

BURKINA FASO

UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE en vue de l'obtention du

**DIPLOME DE MASTER RECHERCHE EN ANALYSE DES POPULATIONS DES ESPACES
FAUNIQVES ET HALIEUTIQUES (MFH2)**

SPECIALITE : Analyse des populations des espaces fauniques

**THEME : Analyse de l'impact des éléphants sur la diversité, la productivité et la
régénération de la végétation ligneuse dans la Zone Cynégétique de la Djona
(ZCD) au Bénin**

Présenté par :

AMAHOWE Ogoudjè Isidore

Devant le jury composé de :

Président : Pr Tapsoba Y. Théodore

Membres : Pr André T. Kabré

& Pr Somé Antoine

REMERCIEMENT

J'adresse mes remerciements à

- L'Agence Universitaire Francophone (AUF) pour m'avoir accordé une allocation pour ma formation de Master recherche en Analyse des Populations Fauniques et Halieutiques à l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso,
- African Wildlife Foundation (AWF) qui a financé une grande partie de ma formation et pour l'intérêt accordé à la réalisation de la présente étude,
- Professeurs André Kabré et Brice Sinsin pour leur supervision et leurs orientations de qualité pour l'accomplissement de cette étude,
- Monsieur TEHOU Aristide, Coordonnateur Béninois du Projet W-Arly-Pendjari (WAP) qui a accepté notre stage au Projet WAP. Nous lui témoignons ici toute notre gratitude pour ses conseils et toute l'assistance technique à notre égard pendant toute la période de mon stage au projet WAP,
- Tous les enseignants de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, de l'Université de Ouagadougou et à tous les enseignants des Universités partenaires pour leur encadrement et les connaissances qu'ils ont su nous transmettre
- Aux Docteurs Gaoué OROU, Romain KAKAÏ GLELE et Hassan OUIZGANI pour leurs appuis en statistique et surtout dans la prise en main du logiciel R que nous avons utilisé dans l'analyse des données,
- Dr Moumouni OUEDRAOGO, C pour ses conseils et les échanges dans le domaine des sciences de la conservation qu'il n'a jamais cessé de nous apporter,
- A Monsieur Rufin AISSAN pour son appui et assistance tout au long de la réalisation de cette étude, nous lui témoignons ici notre profonde gratitude,
- A Hugues Adélou AKPONA, Narcis TOHINDE, Victor BADJAGOU, Florent DISSOU, CHABI Sylvestre, Mathias AFFOUKOU pour la fraternité et tout leur soutien de diverses manières à notre égard durant toutes les étapes de la réalisation de cette étude,
- A tous les étudiants amis de la première promotion du programme de Master en Analyse des Populations Fauniques et Halieutiques de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. Faites de ce travail le votre et que cela renforce davantage l'esprit d'équipe créé en nous,
- A tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

DEDICACE

Je dédie ce travail à :

A Dieu Tout Puissant, Eternel des armées pour sa protection et son contrôle permanent,

&

A ma chère épouse Elisabeth K. OGA pour sa patience son amour.

RESUME

L'étude des dégâts d'éléphant sur la végétation ligneuse dans la Zone cynégétique de la Djona au Bénin a permis de savoir que les éléphants exploitent quatre groupements végétaux. Il s'agit du groupement à *Detarium microcarpum*, du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*, du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*, puis du groupement à *Anogeissus leiocarpus*. Ces groupements sont des formations végétales naturelles ouvertes avec des surfaces terrières variant entre 4,59 et 10,48 m²/ha. Les espèces ligneuses les plus endommagées par l'éléphant sont *Vitellaria paradoxa*, *Combretum glutinosum*, *Detarium microcarpum* et *Isobertinia doka*. Il ressort aussi que les parties endommagées sur les arbres varient d'une espèce à une autre. L'analyse de la structure de ces groupements montre qu'il existe une stabilité au sein des groupements végétaux exploités.

De plus la présente étude a permis de comprendre que les dégâts d'éléphant influencent les processus écologiques. Ils favorisent significativement la diversité, l'accroissement des surfaces terrières et de la régénération. Ainsi, la conservation d'éléphant d'Afrique de l'Ouest est en d'autre terme la conservation durable la végétation et de sa biodiversité.

Il a été constaté que l'intensité des dégâts ne varie pas significativement d'un groupement à un autre, et les facteurs écologiques qui la déterminent sont la distance à l'eau et la distance à la piste. En effet l'augmentation de la distance à l'eau et de la distance à la piste fait diminuer l'intensité des dégâts occasionnées par les éléphants. Ce résultat est d'un grand intérêt pour la mise en oeuvre des stratégies et plans d'aménagement notamment en ce qui concerne le développement du réseau hydrographique et de pistes de surveillance et de chasse.

Mots clés : Dégât, gestion durable, éléphant, végétation ligneuse.

ABSTRACT

This study on elephant damage on woody vegetation in Djona Hunting Zone in Benin allows us to know that only four plants groups are most exploited by elephant : group of *Detarium microcarpum*, group of *Vitellaria paradoxa* and *Isobertinia doka*, group of *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*, and the group of *Anogeissus leiocarpa*. These plant groups are all savannah with basal areas between 4,59 et 10,48 m²/ha. Among the most damages species there are: *Vitellaria paradoxa*, *Combretum glutinosum*, *Detarium microcarpum* et *Isobertinia doka*. It shows that damages types vary in the four plant groups exploited. Structure analysis shows a stability in the exploited plants groups.

In addition it allows us to understand that elephant damages influence ecological process. In fact elephant damages on woody vegetation increase ecological parameters as diversity, basal area and woody regeneration. These results enlighten opinion that says West African elephant conservation equals biodiversity conservation.

Woody damages intensity doesn't vary among plant groups exploited by elephant and ecological factors that determine it are : distance from browsing station to water points and distance to road. So woody damage intensity increases significantly when distance from water point and distance to road decrease.

In the purpose of sustainable biodiversity management, management works as implimentation of water points, hunting and patrols tracks must take in account elephant behavior on woody vegetation.

Key words: Damages, sustainable management, elephant, woody vegetation

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SIGLES

AFC : Analyses Factorielles de Correspondances

AVIGREF : Association Villageoise de Gestion des Réserves de Faune

CENAGREF : Centre National de Gestion des Réserves de Faune

CAP :

CHF : Conflit Homme Eléphant

CMS : Convention on Migratory Species

CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora

DCA : Detrended Correspondence Analysis

FAO: Food and Agriculture Organisation

ETP : Evapo-Transpiration Potentielle

GIST :

GPS: Global Positioning System

G1 : Groupe 1

G2 : Groupe 2

G3 : Groupe 3

H₁ : Première Hypothèse de recherche

H₂ : Deuxième Hypothèse de recherche

H₃ : Troisième Hypothèse de recherche

H₄ : Quatrième Hypothèse de recherche

MAEP : Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche

OMRS :

PAG : Programme d'Aménagement et de Gestion

PONASI :

RBP : Réserve de Biosphère de la Pendjari

RNIE : Route Nationale Inter- Etats

UICN: Union Internationale pour la Conservation de la Nature

WAP : Réseaux d'aires protégées W -Arly-Pendjari

WAPOK : Réseaux d'aires protégées W -Arly-Pendjari-Oti-Mandori-Kéran

WWW.: World Wide Web

ZCD : Zone Cynégétique de la Djona

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Aire de répartition de l'éléphant d'Afrique : <i>Loxodonta africana</i> (Source : Shorrocks, 2007)	6
Figure 2: Carte de localisation de la Zone cynégétique de la Djona au Bénin	12
Figure 5 : Variations mensuelles moyennes de l'humidité relative maximale et minimale	14
Figure 6 : Répartition et taille des troupeaux d'éléphant observés au cours du recensement aérien total de la grande faune dans l'écosystème WAPOK (Bouché et <i>al.</i> , 2003).....	17
Figure 7: Dispositif des différentes placettes.....	22
Figure 8 : Carte de localisation des placettes d'inventaire.....	22
Figure 9 : Plan factoriel montrant la répartition des relevés suivant les axes 1 et 2.....	27
Figure 11: Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Detarium microcarpum</i>	30
Figure 12 : Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Detarium microcarpum</i>	31
Figure 13 : Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Isobertia doka</i>	33
Figure 14 : Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Isobertia doka</i>	34
Figure 15: Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Crossopteryx febrifuga</i>	35
Figure 16: Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Isobertia doka</i>	36
Figure 17: Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Anogeissus leiocarpa</i>	37
Figure 18: Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à <i>Anogeissus leiocarpa</i>	38
Figure 19 : Proportion des types de dégâts dans les groupements exploités	40
Figure 20: boxplot de l'intensité des dégâts dans les groupements végétaux exploités par les éléphants.....	41
Figure 21: boxplot de la densité de régénération dans les groupements végétaux exploités par les éléphants de la ZCD.	41
Figure 22 : Scatter plot des variables de diversité, de structure et de perturbation	43
Figure 23: Relation entre la diversité et le taux des dégâts d'éléphant dans les groupements exploités	44
Figure 24: Influence des dégâts sur la relation Productivité/diversité	45

Figure 25 : Courbe de Rang-fréquence des espèces endommagées par les éléphants de la ZCD	47
Figure 26: Analyse Factorielle de Correspondance des espèces endommagées et les types de dégâts.....	50

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Eléphant de savane (<i>Loxodonta africana africana</i>) au bord de la rivière Alibori	5
Photo 2 : Dégât d'éléphant dans un champ de coton dans la zone de transition de la ZCD.	11
Photo 3 : Un troupeau d'éléphant dans le peuplement à <i>Detarium microcarpum</i>	32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Longueurs de gradient et valeurs propres.....	29
Tableau 2 : Valeurs propres	46
Tableau 3 : Corrélations entre les variables écologiques et les composantes principales CP1 et CP2.....	46
Tableau 4: Importance axes factoriels.....	48
Tableau 5: Synthèse des paramètres de biodiversité et de structure des groupements exploités	54

TABLE DES MATIERES

Mettre ceci après

DEDICACE	i
RESUME	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SIGLES.....	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
INTRODUCTION	1
I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	5
1.1. Systématique et quelques traits morphologiques	5
1.2. Répartition et évolution des populations des éléphants en Afrique et au Bénin	5
1.3. Ecologie	7
1.3.1. Relation entre les éléphants et leur habitat.....	7
1.3.2. Comportement alimentaire	8
1.3.3. Organisation sociale	9
II. MILIEU D'ETUDE.....	12
2.1. Présentation de la Zone Cynégétique de la Djona.....	12
2.2.1. Pluviométrie	13
2.2.2. Température.....	13
2.2.3. L'humidité relative	14
2.3. Facteurs édaphiques	15
2.3.1. Relief et types de sols	15
2.3.2. L'hydrographie	15
2.4. La végétation	16

2.5. La faune	17
2.6. Traits humains	17
2.6.1. Démographie et caractéristiques socioculturelles.....	18
2.6.2. Les caractéristiques socio-économiques.....	18
III. METHODOLOGIE	20
3.1. Matériels	20
3.1.1. Matériel biologique	20
3.1.2. Matériel utilisé pour les mesures.....	20
3.2. Méthodes de collecte des données.....	20
3.2.1. Collecte des données relatives à l'identification des groupements végétaux	20
3.2.1.2. Collecte des données relatives à l'estimation des dégâts causés par les éléphants sur les ligneux.....	21
3.3. Méthodes de traitement des données	23
3.3.1. Caractérisation des groupements végétaux.....	23
IV. RESULTAT	27
4.1 Analyse des groupements végétaux endommagés par les éléphants.....	27
4.1.1 Composition floristique et diversité spécifique du groupement à <i>Detarium microcarpum</i>	29
4.1.2 Diversité floristique du groupement à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Isoberlinia doka</i>	32
4.1.3 Diversité floristique du groupement à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Crossopteryx febrifuga</i>	34
4.1.4. Diversité floristique du groupement à <i>Anogeissus leiocarpa</i>	36
4.2. Analyse des dégâts des groupements végétaux exploités par les éléphants	39
4.2.1. Impact des dégâts sur la diversité, la densité, la surface terrière, et la régénération	42
4.2.2. Hypothèse de perturbation intermédiaire dans les groupements végétaux exploités	43
4.2.3. Influence des dégâts sur la relation Productivité-Diversité.....	45
4.3. Détermination des facteurs écologiques déterminants des dégâts d'éléphant dans la ZCD	45
4.4 Impact des éléphants sur les espèces végétales.	47

4.4.1. Contribution partielles et qualité de représentation des espèces à la formation des axes 1 et 2	
4.4.2. Contribution et qualité de représentation des types de dégâts sur les axes 1 et 2	49
V. DISCUSSION	49
5.1.1 Les gradients de variation et la variabilité floristique des groupements végétaux	51
5.2. Structure de la végétation	52
5.2.1. Structure horizontale	52
5.2.2. Structure verticale	53
5.2.3. Synthèse des paramètres de biodiversité, de productivité et de perturbation	53
5.4. Impact des éléphants sur les espèces végétales	59
5.4.1. Facteurs écologiques déterminant des dégâts d'éléphant sur la végétation ligneuse	60
Conclusion et perspectives de recherche	62
Références Bibliographiques	64
ANNEXE	i

INTRODUCTION

Plusieurs types de perturbation affectent la structure, la dynamique et le fonctionnement des communautés à divers niveaux hiérarchiques et à l'échelle spatiale. L'effet de broutage constitue l'une des perturbations qui affectent et altèrent les communautés vivantes (White, 1979 ; Pickett *et al.*, 1989). De plus il représente parfois l'un des facteurs qui désorganisent les habitats et les paysages forestiers. Mais il existe aussi des formes de perturbation qui sont importantes pour les composantes des systèmes naturels (Hobbs et Huenneke, 1992). Plusieurs communautés de plantes dépendent des perturbations et spécifiquement pour leur régénération (Pickett et White, 1985).

La perturbation par les méga-herbivores joue un rôle vital dans la détermination de la ^{diversité} richesse des espèces et la structure des communautés animales et végétales (Dublin *et al.*, 1990; White, 1979 ; Pickett *et al.*, 1989). Des extrêmes perturbations peuvent réduire la diversité et altérer la structure des communautés en éliminant les espèces (Petraitis *et al.*, 1989, Pickett *et al.*, 1989). Parmi cette méga faune figure les espèces d'éléphant (*Losodonta africana*) dont le rôle dans la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes forestiers a fait montre de plusieurs recherches scientifiques, au nombre desquelles on dénote les perturbations liées aux dégâts des éléphants sur la végétation (Osborn, 2002 ; Kossou, 2007, Azihou, 2008 ; Shoshani, 2004; Lawes *et al.*, 2006; Laws, 1970; Hiscocks, 1999; Greyling, 2004). L'éléphant est d'ailleurs pour certains auteurs un excellent indicateur biologique, sa présence indique la bonne fertilité des sols, le bon état de santé ^{de l'écosystème} de notre écosystème en favorisant la présence d'autres espèces fauniques et la pollinisation de plusieurs espèces végétales (Namono, 2008).

Malheureusement, cette fonction des éléphants dans le maintien des écosystèmes savaniques ne sera que de courte durée si aucune stratégie de conservation claire visant à réduire la pression anthropique (braconnages, destruction de l'habitat, fragmentations) auxquelles ils sont actuellement soumis. Déjà que l'habitat des éléphants d'Afrique de l'Ouest a subi une forte fragmentation ces dernières et sont aire de répartition s'est réduite à 54 aires protégées dont 35 dans la zone forestière et 19 dans la zone de savane et le Sahel (UICN, 2003). Dans toute la ceinture de la savane d'Afrique de l'Ouest, il a été constaté selon le dernier recensement total effectué par Bouché *et al.* (2003), que le complexe W-Arly-Pendjari dont fait partie la Zone Cynégétique de la Djona, regorge de 50% des populations d'éléphant d'Afrique de l'Ouest (Blanc *et al.*, 2007). Selon le statut de conservation de l'UICN,

l'éléphant est menacé d'extinction, puis il se retrouve sur l'annexe I du statut de protection de la CITES (LAMARQUE, 2004). Ces différentes mesures dénotent de l'importance d'une prise de conscience de la part des communautés internationales et scientifiques en vue de développer des plans durables de conservation des espèces d'éléphants. m

Dans cette optique, plusieurs pays de la sous région Ouest Africaine à l'instar de la République du Bénin ont toujours manifesté un grand intérêt pour la conservation de l'éléphant d'Afrique. En effet pour conserver durablement l'éléphant et ses habitats naturels estimés à environ 2500000 ha, le Bénin a procédé à la signature la signature de la Convention sur la conservation des Espèces Migratrices appartenant à la Faune (CMS), puis l'élaboration de la stratégie nationale de conservation de l'éléphant du Bénin (MAEP, 2005).

L'éléphant d'Afrique est protégé intégralement par la loi N° 2002-016 du 18 octobre 2004 portant régime de la faune en République du Bénin. Cette loi souligne les conditions, les formes et les conditions de protection de la faune et de son habitat en République du Bénin.

Mais le constat est qu'il existe plus de spéculations que d'études scientifiques soutenues autant sur la connaissance des populations d'éléphant que sur leur impact sur la végétation en Afrique de l'Ouest. De plus aucune étude n'a été faite pour apprécier l'impact des dégâts d'éléphant sur la diversité, la productivité des habitats exploités au Bénin. Il n'existe également pas d'études permettant de comprendre les facteurs écologiques déterminant des dégâts d'éléphant sur la végétation. La plupart des études effectuées ont été portées sur la tendance descriptive des populations d'éléphants, le dénombrement des effectifs d'éléphant, le comportement alimentaire, et sur la quantification des dommages causés par les éléphants (Alfa Gambari, 2002 et 2003; Tehou et Sinsin, 2000 ; Hellgren et al., 2005; Bouché , Lungren, Hien et Omondi , 2004, Gadd, 2002).

Les habitats naturels des éléphants au Bénin sont constitués des aires protégées et des forêts classées d'une superficie totale de 2500000 ha. La volonté du Bénin à renforcer le dispositif de conservation de l'éléphant date de 1991 où il a été élaboré le premier plan de conservation de l'éléphant (MAEP, 2005).

Dans toute la ceinture de la savane d'Afrique de l'Ouest, il a été constaté selon le dernier recensement total effectué par Bouché et al. (2004), que le complexe W-Arly-Pendjari dont fait partie la Zone Cynégétique de la Djona, regorge de 50% des populations d'éléphant d'Afrique de l'Ouest (Blanc et al., 2007). faute ?

Mais le constat est qu'il existe des littératures grises issues d'études ponctuelles que de travaux scientifiques soutenues autant sur la connaissance des populations d'éléphant que sur leur impact sur la végétation en Afrique de l'Ouest. De plus au Bénin, aucune étude n'a été faite pour apprécier l'impact des dégâts d'éléphant sur la diversité, la productivité des habitats exploités. Il n'existe également pas d'études permettant de comprendre les facteurs écologiques déterminant des dégâts d'éléphant sur la végétation. La plupart des études effectuées ont été portées sur la tendance descriptive des populations d'éléphant, le dénombrement des effectifs d'éléphant, comportement alimentaire, et sur la quantification des dommages causés par les éléphants (Alfa Gambari, 2002, Alfa Gambari, 2003; Tehou et Sinsin, 2000 ; Hellgren et *al.*, 2005; Bouché , Lungren, Hien et Omondi , 2004, Gadd, 2002). La présente étude vient donc répondre significativement à ce gap d'informations et de connaissances scientifiques permettant de mieux apprécier les dégâts d'éléphant sur la biodiversité et de connaître les facteurs écologiques qui scientifiquement expliquent ces perturbations.

L'objectif général poursuivi par cette étude est d'évaluer l'impact des éléphants sur la végétation ligneuse de la Zone Cynégétique de la Djona (ZCD).

De façon spécifique elle vise à :

- Estimer les dégâts d'éléphant dans les groupements végétaux exploités dans la ZCD
- Evaluer l'effet des dégâts d'éléphant sur la diversité, la productivité, et la régénération,
- Connaître les facteurs écologiques et environnementaux déterminant des dégâts d'éléphant sur la végétation dans la ZCD
- Inventorier les espèces ligneuses endommagées et les types de dommages exercés par les éléphants

Pour atteindre les objectifs fixés, les hypothèses suivantes sont formulées :

H1: Les dégâts d'éléphant varient en fonction des groupements végétaux exploités,

H2: Les dégâts d'éléphants diminuent la diversité, la productivité et la régénération de la végétation,

H3: La densité en espèces ligneuses alimentaires et l'eau expliquent l'intensité des dégâts d'éléphant

H4: les types de dégâts varient en fonction des espèces ligneuses

Jeau, ~~avec~~ une conclusion -
le document -

il fait partie

I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Systématique et quelques traits morphologiques

L'éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*) appartient au règne animal, à la classe des mammifères, à l'ordre des Proboscideae et à la famille des Elephantidae. Il y a deux espèces d'éléphant en Afrique : l'éléphant des savanes (*Loxodonta africana africana*) et l'éléphant des forêts (*Loxodonta africana cyclotis*). Elles étaient originellement considérées comme des sous-espèces, mais de récentes études de génétique moléculaires (Roca, et al., 2001) ont démontré qu'il s'agit de deux espèces différentes. L'éléphant de savane est le plus grand mammifère terrestre (figure 1). Il présente les caractéristiques suivantes : hauteur à l'épaule (3,2-4 m pour le mâle, et 2,5-3,4m pour la femelle), le poids (5,000–6,300 kg pour le mâle et 2,800–3,500 kg pour la femelle) (Shorrocks, 2007).



Photo 1 : Eléphant de savane (*Loxodonta africana africana*) au bord de la rivière Alibori

1.2. Répartition et évolution des populations des éléphants en Afrique et au Bénin

L'aire de répartition de l'éléphant d'Afrique est très grande, de zones semi-désertiques en passant par différents types de savanes, aux zones forestières et marécageuses. Plusieurs populations d'éléphants sont migratrices avec de grands domaines vitaux. Ils sont présents dans 37 Etats en Afrique Subsaharienne. On estime qu'il y a au moins 470000 éléphants sur le continent africain (Balfour et al., 2007). L'éléphant des savanes se rencontre surtout en

Afrique Australe et Orientale alors que l'éléphant des forêts est principalement présent dans le bassin du Congo en Afrique Centrale. En Afrique de l'Ouest, les éléphants vivent aussi bien en savane qu'en forêt mais leur statut taxonomique demeure non élucidé (Blanc *et al.*, 2007). Leur présence est notée dans de petites zones dispersées dans toute la région. Il s'agit de la seule région à part l'Afrique Centrale où une forte présence d'éléphants est remarquable en forêts tropicales (figure 2).

