massif de l'Aïr (Sahara, Niger) », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, Volume 7 Numéro 2 | septembre 2006, mis en ligne le 08 septembre 2006, consulté le 13 mai 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/2224> ; DOI : 10.4000/vertigo.2224.
- Badji, M., Sanogo, D. et Akpo, L. E. (2013). Effet de âge de la mise défens et reconstitution de la végétation ligneuse des sylvo-pastoraux. *Journal of Applied Biosciences* 64: 4876 – 4887. ISSN 1997–5902.
- Ballouche, A. et Taïbi, A. N. (2013). Le dessèchement de l'Afrique sahélienne : un leitmotiv du discours d'expert revisité. *Autrepart* 2013/2 (N° 65), p. 47-66. DOI 10.3917/autr.065.0047
- Bastin, J. -F, Barbier, N., Réjou-Méchain, M., Fayolle, A., Gourlet-Fleury, S., Maniatis, D...Makana, J. –R. (2015). Seeing Central African forests through their largest trees. *Sci. Rep.*, 5, ID 13156.
- Beaud, S. et Weber, F. (2003). *Guide de l'enquête de terrain*. Paris, La Découverte, pp. 235-290.
- Bergonzini, J.-C. (2004). *Changements climatiques, désertification, diversité biologique et Forêts*. Clamecy: Silva Riat. 146p.
- Bertrand, G. (1978). Le paysage entre la nature et la société, in "Géosystème et aménagement", *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, vol. 49, n°2, pp. 239-258.
- Bertrand, G. (1998). L'environnement : vers une science diagonale ? Actes du Colloque de synthèse et de prospective du Programme Interdisciplinaire de Recherche, Environnement, Vie et Sociétés (PIREVS) du CNRS, CNRS, Paris, pp. 40-45.
- Bertrand, G. et C. (2002). *Une Géographie traversière : l'environnement à travers territoires et temporalités*, Paris, Arguments.
- Bertrand, G. et Terrasson, D. (2004). Georges Bertrand, un géographe interroge l'agronomie. *Propos recueillis par Daniel Terrasson* », *Natures Sciences Sociétés* 2004/4 (Vol. 12), p. 424-429.

- Bondé, L., Ouédraogo, O., Kagambèga, F. et Boussim J. I. (2013). Impact des gradients topographique et anthropique sur la diversité des formations ligneuses soudaniennes. Bois et forêts des tropiques, 2013, N° 318 (4). pp. 15-25.
- Boubacar, H. (2010). Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradées et reverdies au Sahel : cas du département de Mayahi. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'études approfondies en Biologie appliquée, Université Abdou Moumouni Niamey – Niger, 69p.
- Boulanger, Y. (2007). La théorie neutre de la biodiversité et de la biogéographie : et les insectes dans tout ça ? Bulletin de la Société d'entomologie du Québec. Antennae 2007, vol. 14, no 3. p. 2-7.
- Brabant, P. (1968). Sols ferrugineux et sols apparentés du Nord du Cameroun. Aspects de leurs pédogénèses. ORSTOM Yaoundé, 42 p. multigr.
- Brabant, P. et Gavaud M. (1985). Les sols et les ressources en terres du Nord Cameroun (Provinces du Nord et de l'Extrême - Nord). ORSTOM, Bondy, 285 p. + Annexes.
- Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer UN FAO Forestry Paper 134, Rome, pp 55. <http://www.fao.org/docrep/W4095E/W4095E00.htm>.
- BUCREP, (2005). Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Rapport de présentation générale des résultats. Yaoundé, République du Cameroun. 65 pages.
- Carrière, M. (1996). Impact des systèmes d'élevages pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et sub-tropicale aride et sub-aride. SAARBRÜCKEN-Allemagne, Scientific Environmental Monitoring Group Universität des Saarlandes Institut für Biogéographie, 70p.
- Carrière, S. M., Randrianasolo, E. et Hennenfent, J. (2008). Aires protégées et lutte contre les bio-invasions : des objectifs antagonistes ? Le cas de *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) autour du parc national de Ranomafana à Madagascar. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 8 Numéro 1 | avril 2008, mis en ligne le 15 avril 2008, consulté le 14 mai 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/1918> ; DOI : 10.4000/vertigo.1918
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D...Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia 145. p. 87–99.
- Chave, J., Rejou-Mechain, M., Burquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M., S., Delitti, W., B., C... Vieilleden, G. (2014). Improved allometric models to estimate the above ground biomass of tropical trees. Global Change Biology (2014) 20, 3177–3190, doi: 10.1111/gcb.12629. 14 pages.
- COMIFAC / Banque Mondiale, (2012). Dynamiques de déforestation dans le bassin du Congo: Réconcilier la croissance économique et la protection de la forêt. Yaoundé, Cameroun, 32 pages.
- Darwin, C. (1859). On the Origin of Species. John Murray, London. 484 p.
- Dérior, P. (2009). L'approche paysagère : un outil polyvalent au service de l'approche opérationnelle et interdisciplinaire des problématiques environnementales. Université de Nîmes - ARPEnv - Eco-Psy. L'approche paysagère : un outil polyvalent au service de l'approche opérationnelle et interdisciplinaire des problématiques environnementales, Jun

- 2008, Nîmes, France. www.edu-crea.fr, document de 23 p. incorporé a un CDrom, 2008. <halshs-00363625>
- Diallo, H., Bamba, I., Sabas Barima, Y., S., Visser, M., Ballo, A., Mama, A...Bogaert, J. (2011). Effets combines du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Reserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse* 22 : 97-107. doi : 10.1684/sec.2011.0306.
- Dimobe, K., Wala, K., Batawila, K., Dourma, M., Woegan, Y. et Akpagana K. (2012). Analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l'Oti-Mandouri (Togo), *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 14 | septembre 2012, mis en ligne le 12 septembre 2012, consulté le 13 mai 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/12423> ; DOI : 10.4000/vertigo.12423.
- Djomo, A., Adamou I., Saborowski, J., Gravenhorst, G. (2010). Allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. *Forest Ecology and Management* 260 (2010). pp 1873-1885. Yaoundé Cameroun.
- Donfack, P. (1998). Végétation des jachères du Nord Cameroun: Typologie, Diversité, Dynamique, Production. Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat d'État en Science de Nature, Option Biologie et Physiologie végétales. Université de Yaoundé I. 224 pages + Annexes.
- Dongmo, A. L. (2009). Territoire, troupeaux et biomasse: enjeux de gestion pour un usage durable des ressources au Nord Cameroun. Thèse de Doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant de l'Environnement (Agro Paris Tech): Paris. 275p.
- Dumont, G. (2012). Diagnostic et gouvernance des territoires. Concepts, méthode, application. A. Colin, 299 p.
- Evrard, C. (1968). Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la cuvette congolaise. *Publ. INEAC. sér. scient.* 110: 290 p.
- FAO. (1997). Estimating biomass and biomass change in tropical forests. URL: <http://www.fao.org/docrep/W4095E/W4095E00.htm>
- Faure, G. (2005). Valorisation agricole des milieux de savanes en Afrique de l'Ouest : des résultats contrastés. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 229 | 2005. pp. 5-24.
- Folefack, D. P. et Abou, S. (2009). Commercialisation du bois de chauffe en zone sahélienne du Cameroun. *Sécheresse*, pp. 312-318.
- Fotsing, E., Ntoupka, M. et Boubaoua, A. (2002). État de la réserve forestière de Laf et des zones riveraines: orientations d'aménagement et gestion de l'espace. *Savanes africaines; Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djamena, Tchad -Cirad, Montpellier, France.* 10p.
- Frontier, S., Pichod-Viale, D. (1995). *Écosystèmes : structure, fonctionnement, évolution.* 2^e édition. Dunod, Paris. 447p.
- Gibbs, H. K., Brown, S., Niles, J. O. et Foley, J. A. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letters*, 2, 045023.
- GIEC, (2003). *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie.* Kanagawa: IGES.
- Goetz, S., J., Baccini, A., Laporte, N., Johns, T., Walker, W., S., Kellndorfer, J. M...Sun, M. (2009). Mapping and monitoring carbon stocks with satellite observations: a comparison of methods. *Carbon Balance Manage.*, 4, 2.

- Gounot, (1969). A method of establishing groups of amplitude in plant sociology based on similarity of content, and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Biologisfter*. 5 (1948). p. 1-34.
- Grinnell, J. (1917). The niche-relationship of the Californian thrasher. *Auk* 34 : 427-433.
- Guillaumet, Laques A. E., Lena, P., De Robert, P. (2009). La spatialisation de la biodiversité : Pour la gestion durable des territoires. Nouvelle édition [en ligne]. Montpellier : IRD Éditions, 2009 (généré le 23 juillet 2016). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/irdeditions/1157>>. ISBN : 9782709918008.
- Guinochet, M. (1973). *Phytosociologie*. Martin et Cie, Paris, 227p.
- Hafawa, F. B. J., Serge, D., Amina, D. B., Zeineb, G. G., Lai`la, R., Ingeborg, S. M., Mounira, O. et Semia, B. S. L. (2009). Structures de végétation et conservation des zones humides temporaires méditerranéennes : la région des Mogods (Tunisie septentrionale). *C. R. Biologies* 333 (2010). p. 265–279.
- Hanon, L. (2008). Potentialité de gestion concertée des espaces de végétation naturelle en périphérie du Parc National de Zakouma (Tchad). Thèse de Doctorat: Université Libre de Bruxelles et Cirad. 198p. +annexes.
- Henry, M., Salis, A. et Asante, A. W. (2009). Rapport final : formation des cadres du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie en comptabilité carbone. Kombissiri, Burkina Faso, UICN, 35p.
- Hubbell, S. P. (2001). The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton Monographs in Population Biology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 375 p.
- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 22 : 415-427.
- ILWAC/BM, (2013). Gestion intégrée de la Terre et de l'Eau pour l'Adaptation à la Vulnérabilité et au Changement Climatique au Mali. Guide méthodologique pour l'estimation du potentiel de séquestration du carbone au Mali. Bamako, Mali. 20 pages.
- Jacard, P. (1928). Die statistische methods als Grundlage derPflanzensoziologie. *Handb. Biol. Arb. Meth.*, XI, 5: 165-202.
- Jiagho, E. R. (2000). Contribution à l'étude de quelques stratégies de gestion des systèmes alternatifs à l'agriculture itinérante sur brûlis : cas des jardins de case de la province du Sud-Cameroun. Mémoire de DESS. Université de Yaoundé I, Cameroun. 71 p. + annexes.
- Jiagho, E. R. (2009). Les systèmes d'exploitation des ressources naturelles à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun): Enjeux, contraintes et opportunités pour le développement durable. Mémoire de Master II: Université Maine Le Mans-Laval.72p.
- Kabelong, B. L. P. R. (2013). Influences des activités anthropiques sur la ressource ligneuse dans la périphérie du Parc National de Waza. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Master professionnel en Sciences forestières. Université de Yaoundé I. 109 pages + annexes.
- Kébenzikato, A., B., Wala K., Atakpama W., Dimobé K., Dourma M., Woégan A. Y., Batawila K. et Akpagana, K., 2014. Connaissances ethnobotaniques du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Togo. *Base* [En ligne], Volume 19 (2015), numéro 3, 247-261 URL : <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=12272>.
- Kigomo, B., Civil, P. et Woudell, S. (1990). Forest composition and regeneration. *Journal of ecology*, p 177-185.

- Lacoste, A., Salomon, R. (1969). *Éléments de biogéographie et d'écologie*. Paris: Fernand Nathan. 235p.
- Lebrun, J. (1960). *Études sur la flore et la végétation des champs de larve au Nord du Lac Kivu*, Expl. Parc Nat. Albert, Mission J. Lebrun, fasc. É, Inst. Parcs Nat. C. B.: 352 p.
- Leciak, E. (2008). Territoire et dynamique de la biodiversité. Étude des liens fonctionnels en Guinée maritime. *L'Espace géographique* 2008/2 (Tome 37), p. 161-174.
- Ledauphin, R. (2006). *La co-gestion du PNW (Nord Cameroun) : État des lieux et perspectives*. Mémoire préparé et soutenu en vue de l'obtention du MII en Développement Durable. Université du Maine, Lemans, France. 125 p + annexes.
- Lefèvre, T. (2002). *Écologie théorique de la biodiversité*. Planète Viable, édition 2012 : Les résultats de la recherche en science du développement durable. <http://planeteviable.org/>. 5 pages.
- Legendre, L. et Legendre, P. (1984). *Étude numérique. Le traitement multiple des données écologiques*. Tome 1 : 260 p. Paris, Masson.
- Letouzey, R. (1968). *Étude phytogéographique du Cameroun*. P Lechevalier, Paris. 508 p.
- Letouzey, R. (1985). *Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1/500 000 domaine sahélien et soudanien*. Toulouse-France: IRA (Herbier National), Yaoundé-Institut de la carte internationale de la végétation. 26p.
- Loth, P. (2004). *The return of the water : Restoring the Waza Logone Floodplain in Cameroon*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xvi + 156 pp.
- Madi, A. et Hubbs P. (2000). *The firewood dilemma : an alternate source of income or conservation of the ecosystem in "Management of fragile ecosystem in the north Cameroon : the need of an adaptative approach"*. Maroua Cameroun, 26 pages.
- Madi, A., Huub, P. et Sali, B. (2003). *La demande urbaine en bois énergie et la nécessité d'une gestion rationnelle des ressources naturelles Le cas de Maroua à L'extrême-Nord du Cameroun*. *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*. Garoua, Cameroun. Prasad, N'Djamena, Tchad: Cirad. 10p.
- Mbayngone, E. et Thiombiano, A. (2011). *Dégradation des aires protégées par l'exploitation des ressources végétales : cas de la réserve partielle de faune de Pama, Burkina Faso (Afrique de l'Ouest)*. *Fruits*, 2011, vol. 66, p. 187–202. Cirad/EDP Sciences
- Mbow, C. (2009). *Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudaniennes et soudano-guinéennes du Sénégal*. Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat d'État Es-Sciences de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal. 319 pages + Annexes.
- Merle, C. et Gautier, D. (2003). *Prélèvement de bois de feu dans les villages du Sud de Maroua (Cameroun): une modélisation*. *Mappe Monde*, p. 16.
- MINEF/UICN, (1997). *Plan directeur d'aménagement du Parc National de Waza*. Cameroun, MINEF/UICN, 114p.
- MINEP, (2006). *Plan d'action national de lutte contre la désertification (PAN/LCD)*. Cameroun, MINEP/PNUD, 221p.
- MINEP/PNUD, (2007). *Plan d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD)*. Volume II. UNOPS, Yaoundé Cameroun. p 5-32.
- MINFOF, (2014). *Plan d'aménagement du Parc National de Waza 2015 – 2019*. Yaoundé Cameroun, 107 pages + annexes.