Beaucoup de populations d'éléphants dans la région sont non viables probablement en raison de leur isolation génétique, leur effectif restreint ainsi que leur sexe ratio et leur structure d'âge altérés par le braconnage. La seule grande population est celle du complexe W-Arly-Pendjari-Oti-Mandori-Kéran (WAPOK) qui s'étend sur le Bénin, le Burkina-Faso, le Niger et le Togo. Cette population dont font partie les éléphants du Bénin, représente plus de la moitié de l'effectif total des éléphants de la région (Blanc *et al.*, 2007). Au Bénin, la présence des éléphants est limitée au Nord du pays mais la plupart des habitats ne sont utilisés que de façon saisonnière. Dans certaines aires protégées au Nord-est du Bénin, une présence incertaine des éléphants a été signalée sur la base des résultats du recensement de la population et de l'habitation réalisée en 2002 (ONRS/GIST, 2002). Il en est de même de la partie occidentale de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) (Bouché *et al.*, 2004).



Figure 1 : Aire de répartition de l'éléphant d'Afrique : *Loxodonta africana* (Source : Shorrocks, 2007)

1.3. Ecologie

1.3.1. Relation entre les éléphants et leur habitat

Plusieurs scénarii d'évolution à long terme des relations entre les populations d'éléphants et les formations végétales se dégagent sur la base des observations faites par de nombreux auteurs (Bourliere, 1965 ; Dublin *et al.*, 1990 ; Joubert, 2006 ; Owen-Smith, 2006 ; O'Connor *et al.*, 2007). Ces évolutions probables sont regroupées en deux types : les scénarii pessimistes et ceux optimistes (Owen-Smith, 2006). Les scénarii pessimistes laissent présager une réduction de la biodiversité due à l'influence des éléphants :

Les éléphants transforment les savanes arborées à boisées en savanes herbeuses à arbustives notamment sur les sols argileux en combinaison avec le feu. La richesse spécifique est réduite par suite de la suppression de la régénération par les éléphants. Cette situation a été observée dans la plaine Rwindi-Rutshuru au Parc National du Virunga à l'Est de la République Démocratique du Congo qui, jadis savane boisée en 1935 fut transformée en prairie par les éléphants durant la période 1935-1959 (Bourliere, 1965). Les éléphants ont également supprimé la régénération des arbres au niveau de la savane herbeuse de la Réserve du Masai Mara au Kenya (Dublin *et al.*, 1990).

Les éléphants transforment les formations végétales multi stratifiées en savanes arbustives à une strate notamment sur les sols sableux. Dans ce cas, la population des éléphants prospère mais les autres organismes dépendant des grands arbres sont perdus de même que la diversité structurale des habitats. Les peuplements ligneux manquent de semenciers. Cette situation est observée dans la plaine alluviale de la Rivière Chobe au Botswana (Owen-Smith, 2006).

Les éléphants exterminent la population des espèces vulnérables comme *Adansonia digitata*, *Sclerocarya birrea* et plusieurs espèces d'Acacia ou dans le meilleur des cas les confinent dans des habitats refuges. Ainsi, sous l'influence des éléphants, *Adansonia digitata* a presque disparu à l'Est du Tsavo au Kenya et dans le Gona-Re-Zhou au Zimbabwe (Owen-Smith, 2006). Les scénarii optimistes quant à eux envisagent un équilibre entre les formations végétales et l'influence des éléphants. Selon cette vision, l'obtention d'un stade de destruction irréversible est improbable étant données les grandes variations saisonnières des paramètres environnementaux en Afrique. Les populations animales et végétales devront s'ajuster aux circonstances changeantes : saisons, années humides, années sèches... Dans les écosystèmes savanicoles africains, cette régulation est effectuée grâce à la distribution localisée des points d'eau permanents de surface (Owen-Smith, 1996). Avec la restriction des eaux de surface

limitées aux rivières en saison sèche, les arbres des plaines d'inondation subissent intensément les impacts des éléphants. Cependant, ces espèces traversent les périodes d'inondation où elles acquièrent une capacité régénérative pour résister aux dommages des éléphants ou pour les compenser. Durant la saison pluvieuse où les éléphants explorent d'autres formations végétales, les régénérations ont l'opportunité de s'établir. De plus, en saison sèche, les éléphants subissent le stress de la migration journalière entre les zones de localisation des eaux de surface et les zones où les ressources alimentaires sont moins épuisées. Ceci se manifeste par le doublement de l'intervalle entre la mise bas et l'âge avancé à la première reproduction, documentés au Murchison Falls en Ouganda et au Kenya à L'Est du Tsavo (Laws et Parker, 1968) et observés après la destruction de la strate arborée par les éléphants qui du coup deviennent exposés au stress nutritionnel. Les éléphanteaux souffrent de l'énergie déployée pour atteindre les points d'eau localisés et leur mortalité augmente (O'Connor *et al.*, 2007). De plus, la concentration des éléphants autour des points d'eau les expose à la prédation des lions comme observée au Nord du Botswana et au Hwange (Joubert, 2006). Ces facteurs combinés peuvent réduire à zéro l'accroissement annuel de 5-6 % observé au sein de plusieurs populations d'éléphants.

Cette exploitation saisonnière couplée aux stress affectant les populations d'éléphants expliquent l'équilibre entre ces derniers et les formations végétales qu'ils exploitent.

1.3.2. Comportement alimentaire

2 L'éléphant est un herbivore qui une alimentation mixte et diversifiée. Pendant la saison pluvieuse, il se nourrit des herbacées vertes, et en saison sèche il broute les espèces ligneuses et certaines ~~les~~ espèces herbacées. Les familles pour lesquelles il est avantageux de s'associer, quand la nourriture est abondante, doivent se diviser pour maintenir une recherche efficace de la nourriture quand les ressources sont maigres (kotchoni, 2006).

forte de la partie

Chaque individu consomme au quotidien une quantité de fourrages correspondant à 4 – 7 % de son poids vif corporel. Ainsi, un adulte peut consommer 400 kg de fourrage et boire entre 100 et 300 litres d'eau par jour (Mama, 1998). Les fruits sont reconnus pour leur importance dans l'alimentation des éléphants d'Afrique (Blake, 2002). Selon cet auteur, toutes les parties sont consommées chez *Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa*. Les travaux de Mama (1998) ont permis d'identifier 22 nouvelles espèces végétales consommées par les éléphants. Toutes ces espèces appréciées ont été réparties en quatre (4) groupes : les arbres, les arbustes, les herbacées et les plantes cultivées. Les espèces dont 3 à 5 organes sont consommés par les

éléphants sont les suivantes : *Acacia albida*, *Acacia sieberiana*, *Adansonia digitata*, *Albizia lebeck*, *Anogeissus leiocarpa*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana*, *Parkia biglobosa*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Vitellaria paradoxa*, *Acacia ataxacantha*, *Acacia machrostachya*, *Acacia seyal*, *Annona senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Detarium microcrpum*, *Gardenia erubescens*, *Gardenia triachanta*, *Arachis hypogea*, *Cajanus cajan*, *Ipomea batatas*, *Manihot esculenta*, *Pennisetum typhoides*, *Sorghum bicolor* et *Zea mays* (Mama, 1998).

Tehou (1995) a montré que les espèces appréciées varient selon les saisons. Pendant la saison sèche, les espèces les plus appréciées sont : *Detarium microcarpum*, *Parkia biglobosa*, *Balanites aegyptiaca*, *Strychnos spinosa*, *Gardenia erubescens*, *Prosopis africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Vitex doniana*, *Annona senegalensis*, *Acacia sp*, *Diospyros mespiliformis* et *Burkea africana*. En saison pluvieuse, le karité (*Vitellaria paradoxa*) est la principale espèce appréciée par les éléphants. A cette dernière s'ajoutent des espèces cultivées telles que le maïs (*Zea mays*), le cotonnier (*Gossypium hirsutum*), le sorgho (*Sorghum bicolor*), l'arachide (*Arachis hypogaea*) et le niébé (*Vigna unguiculata*), puis quelques espèces sauvages dont *Burkea africana*, *Prosopis africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Loudetia togoensis* et *Andropogon spp*. C'est à la recherche de leur nourriture et d'eau que les éléphants exercent leur influence sur les habitats parcourus.

1.3.3. Organisation sociale

Les éléphants d'Afrique vivent en groupes familiaux. Chaque groupe est dirigé par une matriarche qui décide du rythme des mouvements et des directions du troupeau (Shorrocks, 2007). Cette femelle est très importante pour la survie du groupe car elle transmet son expérience aux autres femelles. La matriarche connaît bien les points d'eau importants et y conduit le troupeau pour s'abreuver ou se rafraichir. Les femelles renvoyées évoluent en groupe de 2 à 24 individus et les mâles matures issus des troupes évoluent solitairement. La hiérarchie qui s'établit chez les éléphants n'exclut pas une solidarité exceptionnelle chez ces animaux : les éléphants forts peuvent venir en aide à des individus plus faibles, jeunes ou vieux, victimes d'agression ou blessés. De plus on assiste le plus souvent à un regroupement impressionnant autour de la dépouille d'un membre de la famille braconné ou décédé (Kotchoni, 2006).

1.4. Conflit homme éléphant

Le Conflit Homme-Faune (CHF) est un terme couramment utilisé dans le milieu de la conservation et par les gestionnaires de la faune pour décrire les situations problématiques entre animaux sauvages et populations (Namoano, 2008). On parle de conflit homme-éléphant lorsque les besoins vitaux, les biens et/ou les propriétés des populations humaines vivant autour des aires protégées sont comprises par la cohabitation ou la fréquentation des populations d'éléphant. A l'instar de plusieurs espèces de faune sauvage, les éléphants créent des dégâts dans les champs, les agglomérations situées à proximité des aires protégées ou de leurs zones d'influence. L'incursion des éléphants dans les champs se fait pendant la période de maturité des cultures. Le complexe WAP étant le plus grand continuum d'écosystème significatif pour la conservation des éléphants, favorise le mouvement d'interconnexion entre les diverses populations d'éléphants présentes dans chacune des aires protégées du complexe. Reconnus comme de grands migrants, on assiste naturellement à des mouvements favorisant des échanges entre les aires protégées du complexe formant ainsi une métapopulation (Broome, 2001, Hellgren et al., 2005). Les éléphants dans leurs mouvements entre les aires protégées, le cas de la Djona, les forêts classées de Goungoun-sota, de kandi, et d'Alibori-Supérieur, traversent les espaces agraires et endommagent les cultures des populations riveraines (Photo 2).

Les études effectuées sur les éléphants dans la zone cynégétique de la Djona au Bénin montrent qu'en période de fructification et de maturation des noix de karité (*Vittelaria paradoxa*) et des gousses du néré (*Parkia biglobosa*), les éléphants font des excursions dans les champs pour en consommer (Kidjo F. C., 1992a et 1992b ; Mama A., 1998).



Photo 2 : Dégât d'éléphant dans un champ de coton dans la zone de transition de la ZCD.

II. MILIEU D'ETUDE

2.1. Présentation de la Zone Cynégétique de la Djona

Crée en 1956, la Zone Cynégétique de la Djona est située au nord du Bénin dans le département de l'Alibori (Dauzan, 1991). Elle est comprise entre 11°20' et 11°60' de latitude Nord et entre 2°50' et 3°20' de longitude Est (figure 2). Elle couvre une superficie de 115.200 ha. Elle fait partie du vaste ensemble composé du parc national W et de la zone cynégétique de Mekrou. La ZCD se trouve entre les arrondissements d'Angaradébou et de Guéné. Elle est limitée au nord par le village de Goungoun, au sud par le village Sâa, Lolo et Angaradébou, à l'est par la Route Nationale Inter-Etat N°2 (RNIE) et à l'ouest par la rivière Alibori. Elle comporte le village d'Alfakoara situé à 40 km au Nord de Kandi et à 62 Km de Malanville. C'est ce village qui abrite le site des éléphants.

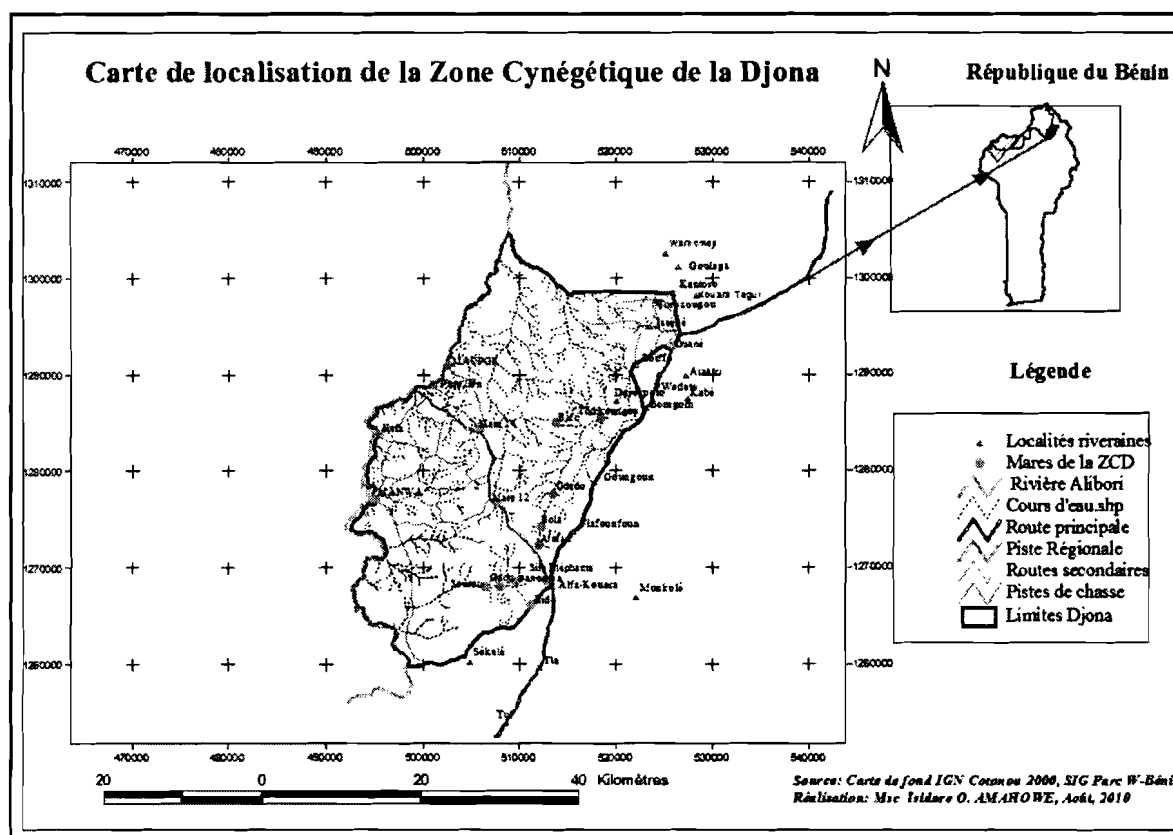


Figure 2: Carte de localisation de la Zone cynégétique de la Djona au Bénin

2.2. Facteurs climatiques

2.2.1. Pluviométrie

La ZCD est située dans le domaine du soudanien septentrional caractérisé par une saison pluvieuse et une saison sèche avec des écarts thermiques et hygrométriques relativement importants. La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée entre les années 1980 et 2009 est de $968,4 \pm 148,2$ mm à Kandi. Au cours d'une année deux saisons peuvent être distinguées comme le montre le diagramme climatique (figure 3) : une saison sèche de novembre à mai, une saison humide de mai à octobre, les mois de novembre, décembre janvier et février connaissent une saison sécheresse absolue où la strate herbeuse s'assèche ; c'est la période où les influences climatiques continentales sont les mieux établie. Ces saisons influencent la répartition des éléphants et l'intensité des dégâts observés sur les arbres dans les formations végétales.

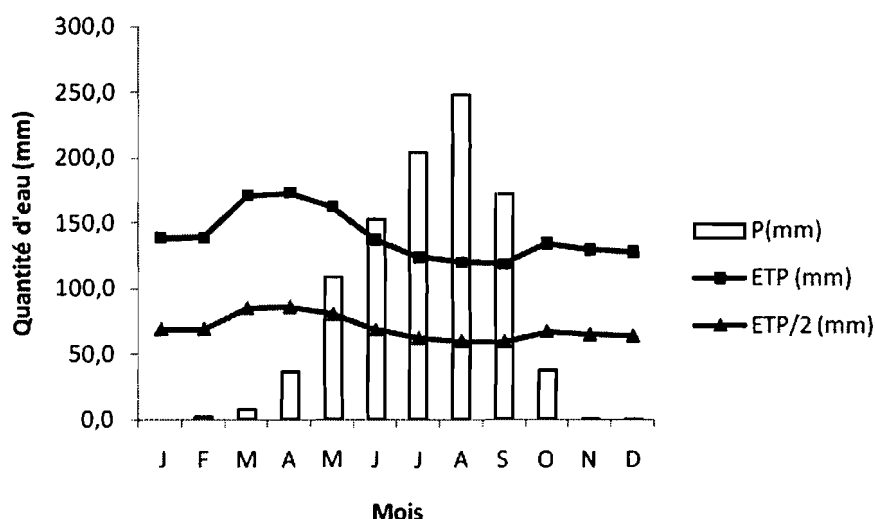


Figure 3: Diagramme climatique de la région de Kandi selon Franquin(1973) (Période 1980-2009) ETP = Evapotranspiration

2.2.2. Température

La ZCD est soumise à un climat du type soudano-sahélien (PAG, 2005) caractérisé par des températures élevées avec un maxima en mars-avril et des minima en décembre-janvier-février dues à l'harmattan, et des écarts thermiques très importants pouvant dépasser 20°C à Kandi. La moyenne annuelle de la température sur une période de 30 ans (1980-2009) pour la station de Kandi est environ $33,5^{\circ}\text{C}$ et $21,75^{\circ}\text{C}$ (figure 4).

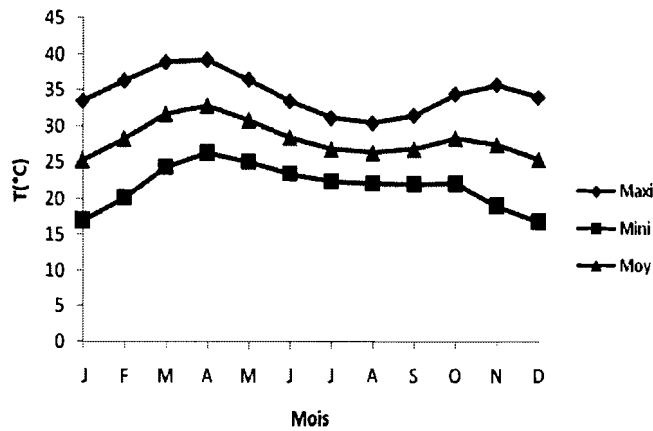


Figure 4: Températures mensuelles (maxima et minima) pour la station de Kandi (1980-2009)

2.2.3. L'humidité relative

La situation géographique du secteur d'étude, le mois et le moment de la journée sont des facteurs de la variation de l'humidité relative. Relativement faible dans la région, elle atteint son maximum pendant la saison des pluies au cours des mois de juillet – août – septembre avec l'arrivée du front intertropical et minimale pendant la saison sèche de novembre à mars à cause du vent l'harmattan (figure 5). On atteint ainsi des taux d'évapotranspiration potentielle très élevés de par l'action combinée température-humidité-vent pouvant dépasser 1800 mm à cette période de l'année provoquant l'assèchement rapide des mares et par conséquent de grosses difficultés d'approvisionnement en eau.

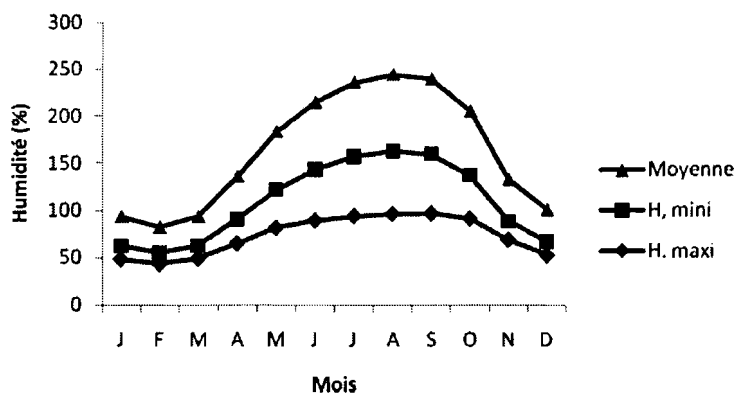


Figure 5 : Variations mensuelles moyennes de l'humidité relative maximale et minimale

2.3. Facteurs édaphiques

2.3.1. Relief et types de sols

La géomorphologie de la ZCD est analogue à celle qui couvre le centre et le nord du Bénin : le plateau cristallin (Téhou et Sinsin, 2000). La ZCD présente un relief généralement plat (altitude moyenne de 200m), à l'exception de quelques collines cuirassées telles Kouta Dougogbe et Koko culminant respectivement à 288 et 315m (ECOPAS, 2005).

Le potentiel pédologique de la ZCD repose sur un socle précambrien à formation granito-gneissique qui se présente sous trois formes majeures à savoir :

- les sols ferrugineux tropicaux appauvris, fortement concrétionnés ou indurés avec surface cuirassée. Ces sols sont occupés par une végétation arbustive et herbacée dont la litière est très rapidement décomposée et minéralisée ou le plus souvent brûlée ;
- les sols ferrugineux tropicaux faiblement concrétionnés où se développe une végétation arborée ;
- les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes qui sont localement différents allant de sablo – argileux, bruns argileux à nodules calcaires .Ce sont des sols noirs, épais et argileux qui se révèlent très fertiles. On les rencontre aux bords des mares, des dépressions et surtout dans la vallée de l'Alibori.

2.3.2. L'hydrographie

L'eau est un facteur déterminant pour le développement de la faune (Amahowé, 2009). Mais il faudra souligner que la ZCD dispose d'un faible réseau hydrographique. Elle est arrosée essentiellement par la rivière Alibori et ses affluents à écoulement intermittent, puis par quelques mares dont les eaux sont partagées avec le bétail domestique qui constitue l'une des pressions qui pèsent sur tout le système W. A l'est, on note la présence d'un affluent du Niger, la Sota.

L'Alibori sert de frontière entre la ZCD et le W. Affluent du Niger, elle est constituée par un chapelet de mares de régime temporaire : (Rivières Woko, Imbatemo, Ouerou, Bombouri). Pendant la saison des pluies, le débit devient important provoquant parfois des crues, et inondent l'aires protégée rendant ainsi impraticable les pistes de surveillance.

Il existe également des mares dont le tarissement est moins rapide et qui représentent des points d'encrage pour les éléphants à savoir : le site des éléphants, la mare Arafan, mare 25, Bandama, Arido et la mare 12.

Enfin, la saison des pluies engendre une multiplication des points d'eau et zones inondées.