- Moundounga Mavouroulou, Q., Ngomanda, A., Engone Obiang, N. L. et Modiko, D. (2014). How to improve allometric equations to estimate forest biomass stocks? Some hints from a central African forest. *Can. J. For. Res.*, 44. p 685-691.
- Mugnier, A., Cassagne. B., Bayo. N. et Lafon. C. (2009). Estimation des stocks de carbone des forêts du bassin du Congo pour le REDD : étude comparative conduite sur 22 types forestiers, 4 pays et un dispositif d'aménagement de 4,8 millions d'ha. XIII World Forestry Congress. Buenos Aires, Argentina, 18 - 23 octobre 2009. 11 pages.
- Mvondo, J. P. (2003). Plan Directeur de Recherche pour la Plaine d'Inondation du Logone, Cameroun (2004-2014). CEDC, Maroua, Cameroun, CML - Université de Leiden, Pays-Bas et UICN, Gland, Suisse.
- Mvondo, J. P., Demba, H., Oyo, P. et Longh, H. d. (2003). Inondation et fonctionnement d'un écosystème: besoin de recherche pour la plaine du Logone, résultat d'un séminaire organisé du 23 au 25 janvier 2002 à Maroua. Maroua-Cameroun: CEDC; CML; IUCN. 210p.
- Nasi, R., Mayaux, P., Devers, D., Bayol, N., Eba'a Atyi, R., Mugnier...Sonwa, D. (2012). Un aperçu des stocks de carbone et leurs variations dans le Bassin du Congo. *États des Forêts d'Afrique Centrale, 2008-2012*. pp 199 – 216.
- Ngog Nje, J. (1981). L'Écologie de la Girafe dans le Parc National de Waza (Cameroun). Thèse de Doctorat, Paris.
- Njomaha, C. (2008). Étude socio-économique de la filière gomme arabique dans le Nord et l'Extrême Nord du Cameroun. Rapport final. SNV, Maroua, Cameroun. 124 pages.
- Nkongmeneck, B. A. (1999). The Boumba Bek and Nki forest reserves : botany and ethnobotany. Rapport de WWF – Cameroun. 131 p.
- Ntoupka, M. (1999). Impact des perturbations anthropiques (pâturage, feu, et coupe de bois) sur la dynamique de la savane arborée en zone soudano-sahélienne du Nord du Cameroun, thèse de Doctorat de l'université, Paul Valéry- Montpellier III, 260 p.
- Oszwald, J. (2005). Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) ; Suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Géographie de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, France. 304 pages + annexes.
- Panzou, G. J. L., Doucet, J. J., Loumeto, J. J., Biwole, A., Bauwens, S. et Fayolle, A. (2016). Biomasse et stocks de carbone des forêts tropicales africaines (synthèse bibliographique). Base [En ligne], Volume 20 (2016), numéro 4, 508-522 URL : <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=13232>.
- Pervanchon, F. et Blouet A. (2003). Le Point sur l'adjectif "Durable". *Bois et Forêt des Tropiques*, 2003, N°275 (1). pp. 38 - 49
- Picard, N. (2006). Projet de développement rural participatif dans le moyen Atlas central (projet Khénifra). France, CIRAD, 43p.
- Picard, N., Boyemba, Bosela, F. et Rossi, V. (2015). Reducing the error in biomass estimates strongly depends on model selection. *Ann. For. Sci.*, 72(6), 811-823.
- Piélou, E. C. (1966). Species diversity and pattern diversity in study of ecological succession. *J. theor. Biol.* 10 : 370 – 383.
- Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, (2015). Yaoundé Cameroun. 154 pages + annexes.

- Rocchini, D., Delucchi, L., Bacaro, G., Cavallini, P., Feilhauer, H., Foody, G.M...Neteler, M. (2013). Calculating landscape diversity with information-theory based indices: A GRASS GIS solution. *Ecological Informatics*, 17: 82-93. [DOI | PDF] (IF: 1.980)
- Saadou, (1990). La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Docteur –ès Sciences Naturelles, Université de Niamey. 395p. + annexes.
- Sako, N. et Beltrando, G. (2014). Dynamiques spatiales récentes du Parc National du Banco (PNB) et stratégies de gestion communautaire durable de ses ressources forestières (District d'Abidjan en Côte d'Ivoire) », *EchoGéo* [En ligne], 30 | 2014, mis en ligne le 17 septembre 2014, consulté le 01 juillet 2015. URL : [http:// echogeo.revues.org/13906](http://echogeo.revues.org/13906) ; DOI : 10.4000/echogeo.13906
- Sandjong, Sani, R. C., Ntoupka, M., Ibrahima, A. et Vroumsia T. (2013). Étude écologique du Parc National de Mozogo- Gokoro (Cameroun): prospections préliminaires de la flore ligneuse et du sol pour sa conservation et son aménagement. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(6): 2434-2449.
- Sani, A. R., (2009). Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans un site reverdi et un site dégradé dans le Département de MIRRIAH. Niger: Mémoire de fin de cycle de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Eaux et Forêts Université Abdou Moumouni.62p.
- Saroufim, B. (2007). Évaluation de la dégradation du sol au Liban. Mémoire d'Ingénieur: Ecole Supérieur de Géomètres et Topographes LE MANS-France. 77p.
- Scholte, P., Kirda P., Saleh A. et Kadiri B. (2000): Floodplain rehabilitation in North Cameroon: impact on vegetation dynamics. *Applied Vegetation Science*.
- Sitayeb, T., Benabdeli, K. et Biologies, C. R. (2008). Contribution à l'étude de la dynamique de l'occupation des sols de la plaine de la Macta (Algérie) à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique. Publié par Elsevier Masson SAS. *C. R. Biologies* 331 (2008) 466–474
- Sonké, B. (1998). Études floristiques et structurales des forêts de la Réserve de Faune du Dja (Cameroun). Thèse présenté en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences, Option Écologie végétale. Université Libre de Bruxelles. 226 pages + annexes
- Sorensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plan sociology based on similarity of species contents and its application to analyses of the vegetation on danish common. *Kong. Danske videns. Selskob boil. Sckr. Kjöbenhavn*, 4: 1-34.
- Soulama, S., Kadeba, A., Nacoulma, B. M. I., Traoré, S., Bachmann, Y., Thiombiano, A. (2015). Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. *Journal of Applied Biosciences* 87:8047– 8064. ISSN 1997–5902.
- Sylla, L. et Picard, N. (2005). Guide méthodologique des évaluations rapides de bois énergie. Cirad-PREDAS. 90p.
- Tchamba, N.M., Ekobo, A., Ndefo, I., Ntongho, A., Tchikangwa, G., Ndogmo, N. Z., Endamana, D. et Etoga, G. (2007) : Measuring the ecological, social and economic impact of conservation and livelihoods interventions: A monitoring, strategic handbook for WWF-CCPO projets and programmes interventions.
- Tchawa, P. (1991). Dynamique des paysages sur les retombées méridionales des hauts plateaux de l'Ouest - Cameroun. Thèse de Doctorat de l'Université de Bordeaux III (Géographie physique appliquée). 398 pages + Annexes.

- Tchobsala, Amougou, A. et Mbololo M. (2010). Impact of wood cut on the structure and floristic diversity of vegetation in the peri-urban zone of Ngaoundéré (Cameroon). *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 2(11): 235-258.
- UICN, (2013). Comment aborder la REDD+ au Cameroun : Contexte, Enjeux et Options pour une Stratégie Nationale, UICN Cameroun, Yaoundé. 103 p.
- UICN, (2014). Rapport d'inventaire de la faune du Parc National de Waza, Yaoundé Cameroun, 27 pages.
- UICN/CBLT, (2007b). Plan de gestion de la plaine d'inondation de Waza Logone. Document produit dans le cadre des Projets Pilotes UICN-CBLT. UICN. Maroua, Cameroun. 172 pages + annexes
- UICN/MINEF, (1997). Plan Directeur d'Aménagement du Parc National de Waza. 54 pages
- UICN-PC, (2014). Les Facteurs de Déforestation et de Dégradation des Forêts: Résultats d'une analyse participative dans les Paysages TNS et TRIDOM (Cameroun, Congo, Gabon et RCA). Yaoundé, Cameroun. 81 pages + Annexes.
- Wafu, G. (2008). Les aires protégées de l'Extrême-Nord Cameroun entre politiques de conservation et pratiques locales. Thèse de Doctorat en Géographie-Aménagement-Environnement: Université d'Orléans. 325p.
- White, L. et Edwards, A. (2000). Conservation en forêt pluviale africaine. Méthodes de recherches pratiques. Wildlife Conservation Society, New York. 444 pages.
- Wit, P. (1975). Preliminary note on the vegetation of Waza National Park (with map). , FOSSF/CRM/72/005, Project working document no. 1, FAO Rome.
- Yehouenou Tessi, D. R., Akouehou, G. S. et Ganglo, J.C. (2012). Caractéristiques structurales et écologiques des populations de *Antiaris toxicaria* (Pers.) Lesch et de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn dans les forêts reliques du Sud-Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(6): 5056-5067;
- Zapfack, L. (2015). Impact de l'agriculture itinérante sur brûlis sur la biodiversité végétale et la séquestration du carbone. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur d'État ès Sciences, Option Écologie Végétale. Université de Yaoundé I. 225 pages + Annexes.

SIGLES ET ACRONYMES

ACEEN	: Association Camerounaise pour l'Éducation Environnementale
AFC	: Analyse Factorielle des Correspondances
ANAFOR	: Agence Nationale d'Appui au Développement Forestier
AP	: Aires Protégées
APG	: Angiosperms Phylogeny Group
BM	: Banque Mondiale
CARPE	: Programme Régional pour l'Environnement en Afrique Centrale
CBLT	: Commission du Bassin du Lac Tchad
CCNUCC	: Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDB	: Convention sur la Diversité Biologique
CEDC	: Centre d'Étude de l'Environnement et du Développement au Cameroun
CIFOR	: Centre International pour la Recherche Forestière
CNUED	: Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
COMIFAC	: Commission des Forêts d'Afrique Centrale
COP	: Conférence des Parties
COS	: Carbone Organique du Sol
CP	: Composant Paysager
DAE	: Densité absolue à l'intérieur du parc
DAI	: Densité absolue à l'intérieur du parc
DBE	: Diversité biologique à l'extérieur du parc
DBH	: Diamètre à Hauteur de Poitrine
DBI	: Diversité biologique à l'intérieur du parc
DEMICCAC	: Déforestation Évitée et Mitigation du Changement Climatique en Afrique Centrale
DESS	: Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées
DSCE	: Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi
DSPiR	: (Forces motrices "Drivers" – État "State" – Pressions – Impacts – Réactions "Response")
EDF	: État des Forêts
EQ	: Equitabilité de Pielou

ETM	: Enhanced Thematic Mapper Plus
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FFOM	: Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces
GCRN	: Gestion Communautaire des Ressources Naturelles
GES	: Gaz à Effet de Serre
GIEC	: Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
GPS	: Global Positioning System
GTP	: Géosystème – Territoire – Paysage
ILWAC	: Gestion intégrée de la Terre et de l'Eau pour l'Adaptation à la Vulnérabilité et au Changement Climatique
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement
IRAD	: Institut de Recherche Agronomique pour le Développement
ISH	: Indice de Diversité de Shannon
ISS	: Institut Supérieur du Sahel
KFW	: Banque Allemande pour le Développement
MAB	: Man and Biosphère
MARP	: Méthode Accélérée de Recherche Participative
MINEF	: Ministère de l'Environnement et des Forêts
MINEP	: Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
MINEPDED	: Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable
MINFOF	: Ministère des Forêts et de la Faune
MNV	: Système de Mesure, Notification et Vérification
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PDL	: Plan de Développement Local
PFBC	: Partenariat pour les Forêts du Bassin du Bassin du Congo
PFNL	: Produits Forestiers Non Ligneux
PIWL	: Plaine d'inondation de Waza Logone
PNDP	: Programme National de Développement Participatif
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
PNW	: Parc National de Waza
PPTE	: Pays Pauvre Très Endetté