2.4. La végétation

La ZCD se situe dans une zone de transition entre les savanes soudano - sahéliennes et soudaniennes du Bénin (Adjanohoun et *al.*, 1989 ; Natta, 2003, Assogbadjo, 2005). La végétation de la zones d'étude est essentiellement constituée de mosaïque de savanes, puis travers de quelques galeries forestières localement autour des mares et longeant la rivière Alibori et ses affluents. Les principales formations végétales sont : les savanes arbustives, elles sont beaucoup plus représentées dans la ZCD (Alfa Gambari, 2002 et 2003). Les espèces les plus rencontrées sont : *Acacia sieberiana*, *Combretum spp*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia avicennioides* qui poussent sur les sols sableux ou gravillonnaires, *Detarium microcarpum*, *Burkea africana* et *Balanites aegyptiaca* sur sol caillouteux ; *Crossopteryx febrifuga*, *Strychnos spinosa* et *Gardenia erubescens* sur sol concrétionné (ECOPAS, 2005).

Les savanes arborées ou boisées : elles poussent sur des sols gravillonnaires à caillouteux. Les espèces dominantes sont : *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpus*, *Vitellaria paradoxa*, *Isobерlinia tomentosa* et *Azelia africana*, *Lannea microcarpa*, *Lannea acida* *Lonchocarpus laxiflora*, *Monotes keatingii*, *Parkia biglobosa* (ECOPAS, 2005 ; Alfa Gambari, 2002).

Les forêts claires sont peuplées par des espèces comme : *Prosopis africana*, *Diospyros mespiliformis*, *Vitex doniana*, *Celtis integrifolia*, *Ficus spp* et les forêts galeries sont dominées par *Khaya senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, *Kigelia africana*, *Pterocarpus santalinoides*, *Mimosa pigra*, *Mytragyna inerms*, *Cola laurifolia* et *Syzygium ssp* (ECOPAS, 2005 ; Alfa Gambari, 2002).

La strate herbacée présente les plantes annuelles telles que les poaceae et certaines herbes. Les espèces rencontrées sont : *Andropogon gayanus*, *Andropogon pseudapricus*, *andropogon chinensis*, *Hyparrhenia involucrata*, etc. (Alfa Gambari, 2002).

2.5. La faune

A l'instar de la faune de la réserve du W, La faune de la ZCD est assez diversifiée. La plupart des grands mammifères y sont représentés mais pas toujours en forte densité. Même si l'éléphant s'impose par sa taille, la présence des deux espèces phares de la sous-région que sont le buffle (*Syncerus caffer brachyceros*) et l'hippotrague rouan (*hippotragus equinus koba*) est très remarquable. En dehors de ces espèces, on rencontre essentiellement dans la ZCD, le cobe de Buffon (*Kobus kob kob*), le cobe defassa (*Kobus ellipsiprymnus defassa*), le phacochère (*Phacochoerus africanus*), le chacal doré (*Canis aureus*), le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus scriptus*), le céphalophe (*Sylvicapra grimmia*), des patas (*Erythrocebus patas patas*), et vervet (*Chlorocebus aethiops*), etc. La faune aviaire y est également très diversifiée. Les espèces couramment rencontrées sont : le francolin commun (*Francolinus bicalcaratus*), la pintade sauvage (*Numida meleagris galeata*), le grand calao d'Abyssinie (*Bucorvus abyssinicus*) le jabiru de Sénégal (*Ephippiorhynchus senegalensis*), la grande aigrette (*Egretta alba melanorhynchos*), etc (Francisco, 2009)

La distribution des éléphants dans le complexe WAPOK entre 2003 montre une forte concentration des éléphants au sud de la ZCD (figure 6). Ceci porte à croire que la ZCD est un espace privilégié des éléphants du complexe W du Bénin.

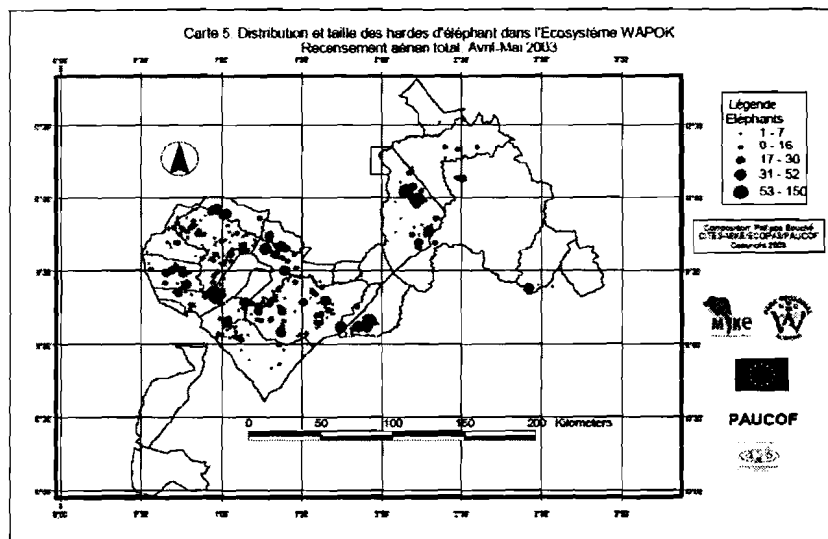


Figure 6 : Répartition et taille des troupeaux d'éléphant observés au cours du recensement aérien total de la grande faune dans l'écosystème WAPOK (Bouché et al., 2003)

2.6. Traits humains

2.6.1. Démographie et caractéristiques socioculturelles

La population totale des villages entourant la ZCD est d'environ 28.811 habitants (RGPH, 2002). Ces résultats évoquent que 95,17 % de cette population est rurale. La religion majoritaire est l'Islam. Le christianisme et l'animisme ne sont minoritaires. La prédominance de l'Islam influence énormément la vie des communautés et parfois a des impacts positifs sur les conservations de l'espèce phacochère qui cohabite sans grande inquiétude d'être braconné par la population. Les groupes socioculturels qui vivent dans la zone riveraine de la ZCD sont : les Dendi, majoritairement dominant au nord ; les Mokolé au sud de la ZCD et pratique principalement l'agriculture. On note également les éleveurs peulhs les sédentaires ou transhumants, qui sont très marginalisés dans la gestion de système W et exercent de forte pressions sur la réserve. Il existe également des peulhs agro-éleveurs qui habitent la zone tampon et de transition. Les Baatombou, Germa, Haoussa, Nagot et Fon sont minoritaires et qui pratiquent surtout le commerce, l'artisanat.

Ces divers groupes socioculturels sont en relation directe avec les ressources de la zone cynégétique de la Djona.

2.6.2. Les caractéristiques socio-économiques

2.6.2.1. Agriculture

Les principales activités économiques menées par les populations riveraines de la ZCD sont l'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse et la cueillette (Alfa Gambari, 2002 ; Francisco 2009). L'agriculture est l'activité principale des populations comme l'indiquent les données démographiques, l'agriculture est itinérante sur brûlis. La culture attelée se pratique par un nombre croissant d'actifs agricoles. Toutefois, de nombreux paysans continuent d'utiliser des outils rudimentaires comme la houe, le coupe-coupe, la hache. C'est une agriculture essentiellement vivrière, avec des cultures comme le sorgho, le maïs, le mil qui constituent les bases de l'alimentation. Les cultures de rente du milieu sont principalement le coton et l'arachide qui concentre l'essentiel des terres cultivées.

2.6.2.2. Elevage

L'élevage est de type extensif. Il est l'une des activités principales pratiquées essentiellement par le groupe ethnique peuhl. Il existe aussi bien des éleveurs locaux et des transhumants. Le problème de l'élevage dans la zone d'étude est lié à l'insuffisance de point d'eau en dehors du parc W et de la zone cynégétique de la Djona, la rareté de fourrage, puis un faible niveau d'organisation des éleveurs locaux et surtout des transhumants (MISD, 2002 ; Alfa Gambari, 2002). Cette situation explique les infiltrations des éleveurs dans la ZCD encore riche en ressources fourragères. Cette pratique perturbe énormément l'habitat de la faune sauvage. On note également l'élevage local des petits ruminants et de la volaille qui est pratiqué par tous les groupes sociaux.

2.6.2.3. Chasse et Pêche

La chasse est officiellement organisée dans le cadre d'un partenariat public-privé au niveau de la ZCD. Un amodiatraire anime les activités cynégétiques (safari et chasse sportive) avec implication des Association Villageoise de Gestion des Réserves de Faune (AVIGREF) qui non seulement bénéficient directement d'une partie des produits de chasse, mais aussi de 30% des recettes issues des activités cynégétiques qui participent au développement économique des localités riveraines. Mais il est également important de signaler la menace relative au braconnage dans la ZCD surtout pendant les périodes de fête à la recherche de protéine alimentaire. Il existe des cas de braconnage commercial (Amahowé, 2008) qui entre non seulement sur le marché local mais aussi sur le marché international en raison de la proximité et la perméabilité des frontières.

La pêche est très peu pratiquée en raison de faible réseau hydrographique. Mais dans le cadre de gestion participative à base communautaire du système W et des ses zones cynégétique avec le Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF), les pêcheurs pratiquent la pêche le long de la rivière Alibori et au niveau de quelques mares pendant la saison cynégétique sous le contrôle de l'administration du parc W.

La finalité de la cueillette est alimentaire, fourragère et médicinale. Elle occupe une place importante dans l'activité des paysans et concerne principalement les fruits du karité (*Vitellaria paradoxa*), du néré (*Parkia biglobosa*) qui sont fortement commercialisés ; du baobab (*Adansonia digitata*) et du tamarinier (*Tamarindus indica*).

III. METHODOLOGIE

3.1. Matériels

3.1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique de base de cette étude est constitué des éléphants et des groupements végétaux qu'ils exploitent dans la ZCD.

3.1.2. Matériel utilisé pour les mesures

Le matériel utilisé pour installer les placettes comprend :

- ✓ Un ruban de 50 m pour la délimitation des placettes ;
- ✓ Un GPS pour enregistrer les coordonnées géographiques des placettes, estimer les distance entre les placettes, des piquets en bois pour matérialiser les placettes ;
- ✓ un coupe- coupe pour couper les piquets ;
- ✓ un marteau pour fixer les piquets ;

Les instruments ayant servi lors des relevés phytosociologiques et dendrométrie sont :

- ✓ un clinomètre SUUNTO pour la mesure des pentes et de la hauteur des arbres ;
- ✓ un ruban π pour la mesure dbh des arbres ; *dhp.*
- ✓ un carnet de notes pour la collecte des données. *? ds fiches ??*

3.2. Méthodes de collecte des données

3.2.1. Collecte des données relatives à l'identification des groupements végétaux

L'exactitude dépend grandement de la méthode d'échantillonnage utilisée. Dans un premier temps, des interviews semi structurés et des informations recueillies auprès des acteurs clés de la conservation (agents de surveillance, personnel du campement de chasse de la Djona, des auxiliaires villageois, des membres des Associations Villageoises de Gestion des Réserves de Faune) sur les zones les plus exploitées par les populations d'éléphants de la ZCD, puis une prospection de terrain ont permis de bien localiser les zones d'impact des éléphants sur la végétation. Cette identification a été faite en utilisant une carte d'occupation du sol de la ZCD.

La collecte des données proprement dite a été réalisée sur les placettes circulaires d'observation dans les zones identifiées afin de bien étudier la végétation ligneuse dans les écosystèmes de savanes à l'instar travaux de Key (1999) ; Natasha et al. (2007), Sokpon et al. (2008) ; Azihou (2008) ; Aïssan (2008). Elles ont l'avantage de réduire les effets de biais

dans le comptage des arbres de lisière. Les centres des ~~systemes~~ de placettes sont géoréférencés à l'aide d'un GPS.

Les caractéristiques stationnelles suivantes ont été notées:

- Type d'habitat, type de sol, passage de feu, hydromorphie, etc.
- Indice de fréquentation d'éléphant (empreintes, crottes, couloirs de passage, dégâts sur les arbres).

3.2.1.1. Relevés floristiques et dendrométriques

La méthode phytosociologique de Braun Blanquet (1932) définie par Guinochet (1973), qui est très actuelle dans les études de la végétation en Afrique de l'Ouest (Thiombiano 2005, Ouoba 2006, Ouedraogo 2008) a été utilisée. Au total 120 systèmes placettes ont été inventoriés : une placette de 18 m de rayons dans laquelle les relevés dendrométriques et floristiques ont été faites, une placette de 30 m ^{de rayon} dans laquelle ^{de rayon} arbres endommagés par les éléphants sont inventoriés, puis une placette de 10 m ^{de rayon} dans laquelle la régénération a été évaluée. Les espèces végétales ont été identifiées soit directement sur le terrain et/ou avec la Flore Analytique du Bénin (Akoegninou et al., 2006), le guide des Adventices d'Afrique de l'Ouest (Akobundu et Agyahawa, 1989). Le dbh ainsi la hauteur totale de tous les arbres de dbh ≥ 10 cm dans le cercle de 18 m ont été mesurés pour apprécier les structures horizontale et verticale de chacun des groupements exploités par les éléphants de la Djona.

La régénération a été évaluée par le comptage systématique de tous les ligneux de diamètre ≤ 10 cm.

3.2.1.2. Collecte des données relatives à l'estimation des dégâts causés par les éléphants sur les ligneux

La collecte de données relatives à l'estimation des dégâts causés par les éléphants dans les zones fréquentées a été réalisée sur un total de 100 placettes de 30 m de rayons afin d'intégrer de maximum d'informations sur les ligneux endommagés (figure 7 et 8). Cette méthode a été déjà utilisée par Gadd (2002), Kossou (2007) et Azihou (2008) pour estimer les dégâts des éléphants sur la végétation. Dans chaque placette de 30 m de rayon, les dégâts sur tous les ligneux ont été recensés selon trois types en considérant les types de dégâts les plus importants enregistrés sur l'arbre:

- 1 : Les arbres ébranchés
- 2 : les arbres à tronc cassé,

Comme
ce nombre
a été 2/16

révision
cette page

3 : Les arbres écorcés

4 : les arbres déracinés,

5 : les chablis ou les arbres morts

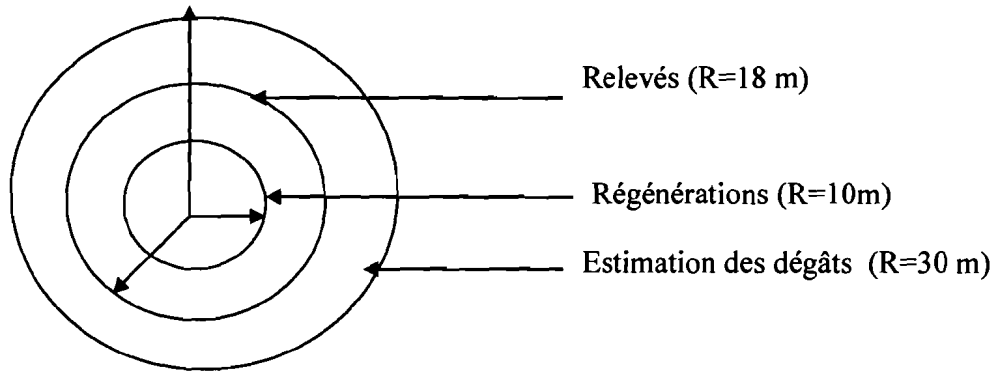


Figure 7: Dispositif des différentes placettes

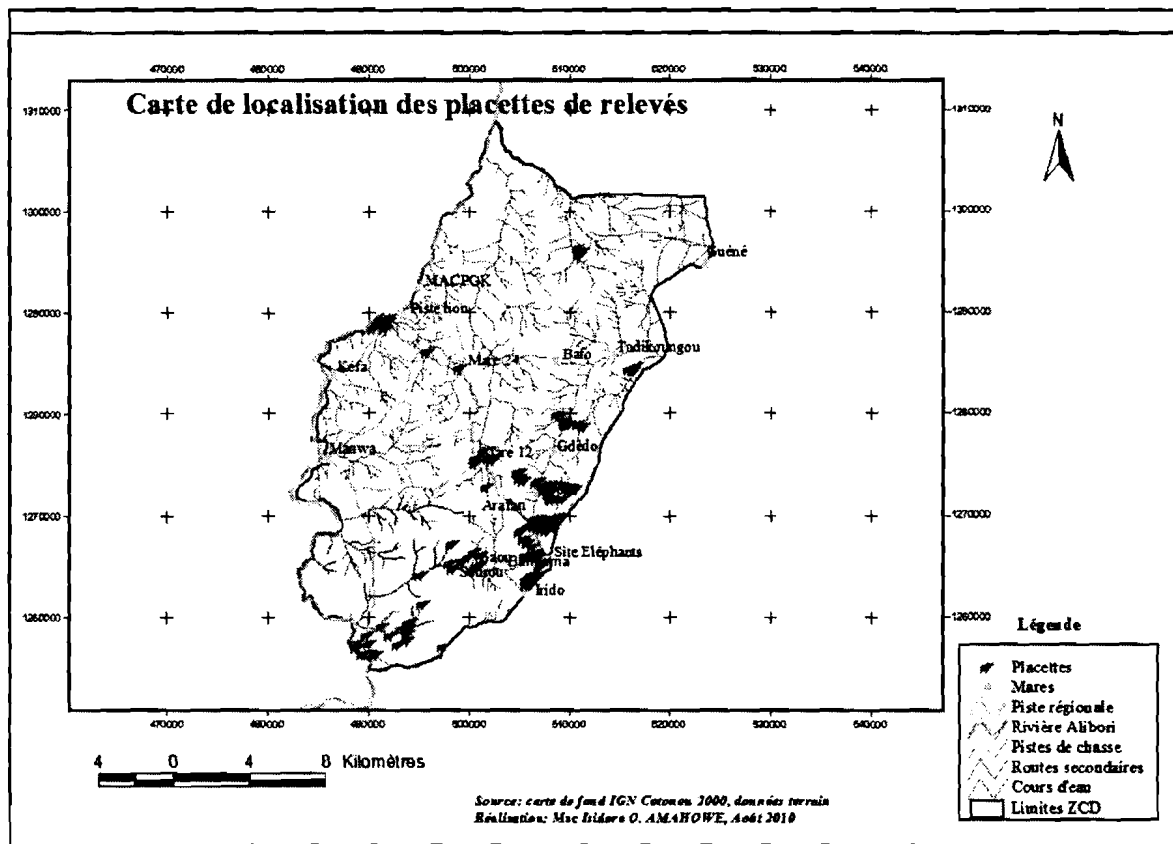


Figure 8 : Carte de localisation des placettes d'inventaire

on ne voit rien sur cette carte.

3.3. Méthodes de traitement des données

3.3.1. Caractérisation des groupements végétaux

Il existe plusieurs méthodes d'analyse numérique des relevés et chacune d'entre elle a une part de subjectivité (Feoli et *al.*, 2006). Parmi les méthodes indirectes d'ordination, la DCA (Detrended Correspondance Analysis) est plus performante car non sujette à l'effet d'arc et de compression des données (Kévin et *al.*, 2000). Ainsi les données brutes constituant une matrice de 119 relevés et 89 espèces ligneuses ont été soumises à l'analyse factorielle par la méthode DCA (Detrended Correspondance Analysis) dans le logiciel CAP (Community Analysis Package) version 2.0. Une fois les groupements ligneux individualisés, ils sont nommés par une ou deux espèces caractéristiques.

3.3.1.1. Diversité des groupements végétaux

Les paramètres d'étude de la diversité des groupements végétaux les plus utilisés sont : la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon, la diversité réelle, et l'équitabilité de Pielou.

La richesse spécifique est le nombre d'espèces végétales ligneuses observées dans le groupement végétal.

L'indice de diversité de Shannon noté H et exprimé en bits est calculé par la formule : $H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$ avec $p_i = n_i / \sum n_i$; P_i = fréquence relative des individus de l'espèce i ; n_i = le nombre des individus de l'espèce i ; $\sum n_i$ = le nombre total des individus du groupement. Il permet d'évaluer la diversité des espèces végétales. La diversité est faible lorsque $H < 3$ bits, moyenne si H est compris entre 3 et 4 bits puis élevée quand $H \geq 4$ bits. Le milieu est peu diversifié quand H est faible et relativement diversifié en espèces quand H est fort.

Dans le cadre de cette étude la diversité réelle (N_α) telle que suggérée Lou Jost (2006) a été utilisée pour apprécier et comparer la diversité des groupements végétaux exploités par les éléphants. Elle est calculée par la formule $N_\alpha = \exp(H)$, avec H= indice de diversité de Shannon.

L'indice d'équitabilité de Pielou (Eq) correspond au rapport entre la diversité obtenue et la diversité maximale. Il exprime la régularité ou l'équitable répartition des individus au sein des espèces. Il est donné par la formule : $Eq = H / \log_2 S$; S désigne la richesse spécifique. L'équitabilité est faible lorsque $Eq < 0,6$, moyenne quand Eq est compris entre 0,6 et 0,8 puis élevée si $Eq \geq 0,8$. Si E est faible, on conclut que peu d'espèces concentrent la majorité des

individus du milieu. Lorsque E est élevé, on déduit que le milieu n'est pas spécialisé et donc les individus sont bien répartis au sein des espèces.

Si H et E sont faibles, alors le milieu est homogène et spécialisé. Si H et E sont élevés, alors le milieu est isotrope.

Le type de sol observé sur chaque placette a été grossièrement déterminé sur le terrain par observation et description sommaire de la texture qui est comparée aux informations contenues dans la carte pédologique de la ZCD.

3.3.1.2. Analyse des données structurales des groupements exploités et pourcentage de dégât sur les espèces

Les données issues des relevés ont été traitées par groupement végétal. Ainsi, pour chaque groupement végétal, les paramètres structuraux tels que la densité de peuplement, la surface terrière et la densité de régénération ont été déterminées :

- ✓ Densité de peuplement $N = \frac{n}{s}$ (n= nombre d'individus de dbh ≥ 10 cm)
- ✓ La surface terrière des groupements a été calculée pour les arbres de dbh ≥ 10 cm et suivant la formule : $G = \sum \pi D^2 / 4$ (en m²/ha) avec D= dbh à 1,30 m,
- ✓ La densité de régénération $N_r = n_r / s_r$ (n_r = nombre total d'individus de dbh <10cm à l'intérieur de la placette de rayon 10 m)

La densité est représentée en nombre d'individus/ha

En outre, les structures horizontale et verticale des groupements végétaux ont été représentées. Sur ces figures, le nombre total d'arbres sont distingués par classes de diamètre ou de hauteur.