PRASAC	: Pôle Régional de recherche Appliquée au Développement des Savanes d'Afrique Centrale
QS	: Quotient Spécifique
RCA	: République Centrafricaine
REDD+	: Réduction des Émissions résultant du Déboisement et de la Dégradation des forêts et le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et de l'accroissement des stocks de carbone forestier dans les pays en développement
R-PP	: Document de Préparation à la REDD+
SAC	: Semi Automatic Classification
SIUE	: Schéma Intégré d'Utilisation de l'Espace
SNADDT	: Schéma National d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire
SNV	: Organisation Néerlandaise pour le Développement
TP	: Type Paysager
UBT	: Unité de Bétail Tropical
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO	: Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture
UNTBB	: The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography
UP	: Unité paysagère
USGS	: United State Geological Survey
WAP	: Parc W au Niger, parc Arly au Burkina Faso et réserve de biosphère de Pendjari au Bénin)
WCS	: Wildlife Conservation Service
WWF	: Fonds Mondial pour la Nature
ZER	: Zones d'Extraction des Ressources
ZOA-REDD+	: Zone d'Action Optimale de la REDD+
ZOMO-REDD+	: Zone de Mise en Œuvre de la REDD+

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Synthèse des approches méthodologiques.....	9
Figure 2 : Représentation schématique des théories de la biodiversité.....	18
Figure 3: Organisation des différents chapitres de la thèse.....	27
Figure 4 : Zone périphérique convenue entre les acteurs à la fin des années 1990	33
Figure 5 : Le Parc national de Waza et sa zone périphérique défini dans le cadre de cette étude	33
Figure 6: Waza dans le Réseau des aires protégées du Bassin du Lac Tchad.....	35
Figure 7 : Waza dans le réseau des aires protégées du Cameroun.....	37
Figure 8 : Grandes zones écologiques du Cameroun	39
Figure 9: Sous zones écologiques de la zone soudano-sahélienne.....	41
Figure 10: Occupation des sols du PNW et de sa zone périphérique	44
Figure 11: Un peuplement de Acacias dans la zone arbustive du PNW	46
Figure 12 : Une lionne dans le PNW.....	47
Figure 13 : Groupe de girafes dans le PNW.....	48
Figure 14 : Couloirs de migration des éléphants de Waza	50
Figure 15 : Troupeau d'éléphants dans le PNW	51
Figure 16: Bande d'autruches du PNW	52
Figure 17: Nombre de visiteurs du PNW	53
Figure 18: Températures moyennes mensuelles pour Waza	54
Figure 19: Variations interannuelles de la pluviométrie dans les stations du Département du Logone et Chari (1984-2012).....	55
Figure 20: Diagramme ombrothermique de Waza, 1982-2012.....	55
Figure 21 : Évolution des précipitations moyennes annuelles de la zone soudano sahélienne de 1951 à 2006	57
Figure 22 : Évolution des températures moyennes de la zone soudano sahélienne annuelles de 1987 à 2006	58
Figure 23: Réseau hydrographique	60
Figure 24 : Altitudes de Waza et ses zones riveraines	62
Figure 25: Carte pédologique du PNW et zone périphérique	63

Figure 26: Occupation du sol dans le parc National de Waza et sa zone périphérique.....	64
Figure 27: Plan de sondage	68
Figure 28: Deux vues des travaux d'inventaires	69
Figure 29: Configuration des transects dans le dispositif d'inventaire.....	72
Figure 30 : Représentation schématique de la méthode d'analyse de la dynamique spatiale.....	84
Figure 31 : Différentes phases du traitement des images Landsat	88
Figure 32: Images de l'année 2007 avant et après traitement.....	89
Figure 33 : Un aperçu d'un entretien	90
Figure 34: Schéma général de la méthode du diagnostic territorial.....	94
Figure 35: La prospective territoriale selon Dumont	95
Figure 36 : Une illustration schématique de la méthode DPSIR.....	97
Figure 37 : Matrice DPSIR adaptée pour l'analyse des moteurs de changement à la périphérie du PNW	98
Figure 38 : Représentation schématique de l'analyse FFOM.....	100
Figure 39: Représentation graphique des valeurs des indices de diversité pour chaque transect	109
Figure 40 : Représentation graphique des indices de diversité par unité paysagère	110
Figure 41: Représentation graphique de la valeur des indices de diversité de la périphérie intérieure et extérieure du parc.....	117
Figure 42: Représentation des classes de diamètre (structure en cloche)	134
Figure 43: Représentation des classes de diamètre (structure exponentielle).....	134
Figure 44: Représentation des classes de diamètre (structure erratique)	134
Figure 45: Structure diamétrique des sections des transects situées à l'extérieur et à l'intérieur du parc.....	135
Figure 46: Structure diamétrique du peuplement des unités paysagères	136
Figure 47: Structure verticale du peuplement	137
Figure 48 : Individualisation des groupes d'espèces sur le plan factoriel	140
Figure 49: Représentation spatiale des espèces ligneuses à distribution rare	142
Figure 50: Représentation spatiale des espèces ligneuses à distribution rare (suite).....	143
Figure 51 : Représentation schématique des espèces sur le transect 7-1	146
Figure 52: Nombre d'individus de la flore ligneuse rencontrée quand on va du début des transects à la fin.....	149
Figure 53 : Nombre d'individus de la flore ligneuse rencontrés quand on va du début (extérieur du parc) des transects à la fin (intérieur du parc) dans les transects 3-2, 10-2, 11-2 et 12-2	150

Figure 54 : Les transects 3-2, 10-2, 11-2 et 12-2 sur la figure des espaces pastoraux et mobilités pastorales autour du PNW	151
Figure 55 : Classes d'occupation du sol en 1987	153
Figure 56 : Classes d'occupation du sol en 2002	154
Figure 57 : Classes d'occupation du sol en 2007	155
Figure 58 : Classes d'occupation du sol en 2012	155
Figure 59 : Classes d'occupation du sol en 2016	156
Figure 60: Répartition de la biomasse par unité paysagère.....	162
Figure 61 : Représentation graphique de la dynamique de la biomasse de 2012 - 2035	163
Figure 62 : Gradient de pression anthropique	167
Figure 63 : Densité des populations des communes riveraines du PNW	170
Figure 64 : Carte des réfugiés et des déplacés internes.....	171
Figure 65: Activités pratiquées par les populations	173
Figure 66: Répartition des superficies par culture et production des espèces cultivées à la périphérie du PNW	173
Figure 67: Espace préparé pour l'agriculture de décrue au cours de la campagne agricole 2012-2013 à la périphérie du PNW	175
Figure 68 : Systèmes agricoles à la périphérie du PNW	177
Figure 69: Densité du bétail (nombre d'animaux par hectare) détenu par la population locale .	179
Figure 70 : Bétail à la périphérie du PNW	179
Figure 71 : Campement de transhumant et bétail des transhumants.....	181
Figure 72 : Représentation des systèmes de l'élevage à la périphérie du PNW	182
Figure 73: Photo d'un canal de pêche	184
Figure 74: Lieu de collecte de bois de chauffe.....	185
Figure 75: Représentation des classes de diamètre de certaines espèces les plus exploités pour le bois de chauffe	187
Figure 76: haies de protection dans le village Andirni.....	189
Figure 77 : Utilisation des perches pour les constructions à la périphérie du PNW	190
Figure 78: Illustration de l'ampleur de la vente de bois à la périphérie du PNW.....	191
Figure 79 : Déplacement vers le Sud des isohyètes, périodes 1951-1969 et 1970-1989	197
Figure 80 : Évolution de la température moyenne de l'air depuis 1856.....	197
Figure 81: Évolution des débits du fleuve Chari à Ndjamenà.....	199
Figure 82: Le PNW sur la carte hydrologique de la zone soudano-sahélienne du Cameroun....	202

Figure 83 : Acacia seyal renversé par le vent	205
Figure 84: Indices de présence des braconniers dans le PNW de 2013 à 2016	206
Figure 85: Proportion des terres dégradées	208
Figure 86: Un pied de <i>Calotropis procera</i>	210
Figure 87: Niveau de connaissance de la réglementation sur l'exploitation du bois	214
Figure 88 : Analyse DSPIR des facteurs de dégradation et de perte du couvert végétal	220
Figure 89 : Options stratégiques d'investissement pour la REDD+	240
Figure 90 : Représentation spatiale N°1 des activités REDD+	242
Figure 91 : Représentation spatiale N°2 des activités REDD+	243
Figure 92 : Représentation spatiale N°3 des activités REDD+	244
Figure 93: Situation du territoire de Waza il y a une dizaine d'années (2002)	258
Figure 94: Situation actuelle du territoire de Waza (2014)	259
Figure 95: Situation du territoire de Waza selon le scénario 2	265
Figure 96 : Représentation schématique d'une Réserve de biosphère	272
Figure 98 : Proposition de zonage du Parc National de Waza et sa zone périphérique	274
Figure 98 : Représentation schématique des résultats de notre thèse	298

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Types biologique et végétatif des plantes ligneuses adultes	17
Tableau 2 : Unités paysagères de la zone d'étude	65
Tableau 3: Dimensions des layons et superficies.....	74
Tableau 4 : Liste des transects de chaque unité paysagère	75
Tableau 5: Classification des espèces en fonction du diamètre maximal atteint	79
Tableau 6: Caractéristiques des capteurs Landsat.....	86
Tableau 7 : Nombre d'espèces et valeur des indices de Shannon et l'Equitabilité de Piélou dans chaque unité paysagère du Parc	107
Tableau 8: Valeur des indices de Shannon et de l'Equitabilité de Piélou pour chaque transect .	108
Tableau 9: Liste des espèces présentes dans la zone forestière.....	112
Tableau 10: Liste des espèces présentes dans la savane arbustive.....	113
Tableau 11 : Liste des espèces présentes dans la zone inondable	114
Tableau 12: Valeurs de l'Indice de Shannon, de l'Equitabilité de Piélou et de l'Indice de Simpson pour les parties des transects situées à l'intérieur et à l'extérieur du Parc	116
Tableau 13: Récapitulatif des indices de diversité à l'Extérieur et à l'Intérieur du Parc	118
Tableau 14 : Regroupement des transects sur la base des caractéristiques de la diversité et de la densité absolue	120
Tableau 15: Quelques traits caractéristiques de quelques transects.....	121
Tableau 16: Valeurs du Coefficient Générique et du Quotient Spécifique.....	122
Tableau 17: Nombre d'individus par famille.....	123
Tableau 18: Liste des transects et leurs densités absolues	129
Tableau 19 : Valeurs moyennes des densités absolues	130
Tableau 20: Valeurs de l'Indice de Similarité de Sorensen.....	132
Tableau 21 : Nombre d'individus par classe de diamètre.....	133
Tableau 22 : Superficie des classes d'occupation des sols de la zone périphérique du parc entre 1987 - 2016.....	156
Tableau 23 : Évolution des types d'occupation des sols.....	158
Tableau 24 : Valeur de la biomasse dans chaque unité paysagère.....	161
Tableau 25 : prédiction de la dynamique de la biomasse entre 2012 - 2035	163

Tableau 26 : Population des communes riveraines du Parc National de Waza	169
Tableau 27 : Rendement moyen à l'hectare de quelques spéculations cultivées à la périphérie du PNW au cours de la campagne agricole 2012-2013	174
Tableau 28 : Population de <i>G. senegalensis</i> et <i>Z. mauritiana</i> au niveau du transect 6-2	190
Tableau 29 : Répertoire des individus morts par classe de circonférence	204
Tableau 30 : Taux de régénération pour chaque unité paysagère	205
Tableau 31: Calendrier des feux de brousses, des acteurs, des causes et des conséquences au PNW	207
Tableau 32 : Facteurs d'influence de la dynamique du couvert végétal et leur ampleur par unité paysagère.....	218
Tableau 33 : Types d'initiatives REDD+ et leurs localisations potentielles dans le paysage.....	231
Tableau 34 : Résumé de la situation actuelle du territoire PNW et sa périphérie.....	254
Tableau 35: Indicateurs d'évaluation de la dynamique du territoire de Waza	256
Tableau 36: Indicateurs d'évaluation de la dynamique du territoire PNW et périphérie sans la REDD+.....	260
Tableau 37: Indicateurs d'évaluation de la dynamique du territoire du PNW et périphérie avec la REDD+.....	263
Tableau 38 : Sous types de paysages présents dans notre zone d'étude et leurs caractéristiques floristiques et physiologiques.....	290

Annexe 2: Questionnaire d'enquête socio-économique à la périphérie du PNW

Nom de l'enquêteur.....Nom du village.....
 N° ou nom du ménageDate :.....

1. IDENTIFICATION

- 1.1. Nom et Prénoms Sexe : (IS1)M / / (IS2)F / /
 (du chef de ménage ou de la personne qui a répondu aux questions si autre que le chef de ménage)
 1.2. Depuis combien d'années la famille réside-elle dans ce village ? (IA).....
 1.3. De quelle ethnie appartenez-vous ? (IE)
 (IE1)Arabe / / (IE2)Mousgoums / / (IE3)Kotoko / / (IE4)Autres (préciser)
 1.4. Taille de la famille, alphabétisation et scolarisation (IF)

Niveaux d'étude et nombre d'enfants et de femmes

	Sans niveau				Primaire				Secondaire 1 ^{er} cycle				Secondaire 2 nd cycle				Supérieur			
	NP		P		NP		P		NP		P		NP		P		NP		P	
	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F
Chef de ménage																				
Épouse 1																				
Épouse 2																				
Épouse 3																				
Nombre d'enfants dans le ménage																				
Autres personnes vivant dans le ménage	Nombre				Nombre				Nombre				Nombre				Nombre			

NP : enfants non permanents au domicile ; P : enfant permanent au domicile
 G : garçon F : Filles

1.5. Activités principales du ménage

- 1.5.1. En saison sèche (et en période de décrues ou de recul des eaux d'inondations) IAS
 Agriculture / / pêche / / chasse / / cueillette gomme arabique / / Elevage / /
 Exploitation et vente de bois / / autre (à préciser) / /
 1.5.2. En saison des pluies (et période de crues – ou de montée des eaux d'inondation) IAP
 Agriculture / / pêche / / chasse / / cueillette gomme arabique / / Elevage / /
 Exploitation et vente de bois / / autre (à préciser) / /

2. Les infrastructures et les services du village IS

2.1. Remplissez le tableau suivant sur les points d'eau et leur distance par rapport au village :

N°	Points d'eau	Distance en km (ou en heures de marche)
1.	Puits	
2.	Forage	
3.	Source	
4.	Rivière	
5.	Mares	
6.	Fleuve	

2.2. Où trouvez-vous de l'eau potable facilement : ISE

/ / dans les puits / / dans les forages / / dans la source / / dans les rivières, / / dans les marigots / / dans les mares / / autres.....

2.3. Où vont les villageois pour leurs soins de santé ? ISS

Services	Distance (km)	Pour quelles maladies généralement ?
Case de santé		
Dispensaire		
Hôpital		
Centre de soins privés		
Guérisseurs		

Médicament de route		
---------------------	--	--

2.4. Y a-t-il de l'électricité dans le village ISE Oui Non
si Oui, qui est chargé de la distribution ISD.....

2.5. Écoles et centres d'apprentissage fréquentés par les enfants et jeunes du village ISEC

N°	École ou centre d'apprentissage	Lieu	Distance (km)	La plus grande classe
1.				
2.				
3.				
4.				

3. Activités principales des villageois

3.1. Quelles sont les activités principales qui se pratiquent dans votre village (par ordre d'importance) ? AP

1-Agriculture 5- Collecte et vente gomme arabique
 2-Pêche 6- Collecte et vente de miel
 3-Elevage 7-Artisanat
 4-Collecte et vente de bois 8- Plantation d'arbre
 9-La chasse 10- Autres (Préciser)

4. La contribution des activités dans les revenus des ménages CAP

4.1. Quelle est l'activité qui rapporte le plus d'argent à la famille ?

la vente des produits agricoles La vente du bois
 la vente des produits d'élevage L'exploitation de la gomme arabique
 la vente des produits de chasse la vente du miel
 la vente des produits de pêche l'artisanat

Autre à préciser :

5. Les Organisations villageoises

NOM DE L'ORGANISATION	OBJECTIFS/ ACTIVITES	DYNAMIQUE	Non DYNAMIQUE

6. AGRICULTURE

6.1. Quel type d'agriculture pratiquez-vous ? AP

Agriculture de décrue Agriculture pluviale Culture irriguée (maraîcher)

Autre (à préciser)

6.2. Que cultivez – vous ? AC

Mil Sorgho Riz Coton Arachide Légumes

Autres (préciser)

6.3. Classez par ordre d'importance la destination de vos produits récoltés AD

vente consommation dons

Autres

6.4. Si les produits agricoles sont vendus, est-ce que le fruit de la vente de ces produits apporte-t-il des revenus suffisants pour les besoins de la famille ? Oui Non AV

6.5. Si c'est non, de quelle quantité la production doit –elle augmenter pour parvenir à satisfaire tous les besoins de la famille ? AQ

Elle doit augmenter d'un quart Elle doit tripler

Elle doit doubler Elle doit augmenter du Trois quart

Elle doit quadrupler Autres

6.6. Pratiquez – vous le brûlis (brûler les herbes avant de cultiver) ? Oui Non AB

6.7. Utilisez – Vous les engrais et les pesticides ? Oui Non AEP

6.8. Les terres cultivées vous appartiennent – elles ? Oui Non ..En partie ATA

6.9. Si Non, A qui appartiennent –elles ?

- 6.10. Quelle est la superficie des terres cultivées ?AST
 6.11. Avez – vous des terres dégradées (hardés) dans le terroir villageois ? Oui /_/ Non /_/ATD
 Si oui, quelle est leur superficie ?ATDS
 6.12. Si, oui ces terres dégradées (hardés) augmentent-elles chaque année ou non ? ATDA
 /_/ Elles augmentent /_/ Elles diminuent /_/ Elles restent stables
 6.13. Donner une estimation de la production agricole par saison AEP

	Estimation de la superficie cultivée	Nombre de sacs récoltés en moyenne / an	Prix moyen par sac
Mil			
Sorgho			
riz			
arachide			
Coton			

- 6.14. Qu'est-ce qui pose le plus de problèmes en agriculture ? APR
 /_/ le manque de fertilisants /_/ le manque d'acheteurs
 /_/ le manque de produits phytosanitaires /_/ le mauvais état des routes
 /_/ le manque des outils agricoles /_/ le manque d'organisation des populations
 /_/ difficulté de conservation des produits récoltés /_/ les mauvaises techniques culturales
 /_/ L'ensablement /_/ la dégradation des terres (hardés)
 /_/ manque d'encadrement et d'appui des administrations et des organismes de développement
 Autres

6.15. D'après vous comment peut-on résoudre ces problèmes ?.....ARP

6.16. D'après vous, comment peut-on faire pour améliorer la production agricole de sorte qu'elle puisse satisfaire les besoins (en argent et en nutrition) de toute la famille ?AAP

6.17. D'après vous, le nombre d'agriculteurs a-t-il augmenté ou diminué ces dernières années ?

Il a augmenté /_/ Il a diminué /_/ Il est resté inchangé /_/ ANA

6.18. Les agriculteurs ont-ils des problèmes avec d'autres personnes ? Oui /_/ Non /_/ APP

6.19. Si Oui, Avec qui ? APPO

Avec d'autres agriculteurs /_/

Avec des pêcheurs /_/

Avec des éleveurs /_/

Avec les chefs de villages /_/

Avec les Mairies /_/

Avec les Acheteurs /_/

Avec les administrations (Services de conservation Parc, Agriculture, Elevage et Pêche) /_/

Avec d'autres personnes (à citer)

Commentaires sur le type de problèmes

7. ELEVAGE

7.1. Quel type d'élevage pratiquez-vous ? ET

Sédentaire /_/ Nomade /_/ Semi-nomade /_/

Transhumant /_/

Autres (Préciser)

7.2. Quels sont les animaux que vous élevez ? EAE

Espèce animale	Nombre approximatif des bêtes	Combien de têtes pouvez-vous en vendre par an	Prix moyen par tête vendu
Bœufs			
Moutons			
Chèvres			
Poules			
Canards			
Anes			
chevaux			
Porcs			

- 7.3. Classez par ordre d'importance la destination de vos produits d'élevage (animaux, lait, etc.)
 /_/ vente /_/ consommation /_/ dons /_/ Prestige ED
 Autres
- 7.4. Si les produits d'élevage (animaux, lait, etc.) sont vendus, est-ce qu'ils apportent des revenus suffisants pour les besoins de la famille ? Oui /_/ Non /_/ EDV
- 7.5. Si c'est non, de quel nombre doit-on augmenter le nombre de têtes d'animaux pour parvenir à satisfaire tous les besoins de la famille ? EDA
 Nombre de têtes de bœufs à augmenter
 Nombre de têtes de moutons à augmenter
 Nombre de têtes de chèvres à augmenter
 Nombre de têtes de poules à augmenter
 Nombre de têtes d'autres animaux à augmenter (citer ces animaux).....
- 7.6. Qu'est ce qui constitue un frein pour le développement de l'élevage ? EF
 /_/ conflits avec les autres utilisateurs des ressources /_/ baisse des inondations
 /_/ diminution des ressources en eau /_/ insuffisance de pâturage
 /_/ maladie des animaux /_/ vol du bétail
 /_/ manque d'encadrement et d'appui des administrations et des organismes de développement
 /_/ autres (préciser).....
- 7.7. D'après vous comment peut-on résoudre ces problèmes ?.....EFR
- 7.8. D'après vous, comment peut-on faire pour améliorer l'élevage de sorte qu'il puisse satisfaire les besoins (consommation et argent) de toute la famille ?EAF
- 7.9. D'après vous, le nombre d'éleveurs a-t-il augmenté ou diminué ces dernières années ?
 Il a augmenté /_/ Il a diminué /_/ Il est resté inchangé /_/ EAD
- 7.10. D'après vous, la superficie de terres de pâturages a-t-elle diminué ou augmenté ?
 elle a augmenté /_/ elle a diminué /_/ elle est restée inchangé /_/ ETP
 Pourquoi ?.....
- 7.11. Les éleveurs ont-ils des problèmes avec d'autres personnes ? Oui /_/ Non /_/EP
- 7.12. Si Oui, Avec qui ? EPO
 Avec d'autres agriculteurs /_/ Avec des pêcheurs /_/
 Avec des éleveurs /_/ Avec les chefs de villages /_/
 Avec les Mairies /_/ Avec les Acheteurs /_/
 Avec les administrations (Services de conservation Parc, Agriculture, Elevage et Pêche) /_/
 Avec d'autres personnes (à citer)
 Commentaires sur le type de problèmes
- 7.13. Connaissez-vous ce qu'on appelle élevage intensif et durable (qui visent l'augmentation de la production pastorale sans nuire à l'environnement) ? Oui /_/ Non /_/ EEI
 Si oui quelles techniques d'élevage intensif et durable connaissez-vous ?EEIO
- 7.14. Comment sont utilisés les déchets d'élevage (excréments) ? EDE
 Sont utilisés pour fertiliser les plantations directement /_/ Sont jetés dans la nature /_/
 Sont transformés en composte pour la fertilisation /_/ Ne sont pas utilisés /_/

8. PECHE

- 8.1. Quels sont les types d'activité de pêche PT
 Pêche individuelle /_/ Pêche collective /_/
 Pêche communautaire /_/ Autres (à préciser)
- 8.2. Quels sont les outils de pêche ? PO
 Filet /_/ Nasses /_/
 Hameçon / Ligne /_/ Pesticides /_/ Epervier /_/
 Autre (à préciser)
- 8.3. A quel moment de l'année la pêche est-elle pratiquée ? PM
 En saison de pluie seulement /_
 En saison de pluie et pendant la montée des eaux (périodes de crues) /_
 En saison sèche seulement /_
 En saison sèche et en période de retrait des eaux (périodes de décrues) /_

- 8.4. Savez – vous que certaines techniques de pêche que vous utilisez sont punis par la loi ?
 Oui /_/ Non /_/ PT
- 8.5. Si oui, pourquoi la pratiquez – vous ?.....PP
- 8.6. Sinon, êtes –vous prêts à changer de techniques ? Oui /_/ Non /_/ PTN
 Pourquoi ?
- 8.7. Estimation des quantités de poissons pêchés par unité de temps PQ

N°	Espèce de poisson	Quantité (nombre de poissons ou de kilogramme pêché par semaine)	quantité vendue par rapport à la quantité pêchée (moitié, le quart, la totalité)	Prix total de la quantité vendue
	Carpe			
	Capitaine			
	Sole			
	Silure			
	anguille			

- 8.8. Quels sont les cours d’eaux ou mares d’eaux dans lesquels les habitants du village font la pêche ?
PCE
- 8.9. Qui est autorisé à pêcher dans ces cours d’eaux ou mares d’eau? PAP
 /_/ Autochtone. /_/ Tout résident du village. /_/ Village voisin. /_/ Autre.....
- 8.10. D’après vous, le poisson est-il aussi abondant que dans le temps de vos grands-parents ?
 /_/ abondant /_/ moyen /_/ passable /_/ rare /_/ absent PPA
 Expliquer.....
- 8.11. Y a-t-il certains poissons en voie de disparition ou qui ont disparu ? /_/ Oui /_/ Non PVD
 Si oui, lesquels ?PVDO
- 8.12. Quels sont les poissons préférés ici dans la famille ?PPF
- 8.13. Parmi ces poissons estimez-vous qu’il y en a encore en quantité suffisante ? oui /_/ non /_/PPQS
 Si non pourquoi ?PPQP
- 8.14. Y a- t-il des poissons tabous (ou interdits par la tradition) ou sacrés? oui /_/ non /_/PTT
 Si oui, lesquels
- 8.15. Les pêcheurs ont-ils des problèmes avec d’autres personnes ?Oui /_/ Non /_/PPP
 Si Oui, Avec qui ? PPPO
 Avec d’autres agriculteurs /_/ Avec des pêcheurs /_/
 Avec des éleveurs /_/ Avec les chefs de villages /_/
 Avec les Mairies /_/ Avec les Acheteurs /_/
 Avec les administrations (Services de conservation Parc, Agriculture, Elevage et Pêche) /_/
 Avec d’autres personnes (à citer)
 Commentaires sur le type de problèmes
- 8.16. Classez par ordre d’importance la destination de vos produits de pêche PD
 /_/ vente /_/ consommation /_/ dons
 Autres (précisez).....
- 8.17. Connaissez – vous le phénomène de canaux de pêche dans le village ? Oui /_/ Non /_/PCP
 Si Oui, à quand remonte cette pratique ?.....POP
- 8.18. Comment peut-faire disparaître cette pratique ?.....POD
- 8.19. D’après vous, cette pratique fait disparaître les poissons ou les fait augmenter ?PODA
- 8.20. Remarquez-vous une diminution de la ressource en poisson ? Oui /_/ Non /_/ PDP
 Si oui ,de quelle espèce ?..... Depuis quand ?
- 8.21. D’après vous, A quoi cela est-il dû? PDPA
 Diminution des ressources en eau /_/ Insuffisance des inondations /_/
 Barrage de Maga /_/ Barrage de Lagdo /_/
 Augmentation de la population des pêcheurs /_/
 Autres (préciser)
- 8.22. D’après vous, le nombre de pêcheurs a-t-il augmenté ou diminué ces dernières années ?PN
 Il a augmenté /_/ Il a diminué /_/ Il est resté inchangé /_/
- 8.23. S’il a augmenté, donnez une estimation du nombre de pêcheurs augmenté en 2008 : PNA

8.24. Qui pêche ? PQP

Hommes /_/_/

Femmes /_/_/

Enfants /_/_/

Autres (préciser)

8.25. Qu'est ce qui constitue un frein pour le développement de la pêche ? PFD

/_/_/ conflits avec les autres personnes

/_/_/ baisse des inondations

/_/_/ diminution des ressources en eau

/_/_/ insuffisance de pâturage

/_/_/ manque d'encadrement et d'appui des administrations et des organismes de développement

/_/_/ non respect de la loi dans les pratiques de la pêche

/_/_/ autres (préciser).....