Pour évaluer l'impact des dégâts, les placettes d'observation sont regroupées en deux degrés de dégâts (Dn) en fonction des pourcentages Pi de dégât enregistrés:

- D1 : Pi entre]0-50 %]
- D2 : Pi entre]50-100 %]

3.3.1.3. Estimation des dégâts d'éléphants dans les groupements végétaux exploités

L'intensité des dégâts, de même que l'intensité par type de dégât ont été calculées en nombre d'arbres endommagés à l'ha dans les groupements végétaux exploités. Les distributions des intensités de dégâts étant non normales, le test de Kruskal-Wallis (test non paramétrique) a été utilisé pour comparer l'intensité des dégâts dans les groupements identifiés.

3.3.2.2. Impact des dégâts sur la diversité, la productivité et la régénération

Les données relatives à l'intensité des dégâts, la densité de peuplement ligneux, la surface terrière et à la densité de régénération n'ayant pas une distribution normale, le test de corrélation de Spearman a été utilisé pour apprécier les liens.

3.3.2.3. Impact des dégâts d'éléphant sur la relation diversité productivité

L'effet des dégâts d'éléphant a été évalué sur la relation diversité et productivité, sur la base de la comparaison des paramètres des droites de régression linéaires obtenues à des placettes de faible degré de dégât (d1) et des placettes de fort degré de dégât (d2). Le paramètre de productivité utilisé ici est la surface terrière.

La pente évalue la raideur de la droite linéaire (Motulsky, 1999). Elle est positive lorsque la productivité augmente avec la diversité, puis négative dans le cas où la productivité diminue quand la diversité augmente.

La surface terrière croît aussi bien que la diversité, puis négative si la surface terrière décroît lorsque la diversité croît (Motulsky 1999). Le test de comparaison des pentes et des constantes pour les différentes catégories de placettes a été réalisé. La valeur de probabilité P value (two tailed) a permis de tester si les pentes sont identiques (droites parallèles) ou pas (Prentice-hall, 1984).

Les pentes sont significativement différentes lorsque les dégâts causés par les éléphants influencent la relation entre la productivité et la diversité, puis les pentes sont identiques lorsque les dégâts d'éléphants n'influencent pas ladite relation.

3.3.2.4. Facteurs écologiques déterminants des dégâts d'éléphant

L'analyse des facteurs écologiques déterminant de la densité de dégâts d'éléphant dans la ZDC se fera sur la base de facteur biotique : densité en ligneux alimentaires, puis des facteurs abiotiques : distance de la placette au point d'eau le plus proche et la distance des placettes à la piste la plus proche.

- **Estimation de la densité en ligneux alimentaire**

Sur la base des travaux de suivie écologique effectués par Adjakpa(1991), Mama(1998), Téhou et Sinsin (2000), Alfa gambari (2002), Alfa gambari (2003), une liste des espèces

ligneuses consommées par les éléphants de la Djona à été élaborée. Ensuite la densité de chacune des placettes en ligneux alimentaires à l'ha a été estimée.

- **Calcul des distances des placettes par rapport au point d'eau, puis aux pistes**

Les distances des stations de broutage au point d'eau le plus proche, puis la distance aux pistes ont été calculées à l'aide du logiciel du Système d'Information Géographique (GIS) Arc View 3.2a, l'extension Animal movement et des fichiers de forme du réseau hydrographique du Parc W et de la ZCD, puis des fichiers de forme du réseau de pistes.

Pour éviter que les liens entre les trois variables n'affectent leur relation individuelle avec la variable intensité de dégât, alors nous avons soumis la contingence de données sur les trois variables à une Analyse en Composantes Principales (ACP) afin d'avoir des composantes principales non corrélées entre elles. Ensuite nous avons procédé au calcul du coefficient de corrélation entre chaque composante principale retenue et la variable réponse : intensité de dégâts.

3.3.2.4. Détermination des pourcentages de dégâts sur les espèces ligneuses

Le pourcentage de dégâts sur chaque espèce endommagée est calculé par la formule :

$P_i = N_{ti} \times 100 / N_t$ avec N_{ti} , le nombre d'arbres endommagés par espèce, N_t le nombre total d'arbres endommagés toutes espèces confondues.

De plus la détermination des types de dégât exercés par les éléphants sur les groupes d'espèces les plus endommagées a été effectuée par l'Analyse factorielle des Correspondances (AFC) sur une contingence de données relatives au nombre d'individus endommagés sur l'ensemble des vingt (20) espèces les plus endommagées.

La plupart des analyses statistiques tel que le test de Kruskal-Wallis, de corrélations, les analyses multivariées : Analyse en Composante Principale (ACP) et l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ont été réalisées par le programme R 2.11 www.R-Project.org (the R foundation for statistical computing 22 mai 2010).

IV. RESULTAT

4.1 Analyse des groupements végétaux endommagés par les éléphants

Les 119 relevés floristiques effectués dans les formations végétales exploitées par les éléphants de la ZCD comprennent au totale 89 espèces ligneuses réparties dans 23 familles. La DCA effectuée sur cette matrice de données donne deux groupes (figure 9). Le groupe G1 rassemble les relevés sur terre ferme et le groupe G2 rassemble les relevés exécutés dans les milieux inondables pendant les périodes de pluie. L'axe 1 d'une longueur de gradient de 3,78 (tableau 1) décrit le gradient majeur et est un gradient topographique. Sa combinaison avec l'axe 2 de longueur 3,59 a permis de donner les deux groupes G1 et G2. De plus on retient dans l'analyse globale que les deux premiers axes expliquent à 64% des informations de départ : ce qui est suffisant pour expliquer les données (Morrison, 1990). Le groupe G2 rassemble les relevés des groupements à *Anogeissus leiocarpa* sur les axes de drainage et les ravins sur sols argilo-limoneux.

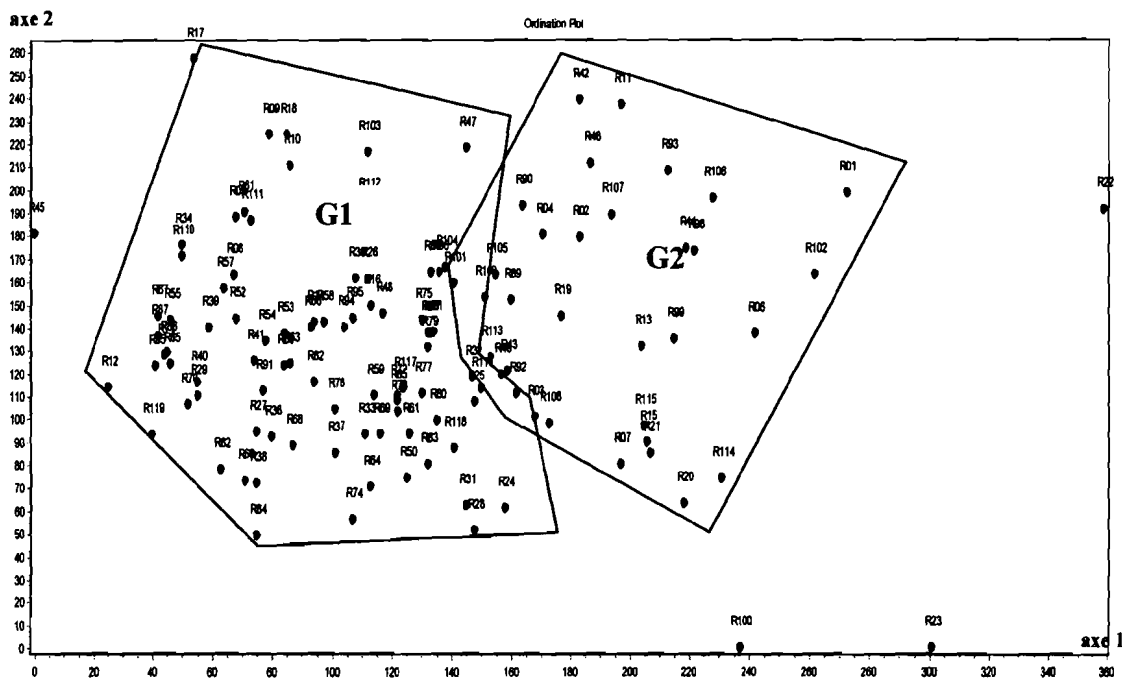


Figure 9 : Plan factoriel montrant la répartition des relevés suivant les axes 1 et 2

Le nuage de relevés du groupe G1 étant encore touffu pour l'identification des groupements bien distincts, cet ensemble de relevés a été soumis à une analyse partielle afin de mieux

distinguer ceux-ci. L'analyse partielle du groupe G1 a porté sur une matrice de 94 relevés et de 69 espèces. On obtient trois groupes G11, G12 et G13 (figure 10). L'axe 1 de variation correspond toujours au gradient topographique. L'axe 2 décrit les types de groupements et éloigne au mieux les différents groupements. Ces deux premiers axes expriment à 51 % les informations de départ : ce qui est suffisant pour cette analyse (Morrison, 1990). Ainsi de la gauche vers la droite, on a :

le groupement à *Detarium microcarpum* colonisant les parties des buttes rocheuses où le substrat est sableux avec des blocs de granites et présentant des anfractuosités importantes,

le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka* établit dans les moyens glacis sur sols sableux profonds,

le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *crossopteryx febrifuga* des plateaux et des zones de pente sur sols gravillonnaires présentant souvent des affleurements cuirassés.

Nous retenons aussi à ce niveau que les deux premiers axes expliquent à 97

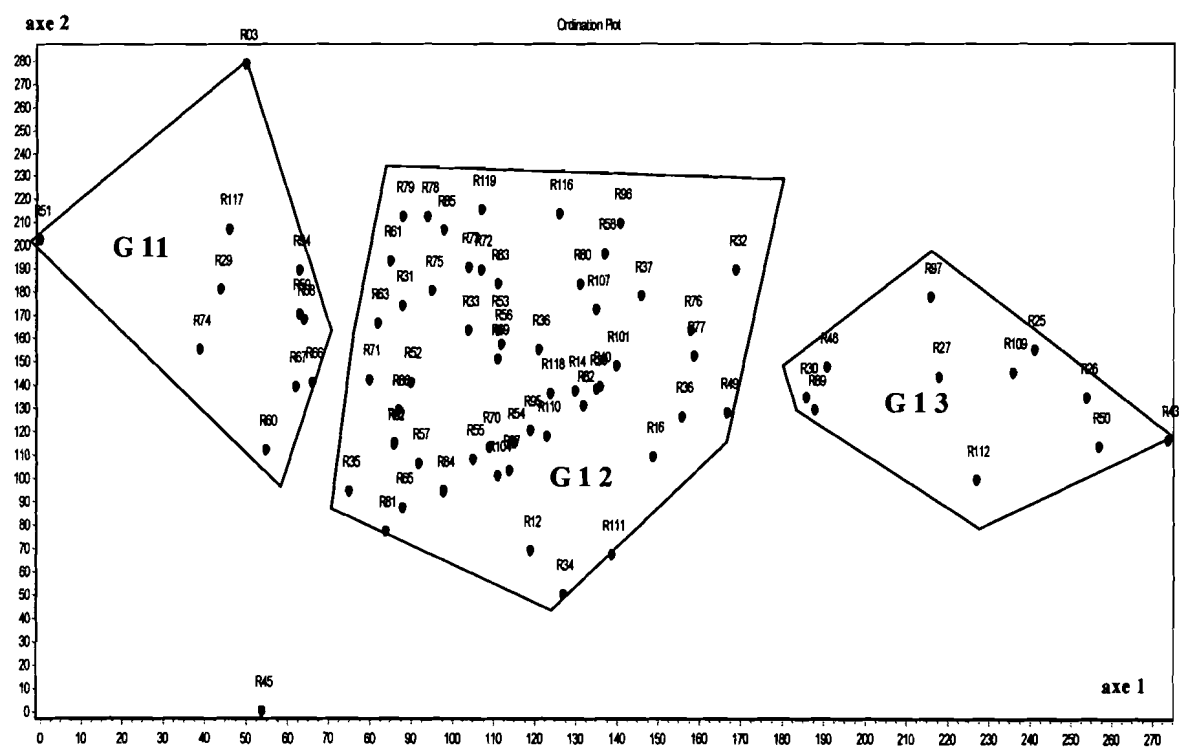


Figure 10: Plan factoriel montrant la répartition des relevés suivant les axes 1 et 2

Tableau 1 : Longueurs de gradient et valeurs propres

Matrice de données	Analyse globale				Analyse partielle			
	119 relevés et 88 espèces				94 relevés et 69 espèces			
Axe	axe 1	axe 2	axe 3	axe 4	axe 1	axe 2	axe 3	axe 4
Longueur de gradient	3.78	3.59	3.37	2.6	2.84	2.74	2.42	2.4
Valeur propre	0.39	0.25	0.22	0.21	0.28	0.23	0.17	0.15

4.1.1 Composition floristique et diversité spécifique du groupement à *Detarium*

Microcarpum

Ce groupement comprend 12 relevés floristiques dans les savanes arborées, sur sol latéritique non hydromophe. Il regroupe 21 espèces réparties en 10 familles. Les familles les plus représentées sont : les Combretaceae (28,57%), les Cesalpiniaceae (23,81%) et les Anacardiaceae (9,52%). L'espèce caractéristique de ce groupement est : *Detarium microcarpum*.

La richesse spécifique des ligneux (dbh ≥ 10 cm) de ce groupement est de 21 espèces. L'indice de diversité de Shannon calculé pour cette phytocénose est de 3,79bits, l'équitabilité de Pielou est de 0,51 et la diversité réelle est de 44,25. Ce groupement présente une surface terrière de 5,22 m²/ha avec une densité de 137 tiges/ha.

4.1.1. 1 Structure horizontale du groupement à *Detarium microcarpum*

La répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent présente une allure en forme de L, caractéristique des peuplements de forêts naturelles plurispécifiques (figure 11). Les individus de basses classes de diamètre (10 cm \leq dbh \leq 29,9 cm) sont essentiellement composés de *Detarium microcarpum* (19,26 %), *Vitellaria paradoxa* (13,33%) et *Crossopteryx febrifuga* (11,85%). Les individus de moyenne classe de diamètre (29,9 cm \leq dbh \leq 49,9 cm) sont composés de *Burkea africana* (25%) et d'*Isoberlinia doka*. Les gros arbres (dbh \leq 50 cm) sont essentiellement composés de *Ficus glumosa*.

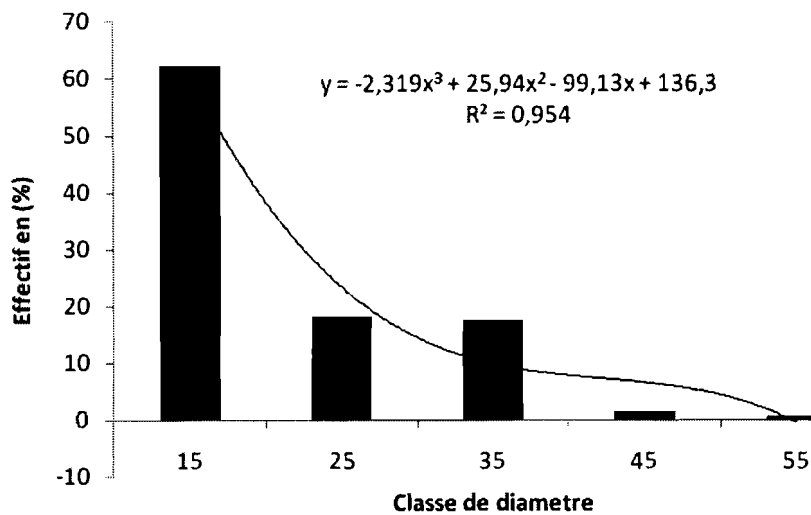


Figure 11: Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à *Detarium microcarpum*

La régénération naturelle est relativement abondante: 1963 brins/ha. Les semis naturels de *Pteleopsis suberosa* représentent 22,06 % du total tandis que ceux de *Detarium microcarpum* ne représentent que 20,98 % du total des brins recensés dans ce groupement. Ces deux espèces font partie également des plus abondantes dans le peuplement arborescent. Les espèces telles que *Vitellaria paradoxa* et *Combretum glutinosum* bien qu'ayant une régénération naturelle relativement abondante sont peu représentées dans le peuplement arborescent.

4.1.1.2 Structure verticale du groupement à *Detarium microcarpum*

La structure verticale du peuplement ligneux est représentée par la figure 12. Elle présente une allure en cloche montrant la forte présence des arbres de taille moyenne et la rareté des petits arbres de même que des arbres de grande taille.

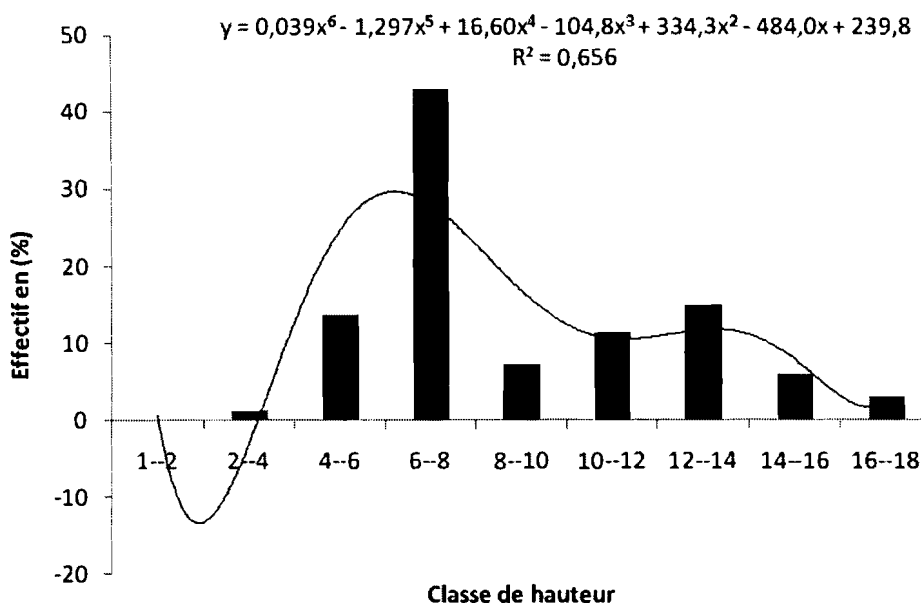


Figure 12 : Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à *Detarium microcarpum*

4.1.1.3 Estimation des Dégât dans le groupement à *Detarium microcarpum*

Les espèces ligneuses les plus endommagés par les éléphants dans ce groupement sont : *Vitellaria paradoxa* (24,31%), *Detarium microcarpum* (10,5%), *Combretum glutinosum* (8,29%), *Burkea africana* (7,73%), *Crossopteryx febrifuga* (7,18%), *Isoberlinia doka* (6,08%), *Prosopis africana* (6,08%), *Anogeissus leiocarpa* (5,52%) avec 38,30% de dégât récent et 61,68% de vieux dégâts. Les arbres matures représentent 52,07% et les immatures 47,92%.

L'intensité totale de dégât est estimée à $55,89 \pm 23,41$ tiges/ha soit 29 % d'arbres. Les dégâts sont répartis comme suit : 1,1% d'arbre écorcé, 18,78% ébranchés, 20,44% tronc cassé, 35,91% déraciné et 23,75% de chablis (figure 19 G11). La photo 3 montre une famille d'éléphants dans une savane à *Detarium microcarpum*.



Photo 3 : Un troupeau d'éléphant dans le peuplement à *Detarium microcarpum*.

4.1.2 Diversité floristique du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

Ce groupement comprend 53 relevés floristiques dans les savanes arborées sur sol limono argileux. Il regroupe 38 espèces réparties en 18 familles. Les familles les plus représentées sont : les Combretaceae (23,68 %), les Cesalpiniaceae (18,42%) et les Annonaceae (5,26%).

Les espèces caractéristiques de ce groupement sont: *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*. La richesse spécifique des arbres et arbustes (dbh \geq 10 cm) de cette phytocénose est de 38 espèces. L'équitabilité de Pielou est de 0,42. L'indice de diversité de Shannon est de 4,12 bits et la diversité réelle calculée pour ce groupement est de 61,56 espèces. Il présente une surface terrière de 6,41 m²/ha avec une densité de 166 tiges/ha.

4.1.2.1 Structure horizontale du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

La structure horizontale du peuplement arborescent présente une allure en forme de L (figure 15). Les basses classes de diamètre sont surtout constituées de *Vitellaria paradoxa* (17,29%), *Terminalia avicennoides* (11,96%) et *Crossopteryx febrifuga* (11,05 %). Les classe moyennes de diamètre sont surtout constituées de *Isoberlinia doka* (26,95 %) et *Vitellaria paradoxa* (19,13 %). Les individus de gros diamètre sont représentés par *Isoberlinia doka* (30,76%), *Prosopis africana* (7,69%), *Anogeissus leiocarpa* (7,69%) et *Daniella oliveri* (7,69%). La

figure 13 montre la structure diamétrique du peuplement du groupement végétal à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*.

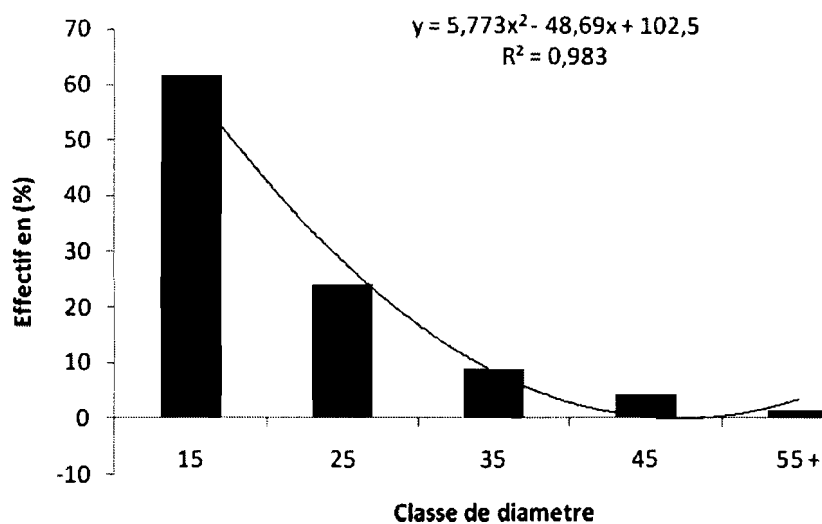


Figure 13 : Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*

La régénération naturelle est de 1453 brins/ha. Les semis naturels de *Pteleopsis suberosa* représentent 19,23 % du total tandis que ceux de *Detarium microcarpum* ne représentent que 17,85 % du total des brins recensés dans ce groupement. Les espèces telles que *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka* bien qu'ayant une régénération naturelle relativement faible sont plus représentées dans le peuplement arborescent.

4.1.2.2 Structure verticale du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*

La figure 14 montre la structure verticale du peuplement ligneux. Elle présente une allure en cloche montrant la forte présence des arbres de taille moyenne et la rareté des petits arbres de même que des arbres de grande taille.