8.26. D'après vous comment peut-on résoudre ces problèmes ?.....PFDR

8.27. D'après vous, comment peut-on faire pour améliorer la pêche de sorte qu'elle puisse satisfaire les besoins (en consommation et en argent) de toute la famille ?PAB

9. AUTRES ACTIVITES

9.1. Donnez les revenus en une année des activités suivantes si vous les pratiquez AAR

	Quantité (ou production) par an	Revenus par an
Vente de bois		
Collecte et vente de gomme arabique		
Artisanat		
Collecte et vente de miel		

9.2. Quels sont les problèmes liés à ces activitésAAP

9.3. Que peut-on faire pour augmenter la production et les revenus de ces activités ?AAAP

9.4. Gestion des ressources en eau AE

9.4.1. Quelle quantité d'eau utilisez-vous par jour (nombre de seaux ou de bidons de 10 litres par jour) ?.....AEQ

9.4.2. Cette quantité est-elle suffisante pour tous les besoins de la famille ?Oui/_/_/ Non/_/_/AEB

9.4.3. Qui va chercher l'eau dans la famille ? AEC

Les hommes /_/_/ Les Femmes /_/_/ Les enfants (filles)

Les enfants (garçons)

9.4.4. Avec quoi puise-t-on de l'eau ?AEP

9.4.5. Remarquez-vous une diminution des ressources en eau dans le village ? AED

Oui/_/_/ Non/_/_/ Pourquoi ?

9.4.6. Etes-vous satisfait de la qualité de l'eau ? Oui/_/_/ Non/_/_/AEQE

Pourquoi ?

9.4.7. Y-a-t-il des maladies liées à l'eau ? Oui/_/_/ Non/_/_/ AEM

Lesquelles ?

9.4.8. Existe des règles communautaires de gestion de l'eau ? Un comité de gestion de l'eau ?

Oui/_/_/ Non/_/_/ AERG

Commentaires

9.5. Gestion forestière GF

9.5.1. Ou trouvez-vous le bois de chauffe ?

9.5.2. Est-il facile à trouver ?

9.5.3. Connaissez-vous la réglementation en matière de coupe de bois

9.5.4. Si non comment faire pour satisfaire les besoins en bois ?

9.6. Tourisme / Ecotourisme TOE

9.6.1. Recevez-vous les retombées économiques des visiteurs du Parc de Waza ?

9.6.2. Que faut-il faire pour que le parc puisse profiter à tous ?

9.6.3. Etes-vous prêts à lutter pour la sauvegarde du Parc si vous avez des retombées des visiteurs du Parc ?

10. Espèces ligneuses utilisées en pharmacopée traditionnelle

Espèces utilisées pour traiter ces maladies :	Nombres utilisés par an par ménage	Etat de sa régénération	Problèmes notés Accès(A)	Quelles actions pouvons-nous
---	------------------------------------	-------------------------	--------------------------	------------------------------

		Adéquat (A) Moyen(M) Pauvre(P)	Disponible(D) Qualité(Q)	prendre pour résoudre les problèmes aperçus ?
Paludisme _____				
Maux ventre _____				
Douleur musculaire				
Grippe _____				
Toux _____				
Diarrhée _____				
Blessures (antibiotiques)				
Autres _____ _____ _____				

11. PREOCCUPATIONS DIVERSES PD

D'après – vous, que faut-il faire pour améliorer vos conditions de vie (nutrition, santé, éducation, argent, etc.) ?.....

D'après – vous que faut-il faire pour empêcher la diminution des ressources naturelles (terres fertiles, arbres, eau, etc.) ?

Annexe 3: Questionnaire pour le diagnostic et la prospective territoriale

1. Système productif (élevage, pêche, agriculture, tourisme, artisanat, commerce, autres activités économiques, etc.)

Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces

Autres éléments d'informations importantes sur le système productif

Elevage _____

Pêche _____

Agriculture _____

Tourisme _____

Artisanat _____

Commerce _____

Autres activités économiques _____

2. Aspects sociaux et culturels

Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces

Autres éléments d'informations pertinentes sur les aspects sociaux et culturelles :

Migrations _____

Ethnies _____

Populations _____

Transhumants _____

Rôle des autorités traditionnelles _____

3. Capital naturel (ressource en eau, ressources en terres, biodiversité, tourisme, autres ressources naturelles - mines, pétrole, etc.)

Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces

Autres éléments d'informations importantes sur le capital naturel _____

Tendance des ressources en eau _____

Tendance des ressources en terre (dégradation, hardés) _____

Biodiversité _____

Tendance des activités touristiques _____

4. Gouvernance (mairie et réalisations, institutions, tissus associatif, cadres de concertation, etc.)

Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces

Autres éléments d'informations importantes sur les aspects de gouvernance

Fonctionnement de la mairie et réalisations _____

Acteurs clés et rôle _____
 Evolution du tissu associatif

Cadres de concertation

Question Prospective

Au cours des dix dernières années, quels ont été les principaux changements sur les aspects suivants?

Secteurs	Changements	Les responsables de la commune ou de l'administration ont-ils réagi ou pas?	Est-ce que ces changements étaient prévisibles ou pas?	Est-ce que la réaction des responsables était appropriée ou pas?
Systeme de production (pêche, élevage, agriculture)				
Autres activités commerciales				
Aspects sociaux et culturels				
Ressources en eau				
Ressources en terre				

Secteurs	Changements	Les responsables de la commune ou de l'administration ont-ils réagi ou pas?	Est-ce que ces changements étaient prévisibles ou pas?	Est-ce que la réaction des responsables était appropriée ou pas?
Biodiversité				
Autres ressources naturelles				
Tourisme				
Acteurs de la				

région				
Tissu associatif				
Cadres de concertation entre les acteurs				

Annexe 4: Liste des espèces par familles

TOTAL	Familles	Noms des espèces	Nombre d'individus	%
1	Fabaceae	<i>Acacia hockii</i>	226	0,920
2	Fabaceae	<i>Acacia macrothyrsa</i>	225	0,916
3	Fabaceae	<i>Acacia nilotica</i>	127	0,517
4	Fabaceae	<i>Acacia polyacantha</i>	416	1,693
5	Fabaceae	<i>Acacia senegal</i>	50	0,203
6	Fabaceae	<i>Acacia seyal</i>	8852	36,019
7	Fabaceae	<i>Acacia sieberiana</i>	3	0,012
8	Malvaceae	<i>Adansonia digitata</i>	1	0,004
9	Fabaceae	<i>Albizia coriaria</i>	7	0,028
10	Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>	268	1,090
11	Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	859	3,495
12	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	61	0,248
13	Zygophyllaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>	2025	8,240
14	Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i>	47	0,191
15	Ulmaceae	<i>Celtis integrifolia</i>	54	0,220
16	Combretaceae	<i>Combretum aculeatum</i>	801	3,259
17	Combretaceae	<i>Combretum molle</i>	2257	9,184
18	Combretaceae	<i>Combretum sp.</i>	17	0,069
19	Capparaceae	<i>Crateva adansonii</i>	49	0,199
20	Fabaceae	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	68	0,277
21	Fabaceae	<i>Daniellia oliveri</i>	2	0,008
22	Fabaceae	<i>Dichrostachys cinerea</i>	4	0,016
23	Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i>	12	0,049
24	Fabaceae	<i>Entada africana</i>	3	0,012
25	Fabaceae	<i>Faidherbia albida</i>	44	0,179
26	Moraceae	<i>Ficus ingens</i>	3	0,012
27	Moraceae	<i>Ficus sycomorus</i>	3	0,012
28	Rubiaceae	<i>Gardenia aqualla</i>	37	0,151
29	Malvaceae	<i>Grewia mollis</i>	45	0,183
30	Combretaceae	<i>Guiera senegalensis</i>	4416	17,969
31	Euphorbiaceae	<i>Hymenocardia acida</i>	34	0,138
32	Arecaceae	<i>Hypaena thebaica</i>	351	1,428
33	Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i>	1	0,004
34	Bignoniaceae	<i>Kigelia africana</i>	1	
35	Anacardiaceae	<i>Lannea humilis</i>	156	0,635
36	Rubiaceae	<i>Mitragyna inermis</i>	246	1,001
37	Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	3	0,012
38	Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	29	0,118

39	Fabaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i>	598	2,433
40	Fabaceae	<i>Piliostigma thonningii</i>	42	0,171
41	Fabaceae	<i>Prosopis africana</i>	1	0,004
42	Fabaceae	<i>Pterocarpus lucens</i>	387	1,575
43	Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>	518	2,108
44	Malvaceae	<i>Sterculia setigera</i>	1	0,004
45	Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i>	138	0,562
46	Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	22	0,090
47	Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	193	0,785
48	Combretaceae	<i>Terminalia laxiflora</i>	526	2,140
49	Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i>	2	0,008
50	Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i>	4	0,016
51	Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	325	1,322
52	Rhamnaceae	<i>Ziziphus spina-christi</i>	16	0,065
			24576	

Annexe 5: Espèces recensées dans les parties des transects situées à la périphérie intérieure et extérieure du Parc

Périphérie intérieure du Parc				Périphérie extérieure du parc			
Familles	Noms des espèces	Nombre d'individus	%	Familles	Noms des espèces	Nombre d'individus	%
Fabaceae	<i>Acacia hockii</i>	89	0,637	Fabaceae	<i>Acacia hockii</i>	137	1,291
Fabaceae	<i>Acacia macrothyrsa</i>	147	1,053	Fabaceae	<i>Acacia macrothyrsa</i>	78	0,735
Fabaceae	<i>Acacia nilotica</i>	122	0,874	Fabaceae	<i>Acacia nilotica</i>	5	0,047
Fabaceae	<i>Acacia polyacantha</i>	335	2,400	Fabaceae	<i>Acacia polyacantha</i>	81	0,763
Fabaceae	<i>Acacia senegal</i>	32	0,229	Fabaceae	<i>Acacia senegal</i>	18	0,170
Fabaceae	<i>Acacia seyal</i>	5266	37,719	Fabaceae	<i>Acacia seyal</i>	3586	33,782
Fabaceae	<i>Acacia sieberiana</i>	1	0,007	Fabaceae	<i>Acacia sieberiana</i>	2	0,019
Malvaceae	<i>Adansonia digitata</i>	1	0,007	Malvaceae	<i>Adansonia digitata</i>	0	0,000
Fabaceae	<i>Albizia coriaria</i>		0,000	Fabaceae	<i>Albizia coriaria</i>	7	0,066
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>	255	1,827	Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>	13	0,122
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	446	3,195	Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	413	3,891
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	4	0,029	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	57	0,537
Zygophyllaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>	1024	7,335	Zygophyllaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>	1001	9,430
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i>	10	0,072	Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i>	37	0,349
Ulmaceae	<i>Celtis integrifolia</i>	23	0,165	Ulmaceae	<i>Celtis integrifolia</i>	31	0,292
Combretaceae	<i>Combretum aculeatum</i>	628	4,498	Combretaceae	<i>Combretum aculeatum</i>	173	1,630
Combretaceae	<i>Combretum molle</i>	1379	9,878	Combretaceae	<i>Combretum molle</i>	878	8,271
Combretaceae	<i>Combretum sp.</i>	2	0,014	Combretaceae	<i>Combretum sp.</i>	15	0,141
Capparaceae	<i>Crateva adansonii</i>	13	0,093	Capparaceae	<i>Crateva adansonii</i>	36	0,339
Fabaceae	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	32	0,229	Fabaceae	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	36	0,339
Fabaceae	<i>Daniellia oliveri</i>		0,000	Fabaceae	<i>Daniellia oliveri</i>	2	0,019
Fabaceae	<i>Dichrostachys cinerea</i>	2	0,014	Fabaceae	<i>Dichrostachys cinerea</i>	2	0,019
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i>	9	0,064	Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i>	3	0,028
Fabaceae	<i>Entada africana</i>	1	0,007	Fabaceae	<i>Entada africana</i>	2	0,019