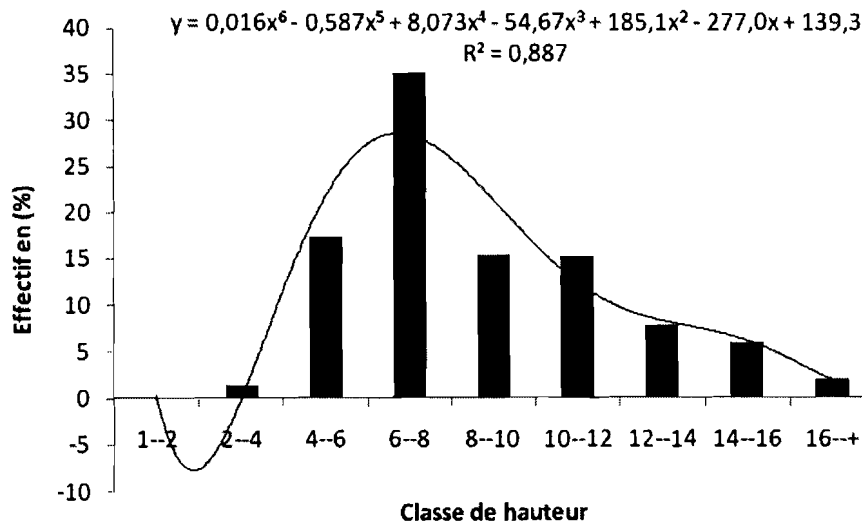


Figure 14 : Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

4.1.2.3 Estimation des Dégât dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

Les espèces ligneuses les plus endommagés par les éléphants dans ce groupement sont : *Viellerai paradoxal* (18,2%), *Combretum glutinosum*(11,4%), *Detarium microcarpum* (11,4%), *Isoberlinea doka* (10,6%), *Crossopteryx febrifuga*(7,18%), *Terminalia avicennioides* (5,1%), *Burkea africana* (5%), *Prosopis africana*(3,9%), *Piliostigma thonningii* (3,3%), *Lannea acida* (2,8%), *Combretum micranthum* (2,6%), *Cacia sieberiana* (2,4%), avec 32,52% de dégâts récent, 67,47% vieux dégâts. Les arbres matures représentent 52,07% et les immatures 47,92%.

L'intensité totale de dégât est estimée à $58,67 \pm 22,96$ tiges à l'ha soit 26,11% d'arbres. Les dégâts sont répartis comme suit : 1,62 % d'arbre écorcé, 28,96% ébranchés, 27,23% tronc cassé, 31,63% déraciné et 10,54% de chablis (figure 19 G12).

4.1.3 Diversité floristique du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

Ce groupement comprend 11 relevés floristiques dans les savanes arborées et arbustives, sur sol latéritique et limono sableux. Il regroupe 19 espèces réparties en 9 familles. Les familles les plus représentées sont les Combretaceae (31,57 %), les Cesalpiniaceae (26,31%) et les Mimosaceae (10,52%). Les espèces caractéristiques de ce groupement sont: *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*. La richesse spécifique des arbres et arbustes ($dbh \geq 10$

cm) de cette phytocénose est de 19 espèces. L'indice de diversité de Shannon est de 3,76 bits et la diversité réelle calculée pour ce groupement est de 43,38. L'équitabilité de Pielou est de 0,52. Il présente une surface terrière de 4,59 m²/ha avec une densité de 128 tiges/ha.

4.1.3. 1 Structure horizontale du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

La structure horizontale du peuplement arborescent présente une allure en forme de L (figure 15). Les basses classes de diamètre sont surtout constituées de *Vitellaria paradoxa* (22,68%), *Crossopteryx febrifuga* (11,76 %) et *Combretum glutinosum* (10,92%) Les individus de gros diamètre sont représentés par *Vitellaria paradoxa* (24%), *Lannea acida* (16%), *Isobertia doka* (12%) et *Burkea africana* (12%).

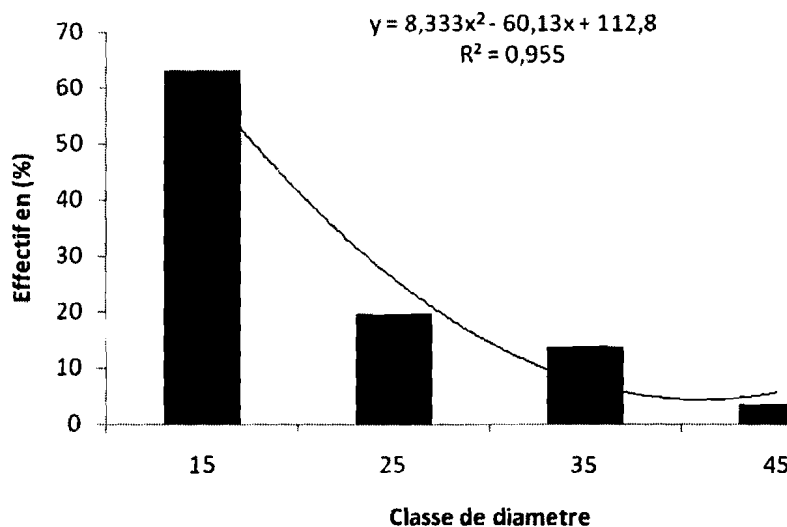


Figure 15: Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

La régénération naturelle est de 838 brins/ha. Les semis naturels de *Pteleopsis suberosa* représentent (26,76 %) du total; ceux de *Combretum glutinosum*(17,59), *Stereospermum kunthianum* (13,75%), *Flueggea virosa* (9,59%), *Vitellaria paradoxa* (5,65%).

4.1.3.2 Structure verticale du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

La structure verticale du peuplement ligneux est représentée par la figure 16. Elle présente une allure en cloche montrant la forte présence des arbres de taille moyenne et la rareté des

petits arbres de même que des arbres de grande taille.

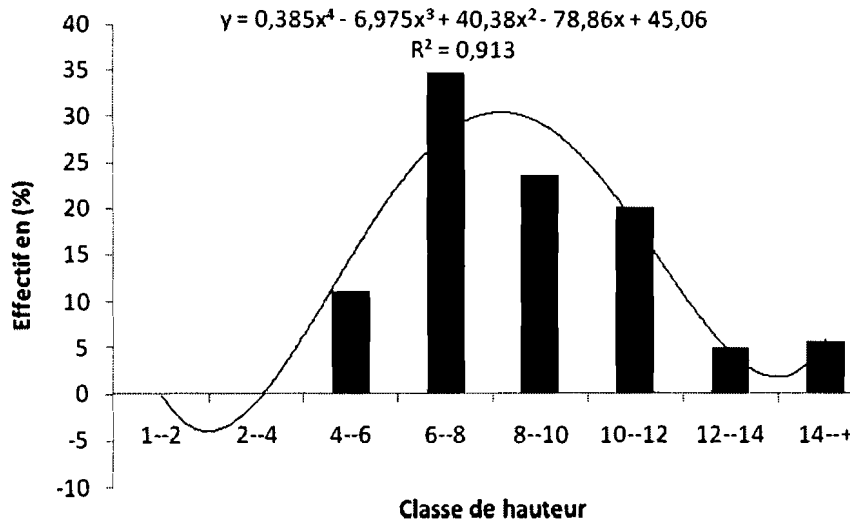


Figure 16: Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*

4.1.3.3. Estimation des Dégât dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

Les espèces ligneuses les plus endommagés par les éléphants dans ce groupement sont : *Vitellaria paradoxa* (30,57%), *Acacia sieberiana* (17,20%), *Combretum glutinosum* (12,10%), *Crossopteryx febrifuga* (10,83%), *Strycnos spinosa* (4,46%), *Anogeissus leiocarpa* (3,18%) avec 34,88% de dégâts récents et 67,47% vieux dégâts. Les arbres matures représentent 51,29% et les immatures 48,70%.

L'intensité totale de dégât est estimée à $50,45 \pm 22,96$ arbres/ha soit 28,27% d'arbres. Les dégâts sont répartis comme suit : 2,54 % d'arbre écorcé, 30,57% ébranchés, 41,40% tronc cassé, 19,1% déraciné et 6,36% de chablis (figure 19 G13).

4.1.4. Diversité floristique du groupement à *Anogeissus leiocarpa*

Ce groupement comprend 25 relevés floristiques dans les savanes arborées et les forêts claires sur sol latéritique, limono argileux. Il regroupe 45 espèces réparties en 18 familles. Les familles les plus représentées sont les Combretaceae (24,44 %), les Cesalpiniaceae (20%) les Mimosaceae (13,33%), les Rubiaceae (6,66%) et les Fabaceae (4,44%). L'espèce caractéristique de ce groupement est: *Anogeissus leiocarpa*. La richesse spécifique des arbres et arbustes (dbh \geq 10 cm) de cette phytocénose est de 45 espèces. L'indice de diversité de

Shannon est de 4,38 bits. L'équitabilité de Pielou est de 0,48. La diversité réelle calculée pour ce groupement est de 79,84 espèces. Il présente une surface terrière de 10,48 m²/ha avec une densité de 215 tiges/ha.

4.1.4. 1 Structure horizontale du groupement à *Anogeissus leiocarpa*

La structure horizontale du peuplement arborescent présente une allure en forme de L (figure 17). Les basses classes de diamètre sont surtout constituées de *Anogeissus leiocarpa* (17,31 %), *Piliostigma thonningii* (12,30%) *Crossopteryx febrifuga* (7,74 %). Les individus de moyen diamètre sont représentés par *Vitellaria paradoxa* (28,23%), *Prosopis africana* (12,94%) et *Anogeissus leiocarpa* (9,41%). Les individus de gros diamètre sont représentés par *Pterocarpus erinaceus* (20,83%), *Anogeissus leiocarpa* (16,67%) et *Vitellaria paradoxa* (16,67%).

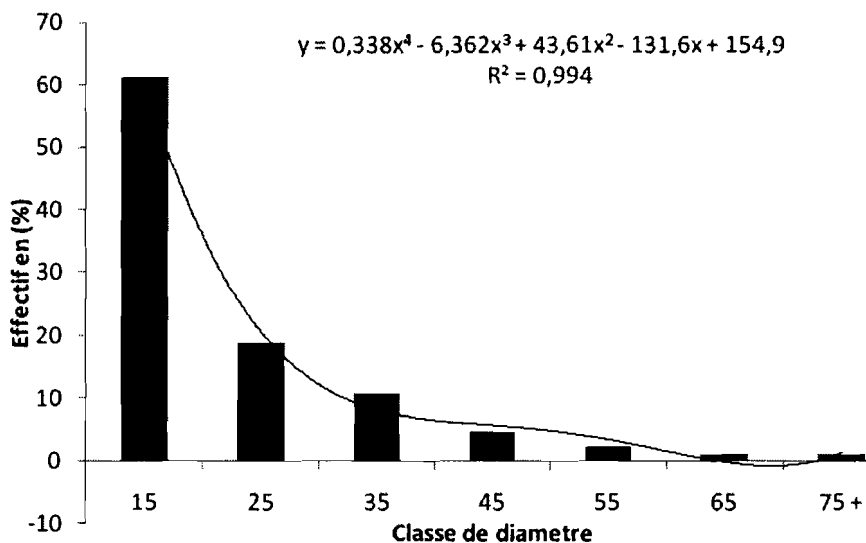


Figure 17: Répartition par classes de diamètre du peuplement arborescent du groupement végétal à *Anogeissus leiocarpa*

La régénération naturelle est de 761 brins/ha. Les semis naturels de *Flueggea virosa* sont majoritaires (20,03 % du total); suivis de ceux d'*Acacia campylacantha* (12,44%), *Piliostigma thonningii* (11,67%), *Combretum glutinosum* (6,76%), *Acacia sieberiana* (5,06%), et *Vitellaria paradoxa* (4,76%).

4.1.4.2 Structure verticale du groupement à *Anogeissus leiocarpa*

La figure 18 montre la structure verticale du peuplement ligneux. Elle présente une allure en cloche montrant la forte présence des arbres de taille moyenne et la rareté des petits arbres de même que des arbres de grande taille.

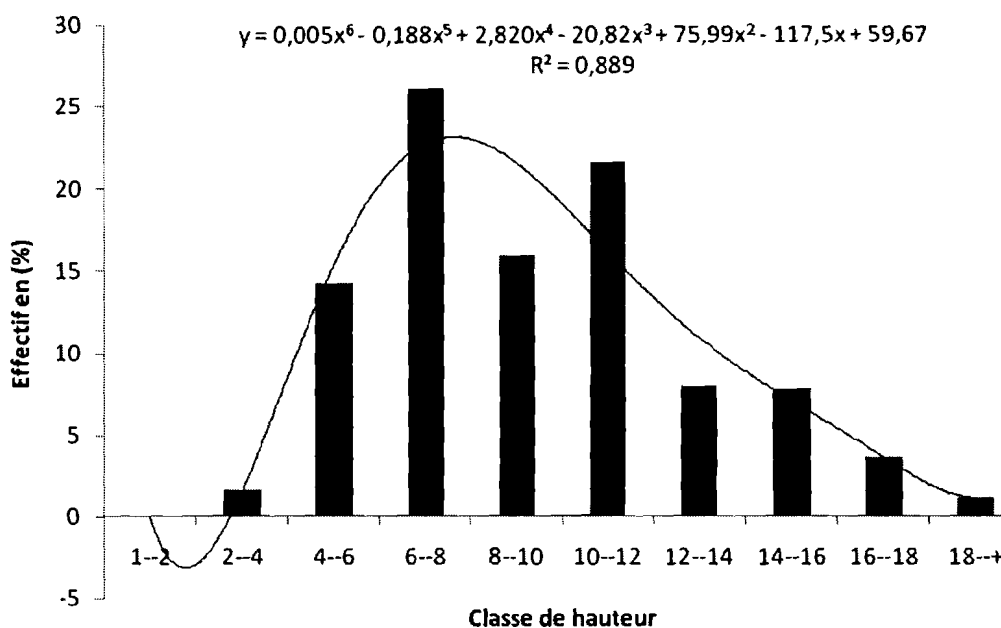


Figure 18: Répartition par classes de hauteur du peuplement arborescent du groupement végétal à *Anogeissus leiocarpa*

4.1.4.3 Estimation des Dégât dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa*

Les espèces ligneuses les plus endommagées par les éléphants dans ce groupement sont : *Vitellaria paradoxa* (11,61%), *Acacia sieberiana*(11,35%), *Piliostigma thonningii* (10,03%), *Acacia campylacantha* (6,33%), *Combretum micranthum* (5,84%), *Combretum glutinosum*, *Crossopteryx febrifuga* , *Anogeissus leiocarpa*, *Prosopis africana*, *Piliostigma reticulatum* (5,54%), *Acacia macrostachya*(3,43%), *Terminalia laxiflora* (3,17%), *Balanites aegyptiaca* (2,11%) avec 41,87% de dégâts récents et 58,11% vieux dégâts. Les arbres matures représentent 53,06% et les immatures 46,93%.

L'intensité totale des dégâts est estimée à $52,28 \pm 22,96$ tiges à l'ha soit 19,56% d'arbres. Les dégâts sont répartis comme suit : 8,45 % d'arbre écorcé, 36,61% ébranchés, 27,60% tronc cassé, 18,59% déraciné et 8,73% de chablis (figure 19 G14).

4.2. Analyse des dégâts d'éléphants dans les groupements végétaux exploités

De façon globale l'intensité des dégâts d'éléphant ne varie pas d'un groupement à un autre ($P=0,0502$). Les intensités moyennes d'arbres à branche cassée, puis d'arbres à tronc cassés ne sont pas différentes dans les groupements exploités par les éléphants (respectivement $P=0,2117$, $P=0,4059$), tandis que les intensités moyennes de chablis, d'arbres écorcés, et d'arbres déracinés par les éléphants varient significativement dans les groupements végétaux exploités (respectivement $P=0,003164$; $P=0,0390$; $P=0,011$).

L'intensité moyenne d'arbres à branches cassées est plus élevée dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa* avec $18,22 \pm 27,48$ arbres/ha suivie de $17,14 \pm 12,68$ arbres/ha dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*, dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* avec $15,43 \pm 15,02$ arbres/ha et enfin on observe dans le groupement à *Detarium microcarpum* une intensité moyenne de $12,02 \pm 8,69$ arbres/ha.

L'intensité moyenne de troncs cassés est plus élevée dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* avec $20,89 \pm 89$ arbres/ha, dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka* on a une densité moyenne $15,74 \pm 10,23$ arbres/ha, l'intensité moyenne de $13,87 \pm 12,84$ arbres/ha est observée dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa* et la plus petite densité moyenne est observée dans le groupement à *Detarium microcarpum* ($12,73 \pm 10,83$ arbres/ha).

L'intensité moyenne de chablis est plus grande dans le groupement à *Detarium microcarpum* avec $15,20 \pm 9,58$ chablis/ha, suivi du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka* avec $6,34 \pm 6,66$ chablis/ha, puis du groupement à *Anogeissus* avec $4,62 \pm 7,26$ chablis/ha. Elle est relativement plus faible dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* ($3,21 \pm 5,58$ chablis/ha).

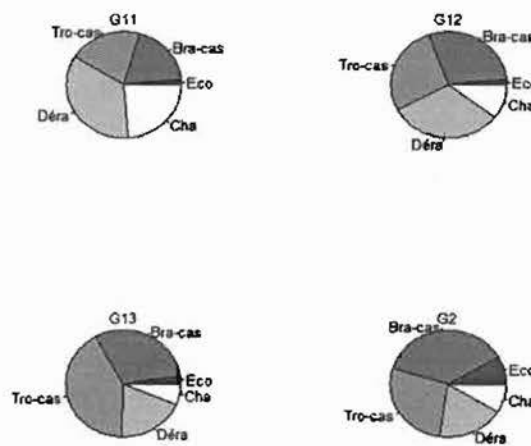
La plus grande intensité moyenne d'arbres déracinés est observée dans le groupement à *Detarium microcarpum* ($21,21 \pm 14,62$ arbres déracinés/ha), suivie du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka* avec $18,61 \pm 17,39$ arbres déracinés /ha, puis du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* avec $9,64 \pm 11,84$ arbres déracinés /ha. Elle est relativement faible dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa* avec $9,25 \pm 7,21$ arbre déracinés /ha.

L'intensité moyenne d'arbres écorcés est plus élevée dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa* ($4,08 \pm 5,62$ arbres écorcés/ha), suivi du groupement à *Vitellaria paradoxa* et

Crossopteryx febrifuga avec $1,29 \pm 2,38$ arbres écorcés/ha, et enfin dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlina doka* on a $1 \pm 2,51$ arbres écorcés/ha.

Il convient de faire remarquer que le groupement à *Detarium microcarpum* ne contient pratiquement pas d'arbres écorcés.

La figure 19 montre les proportions des types de dégâts dans les groupements exploités. Le boxplot des différents types de dégâts présente la variation des interquartiles et les valeurs extrêmes : minimum et maximum attendus de l'intensité de chaque type de dégâts occasionné par les éléphants dans les groupements exploités (figure 20). Alors que la figure 21 présente le boxplot de la régénération dans les groupements végétaux exploités : elle présente également les valeurs extrêmes attendues de la densité de régénération.



Agracilin

Abréviations des types de dégâts : Eco=écorcé ; Cha=chablis ; Dera = déraciné ; Tro-cas=tronc cassé ; Bra-cas=branche cassée

Groupements exploités : G11 : Groupement à *Detarium microcarpum* ; G12: Groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlina doka* ; G13 : Groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* ; G2 : Groupement à *Anogeissus leiocarpa*

Figure 19 : Proportion des types de dégâts dans les groupements exploités

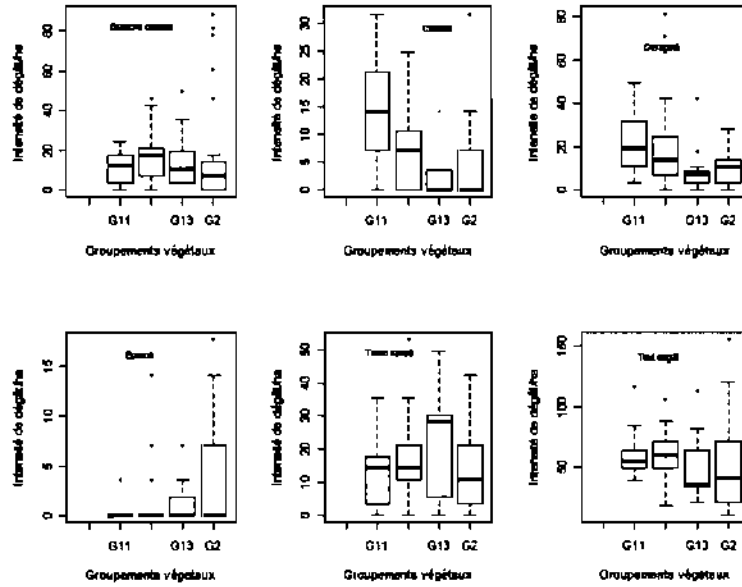


Figure 20: boxplot de l'intensité des dégâts dans les groupements végétaux exploités par les éléphants

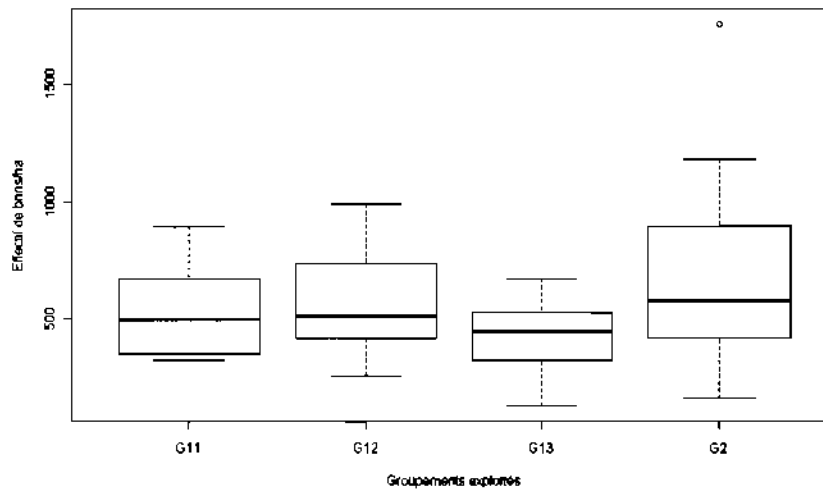


Figure 21: boxplot de la densité de régénération dans les groupements végétaux exploités par les éléphants de la ZCD.

4.2.1. Impact des dégâts sur la diversité, la densité, la surface terrière, et la régénération

L'intensité totale de dégâts occasionnés par les éléphants et la diversité réelle sont positivement et faiblement corrélées (Spearman ; $r=0,245$, $P<0,05$). Il ressort de cette analyse que les dégâts d'éléphant favorisent la diversité de la végétation, mais dans une moindre mesure. L'intensité de dégâts d'arbres déracinés et celle d'arbres écorcés influencent significativement la diversité de la végétation. Le déracinement des arbres par les éléphants entraîne une faible augmentation de la diversité réelle (Spearman, $r = 0,237$; $p<0,05$), tandis que l'écorçage des arbres entraîne une légère diminution de la diversité (Spearman, $r = -0,234$; $P=0,019$).

Il n'y a pas de corrélation entre l'intensité totale de dégâts et la densité de peuplement (Spearman ; $P>0,05$). Par contre on note une faible corrélation significativement positive entre la densité de peuplement et l'intensité d'arbres déracinés (Spearman, $r = 0,250$; $P= 0,012$).

Il est faudra aussi souligner une corrélation significativement positive entre la densité de régénération et l'intensité totale de dégâts (Spearman, $r=0,280$; $P=0,005$). De même on note une corrélation positive et hautement significative entre la densité de régénération et la l'intensité d'arbres à branches cassées (Spearman, $r=0,416$; $P=0,000$). Il existe une corrélation significativement positive entre la diversité et la surface terrière (Spearman, $r= 0,23$; $P=0,021$)

La figure 22 montre le scatterplot des courbes de relation entre les variables diversité (IR), de structure (densité de peuplement : dens, surface terrière : g, densité de régénération : reg), et de perturbation : (intensité totale de dégâts : TTCCha).

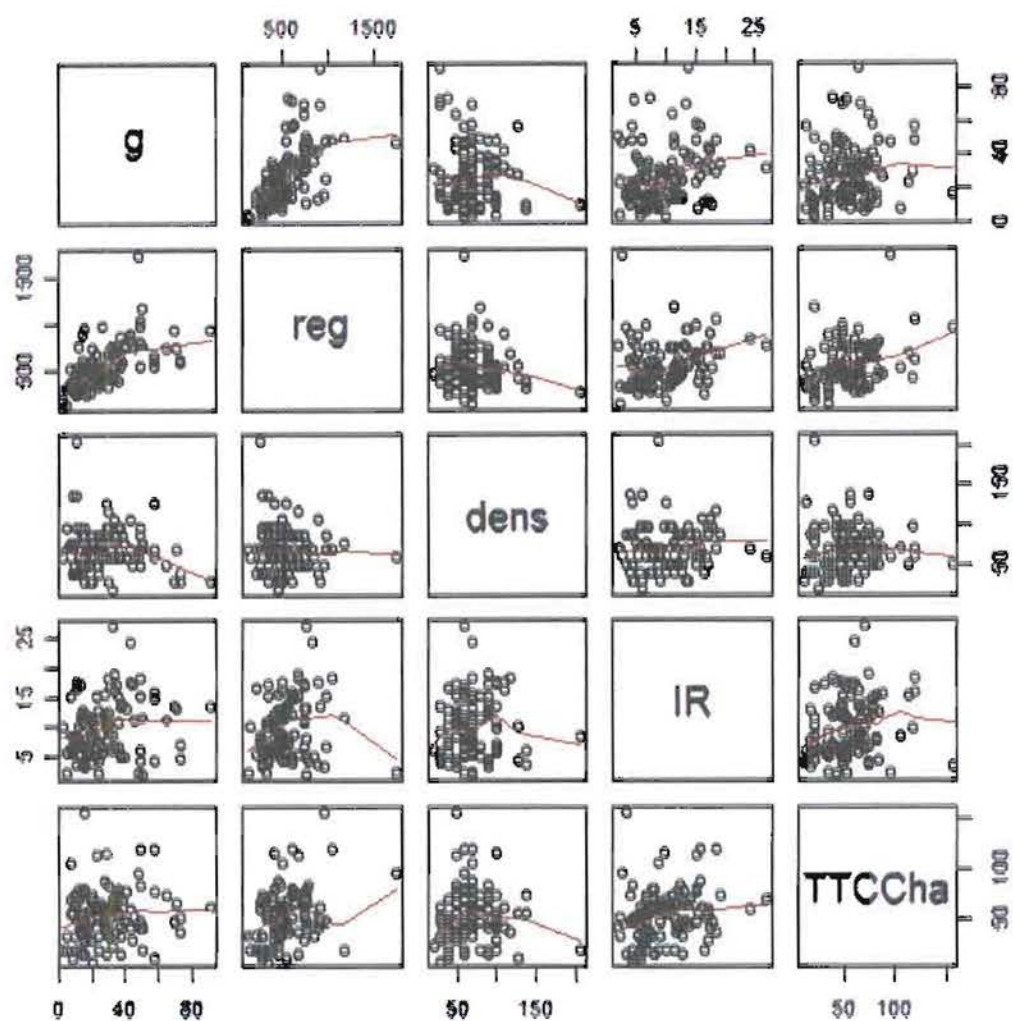


Figure 22 : Scatterplot des variables de diversité, de structure et de perturbation

4.2.2. Hypothèse de perturbation intermédiaire dans les groupements végétaux exploités

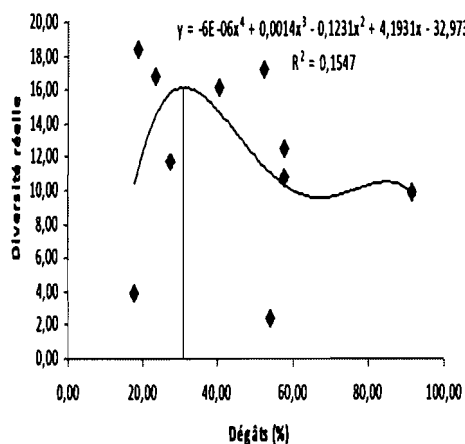
Une analyse de l'hypothèse de perturbation intermédiaire (IDH) dans les 04 groupements exploités par les éléphants a été faite sur la relation entre le pourcentage de dégâts et la diversité réelle. Ainsi, la diversité réelle la plus élevée est de 16 dans le groupement à *Detarium microcarpum*. Cette diversité réelle est obtenue à un taux de dégât de 30 %. (figure 23 a).

Dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*, la diversité réelle la plus élevée est de 12. Cette diversité est obtenue un taux de dégât de 25%. (figure 23 b).

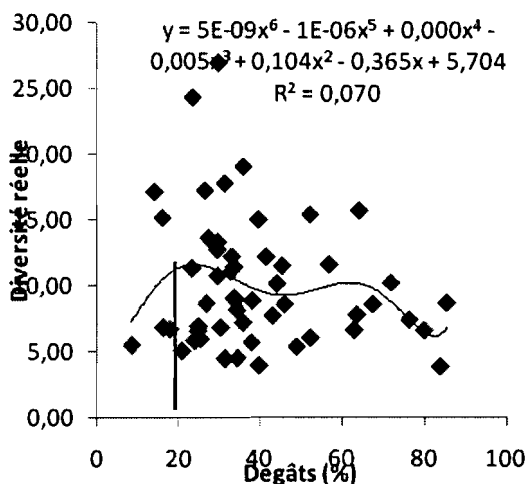
Dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* la diversité réelle la plus élevée est de 11. Cette diversité est obtenue avec un taux de dégât de 48% (figure 23 c).

Dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa*, la diversité réelle la plus élevée est de 12. Cette diversité est obtenue un taux de dégât de 50% (figure 23 d).

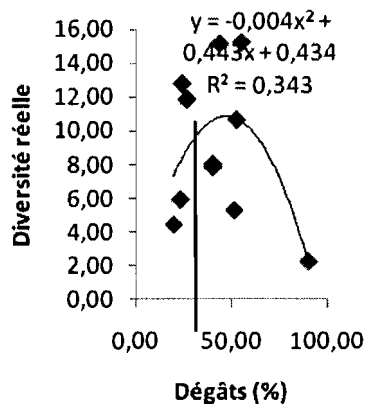
Groupement à *Detarium microcarpum*



Groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*



Groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*



Groupement à *Anogeissus leiocarpa*

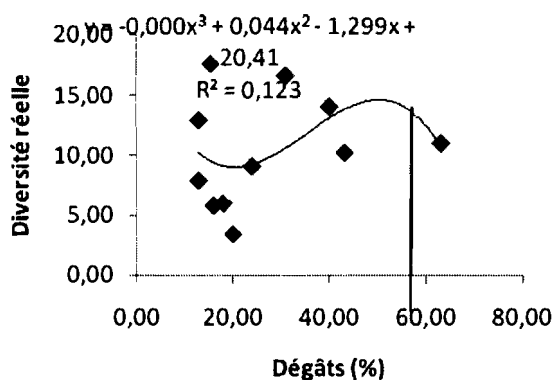
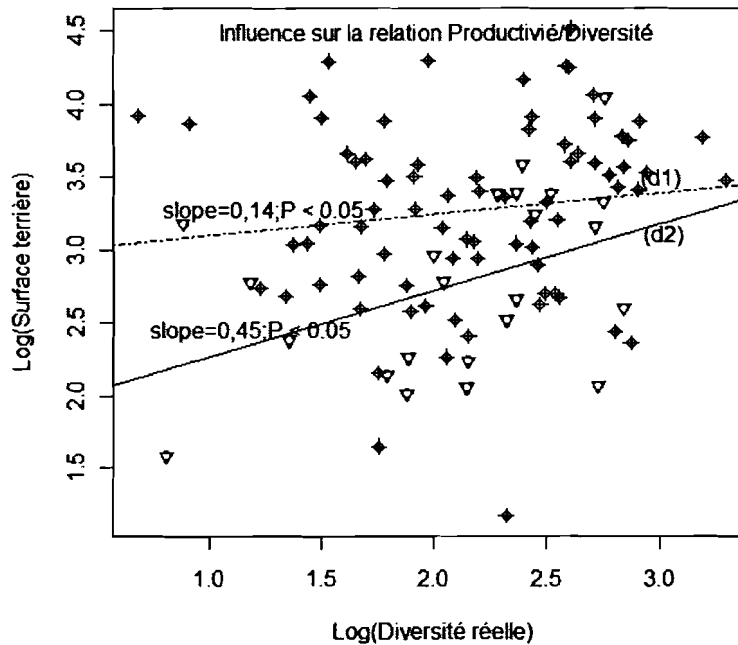


Figure 23: Relation entre la diversité et le taux des dégâts d'éléphant dans les groupements exploités

4.2.3. Influence des dégâts sur la relation Productivité-Diversité

On note de façon globale une relation entre la diversité et la productivité (précisément la surface terrière) (Spearman, $r= 0,23$; $P=0,021$). Les pentes des droites de regressions linéaires pour le groupe de placettes de faible degré et celles de fort degré de dommage sont toutes positives (respectivement $p1=14\%$ et $p2= 45\%$). Alors la productivité croit avec la diversité réelle. Toutefois la pente de la droite de régression est plus forte en présence de forte perturbation par les éléphants (figure 24).



d1 : droite linéaire traduisant la relation Productivité/Diversité sous faible perturbation

d2 : droite linéaire traduisant la relation Productivité/Diversité sous forte perturbation

Figure 24: Influence des dégâts sur la relation Productivité/diversité

4.3. Détermination des facteurs écologiques déterminants des dégâts d'éléphant dans la ZCD

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) sur les variables densité en ligneux alimentaire, distance de la station de broutage au point d'eau, et la distance de la placette à la piste, donne le tableau des valeurs propres (tableau 2). Il ressort de cette analyse que les deux premières composantes principales expliquent au total 70,2 % ($> 50\%$) des informations initiales sur les 3 variables, ce qui est largement suffisant (Morrison, 1990).

Les résultats du test de corrélation entre les trois variables ci-dessus et deux nouvelles composantes principales retenues est présentée au tableau 3. L'analyse de ce tableau montre que la 1^{ère} composante principale (CP1) prend en compte la disponibilité alimentaire (corrélation positive) et la distance eau (corrélation négative) alors que la 2^{ème} composante principale (CP2) prend en compte la distance eau et la distance piste (corrélations négatives). Ensuite le test de corrélation entre les deux composantes principales et la variable intensité de dégâts, révèle d'une part qu'il n'existe pas un lien significatif entre la 1^{ère} composante principale (CP1) et densité de dégât ($r = 0,0059$; $P = 0,0557$), puis d'autre part qu'il existe une corrélation significative entre 2^{ème} composante principale (CP2) et la variable densité de dégâts ($r = 0,235$; $P = 0,019$) (tableau 3).

En conclusion il existe une relation étroite entre l'intensité des dégâts et ces deux variables. Mais le sens de ce lien est négatif. En d'autres termes, une augmentation de la distance entre la station de broutage et les points d'eau, puis celle de la distance entre la station de broutage et la distance à la piste la plus proche fait diminuer l'intensité de dégâts occasionnés par les éléphants sur les espèces ligneuses. Il est également important de retenir des précédentes analyses que densité en ligneux alimentaire ne détermine pas l'intensité de dégâts.

Tableau 2 : Valeurs propres et pourcentage de variation expliquée par les composantes principales

	CP1	CP2	CP3
Valeurs propres	1,0930	1,0135	0,8936
Proportion	0,364	0,338	0,298
Cumulative	0,364	0,702	1,000

CP1 : 1^{ère} composante principale ; CP2 : 2^{ème} composante principale ; CP3 : 3^{ème} composante principale .

Tableau 3 : Corrélation entre les variables écologiques et les composantes principales CP1 et CP2

Variabes	CP1	CP2
Densité en ligneux alimentaire	0,730	-0,044
Distance à l'eau	-0,572	-0,586
Distance à la piste	0,374	-0,809

CP1 : 1^{ère} composante principale ; CP2 : 2^{ème} composante principale

4.4 Impact des éléphants sur les espèces végétales.

Au total 63 espèces ligneuses sont endommagées par les éléphants de la ZCD (Tableau 13 Annexe).

Les espèces plus endommagées sont : *Vitellaria paradoxa* (17,60%), *Combretum ghasalense* (9,07%), *Detarium micropum* (6,49%), *Isoberlinia doka* (5,9%), *Crossopteryx febrifuga* (5,36%), *Acacia sieberiana* (4,61%), *Piliostigma thonningii* (4,13%), *Terminalia avicennioides* (4,02%), *Burkea africana* (4,02 %), *Prosopis africana* (3,59%), *Anogeissus leiocarpa* (3,38%), *Combretum micranthum* (2,68%), *Lannea acida* (2,20%), *Acacia campilacantha* (1,55%), *Gardenia ternifolia* (1,50%), *Combretum fragrans* (1,5%), *sterculia setigera* (1,18%), *Piliostigma reticulatum* (1,07%), *Sarcocephalus latifolius* (1,01%) et *pteleopsis suberosa* (0,96%). La figure 25 montre le diagramme de rang-fréquence des espèces endommagées par les éléphants de la ZCD.

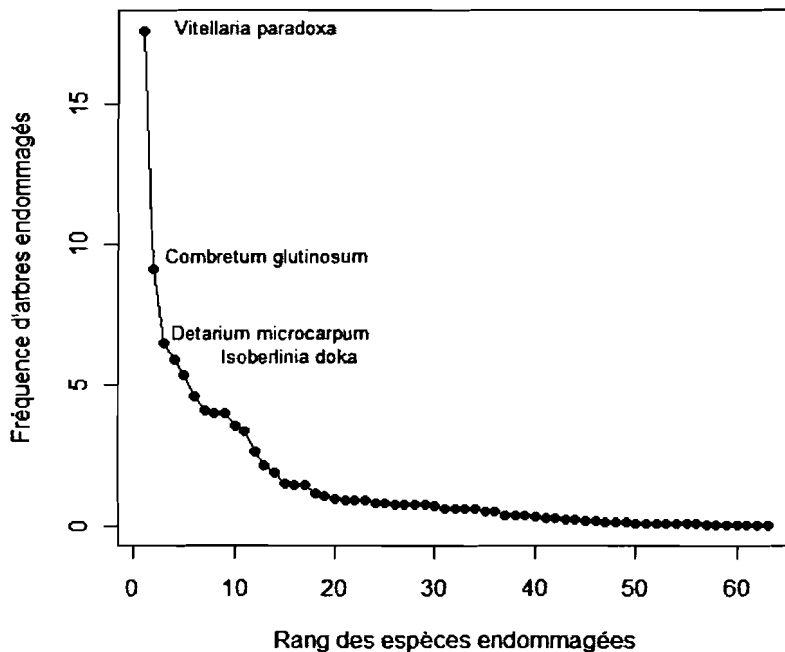


Figure 25 : Courbe de Rang-fréquence des espèces endommagées par les éléphants de la ZCD

Il y a plus d'espèces endommagées dans le groupement à *Detarium microcarpum* (44 espèces) et le groupement à *Anogeissus leiocarpa* (44 espèces) suivie du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka* (39 espèces), et enfin le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* (24 espèces).

L'Analyse Factorielle des Correspondances appliquée sur les données de contingence constituées du nombre de dégâts enregistrés sur les 20 premières espèces les plus endommagées donne le résultat ci après :

Tableau 4: Importance [↙] axes factoriels explicateurs des données

Axes factoriels	Eigenvalue	% de variance	% cumulé des variances
Axe 1	1.51E-01	5.45E+01	54.52025
Axe2	7.38E-02	2.66E+01	81.11507
Axe 3	4.05E-02	1.46E+01	95.72411
Axe 4	1.19E-02	4.28E+00	100

L'importance des différentes axes est montrée par le tableau . On note qu'avec les deux premiers axes, on contrôle 81,11 % des informations de départ, ce qui est suffisant pour garantir une précision d'interprétation. Nous retiendrons donc deux axes pour l'interprétation des résultats.

4.4.1. Contribution partielles et qualité de représentation des espèces à la formation des axes 1 et 2

On note que les espèces *Sarcocephalus latifolius*, *Combretum fragrans*, *Gardenia ternifolia*, *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Terminalia avicennioides*, *Piliostigma thonningii*, ont le plus contribué à la formation de l'axe 2, alors que *Lanea acida*, *Prosopis africana*, *Piliostigma thonningii*, *Detarium microcarpum* et *Vitellaria paradoxa* ont le plus contribué à la formation de l'axe 1. On note que *Lanea acida*, *Prosopis africana*, *Piliostigma thonningii* ont doublement bien contribué aux axes 1 et 2 (Tableau 4 en annexe).

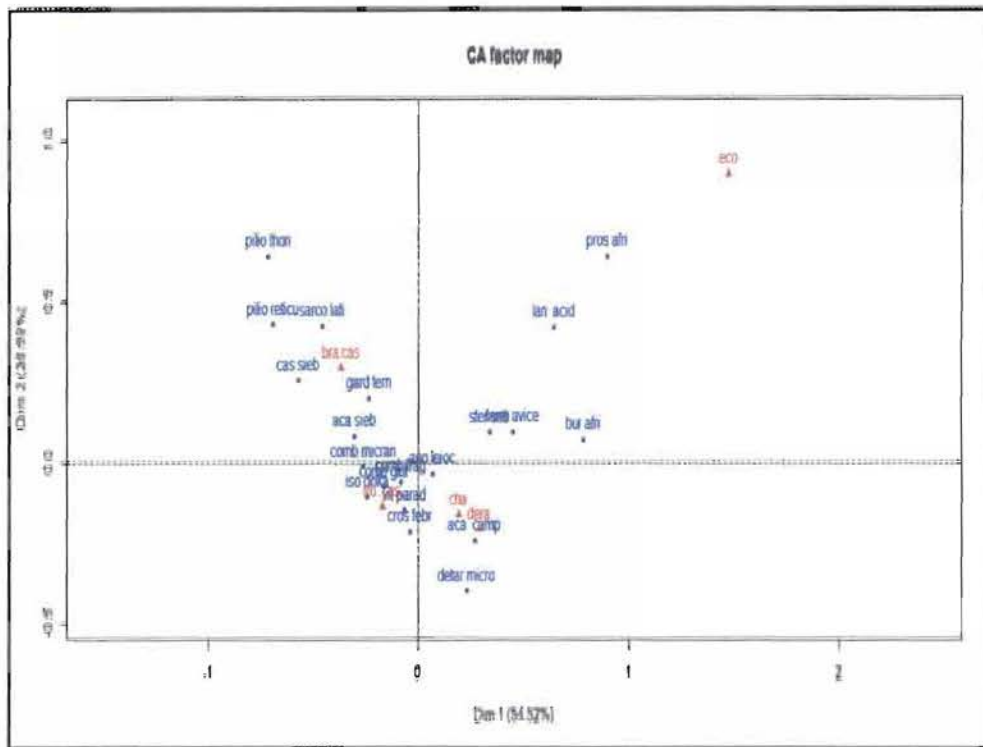
Les espèces telles que *Piliostigma reticulatum*, *Sterculia setigera*, *Cassia sieberiana*, *Lanea acida*, *Combretum micranthum*, *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Terminalia avicennioides*, *Piliostigma thonningii*, *Acacia sieberiana*, *Combretum glutinosum* sont très

bien interprétées par l'axe 1, tandis que les espèces *Crossopteryx febrifuga*, *Detarium microcarpum* et *Vitellaria paradoxa* sont bien représentées par l'axe 2 (Tableau 15 Annexe).

4.4.2. Contribution et qualité de représentation des types de dégâts sur les axes 1 et 2

Les types de dégâts branche cassée, écorcé contribuent le plus à la formation des axes 1 et 2 (Tableau 16 en Annexe). Les types de dégâts branches cassées, déracinés, et écorcés sont bien représentés sur l'axe 1 et aucun type dégât n'est bien représenté sur l'axe 2 (Tableau 17 en Annexes).

Sur l'axe 1 on note une opposition entre les types écorcé, déraciné d'une part et branche cassée d'autre part; puis une opposition entre d'une part les espèces *Piliostigma thonningii*, *Piliostigma reticulatum*, *Sarcocephalus latifolius*, *Cassia sieberiana*, *Acacia sieberiana*, *Gardenia ternifolia*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum* d'une part et *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Sterculia setigera*, *Lannea acida*, *Terminalia avicennioides* d'autre part. On peut alors conclure que les éléphants endommagent les écorcés et déracinent les espèces telles que *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Sterculia setigera*, *Lannea acida*, *Terminalia avicennioides*, puis cassent les branches des espèces *Piliostigma thonningii*, *Piliostigma reticulatum*, *Piliostigma reticulatum*, *Sarcocephalus latifolius*, *Cassia sieberiana*, *Acacia sieberiana*, *Gardenia ternifolia*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*. Sur l'axe 2, aucun type de dégât n'est représenté, alors cet axe ne permet donc pas de connaître les dégâts liés aux espèces qui y sont représentées (figure 26).