Suite annexe 5

Périphérie intérieure du Parc				Périphérie extérieure du parc			
Familles	Noms des espèces	Nombre d'individus	%	Familles	Noms des espèces	Nombre d'individus	%
Fabaceae	<i>Faidherbia albida</i>	4	0,029	Fabaceae	<i>Faidherbia albida</i>	40	0,377
Moraceae	<i>Ficus ingens</i>		0,000	Moraceae	<i>Ficus ingens</i>	3	0,028
Moraceae	<i>Ficus sycomorus</i>		0,000	Moraceae	<i>Ficus sycomorus</i>	3	0,028
Rubiaceae	<i>Gardenia aqualla</i>	3	0,021	Rubiaceae	<i>Gardenia aqualla</i>	34	0,320
Malvaceae	<i>Grewia mollis</i>	34	0,244	Malvaceae	<i>Grewia mollis</i>	11	0,104
Combretaceae	<i>Guiera senegalensis</i>	2495	17,871	Combretaceae	<i>Guiera senegalensis</i>	1921	18,097
Euphorbiaceae	<i>Hymenocardia acida</i>	12	0,086	Euphorbiaceae	<i>Hymenocardia acida</i>	22	0,207
Arecaceae	<i>Hypaene thebaica</i>	92	0,659	Arecaceae	<i>Hypaene thebaica</i>	259	2,440
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i>	0	0,000	Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i>	1	0,009
Bignoniaceae	<i>Kigelia africana</i>	0	0,000	Bignoniaceae	<i>Kigelia africana</i>	1	0,009
Anacardiaceae	<i>Lannea humilis</i>	86	0,616	Anacardiaceae	<i>Lannea humilis</i>	70	0,659
Rubiaceae	<i>Mitragyna inermis</i>	100	0,716	Rubiaceae	<i>Mitragyna inermis</i>	146	1,375
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	0	0,000	Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	3	0,028
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	0	0,000	Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	29	0,273
Fabaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i>	204	1,461	Fabaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i>	394	3,712
Fabaceae	<i>Piliostigma thonningii</i>	25	0,179	Fabaceae	<i>Piliostigma thonningii</i>	17	0,160
Fabaceae	<i>Prosopis africana</i>	0	0,000	Fabaceae	<i>Prosopis africana</i>	1	0,009
Fabaceae	<i>Pterocarpus lucens</i>	138	0,988	Fabaceae	<i>Pterocarpus lucens</i>	249	2,346
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>	247	1,769	Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>	271	2,553
Malvaceae	<i>Sterculia setigera</i>	0	0,000	Malvaceae	<i>Sterculia setigera</i>	1	0,009
Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i>	85	0,609	Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i>	53	0,499
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	10	0,072	Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	12	0,113
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	106	0,759	Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	87	0,820
Combretaceae	<i>Terminalia laxiflora</i>	408	2,922	Combretaceae	<i>Terminalia laxiflora</i>	118	1,112

Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i>	2	0,014	Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i>	0	0,000
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i>	1	0,007	Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i>	3	0,028
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	76	0,544	Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	249	2,346
Rhamnaceae	<i>Ziziphus spina-christi</i>	10	0,072	Rhamnaceae	<i>Ziziphus spina-christi</i>	6	0,057
	TOTAL	13959			TOTAL	10617	

Annexe 6: Dominance relative des familles

Familles	Nombre d'individus	Surface Terrière (S - cm²)	Dominance relative
Anacardiaceae	674	752 878,11	11,80
Annonaceae	268	22 161,62	0,35
Apocynaceae	47	590,05	0,01
Arecaceae	351	61 826,43	0,97
Bignoniaceae	139	65 362,26	1,02
Capparaceae	49	48 900,80	0,77
Combretaceae	8876	1 845 756,13	28,93
Ebenaceae	12	4 207,80	0,07
Euphorbiaceae	34	2 557,09	0,04
Fabaceae	11277	2 453 568,98	38,45
Loganiaceae	22	906,69	0,01
Malvaceae	47	8 805,17	0,14
Meliaceae	62	20 918,07	0,33
Moraceae	6	16 261,46	0,25
Moringaceae	3	151,99	0,002
Rhamnaceae	341	28 334,14	0,44
Rubiaceae	283	98 246,58	1,54
Sapotaceae	2	57,48	0,001
Ulmaceae	54	115 884,55	1,82
Verbenaceae	4	137,90	0,002
Zygophyllaceae	2025	833 398,73	13,06

Annexe 7: Distribution des espèces par classe de recouvrement

Noms des espèces	Fréquence (%)	Classes de recouvrement
<i>Kigelia africana</i>	4,35	Espèces à distribution rare
<i>Adansonia digitata</i>	4,35	
<i>Khaya senegalensis</i>	4,35	
<i>Prosopis africana</i>	4,35	
<i>Sterculia setigera</i>	4,35	
<i>Acacia sieberiana</i>	4,35	
<i>Entada africana</i>	4,35	
<i>Vitellaria paradoxa</i>	4,35	
<i>Ficus sycomorus</i>	4,35	
<i>Ficus ingens</i>	4,35	
<i>Moringa oleifera</i>	4,35	
<i>Ziziphus mauritiana Lam.</i>	4,35	
<i>Vitex doniana</i>	4,35	
<i>Dichrostachys cinerea</i>	4,35	
<i>Albizia coriaria</i>	4,35	
<i>Annona senegalensis</i>	4,35	
<i>Gardenia aqualla</i>	8,70	
<i>Diospyros mespiliformis</i>	13,04	
<i>Combretum sp.</i>	13,04	
<i>Parkinsonia aculeata</i>	13,04	
<i>Hymenocardia acida</i>	13,04	
<i>Grewia mollis</i>	13,04	
<i>Acacia macrothyrsa</i>	13,04	
<i>Acacia polyacantha</i>	13,04	
<i>Terminalia laxiflora</i>	13,04	
<i>Ziziphus spina-christi</i>	17,39	
<i>Strychnos spinosa</i>	17,39	
<i>Piliostigma thonningii</i>	17,39	
<i>Celtis integrifolia</i>	17,39	
<i>Acacia nilotica</i>	17,39	
<i>Hypaene thebaica</i>	17,39	
<i>Calotropis procera</i>	21,74	Espèces à faible distribution
<i>Crateva adansonii</i>	21,74	
<i>Azadirachta indica</i>	21,74	
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	21,74	
<i>Pterocarpus lucens</i>	21,74	
<i>Combretum aculeatum</i>	21,74	
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	21,74	
<i>Faidherbia albida</i>	26,09	
<i>Sclerocarya birrea</i>	26,09	
<i>Combretum molle</i>	26,09	
<i>Guiera senegalensis</i>	26,09	

<i>Stereospermum kunthianum</i>	30,43	
<i>Acacia hockii</i>	30,43	
<i>Mitragyna inermis</i>	30,43	
<i>Acacia senegal</i>	34,78	
<i>Lannea humilis</i>	34,78	
<i>Tamarindus indica</i>	34,78	
<i>Ziziphus mauritiana</i>	56,52	Espèces moyennement distribuées
<i>Piliostigma reticulatum</i>	60,87	Espèces à grande distribution
<i>Balanites aegyptiaca</i>	69,57	
<i>Acacia seyal</i>	86,96	Espèces à très grande distribution

Annexe 8: Indices de biodiversité dans les parties des transects situés à l'intérieur et à l'extérieur du Parc

INTERIEUR DU PARC				EXTERIEUR DU PARC			
Transect	Indices de Shannon	PIÉLOU	SIMPSON	Transect	Indices de Shannon	PIÉLOU	SIMPSON
L2-1-1	0,58	0,21	0,83	L2-1-2	2,19	0,50	0,43
L2-2-1	0,90	0,25	0,75	L2-2-2	0,29	0,18	0,0008
L3-1-1	0,58	0,19	0,32	L3-1-2	1,62	0,51	0,43
L3-2-1	0,38	0,15	0,90	L3-2-2	0,69	0,25	0,8
L4-1-1	1,67	0,83	0,38	L4-1-2	1,76	0,88	0,31
L4-2-1	0,06	0,06	0,99	L4-2-2	0,72	0,21	0,82
L5-1-1	0,97	0,97	0,52	L5-1-2	0,00	0,00	1
L5-2-1	0,64	0,19	0,81	L5-2-2	0,36	0,23	0,89
L6-1-1	0,00	0,00	1,00	L6-1-2	1,40	0,70	0,49
L6-2-1	0,97	0,38	0,64	L6-2-2	2,32	0,57	0,3
L7-1-1	1,25	0,49	0,47	L7-1-2	1,25	0,49	0,47
L7-2-1	2,04	0,55	0,29	L7-2-2	1,40	0,39	0,54
L8-1-1	1,43	0,55	0,59	L8-1-2	0,72	0,72	0,68
L8-2-1	2,13	0,55	0,29	L8-2-2	1,81	0,50	0,4
L9-1-1	1,41	0,89	0,41	L9-1-2	1,44	0,91	0,4
L9-2-1	1,72	0,43	0,48	L9-2-2	1,99	0,54	0,37
L10-1-1	1,11	0,70	0,54	L10-1-2	2,31	0,77	0,25
L10-2-1	3,38	0,76	0,14	L10-2-2	3,41	0,74	0,13
L11-1-1	0,42	0,18	0,89	L11-1-2	1,25	0,62	0,46
L11-2-1	3,24	0,73	0,16	L11-2-2	3,03	0,68	0,2
L12-1-1	0,57	0,22	0,84	L12-1-2	0,16	0,06	0,97
L12-2-1	2,89	0,64	0,20	L12-2-2	3,90	0,82	0,14
L13-1	0,76	0,29	0,70	L13-2	1,41	0,55	0,51

Annexe 9: Liste des espèces et abondance

Noms des espèces	Nombre d'individus	%
<i>Kigelia africana</i>	1	0,004
<i>Adansonia digitata</i>	1	0,004
<i>Khaya senegalensis</i>	1	0,004
<i>Prosopis africana</i>	1	0,004
<i>Sterculia setigera</i>	1	0,004
<i>Acacia sieberiana</i>	2	0,008
<i>Entada africana</i>	2	0,008
<i>Daniellia oliveri</i>	2	0,008
<i>Vitellaria paradoxa</i>	2	0,008
<i>Ficus sycomorus</i>	3	0,012
<i>Ficus ingens</i>	3	0,012
<i>Moringa oleifera</i>	3	0,012
<i>Vitex doniana</i>	4	0,016
<i>Piliostigma reticulatum</i>	6	0,024
<i>Dichrostachys cinerea</i>	8	0,033
<i>Diospyros mespiliformis</i>	12	0,049
<i>Albizia coriaria</i>	14	0,057
<i>Ziziphus spina-christi</i>	16	0,065
<i>Combretum sp.</i>	17	0,069
<i>Strychnos spinosa</i>	22	0,090
<i>Parkinsonia aculeata</i>	29	0,118
<i>Hymenocardia acida</i>	34	0,138
<i>Gardenia aqualla</i>	37	0,151
<i>Piliostigma thonningii</i>	42	0,171
<i>Faidherbia albida</i>	44	0,179
<i>Grewia mollis</i>	45	0,183
<i>Calotropis procera</i>	47	0,191
<i>Crateva adansonii</i>	49	0,199
<i>Acacia senegal</i>	50	0,203
<i>Celtis integrifolia</i>	54	0,220
<i>Azadirachta indica</i>	61	0,248
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	68	0,277
<i>Acacia nilotica</i>	127	0,517
<i>Stereospermum kunthianum</i>	138	0,562
<i>Lannea humilis</i>	156	0,635
<i>Tamarindus indica</i>	185	0,753
<i>Acacia macrothyrsa</i>	225	0,916
<i>Acacia hockii</i>	226	0,920
<i>Mitragyna inermis</i>	245	0,997
<i>Annona senegalensis</i>	268	1,090

<i>Ziziphus mauritiana</i>	325	1,322
<i>Hypaene thebaica</i>	351	1,428
<i>Pterocarpus lucens</i>	387	1,575
<i>Acacia polyacantha</i>	416	1,693
<i>Sclerocarya birrea</i>	518	2,108
<i>Terminalia laxiflora</i>	526	2,140
<i>Piliostigma reticulatum</i>	592	2,409
<i>Combretum aculeatum</i>	801	3,259
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	859	3,495
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2025	8,240
<i>Combretum molle</i>	2257	9,184
<i>Guiera senegalensis</i>	4416	17,969
<i>Acacia seyal</i>	8852	36,019
TOTAL	24576	100

Annexe 10: Valeur des surfaces terrières des espèces et de leur dominance relative

Noms des espèces	Nombre d'individus	Surface Terrière (S - cm ²)	Dominance relative
<i>Acacia hockii</i>	226	97 985,42	1,54
<i>Acacia macrothyrsa</i>	225	25 326,67	0,40
<i>Acacia nilotica</i>	127	29 602,47	0,46
<i>Acacia polyacantha</i>	416	65 794,83	1,03
<i>Acacia senegal</i>	50	10 936,94	0,17
<i>Acacia seyal</i>	8852	1 841 000,64	28,85
<i>Acacia sieberiana</i>	3	319,90	0,01
<i>Adansonia digitata</i>	1	3 578,34	0,06
<i>Albizia coriaria</i>	7	1 249,92	0,02
<i>Annona senegalensis</i>	268	22 161,62	0,35
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	859	1 191 035,91	18,67
<i>Azadirachta indica</i>	61	20 329,22	0,32
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2025	833 398,73	13,06
<i>Calotropis procera</i>	47	590,05	0,01
<i>Celtis integrifolia</i>	54	115 884,55	1,82
<i>Combretum aculeatum</i>	801	42 990,52	0,67
<i>Combretum molle</i>	2257	360 666,40	5,65
<i>Combretum sp.</i>	17	1 293,71	0,02
<i>Crateva adansonii</i>	49	48 900,80	0,77
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	68	14 909,87	0,23
<i>Daniellia oliveri</i>	2	157,08	0,002
<i>Dichrostachys cinerea</i>	4	747,45	0,01
<i>Diospyros mespiliformis</i>	12	4 207,80	0,07
<i>Entada africana</i>	3	173,89	0,003
<i>Faidherbia albida</i>	44	26 728,66	0,42
<i>Ficus ingens</i>	3	5 012,98	0,08
<i>Ficus sycomorus</i>	3	11 248,48	0,18
<i>Gardenia aqualla</i>	37	829,86	0,01
<i>Grewia mollis</i>	45	5 173,01	0,08
<i>Guiera senegalensis</i>	4416	195 552,15	3,06
<i>Hymenocardia acida</i>	34	2 557,09	0,04
<i>Hypaene thebaica</i>	351	61 826,43	0,97
<i>Khaya senegalensis</i>	1	588,85	0,01
<i>Kigelia africana</i>	1	4 211,78	0,07
<i>Lannea humilis</i>	156	18 887,66	0,30
<i>Mitragyna inermis</i>	246	97 416,72	1,53
<i>Moringa oleifera</i>	3	151,99	0,002
<i>Parkinsonia aculeata</i>	29	1 350,08	0,02
<i>Piliostigma reticulatum</i>	598	122 240,50	1,92
<i>Piliostigma thonningii</i>	42	5 192,36	0,08
<i>Prosopis africana</i>	1	3 544,66	0,06
<i>Pterocarpus lucens</i>	387	15 476,91	0,24