Abréviations des types de dégâts : Eco=écorcé ; cha=chablis ; dera = déraciné ; tro-cas=tronc cassé ; bra-cas=branche cassée

Abréviations des espèces les plus endommagées : pilo thon= *Piliostigma thonningii* ; pilo reticu = *Piliostigma reticulatum* ; sarco lati = *Sarcocephalus latifolius* ; cas sieb = *Cassia sieberiana* ; gard tem= *Gardenia ternifolia* ; aca sieb= *Acassia sieberiana* ; comb micran = *Combretum micranthum* ; comb glu = *Combretum glutinosum* ; ano leioc = *Anogeissus leiocarpa* ; iso doka = *Isoberlinia doka* ; cros febr = *Crossopteryx febrifuga* ; aca camp= *Acassia campilacantha* ; vit parad = *Vitellara paradoxa* ; stereo kunt = *Stereospermum kunthianum* ; bur afri = *Burkea africana* ; lan acid = *Lannea acida* ; pros afri = *Prosopis africana* .

Figure 26: Analyse Factorielle de Correspondance des espèces endommagées et les types de dégâts. *rewrite the figure*

V. DISCUSSION

5.1.1 Les gradients de variation et la variabilité floristique des groupements végétaux

La structure des relevés floristiques établit dans les plans factoriels (figure 7) sur le fondement de la méthode DCA permet de rendre compte du changement de la composition floristique suivant la diversité des formations végétales exploitées par les éléphants dans la ZCD. L'axe 1 avec toujours la valeur propre la plus élevée et la longueur de gradient la plus importante (tableau 1) décrit le gradient topographique comme principal facteur environnemental qui contrôle la distribution des groupements ligneux (Ouédraogo et *al.*, 2008). D'une façon générale pour les régions tropicales où la variation altitudinale est faible c'est la topographie qui est toujours citée comme variable discriminante à laquelle on corrèle le type de sol (Sinsin, 1993) ou l'humidité du sol (Wala, 2004). De plus, la longueur des gradients exprime aussi la β -diversité (Wilson et *al.*, 1984). Dans le cas de notre analyse globale, la longueur du gradient de variation suivant l'axe 1 (tableau 1) est relativement faible (3,78). Cela illustre la faible variabilité floristique des écosystèmes exploités par les éléphants dans la ZCD. Néanmoins, la variabilité floristique diminue lorsqu'on effectue une analyse partielle. La différence floristique entre les groupements situant sur les axes de drainage et les ravins est légèrement plus importante qu'entre les groupements des milieux de terre ferme en considérant les longueurs de gradient (tableau 1), c'est la spécificité de certains écosystèmes qui expliquent la grande variabilité floristique des communautés végétales (Ouédraogo, 2008). En effet, parmi les groupements distingués, celui à *Anogeissus leiocarpa* renferme plus d'espèces exclusives au groupement et une diversité réelle plus élevée (79,84). Il y a aussi dans les milieux de terre ferme, des habitats spéciaux tels les dalles latéritiques qui sont colonisées par le groupement de *Detarium microcarpum* qui présente un faible nombre d'espèces (21). Ceci est conforme aux résultats de Ouédraogo (2008) qui stipule que plusieurs espèces ligneuses des milieux exondés ont une amplitude écologique plus grande, ce qui se traduit par une grande homogénéité floristique des paysages et un nombre restreint d'espèces exclusives aux groupements de ces milieux.

En ce qui concerne la diversité réelle, elle est plus grande dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa* avec une surface terrière plus élevée, puis une plus restreinte diversité dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* avec la plus faible surface terrière. L'intensité de dégâts ne varie pas dans les groupements végétaux exploités par les éléphants dans la Djona. La densité de peuplement est plus grande dans le groupement à

Anogeissus leiocarpa et faible dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*. La densité de régénération est plus élevée dans le groupement à *Detarium microcarpum* qui est une formation ouverte tandis qu'elle est faible dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa* (Tableau 4). Par ailleurs on pourrait expliquer cette situation par le phénomène de la maturation de ces groupements qui seraient ici plus avancée que les formations ouvertes (Aïssan, 2008). En effet comme le souligne Kahn (1982), on assiste au cours du temps à la diminution du nombre d'individus dans les classes inférieures et un enrichissement relatif des classes supérieures, ce qui traduit un développement progressif et continu des espèces d'une part, et d'autre part la diminution de leur régénération qui devient pratiquement nulle dans les parcelles âgées.

5.2. Structure de la végétation

5.2.1. Structure horizontale

Les structures horizontales en L des peuplements des différents groupements étudiés révèlent que les groupements exploités par les éléphants sont des formations naturelles caractérisées par un grand nombre de petits individus, un petit nombre de grands individus et une réduction régulière du nombre d'individus d'une classe de dimension à la suivante (Sambou, 2004). Il s'agit des formations naturelles stables montrant une tendance normale à la croissance (Gaoué, 2000, Kossou, 2007 ; Aïssan, 2008 ; Ouédraogo, 2008 ; Senzota et al.; 2009). Cette décroissance rend compte de la forte prépondérance de la régénération dans les groupements (Kossou, 2007). Les groupements étudiés présentent globalement cette tendance et pour chacun d'entre eux, la structure démographique résulte de la contribution des individus des différentes espèces constitutives du groupement. La stabilité de ces différents groupements révèle leur capacité d'adaptation d'une part à la perturbation engendrée par les éléphants d'une part, puis aux perturbations du milieu d'autres part. Ce constat rejoint celui de Pfeiffer (1989) qui trouve que l'éléphant fait preuve d'une souplesse écologique stupéfiante.

Par ailleurs, la lecture de la structure horizontale dans les groupements étudiés nous permet de constater que l'effectif des ligneux à dbh compris entre 25 et 35cm est bas. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les éléphants exercent une très forte pression sur les arbres de cette classe. Pour Ihwagi et al. (2009), l'écorçage est positivement lié à la circonférence du tronc, les arbres de diamètre petit et moyen étant les plus gravement affectés par le comportement sélectif des éléphants. Cette pression remarquée sur les arbres de petit diamètre

minimise la chance qu'ont les sujets recrutés de se développer et d'atteindre de grandes grosseurs (Western, 1999 ; Tedonkeng et Tchamba, 2001 ; Gadd, 2002 ; Holdo, 2003). Ainsi seuls les arbres les moins vulnérables subsistent et atteignent les grands diamètres. En effet ces résultats s'expliqueraient aussi par les facteurs qui influencent la vulnérabilité des arbres à être mutilés incluant la force de l'arbre, la profondeur et l'extension du système racinaire, de même que la stabilité du substrat (O'coonor et *al.*, 2007).

5.2.2. Structure verticale

Nos résultats montrent une faibles représentation des individus des individus de très grande taille (>12m). Cette s'explique par l'action de cassure de branches, de troncs occasionnée par les éléphants sur les ligneux. En effet l'éléphant casse les arbres dont il broute les branches. Il déracine les certains grands arbres puis se nourrit parfois des racines. Ce comportement de l'éléphant sur la végétation la décoiffe des arbres de la strate arborescente et crée des ouvertures qui entretiennent la savane en faveur des ongulés qui sont les plus représentatifs de la faune de la ZCD. Ces résultats sont proches de ceux de Kossou (2007) et Azihou (2008) dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari.

5.2.3. Synthèse des paramètres de biodiversité, de productivité et de perturbation

Le tableau 4 récapitule les paramètres de biodiversité, de productivité et de perturbation dans les groupements végétaux exploités par les éléphants de la ZCD. Les paramètres de biodiversité montrent que la diversité est plus élevée dans le groupement à *Anogeissus leicarpa*, suivi du groupement à *Vitellaria paradoxa et Isoberlinia doka*, ensuite du groupement à *Detarium microcarpum*, puis enfin du groupement à *Vitellaria paradoxa et Crossopteryx febrifuga*. De plus les paramètres de biodiversité suivent en général ceux de la productivité. Ce qui confirme de la corrélation positive entre la diversité et la productivité (Ouédraogo, 2008). Dans tous les groupements exploités, la régénération vaut au moins 14 fois l'intensité des dégâts. Alors on peut sans doute dire que la pérenité de la végétation n'est pas compromise par les dégâts d'éléphants observés dans la Djona. Ces résultats rejoignent les observations de Azihou (2008) et de Kossou (2007) dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP).

Les groupements végétaux exploités par les éléphants de la ZCD sont essentiellement des formations ouvertes avec des surfaces terrières variant entre 4,59 et 10,48 m²/ha. On note

également que l'intensité de dégât ne varie pas significativement dans les groupements végétaux exploités. Dans les groupements végétaux exploités par les éléphants, peu d'espèces concentrent la majorité des arbres (équitabilité de Pielou sont $< 0,6$).

Tableau 5: Synthèse des paramètres de biodiversité et de structure des groupements exploités

Paramètre de biodiversité et de structure	Groupements végétaux exploités			
	G11	G12	G13	G2
Richesse spécifique	21	38	19	45
Indice de diversité de Shannon (bits)	3,79	4,12	3,76	4,38
Équitabilité de Pielou	0,51	0,42	0,52	0,48
Diversité réelle	44,25	61,56	43,38	79,84
Surface terrière (m ² /ha)	5,22	6,41	4,59	10,48
Densité peuplement (tiges/ha)	137	166	128	215
Intensité de dégâts (arbres/ha)	55,89 ± 23,41	58,67±22,96	50,45±22,96	52,28 ± 22,96
Régénération (brins/ha)	1963	1453	838	761
Densité moyenne des ligneux alimentaires	80.52±18.56	75.04288± 6.09	52.67320±11.56	117.84±20.09

G11 : Groupement à *Detarium microcarpum* ; G12 : Groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

G13 : Groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga* ; G2 : Groupement à *Anogeissus leiocarpa*

5.3. Impact des dégâts sur la diversité, la productivité, la régénération

Les résultats de nos études ont montré globalement que les dégâts d'éléphant dans la ZDC ont un impact significativement positif sur la diversité, la surface terrière et la régénération.

Pickett et White (1985) ont signalé que plusieurs communautés de plantes dépendent des perturbations et spécifiquement pour leur régénération. Ainsi les dégâts d'éléphants dans la ZCD, jouent un rôle très important dans la dynamique des communautés végétales exploitées. L'augmentation significative de la diversité des ligneux par les dégâts d'éléphant s'explique par la colonisation des trouées créées au sein de la végétation par les nombreuses espèces dont les semences sont issues des déjections d'éléphant et la compétition entre les individus issues du potentiel seminal des communautés. Nos résultats corroborent les observations de Western (1989), Both et al. (2002), Rao et al. (1990) qui ont montré également que la contribution de l'éléphant à l'accroissement de la diversité. Par contre Mligo et Lyarum (2008) a constaté une diminution de la diversité par les dégâts d'éléphant. Cette variation du comportement des éléphants sur la diversité témoigne que les éléphants peuvent avoir

différents effets sur la végétation dans différentes aires protégées dépendant des conditions du milieu.

Nos résultats ont également révélé que les dégâts d'éléphant n'ont aucun effet sur la densité du peuplement ligneux, ce qui contredit les résultats de Hiscoks (1999) à Sabi sand Wildtuin en Afrique du Sud qui a trouvé que les éléphants induisent la réduction de la densité de la végétation.

La diversité et la productivité sont deux des paramètres essentiels pour mesurer la réponse de la végétation aux perturbations (Kondoh, 2001). Ces paramètres sont généralement corrélés (Loreau 1998; Tilman et *al.*, 1997b). La relation entre la diversité et la productivité, constitue l'un des débats fondamentaux dans l'étude de la diversité des communautés végétales (Loreau et *al.*, 2001).

Il existe une relation entre la diversité et la surface terrière dans la végétation exploitée par les éléphants de la ZCD. Ces observations corroborent celles de Ouédraogo et *al.* (2008) dans le parc Arly au Burkina Faso qui est également un des écosystèmes privilégiés des éléphants d'Afrique de l'Ouest.

L'analyse de l'effet des dégâts sur la relation entre la diversité et la surface terrière de la végétation montre qu'en présence de forte perturbation des dégâts, la surface terrière est élevée pour une diversité relativement faible. Une explication à cette situation est que sous une forte perturbation, la coexistence entre les espèces crée une relation de compétition qui conduit à l'élimination des espèces moins résistantes : ce minimise la diversité. De plus les trouées favorisent l'accroissement en diamètre des arbres et donc des surfaces terrières.

Haddah (2008) souligne que plusieurs théories des effets des dégâts sur la diversité supposent le compromis entre la compétition et la tolérance (Kondoh, 2001 ; Ostman et *al.*, 2006 ; Cadotte, 2007).

En conclusion, les perturbations liées aux dégâts d'éléphant influencent non seulement les paramètres de biodiversité et de structure, mais aussi les processus écologiques. Ainsi les dégâts d'éléphant contribuent au mécanisme de régulation de la relation entre la diversité et les processus écologiques (Grime 1997; Tilman et *al.*, 1997b).

La diversité loin d'être un simple résultat des fluctuations environnementales, elle est une propriété des systèmes biologiques rendant compte des mécanismes d'autoassemblage des espèces dans les communautés (Tilman, 1999).

5.3.1. Test d'hypothèse de perturbation intermédiaire dans les groupements exploités

L'hypothèse de perturbation intermédiaire est un concept écologique utilisé pour expliquer le maintien d'un niveau élevé de la diversité dans des conditions de perturbation (Grime, 1979; Huston, 1979). Le plus haut niveau de diversité d'une communauté végétale soumise à la perturbation est maintenu sous des degrés de perturbation intermédiaire (Maarel, 1993). La perturbation reste intermédiaire en dessous d'un pourcentage de dégât de 30 % dans le groupement à *Detarium microcarpum*, 48% dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*, 50% dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa* et enfin 25 % dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isobertinia doka*. La biodiversité des groupements végétaux exploités supporte différemment les perturbations engendrées par les dégâts d'éléphants, et chaque étape de perturbation correspond à un niveau de diversité.

Les niveaux de perturbations sont spécifiques à chaque groupement végétal exploité par l'éléphant. Les groupements sont plus diversifiés en présence de perturbation faible ou intermédiaire, par contre en forte perturbation, on assiste à une compétition entre les espèces. Les plus compétitrices et colonisatrices envahissent, réduisant ainsi la communauté à un niveau de diversité très faible, une série d'étapes de recolonisation du sol nu apparaît et se déroule jusqu'à la saturation complète du milieu par la végétation (Usher & Jefferson 1990). Les perturbations conduisent à la fois à la dégradation des communautés naturelles en favorisant les invasions par des espèces envahissantes (Hobbs et Huenneke, 1992).

5.4. Impact des éléphants sur les espèces végétales

Il s'agit ici de mesurer la fréquence des dégâts exercés par les éléphants sur les espèces ligneuses. Les éléphants n'utilisent pas toutes les espèces disponibles dans la végétation exploitées, mais ils montrent une préférence relative à certaines espèces ligneuses (De Villiers, 1994, Greyling, 2004 ; Michelle, 2006 ; Hiscocks et al., 1999 ; Tehou et Sinsin, 2000, Osborn, 2002).

Nos résultats révèlent que l'éléphant exploite plus les espèces ligneuses telles que *Vitellaria paradoxa*, *Combretum glutinosum*, *Detarium micropum*, *Isobertinia doka*, *Crossopteryx febrifuga*, *Acacia sieberiana*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia avicennioides* et *Burkea africana*. Malgré les dégâts causés sur ces espèces, elles demeurent en abondance dans les

groupements étudiés, on pourrait donc dire que les dégâts d'éléphants n'ont pas encore un effet négatif sur la densité des dites espèces.

Ces résultats recourent en partie ceux trouvés par Kossou (2007) et Azihou (2008) dans la réserve de Biosphère de la Pendjari qui fait partie du même continuum d'écosystèmes auquel appartient la ZCD, puis ceux de Osborn (2002) en Zimbabwe qui a identifié parmi les espèces les plus sélectionnées par les éléphants certaines des genres *Terminalia*, *Combretum* et *Acacia*.

Damiba et al. (1994) a montré que *Vitellaria paradoxa* et *Acacia gourmaensis* sont les espèces les plus utilisées par les éléphants du Ranch de gibier de Nazinga, puis Shoshani et al., 2004 a constaté que les espèces du genre *Acacia* et *Adansonia digitata* sont très appréciées par les éléphants du Zoba Gash Barka en Érythrée. En terme de préférence d'habitat, les éléphants sont plus présents dans les savanes à *Terminalia macroptera* dans le Ranch de Kwiambana au Nigeria (Ajayi et al., 1981).

Il est également constaté que les parties endommagées par l'éléphant varient en fonction des espèces. Dans la perspective de conservation de la biodiversité, une étude sur la réponse et la vulnérabilité des espèces les plus endommagées par les éléphants est d'un grand intérêt. Chatofa (sans année) a prouvé que la probabilité des arbres morts est liée aux facteurs tels que l'aridité, le type de sol, le statut des nutriments et la réponse de l'espèce ligneuse au dommage. Il a aussi trouvé que *Brachystegia*, *Julbernadia*, *Isobertia*, *Colophospermum*, *Combretum spp*, *Terminalia*, et plusieurs autres espèces ligneuses de savane ont une forte probabilité de survie aux dommages d'éléphant.

5.4.1. Facteurs écologiques déterminant des dégâts d'éléphant sur la végétation ligneuse

Les dégâts d'éléphants sont influencés par plusieurs facteurs écologiques et environnementaux (Joubert, 1983). Cette étude offre une bonne opportunité de compréhension des facteurs déterminants des dégâts d'éléphants sur la végétation dans la ZCD.

Contrairement à l'opinion populaire, il est également important de souligner des résultats obtenus que la densité en ligneux alimentaire malgré qu'elle varie significativement d'un groupement à un autre (Kruskal-Wallis, $P= 0.03706$), n'influence pas elle-même l'intensité des dégâts sur les ligneux. Toutefois il ressort qu'une augmentation de la distance à l'eau et de la distance à la piste fait diminuer significativement l'intensité des dégâts occasionnés par les éléphants.

Selon Issa (comme pers.), écologiste et spécialiste local des éléphants a confirmé que les éléphants sont souvent regroupés ces dernières années autour des points d'eau et surtout au niveau de la mare du site aux éléphants d'Alfakouara où il retrouve une quiétude relative. Ces résultats se recourent avec entre les résultats du dénombrement total des éléphants effectué par Bouché et *al.* (2003) et la zone de concentration des dégâts (comparaison des figure 8 : Bouché et *al.*, 2003 et figure 10 : présente étude). De ce fait on peut conclure que les dégâts d'éléphant sont aussi liés à la densité locale des éléphants qui exploitent la végétation.

Hein (2005) qui a constaté au Ranch de Gibier de Nazinga, un des habitats privilégiés des éléphants d'Afrique de l'Ouest, une diminution de la densité des éléphants lorsque la distance à la piste augmente. Ces résultats rejoignent en partie ceux obtenus par la présente étude dans la ZCD.

Plusieurs auteurs ont également trouvé que les éléphants créent plus de dégâts autour des points d'eau où ils se concentrent pendant la saison sèche (Michelle et *al.*, 2006 ; Wittemyer, 2001; Osborn and Parker, 2003).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

a) Conclusion

Cette étude a permis de connaître les quatre groupements végétaux exploités par les éléphants de la ZCD. Les dégâts d'éléphant ont un impact significativement positif sur la diversité, la productivité et la régénération de la végétation ligneuse. De plus du point de vue structural, les groupements végétaux exploités par les éléphants de la ZCD demeurent dans un état de stabilité. De ces constats, on pourra conclure que la conservation de l'éléphant participe en d'autre terme à la conservation de la biodiversité.

La compréhension des facteurs écologiques déterminants l'intensité des dégâts est d'un grand intérêt pour affiner la stratégie de conservation de l'éléphant et de ses habitats. En effet les distances station de broutage-point d'eau, et celle station de broutage/piste sont des facteurs clés qui déterminent l'intensité des dégâts d'éléphant. Ainsi l'augmentation de ces distances fait diminuer l'intensité des dégâts sur les ligneux. Cet élément de résultat est d'un grand intérêt dans la mise en oeuvre des stratégies et plans d'aménagement notamment en ce qui concerne le développement du réseau hydrauraphique et de pistes de surveillance et de chasse. L'autre chose à souligner est que les dégâts d'éléphant ne sont pas liés à la disponibilité des stations de broutage en ligneux alimentaire.

Les dégâts d'éléphant en général ne varient pas dans les groupements exploités, mais ils influencent la relation entre diversité et la productivité. Ils participent ainsi au mécanisme de régulation des processus écologiques.

Le test d'hypothèse de perturbation intermédiaire a permis de savoir que les groupements exploités présentent différentes capacités à supporter les dégâts d'éléphants. A chaque niveau de perturbation correspond une diversité donnée selon les groupements exploités. Toutefois la relation entre la diversité et les taux de dégât ne sont pas très clairement définies avec précision. Il serait important de soumettre les groupements végétaux exploités à des régimes continus de perturbation afin de bien tester l'hypothèse de perturbation intermédiaire.

b) Perspectives de recherche

1. Notre étude a permis d'identifier les espèces les plus endommagées par les éléphants dans la ZCD. Mais dans une vision de conservation durable, il est important de mener des investigations scientifiques approfondies sur la réponse et la vulnérabilité aux dégâts des espèces ligneuses les plus endommagées. De plus il est important de connaître coupler l'effet des dégâts d'éléphants et des nutriments du sol sur la

dynamique des espèces les plus endommagées telles que *Vitellaria paradoxa*, *Combretum glutinosum* et *Detarium microcarpum*.

2. Une étude mérite également d'être conduite pour tester la germination des trois premières espèces les plus exploitées
3. L'explication des dégâts d'éléphant par la densité locale mérite d'être vérifiée à travers un inventaire total des éléphants de la ZCD couplé avec l'inventaire des ligneux dans toute la zone d'étude.