<i>Sclerocarya birrea</i>	518	733 990,45	11,50
<i>Sterculia setigera</i>	1	53,82	0,001
<i>Stereospermum kunthianum</i>	138	61 150,48	0,96
<i>Strychnos spinosa</i>	22	906,69	0,01
<i>Tamarindus indica</i>	193	190 830,73	2,99
<i>Terminalia laxiflora</i>	526	54 217,44	0,85
<i>Vitellaria paradoxa</i>	2	57,48	0,001
<i>Vitex doniana</i>	4	137,90	0,002
<i>Ziziphus mauritiana</i>	325	26 900,94	0,42
<i>Ziziphus spina-christi</i>	16	1 433,20	0,02
TOTAL	24576	6 380 912,03	

Annexe 11: Valeurs des surfaces terrières par familles et par espèce (cm² / ha)

Familles	Noms des espèces	Nombre d'individus	Surface Terrière (S - cm ²)	Surface Terrière (S - cm ² / ha)
Malvaceae	<i>Sterculia setigera</i>	1	53,82	0,08
Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i>	2	57,48	0,09
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i>	4	137,90	0,21
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	3	151,99	0,23
Fabaceae	<i>Daniellia oliveri</i>	2	157,08	0,24
Fabaceae	<i>Entada africana</i>	3	173,89	0,27
Fabaceae	<i>Acacia sieberiana</i>	3	319,90	0,49
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i>	1	588,85	0,90
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i>	47	590,05	0,90
Fabaceae	<i>Dichrostachys cinerea</i>	4	747,45	1,14
Rubiaceae	<i>Gardenia aqualla</i>	37	829,86	1,27
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	22	906,69	1,39
Fabaceae	<i>Albizia coriaria</i>	7	1 249,92	1,91
Combretaceae	<i>Combretum sp.</i>	17	1 293,71	1,98
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	29	1 350,08	2,07
Rhamnaceae	<i>Ziziphus spina-christi</i>	16	1 433,20	2,19
Euphorbiaceae	<i>Hymenocardia acida</i>	34	2 557,09	3,91
Fabaceae	<i>Prosopis africana</i>	1	3 544,66	5,42
Malvaceae	<i>Adansonia digitata</i>	1	3 578,34	5,48
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i>	12	4 207,80	6,44
Bignoniaceae	<i>Kigelia africana</i>	1	4 211,78	6,45
Moraceae	<i>Ficus ingens</i>	3	5 012,98	7,67
Malvaceae	<i>Grewia mollis</i>	45	5 173,01	7,92
Fabaceae	<i>Piliostigma thonningii</i>	42	5 192,36	7,95
Fabaceae	<i>Acacia senegal</i>	50	10 936,94	16,74
Moraceae	<i>Ficus sycomorus</i>	3	11 248,48	17,22
Fabaceae	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	68	14 909,87	22,82
Fabaceae	<i>Pterocarpus lucens</i>	387	15 476,91	23,69
Anacardiaceae	<i>Lannea humilis</i>	156	18 887,66	28,91
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	61	20 329,22	31,11
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>	268	22 161,62	33,92
Fabaceae	<i>Acacia macrothyrsa</i>	225	25 326,67	38,76
Fabaceae	<i>Faidherbia albida</i>	44	26 728,66	40,91
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	325	26 900,94	41,17
Fabaceae	<i>Acacia nilotica</i>	127	29 602,47	45,31
Combretaceae	<i>Combretum aculeatum</i>	801	42 990,52	65,80
Capparaceae	<i>Crateva adansonii</i>	49	48 900,80	74,84
Combretaceae	<i>Terminalia laxiflora</i>	526	54 217,44	82,98
Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i>	138	61 150,48	93,59
Areaceae	<i>Hypaene thebaica</i>	351	61 826,43	94,62

Fabaceae	<i>Acacia polyacantha</i>	416	65 794,83	100,70
Rubiaceae	<i>Mitragyna inermis</i>	246	97 416,72	149,09
Fabaceae	<i>Acacia hockii</i>	226	97 985,42	149,96
Ulmaceae	<i>Celtis integrifolia</i>	54	115 884,55	177,36
Fabaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i>	598	122 240,50	187,08
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	193	190 830,73	292,06
Combretaceae	<i>Guiera senegalensis</i>	4416	195 552,15	299,29
Combretaceae	<i>Combretum molle</i>	2257	360 666,40	551,99
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>	518	733 990,45	1123,35
Zygophyllaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>	2025	833 398,73	1275,49
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	859	1 191 035,91	1822,84
Fabaceae	<i>Acacia seyal</i>	8852	1 841 000,64	2817,59
	TOTAL	24576	6 380 912,03	9765,77

Annexe 12: Densités absolues à l'intérieur et à l'extérieur du Parc

INTERIEUR DU PARC				EXTERIEUR DU PARC			
Transect	Nombre d'individus	Surface (ha)	Densité	Transect	Nombre d'individus	Surface (ha)	Densité
L2-1-1	1001,00	19,90	50,30	L2-1-2	472,00	19,90	23,72
L2-2-1	427,00	11,72	36,45	L2-2-2	21,00	11,72	1,79
L3-1-1	69,00	17,07	4,04	L3-1-2	210,00	17,07	12,30
L3-2-1	393,00	10,56	37,23	L3-2-2	483,00	10,56	45,76
L4-1-1	22,00	17,73	1,24	L4-1-2	24,00	17,73	1,35
L4-2-1	137,00	14,84	9,23	L4-2-2	473,00	14,84	31,88
L5-1-1	5,00	10,00	0,50	L5-1-2	1,00	10,00	0,10
L5-2-1	439,00	15,10	29,07	L5-2-2	595,00	15,10	39,40
L6-1-1	0,00	12,46	0	L6-1-2	21,00	12,46	1,69
L6-2-1	1911,00	21,37	89,42	L6-2-2	663,00	21,37	31,02
L7-1-1	106,00	11,07	9,57	L7-1-2	68,00	11,07	6,14
L7-2-1	1757,00	10,05	174,79	L7-2-2	729,00	10,05	72,52
L8-1-1	117,00	11,16	10,49	L8-1-2	5,00	11,16	0,45
L8-2-1	1561,00	10,11	154,37	L8-2-2	638,00	10,11	63,09
L9-1-1	8,00	13,54	0,59	L9-1-2	20,00	13,54	1,48
L9-2-1	877,00	13,95	62,87	L9-2-2	827,00	13,95	59,28
L10-1-1	19,00	13,06	1,45	L10-1-2	74,00	13,06	5,66
L10-2-1	899,00	10,09	89,06	L10-2-2	1005,00	10,09	99,56
L11-1-1	658,00	14,38	45,76	L11-1-2	91,00	14,38	6,33
L11-2-1	1136,00	27,39	41,47	L11-2-2	928,00	27,39	33,88
L12-1-1	272,00	15,39	17,68	L12-1-2	1250,00	15,39	81,24
L12-2-1	1708,00	15,75	108,43	L12-2-2	1929,00	15,75	122,46
L13-1	439,00	10,00	43,9	L13-2	88,00	10,00	8,80
TOTAL	13961,00	326,70	42,73	TOTAL	10615,00	326,70	32,49

Annexe 13 : Analyse des acteurs

Groupes d'acteurs	Caractéristiques	Besoins, intérêts,	Potentialités	Problèmes / Contraintes
Chasseurs	Ils pratiquent la chasse légale et illégale pour prélever le gibier destiné à la consommation ou à la vente. Leur activité est associée à l'exploitation du bois pour le fumage de gibier	<ul style="list-style-type: none"> Abondance de la faune sauvage et du bois pour le fumage 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilité de la ressource Main d'œuvre abondante et dynamique 	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance de la législation en vigueur Risque d'épuisement de la ressource Insécurité grandissante
Pêcheurs	La pêche est l'élément clé de l'économie des régions parsemées ou bordées par des zones humides et des cours d'eau. La pêche se déroule le plus souvent de manière traditionnelle et est couplée au prélèvement du bois pour le fumage	<ul style="list-style-type: none"> Abondance des poissons et du bois pour le fumage Abondance des cours d'eau et plans d'eau poissonneux Disponibilité des outils de pêche appropriés 	<ul style="list-style-type: none"> Richesse des cours d'eau et des zones humides en poisson Proximité du Nigeria (grande population) Zone favorable au développement de poissons (texture du sol essentiellement argilo-sableuse, présence des mares d'eaux) 	<ul style="list-style-type: none"> Activité interdite à l'intérieur des aires protégées Méconnaissance des textes régissant l'activité Baisse des inondations et diminution progressive des ressources en eau Manque d'encadrement et d'appui par les administrations et organisations de développement Croissance démographique Conflits entre les pêcheurs et autres utilisateurs
Artisans	<ul style="list-style-type: none"> Assurent la confection des paniers, vanniers, meubles en lianes Font également de la collecte empirique des PFNL 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilité du bois de chauffe, des écorces d'arbre, de la paille et des peaux de bœufs 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilité de la ressource Main d'œuvre abondante et dynamique 	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance des techniques de récolte moderne et durable Manque d'encadrement et d'appui par les administrations et organisations de développement Croissance démographique Filière non organisée
Exploitants forestiers	<ul style="list-style-type: none"> Exploitation du bois d'œuvre et industriel légal et traditionnel Confection des charbons 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilité de bois frais et sec Besoin des ressources financières pour améliorer les moyens de subsistance 	Ressource encore disponible par endroit mais en forte diminution	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance de la législation en vigueur Migration et insécurité Croissance démographique Insuffisance de contrôle et d'appui par les autorités administratives Pauvreté des populations
Agriculteurs	<ul style="list-style-type: none"> Les systèmes de production pratiqués sont: l'agriculture cotonnière, la culture céréalière pluviale et de décrue, les cultures en terrasse La majorité des agriculteurs pratiquent l'itinérance sur brulis 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilité des terres fertiles Pistes pour l'évacuation des produits agricoles Inondations plus abondantes 	<ul style="list-style-type: none"> Grande fertilité des sols Proximité du Nigeria (grande population) et des grands marchés (Maroua, Garoua, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance des techniques modernes de production agricole Manque d'encadrement et d'appui par les administrations et organisations de développement Croissance démographique Conflits avec les autres utilisateurs

Eleveurs	<ul style="list-style-type: none"> • Les éleveurs ici sont principalement les sédentaires. Mais on y rencontre également des nomades et transhumants en provenance du Tchad, Niger et Nigeria. • Les animaux élevés sont les bovins, les moutons, les chèvres, les ânes, les canards, les poulets et les porcs. Les produits d'élevage sont destinés à la vente, à la consommation, aux dons et également au prestige. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité du pâturage et de l'eau pendant toute l'année • Disponibilité des ressources financières pour renforcer le troupeau 	Disponibilité des ressources fourragères et hydrique dans les zones humides	<ul style="list-style-type: none"> • Non délimitation des zones de pâturage • Non matérialisation des couloirs de transhumances • Dégradation des terres • Méconnaissance des techniques modernes de production pastorale • Manque d'encadrement et d'appui par les administrations et organisations de développement • Croissance démographique • Conflits avec les autres utilisateurs
Organisations de la société civile	<ul style="list-style-type: none"> • Actives dans la sensibilisation des acteurs • Constituent des interfaces entre communautés locales et structures publiques et la bailleurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une plate forme d'échange entre les acteurs • Disponibilité des ressources et des capacités suffisantes pour jouer leur rôle • Gestion durable des ressources forestières 	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamisme des certaines OSC • Présence de certains projets de développement qui appuie leurs initiatives 	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de ressources financières et humaines pour jouer leur rôle • Insécurité • Pauvreté des populations
Services techniques de l'administration	Ils interviennent dans le contrôle forestier et la facilitation administrative au bénéfice des populations	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure collaboration des populations locales • Disponibilité des ressources et des capacités suffisantes pour jouer leur rôle • Gestion durable des ressources forestières • Meilleure coordination institutionnelle 	Main d'œuvre abondante Il y a la possibilité d'impulser un certain niveau de coordination institutionnelle au niveau des services du Gouverneur	<ul style="list-style-type: none"> • Multitude des acteurs dans le processus de sanction (exploitation illégale des ressources naturelles) • Migration et insécurité • Insuffisance de collaboration et de coordination des actions des services techniques de l'administration
Charbonniers	Ils sont actifs dans la production du charbon de bois	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité de bois frais et sec • Besoin des ressources financières pour améliorer les moyens de subsistance 	Ressource encore disponible mais en forte diminution	<ul style="list-style-type: none"> • Méconnaissance de la législation en vigueur • Migration et insécurité • Croissance démographique • Insuffisance de contrôle et d'appui par les autorités administratives • Pauvreté des populations

Commerçants	Ils s'occupent du commerce ambulatoire des produits manufacturés et des produits locaux (bois de chauffe, charbon, bois d'œuvre)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité de bois frais et sec • Besoin des ressources financières pour améliorer les moyens de subsistance 	Proximité du Nigéria	<ul style="list-style-type: none"> • Migration et insécurité • Pauvreté des populations
Collecteurs de miel	Ces acteurs font de collecte et vente du miel. Dans le cadre de leur activité, ils font la coupe abusive des arbres pour la collecte du miel	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité de bois de chauffe et du bois d'oeuvre • Besoin des ressources financières pour améliorer les moyens de subsistance 	Ressource encore disponible mais en forte diminution	<ul style="list-style-type: none"> • Méconnaissance de la législation en vigueur • Migration et insécurité • Croissance démographique • Insuffisance de contrôle et d'appui par les autorités administratives • Pauvreté des populations • Méconnaissance des techniques modernes d'apiculture
Collecteurs de la gomme arabique	Ces acteurs saignent les plants d'acacias pour collecter la gomme arabique qui est vendu à travers le Nigéria ou par une filière peu structurée du Cameroun	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grande disponibilité acacias (producteurs de la gomme arabique) • Besoin des ressources financières pour améliorer les moyens de subsistance 	<ul style="list-style-type: none"> • Proximité du Nigéria • Environnement favorable au développement des acacias 	<ul style="list-style-type: none"> • Méconnaissance de la législation en vigueur • Migration et insécurité • Croissance démographique • Insuffisance de contrôle et d'appui par les autorités administratives • Pauvreté des populations • Méconnaissance des techniques modernes de cueillette de la gomme arabique
Exploitants miniers	On remarque aussi la présence d'une exploration pétrolière à une dizaine de km du Parc de Waza	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin des ressources financières pour améliorer les moyens de subsistance • Besoin d'appui technique et d'un cadre réglementaire approprié pour encadrer leurs activités 	Richesse du sous sol en ressources minières	<ul style="list-style-type: none"> • Méconnaissance de la législation en vigueur • Migration et insécurité • Absence de législation pour encadrer l'activité minière artisanale • Insuffisance de concertation et de collaboration avec les autres acteurs
Touristes et opérateurs du tourisme	Interviennent dans la valorisation de la faune pour la vision et le loisir	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de la grande faune • Infrastructures de communication et d'hébergement • Présence des activités culturelles et artisanales 	Présence d'un grand potentiel pour la faune	<ul style="list-style-type: none"> • Insécurité • Absence des infrastructures de communication et d'hébergement • Absence de professionneliste dans le secteur • Insuffisance de communication et d'information sur les valeurs et potentiels des sites

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	ii
SOMMAIRE.....	iii
RESUME.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCTION GENERALE	1
1. MOTIVATIONS SCIENTIFIQUES	1
2. CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL.....	10
2.1. FLORE ET VÉGÉTATION : DEUX NOTIONS COMPLÉMENTAIRES.....	10
2.2. DYNAMIQUE DE LA FLORE, DE LA VÉGÉTATION ET DES PAYSAGES : QUELLE SIGNIFICATION ?	11
2.3. CONCEPTS DE BIODIVERSITÉ, D'ESPÈCES ET DE LIGNEUX.....	15
2.4. ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LA PROBLÉMATIQUE DE LA DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VÉGÉTATION	19
3. PLAN DE LA THESE	25
CHAPITRE 1: CONNAISSANCE DU MILIEU ET METHODOLOGIE	30
INTRODUCTION.....	30
1.1. CHOIX ET DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE	31
1.2. DONNEES ET CONNAISSANCES DU MILIEU	34
1.2.1. WAZA AU SEIN D'UN COMPLEXE TRANSFRONTALIER, LE BASSIN DU LAC TCHAD	34
1.2.2. LE PNW ET SA PÉRIPHÉRIE DANS LA ZONE ÉCOLOGIQUE SOUDANO-SAHÉLIENNE.....	38
1.2.3. DES UNITÉS PAYSAGÈRES RÉVÉLATRICES DES PARTICULARITÉS BIOPHYSIQUES ET SOCIO- ÉCONOMIQUES.....	42
1.2.3.1. Population et données socio-économiques	42
1.2.3.2. Différents types d'occupation des sols.....	43
1.2.3.3. Faune, flore et végétation du parc national de Waza : un grand potentiel, peu connu et peu valorisé	45
1.2.4. AUTRES TRAITS PHYSIQUES RÉVÉLATEURS DES SPÉCIFICITÉS DU MILIEU.....	54

1.2.5. DÉCOUPAGE DES UNITÉS PAYSAGÈRES DU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA PÉRIPHÉRIE ...	63
1.3. METHODE D'ETUDE DE LA FLORE, DE LA VEGETATION LIGNEUSE DE LA BIOMASSE	66
1.3.1. ÉTUDE DE LA FLORE ET DE LA VÉGÉTATION.....	66
1.3.2. ÉTUDE DE LA BIOMASSE ET DE SA DYNAMIQUE.....	82
1.4. APPROCHE POUR L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE.....	84
1.4.1. DYNAMIQUE SPATIALE	84
1.4.2. DYNAMIQUE TEMPORELLE.....	85
1.5. DEMARCHE POUR L'ETUDE DES MOTEURS DE LA DYNAMIQUE	89
1.5.1. INVESTIGATIONS SOCIOÉCONOMIQUES	90
1.5.2. DIAGNOSTIC ET PROSPECTIVE DU TERRITOIRE	93
1.5.3. SYNTHÈSE DES MOTEURS DE CHANGEMENT.....	96
1.6. METHODE D'ANALYSE DES OPTIONS D'AMENAGEMENT DU PNW ET SA PERIPHERIE.....	98
CONCLUSION.....	99

CHAPITRE 2: ETAT DES LIEUX ET DYNAMIQUE DE LA FLORE, DE LA VEGETATION LIGNEUSE ET DE LA BIOMASSE105

INTRODUCTION.....	105
2.1 CARACTERISTIQUES DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE.....	106
2.1.1. COMPOSITION, DIVERSITÉ DE LA FLORE ET VÉGÉTATION LIGNEUSE.....	106
2.1.1.1. Composition et diversité des espèces dans toute la zone d'étude	106
2.1.1.2. Composition et diversité dans chaque unité paysagère.....	107
2.1.1.3. Composition et diversité à l'intérieur et à l'extérieur du PNW.....	115
2.1.2. DIVERSITÉ DES GENRES ET DES FAMILLES.....	122
2.1.3. CLASSIFICATION MORPHOLOGIQUE DE LA FLORE LIGNEUSE	125
2.1.4. ABONDANCE ET DOMINANCE DES ESPÈCES	125
2.1.5. DENSITÉ DE LA POPULATION, RECOUVREMENT ET ANALYSE DES GROUPEMENTS FLORISTIQUES.....	128
2.2 STRUCTURE DU PEUPEMENT VEGETAL	132

2.2.1. STRUCTURE DIAMETRIQUE DU PEUPEMENT	132
2.2.2. STRUCTURE VERTICALE DU PEUPEMENT	137
2.2.3. SURFACE TERRIÈRE.....	138
2.2.4. ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES	139
2.3 DISTRIBUTION SPATIALE ET DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE.....	141
2.3.1. DISTRIBUTION SPATIALE DES ESPÈCES A DISTRIBUTION RARE	141
2.3.2. DISTRIBUTION DES ESPÈCES SUR QUELQUES TRANSECTS PARTICULIERS	145
2.3.3. DISTRIBUTION SPATIALE ET DYNAMIQUE DES ESPÈCES DE L'EXTÉRIEUR VERS L'INTÉRIEUR DU PARC	147
2.3.4. DYNAMIQUE TEMPORELLE.....	151
2.4 ESTIMATION DE LA BIOMASSE ET PREDICTION DE SA DYNAMIQUE.....	159
2.4.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE	159
2.4.2. DYNAMIQUE DE LA BIOMASSE	162
CONCLUSION	164

CHAPITRE 3: FACTEURS DE LA DISTRIBUTION ET DE LA DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION LIGNEUSE168

INTRODUCTION.....	168
3.1 FACTEURS ANTHROPIQUES	168
3.1.1. CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE	168
3.1.2. SYSTÈMES DE PRODUCTION	172
3.1.2.1. AGRICULTURE.....	172
3.1.2.2. ÉLEVAGE.....	178
3.1.2.3. PÊCHE	183
3.1.3. EXPLOITATION DE BOIS POUR DIVERS USAGES	185
3.1.4. NIVEAU ET QUALITÉ DE VIE DES POPULATIONS	193
3.2 FACTEURS NATURELS	195
3.2.1 CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	195
3.2.2 PÉDOLOGIE.....	200
3.2.3 HYDROLOGIE.....	200
3.3 FACTEURS BIO-ÉCOLOGIQUES.....	203

3.3.1 MORTALITÉ ET RÉGÉNÉRATION NATURELLE	203
3.3.2 BRACONNAGE.....	206
3.3.3 FEUX DE BROUSSE.....	207
3.3.4 DÉGRADATION DES TERRES	208
3.4 FACTEURS POLITIQUES ET INSTITUTIONNELS	210
3.5 SYNTHÈSE DES FACTEURS	217
CONCLUSION.....	221

CHAPITRE 4: OPTIONS POUR LA CONSERVATION ET LA GESTION DURABLE DU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA ZONE PÉRIPHÉRIQUE225

INTRODUCTION.....	225
4.1. MECANISME REDD+ AU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA PÉRIPHÉRIE	226
4.1.1 BREF APERÇU DU CONTEXTE INTERNATIONAL ET NATIONAL DE LA REDD+	226
4.1.2 LEVIERS ET PRIORITÉS POUR UN PROJET REDD+	229
4.1.2.1. AMÉNAGEMENT DE L'ESPACE, FONCIER ET LÉGISLATIONS	233
4.1.2.2. INVESTISSEMENT DANS LE SECTEUR AGRO-PASTORAL	235
4.1.2.3. INVESTISSEMENT DANS LE SECTEUR BOIS-ÉNERGIE.....	237
4.1.2.4. INVESTISSEMENTS DANS LE SECTEUR FORESTIER	237
4.1.2.5. INVESTISSEMENTS DANS LE SECTEUR FAUNE ET AIRES PROTÉGÉES	239
4.1.2.6. PRIORITÉS D'INVESTISSEMENT PAR UNITÉ PAYSAGÈRE	241
4.1.3. ANALYSE FFOM DU PROJET REDD+ A WAZA ET PÉRIPHÉRIE.....	245
4.1.3.1. Forces et opportunités	245
4.1.3.2. Faiblesses et menaces.....	246
4.1.4. ATOUTS ET PRINCIPAUX DÉFIS POUR LE DÉPLOIEMENT DU PROJET REDD+ AU PNW ET SA ZONE PÉRIPHÉRIQUE.....	247
4.1.5. DIAGNOSTIC ET PROSPECTIVE DU TERRITOIRE DE MISE EN ŒUVRE DE LA REDD+	252
4.1.5.1. Délimitation du territoire et diagnostic	252
4.1.5.2. Analyse prospective du territoire PNW et sa périphérie.....	256
4.1.5.3. Scenarios	259

4.2. RESTAURATION DES TERRES ET DU COUVERT VÉGÉTAL DU PNW ET SA PÉRIPHÉRIE.....	265
4.3. GESTION PARTICIPATIVE ET ÉCODÉVELOPPEMENT	268
4.4. REDEFINITION DU ZONAGE DU PNW ET DE SA ZONE PERIPHERIQUE	270
4.4.1. RAPPEL DES PRINCIPES DE BASE D'UNE RÉSERVE DE BIOSPHERE	270
4.4.2. PROPOSITION DE ZONAGE DU PARC NATIONAL DE WAZA ET SA PÉRIPHÉRIE.....	273
CONCLUSION	274

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES.....279

1. RAPPELS INTRODUCTIFS	279
2. PRINCIPAUX RESULTATS.....	284
2.1. FLORE LIGNEUSE, VEGETATION LIGNEUSE ET PAYSAGES : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES.....	284
2.1.1. Richesse, diversité et densité des taxons	284
2.1.2. Dynamiques présentes	287
2.1.3. Biomasse et productivité des unités paysagères.....	288
2.1.4. Les Paysages : compréhension et caractéristiques dans le contexte de notre étude.....	288
2.2. MOTEURS DE CHANGEMENT DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION	291
2.3. QUELLES STRATEGIES POUR UNE MEILLEURE GESTION DU PNW ET SA PERIPHERIE ?	294
2.4. SYNTHÈSE DES RESULTATS	297
3. LIMITES DE L'ETUDE ET PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES.....	299

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES302

SIGLES ET ACRONYMES.....310

LISTE DES FIGURES313

LISTE DES TABLEAUX.....317

ANNEXES319

Annexe 1: Fiches de relevés d'inventaires	319
Annexe 2: Questionnaire d'enquête socio-économique à la périphérie du PNW	320
Annexe 3: Questionnaire pour le diagnostic et la prospective territoriale	327
Annexe 4: Liste des espèces par familles.....	330

Annexe 5: Espèces recensées dans les parties des transects situées à la périphérie intérieure et extérieure du Parc	332
Annexe 6: Dominance relative des familles.....	335
Annexe 7: Distribution des espèces par classe de recouvrement.....	336
Annexe 8: Indices de biodiversité dans les parties des transects situés à l'intérieur et à l'extérieur du Parc	338
Annexe 9: Liste des espèces et abondance.....	339
Annexe 10: Valeur des surfaces terrières des espèces et de leur dominance relative	341
Annexe 11: Valeurs des surfaces terrières par familles et par espèce (cm ² / ha).....	343
Annexe 12: Densités absolues à l'intérieur et à l'extérieur du Parc.....	345
Annexe 13 : Analyse des acteurs.....	346
TABLE DES MATIERES	349