Références Bibliographiques

- Adjakpa, J.B. (1991). Problématique des éléphants d'Alfakoara (ZCD). Rapport sur une mission accomplie pour la SEAPA/DERN/Cotonou/Bénin. 36 p.
- Adjanohoun E., Adjakidjè V., Ahyi M.R.A., Aké Assi L., Akouègninou A., d'Almeida J., Apovo F., Boufèf K., Chadaré F., Cusset G., Dramane K., Eyme J., Gassita J-N., Gbaguidi N., Goudoté E., Guinko S., Houngnon P., Issa Lo, Kéita A., Kiniffo H. V., Kone Bamba D., Musampa Nseyya A., Saadou N., Sodogandji Th., de Souza S., Tchabi A., Zinsou Dossa C. et Zohoun T. (1989). Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin. ACCT, Paris: 895p.
- Aïssan, R. (2008). Structure et dynamique des groupements végétaux du complexe parc National de la Pendjari et ses Zones Cynégétiques. Thèse d'Ingénieur Agronome. Université de Parakou. Bénin. 171p.
- Ajayi, S. S., Afolayan, T. A. and Milligan, K. R. N. (1981). A survey of wildlife in Kwiambana Game Reserve, Nigeria. African Journal of Ecology. 19 (4): 295-298.
- Akobundu, O. I. et Agyakwa, W. C. (1989). Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest. Ed. I ITA Ibadan Nigeria, 522 p.
- Akoègninou, A., Van der Burg, Van der Maesen, W. J., Adjakidje, V., Essou, J. P., Sinsin, B., H. Yedomaghan, P. (2006). Flore analytique du Bénin. Cotonou & Wageningen. 1034 p.
- Akpagana, K. (1989). Recherche sur les forêts denses humides du Togo. Th. doc. se. nat. uni de Bordeaux III, France : 24–154.
- Alfa Gambari, S. (2002). Suivi écologique des troupeaux d'éléphants d'Alfakorara dans la zone cynétrique de la Djona au Bénin. Mémoire de DIT. CPU/UAC. 99 p.
- Alfa Gambari, S. (2003). Déterminants du pouvoir germinatif des semences excrétées par les éléphants et la persistance des phytocénoses à l'irradiation par zoochorie : cas des éléphants et des phytocénose du parc Régional du W/Bénin et de ses zones périphérique. Mémoire de DEA. FLASH/UAC. 93 p.
- Amahowé, I. O. (2008). Problématique de braconnage dans le parc W. SNAP.2008. 25p.
- Amahowé, I. O (2009). Création de base de données et Analyse spatio-temporelle de la grande faune au Ranch de gibier de Nazinga/Burkina-Faso. Msc. 2iE. Burkina-Faso. 75p.

- Assogbadjo, A.E., Sinsin, B., Codjia, J.T.C. & Van Damme, P. (2005). Ecological diversity and pulp, seed and kernel production of the baobab (*Adansonia digitata*) in Benin. *Belgian Journal of Botany*, 138, 47–56.
- Azihou, A. F. (2008). "elephants' (*Loxodonta africana*) impacts on vegetation structure and availability of plant species that other animals feed on in the Biosphere Reserve of Pendjari (Benin)". Thesis of Engineer. Faculty of Agronomic Sciences. University of Abomey-Calavi. 101p.
- Balfour, D., H.T. Dublin, J. Fennessy, D. Gibson, L. Niskanen et Whyte, I.J. (2007). Examen des options pour le contrôle des impacts de la surabondance locale des Eléphants Africains. IUCN, 80(1) : 20-21.
- Blake, S. (2002). The ecology of forest elephant distribution, ranging, and habitat use in the Ndoki forest, Central Africa. PhD Thesis, university of Edinburgh.
- Blanc J. J, Barnes R. F.W, Craig C. G, Dublin H. T, Thouless C. R, Douglas-Hamilton I. and Blake and Hedges. (2004). Sinking the flagship: the case of forest elephants in Asia and Africa, *Conservation Biology* 18, pp.1191–1202.
- Botha, J., E.T.F., Witkowski and Shackleton. C.M. (2002). Acomparision of anthropogenic and elephant disturbance on *Acacia xanthophloea* (fever tree) populations in the Lowveld, South Africa. *Koedoe* 45(1): 9–18. Pretoria. ISSN 0075-6458
- Bouché Ph, Lungren C. G., Hien B. et Omondi P. (2003). Recensement aérien total de l'Ecosystème W–Arly–Pendjari–Oti–Mandouri–Kéran (WAPOK) : Avril Mai 2003. Nairobi : MIKE, ECOPAS, PAUCOF.
- Bourliere, F. (1965). Densities and biomassies of some ungulate population in Eastern Congo and Rwanda, with notes on population structure and lion/ungulate ratio. *Zoologica Africana*, 1: 199-208.
- Braun-Blanquet, J. (1932). Plant sociology. The study of plant communities. Ed. McGray Hill, New-York, London. 439 p.
- Broome, L.S. (2001). Intersite differences in population demography of mountain pygmy-possums *Burramys parvus* Broom (1986–1998): implications for metapopulation conservation and ski resorts in Koskiuszko National Park, Australia, *Biological Conservation* 102: 309–323
- Comstock, K. E., Geogiardis, N., Pecon-Slattery J., Roca A. L., Ostrander E. A., O'Brien S J. and Wasser S. K. (2002). Patterns of molecular genetic variation among African elephant population. *Molecular Ecology*, 11(2): 2489-2498.

- Damiba, T.E., and Ables, E.D. (1993). Promising future for an elephant population – A case study in Burkina Faso, West Africa. *Oryx* 27: 97 – 103.
- Dauzan, P. (1991). Etude écoéthologie des populations d'éléphants de la zone cynégétique de la Djona (République de Bénin). Université Paris VII. 67p.
- De Villiers, P.A. (1994). Aspects of the behaviour and ecology of elephant (*Loxodonta africana*)
- Cadotte, M.W. (2007). Competition-colonization tradeoff and disturbance effects at multiple scales. *Ecology* 88: 823-829.
- Chafota, J. (sans année). Effects of Changes In Elephant Densities On the Environment and Other Species—How Much Do We Know? Regional Programme Office, P.O.
- Dublin, H. T., Sinclair, A. R. E. and Mcglade, J. (1990). Elephants and fire as causes of multiple stable states in the Serengeti-Mara woodlands. *J. Anim. Ecol.*, **59**: 1147–1164.
- ECOPAS (2005). Plan d'Aménagement et de Gestion de la Réserve de Biosphère Transfrontalière W - 2006-2010. 7 ACP RPR 742.228 p
- FAO (2001). Utilisation rationnelle de la faune sauvage en Afrique Moyen de la conservation des ressources naturelles et de leur diversité biologique, de l'amélioration de la sécurité alimentaire et du développement rural. 39p.
- Feoli, E., Ferro, G., Ganis, P.(2006). Validation of phytosociological classifications based on a fuzzy set approach. *Community Ecol.*7:99-108 in Ouedraogo, O., Thiombiano A., Hahn-Hadjali et Guinko, S. (2008): Diversité et structure des groupements ligneux du parc national d'Arly (Est du Burkina Faso).- *Flora Veg. Sudano-Sambesica*, 11 :3-14.
- Francisco, C. J. (2009). Contribution à l'étude de la dynamique des paysages végétaux de la zone cynégétique de la Djona dans l'Alibori de 1990 à 2006. Mémoire de maîtrise professionnelle. Faculté des Lettres Arts et Sciences Humaines. Université d'Abomey-Calavi/Bénin.85p.
- Gadd, M. E. (2002). The impact of elephants on the marula tree *Sclerocarya birrea*. *African Journal of Ecology*, **40** (4): 328–336.
- Gaoué, O. G. (2000). Facteurs déterminants pour le zonage de la zone cynégétique de la Pendjari comme base de gestion intégrée. Th. Ing. Agr. FSA. UNB. Abomey-calavi, Bénin. 106 p.
- Greyling, M.D. (2004). Sex and age related distinctions in the feeding ecology of the African elephants, *Loxodonta africana*. PhD thesis, University of the Witwatersrand, Johannesburg.
- Grime, J. P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Wiley, Chichester.

- Grime, J.P., Thompson, K., Hunt, R. & Hodgson, J.G. 1997. Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. *Oikos* 79: 259-281.
- Huston, M. A. (1979). A general hypothesis of species diversity. *Am. Nat.* 113: 81-101.
- Guelly, A. K. (1994). Les savanes des plateaux de la zone forestière subhumide du Togo. Th. Doc. Uni. Paris 6. 170 p.
- Guinochet, M. (1973). *Phytosociologie* Ed. Masson Cie, Paris. 227 p.
- Hart J. A. (2007). African elephant status report 2007: an update from the African Elephant Database. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, No. 33. IUCN, Gland, Switzerland. 284 p.
- Hein, M. B. (2005). Factors affecting variability in the distribution of elephants at Nazinga Game Ranch (Burkina Faso, West africa). A thesis of Master of Science. South Dakota State University. 87p.
- Hellgren, E.C., Onorato, D.P. Skiles, J.R. (2005). Dynamics of a black bear population within a desert metapopulation, *Biological Conservation* 122 (2005): 131–140.
- Hiscocks, K. (1999). The impact of an increasing elephant population on the woody vegetation in southern Sabi Sand Wildtuin, South Africa. *Koedoe*, 42 (2): 47-55.
- Hobbs J. R. and Huenneke F.L.(1992). Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation biology* 6,3:334-337.
- Holdo, R. M.(2003). Woody plant damage by African elephants in relation to leaf nutrients in western Zimbabwe. *Journal of Tropical Ecology*, 19: 189-196. Cambridge University Press.
- Houinato, M. (2001). *Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts Kouffé (Bénin)*. Th. Doc. Fac. Se. Lab. Bot. Syst & phyt. Uni. Lib. Bruxelles, Belgique. 219 p.
- Joubert, S.C.J. (1983). A monitoring programme for an extensive national park. In *Management of Large Mammals in African Conservation Areas*, ed. R.N. Owen-Smith, Pretoria: Haum: 201-212.
- Joubert, D. (2006). Hunting behaviour of lions on elephants in the Chobe National Park, Botswana. *African Journal of Ecology*, 44: 279-281.
- Kidjo, F. C. (1992). *Ecodéveloppement rural d'Alfakoara (Djona)*. Eco-éthologie des éléphants. (*Loxodonta africana*). SEAPA/PGRN/DFRN. 28 p.
- Kidjo, F. C. (1992). *Ecodéveloppement rural d'Alfakoara (Djona)*. Problématique de la population en éléphants. SEAPA/PGRN/DFRN. 36 p.

Kahn, F.(1982). La reconstitution de la forêt tropicale humide, sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Edition ORSTOM, 150p.

Kotchoni, T. A. T. (2006). Contribution à une cohabitation pacifique homme-éléphant dans la Zone de Chasse de la Mékrou au Bénin. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes spécialisées en Gestion des Ressources Animales et Végétales en Milieux Tropicaux. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. Université de Liège. 67p.

Kévin, M.G., Sam, C., Suzan, S.(2000). Multivariate statistics for wildlife and ecology research.Ed.Spinger, 283p.

Key, H. (1999). The impact of an increasing elephant population on woody vegetation in Southern Sabi Sand wildduin. South Africa. Koedoe 42(2): 47-55 Pretoria. ISSN: 0075-6458.

Kondoh, M. (2001). Unifying the relationships of species richness to productivity and disturbance. *Prov.R.Soc.Lond.Ser.B-Biol.Sc.*, 268: 269-271.

Kossou, H. E. S. (2007). Identification et caractérisation des formations végétales exploitées par les éléphants d'Afrique (*Loxodonta africana africana*) dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UAC. Bénin. 120 p.

Lamarque, F. (2004). *Les grands mammifères terrestres du Complexe écologique WAP*, Montpellier. Loisjean. France. 21 fiches.

Laws, R. M., and Parker, I. S. C. (1968). Recent studies on elephants populations in East Africa. In Crawford M. A. Eds., *Comparative nutrition of wild animals*. Symposium of the Zoological Society of London, 21: 319-359.

Laws, R. M. (1970). Elephants as agents of habitat and landscape change in East Africa. *Oikos*, 21: 1-15.

Loreau, M. (1998). Biodiversity and ecosystem functioning: a mechanistic model. *Proceeding of the National Academy of Science USA* 95: 5632-5636. Bluntisham books, Bluntisham.

Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J.P., Hector, A., Hooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D., Schmid, B., Tilman, D. & Wardle, D.A. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.

Lou Jost, B.E.T. (2006). Entropy and diversity ISSN 0030-1299 OIKOS 113: 363-375.

Lawes, M. J. and Chapman, C. A. (2006). Does the herb *Acanthus pubescens* and/or elephants suppress tree regeneration in disturbed Afrotropical forest? *Forest Ecology and Management*, 221 (1-3): 278-284.

- MAEP. (2005). Stratégie de conservation de l'éléphant au Bénin. United State Fish and wildlife service. African Elephant Specialist group. 42p.
- Mama, A. (1998). Atouts et contraintes liés à l'exploitation éco touristique du site à éléphants d'Alfakoara (Djona). Mémoire de maîtrise de Géographie. Flash UNB, Benin 96 p.
- Maire, M. (2000). Impact actuel des éléphants sur la savane à *Acacia seyal* : parc national de Zakouma (Sud –est du Tchad).N'Djamena, Tchad. Fif-Engref/C ommission Européenne,48 p.
- Michelle, D. H. (2006). A neighbour's perspective on the new management policy of the Kruger National Park.
- MISD. (2002). Plan de Développement Communal de Kandi : 5-7.
- Mligo, C. et Lyaruu, H.V.M. (2008). The impact pf browsing and grazing pressure on vegetation community, Composition and distribution pattern in Ikona wildlife management area. Western Serengeti Tanzania Departement of botany. University of Dares. Tanzania. Botany Research Journal 1 (1):1-8.
- Natta, A. K. (2003). Ecological assessment of riparian forests in Benin: phytodiversity, phytosociology, and spatial distribution of tree species. PhD thesis, Wageningen, 205p.
- Morrison, D. F. (1990). Multivariate statistical methods. Third edition. McGraw-Hill Publishing Company. New York, USA. 495 p
- Motulsky (1999). Analyzing Data with GraphPad Prism A companion to GraphPad Prism version 3. Harvey President GraphPad Software Inc. Hmotulsky@graphpad.com
- Natasha, S. R., Herman H., Shugart A., Robert W-A. (2007). The effects of fire and elephants on species composition structure of the Niassa Reserve, northern Mozambique. Department of Environmental Sciences, University of Virginia, Clark Hall, McCormick Road, Charlottesville, VA 22904, and USA. 291p.
- Namoano, Y. (2008). Etude sur la problématique de la cohabitation homme-faune : le cas de l'éléphant dans l'enclave de Madjoari à l'Est du Burkina Faso. Mémoire de master GAP 2IE. 74p.
- O'Connor T. G., Goodman, P. S. and Clegg, B.(2007). A functional hypothesis of the threat of local extirpation of woody plant species by elephant in Africa. *Biological Conservation*, 136 (3): 329-245.
- ONRS/GIST (2002). Landscan .Global Population Database.
- Osborn, F.V., Parker, G.E., (2003). Linking two elephant refuges with a corridor in the communal lands of Zimbabwe. *African Journal of Ecology* 41: 68–74.

- Ostman, O., Kneitel, J.M. et Chase, J.M. (2006). Disturbance alters habitat isolation's effect on diversity in aquatic microcosms. *Oikos*, 114 : 360-366
- Ouedraogo, O., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali et Guinko, S. (2008): Diversité et structure des groupements ligneux du parc national d'Arly (Est du Burkina Faso).- *Flora Veg. Sudano-Sambesica*, 11 :3-14.
- Oumorou, M. (2003). Etude écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Th. Doc. Fac. Sc. Lab. Bot. Syst et phyt, Univ. Lib. Bruxelles, Belgique, 231 p.
- Ouaba, P. (2006). Flore et végétation de la forêt classée de Niongoloko, Sud-Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 144p.
- Owen-Smith, N. (2006). Elephants, woodlands and ecosystems: some perspectives. *Pachyderm*, 41: 90–94.
- Owen-Smith, N. (1996). Ecological guidelines for water points in extensive protected areas. *South African J. Wildlife Research*, 26: 107-112.
- Petraitis, P. S. R. E. Latham, and R. A. Niesenbaum. (1989). The maintenance of species diversity by disturbance. *Quarterly Review of Biology* 64:393-418.
- Pickett, S. T. A., and P.S. White, editors. (1985). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando, Florida. in Hobbs J. R. and Huenneke F.L.(1992). Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation biology* 6,3:334-337.
- Pfeiffer, P. (1989). Vie et mort d'un géant. L'éléphant d'Afrique. L'odyssée, Flammarion. 192 p.
- Prentice-Hall (1984). Zar, Biostatistical Analysis, chapitre 18. 2nd Edition
- Rao, P.S.K , Barik, H.N., Pandey & Tripathi, R.S.(1990). Community composition and tree population structure in a sub-tropical broad-leaved forest along a disturbance gradient. *Vegetatio* 88:151–162.
- Roca, A. L., Geogardis, N., Pecon-Slattery, J. and O'Brien, S. J. (2001). Genetic evidence for two species of elephant in Africa. *Science*, 293 (5534): 1473-1477.
- Sambou, B. (2004): Evaluation de l'état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et sub-guinéen au Sénégal. Thèse de doctorat, UCAD Dakar, 210 p.
- Senzota, R. et Mbago, F.(2009). Impact of habitat disturbance in the wetland forests of East Usambara, Tanzania. Department of Zoology and Wildlife Conservation, University of Dar es

Salaam, PO Box 35064, Dar es Salaam, Tanzania and 2Department of Botany, University of Dar es Salaam, PO Box 35060, Dar es Salaam, Tanzania. Journal compilation _ 2009 Blackwell Publishing Ltd, Afr. J. Ecol., 48 : 321–328.

Shackleton, C.M., N.J., Griffin, D.I., Banks, J.M., and Mavrandonis, S.E. (1994). Community structure and species composition along a disturbance gradient in a communally managed South African avannah. *Vegetatio* 115: 157–167.

Shoshani, J., Hagos, Y., Yacob, Y., Ghebrehiwet, M. and Kebrom, E. (2004). Elephants (*Loxodonta africana*) of Zoba Gash Barka, Eritrea: Part 2. Numbers and distribution, ecology and behaviour, and fauna and flora in their ecosystem. *Pachyderm*, 36 : 52

Shorrocks, B. (2007). *The Biology of African Savannas*. Environment Department University of York. Oxford press. 96-98

Shoshani J., Hagos Y., Yacob Y., Ghebrehiwet M. and Kebrom E. (2004). Elephants (*Loxodonta africana*) of Zoba Gash Barka, Eritrea: Part 2. Numbers and distribution, ecology and behaviour, and fauna and flora in their ecosystem. *Pachyderm*, 36 : 52-68.

Sokpon, N., Affoukou, M., Amahowe, I., Gandji L., Gnonlonfin L. et Sossou B. (2008). Dynamique spatio - temporelle des formations végétales du Complexe Parc National de la Pendjari, zones cynégétiques de la Pendjari et de l'Atacora. Laboratoire d'études et de recherches forestières. FA/UP/ République du Bénin. 59 p.

Sinsin, B. (1993). Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, productivité et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre de Nikki-Kalalé au Nord Bénin. Th. Doc. Uni. Ub. Buxelles, Belgique. 390 p.

Stephenson, P.J. (2004). The future for elephants in Africa. In: N. Burgess, J. d'Amico Hales, E. Underwood, E. Dinerstein, D. Olson, I. Itoua, J. Schipper, T. Ricketts and K. Newman, Editors, *Terrestrial Ecoregions of Africa and Madagascar – A Conservation Assessment*, Island Press, Washington, DC (2004), pp. 133–136.

Tehou, A.C. (1995). Etude écologique des éléphants (*Loxodonta africana*) d'Alfakoara.

Tehou A.C. et Sinsin, B.(2000). Ecologie de la population d'éléphants (*Loxodonta africana*) de la zone cynégétique de la Djona (Bénin). *Mammalia*, 64 (1) : 29-40.

Tilman, D. (1997b). Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity. *Ecology* 78: 81-92.

Tilman, D.(1999). Ecology-Diversity by default. *Science* 283: 495-496. PGRN/VGEFER.41p.

Thiombiano, A. (2005). Les combretacées du Burkina Faso : taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Ouagadougou, 271 p.

Tedonkeng P. and Tchamba M. N. (2001). Elephants and vegetation change in the Sahelo-Soudanian region of Cameroon E. *Journal of Arid Environments*, 48 (3): 243-253.

UICN (2003). *Stratégie pour la conservation des éléphants d'Afrique occidentale*. 32p

Usher, M.B. & Jefferson, J.B. (1990). The concepts of colonisation and succession: their role in nature reserve management. In: Hillier, S.H., Walton, D.W.A. & Wells, D.A. (eds.) *Calcareous grasslands – Ecology and management*. Proceedings of a BES/NCC symposium at University of Sheffield, 149-153.

Van der Maarel, Eddy. Some remarks on disturbance and its relations to diversity and stability. Department of Ecological Botany, Uppsala University, S-751 22 87 Uppsala, Sweden. *Journal of Vegetation Science* 4: 733-736, 1993.

Wala, K. (2004). *La végétation de la chaîne de l'Atacora au Bénin : diversité floristique, phytosociologie et impact humain*. Th. doc. fac. si. univ. lome. Togo: 138 p.

Western, D. (1989) The ecological role of elephants in Africa. *Pachyderm* 12: 42-45.

White, P. S. (1979). Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *Bot.Rev.* 45:229-299.

White, P.S., and S.T.A. Pickett. (1985). Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. Academic Press, Orlando P: 3-13.

Wilson, M.V., Schmid, A. (1984). Measuring Beta diversity with presence-absence data. *J. Ecol.* 72: 1055-1064.

Wittemyer, G., (2001). The elephant population of Samburu and Buffalo Springs National Reserves, Kenya. *African Journal of Ecology* 39: 357–365.

Site Webs:

www.R-Project.org (the R foundation for statistical computing 22 mai 2010).

ANNEXE

Annexe 1

Liste des espèces végétales présentes dans les relevés floristiques dans la Zone Cynégétique de la Djona

Espèces	Familles
<i>Acacia campylacantha</i>	Mimosaceae
<i>Acacia dudgeoni</i>	Mimosaceae
<i>Acacia gourmaensis</i>	Mimosaceae
<i>Acacia hockii</i>	Mimosaceae
<i>Acacia macrostachya</i>	Mimosaceae
<i>Acacia nilotica</i>	Mimosaceae
<i>Acacia senegal</i>	Mimosaceae
<i>Acacia seyal</i>	Mimosaceae
<i>Acacia sieberiana</i>	Mimosaceae
<i>afzelia africana</i>	Cesalpiniaceae
<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	Combretaceae
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Balanitaceae
<i>Bombax costatum</i>	Bombacaceae
<i>Borassus aethiopum</i>	Arecaceae
<i>Bridelia ferruginea</i>	Euphorbiaceae
<i>Burkea africana</i>	Cesalpiniaceae
<i>Cacia sieberiana</i>	Cesalpiniaceae
<i>Cissus populnea</i>	Vitaceae
<i>Cochlospermum planchoni</i>	Combretaceae
<i>Combretum collinum</i>	Combretaceae
<i>Combretum fragrans</i>	Combretaceae
<i>Combretum glutinosum</i>	Combretaceae
<i>Combretum micranthum</i>	Combretaceae
<i>Combretum molle</i>	Combretaceae
<i>Combretum nigricans</i>	Combretaceae
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Rubiaceae
<i>Daniellia oliveri</i>	Cesalpiniaceae
<i>Detarium microcarpum</i>	Cesalpiniaceae
<i>Dichrostachys cinerea</i>	Mimosaceae
<i>Diospyros mespiliformis</i>	Ebenaceae
<i>Entada africana</i>	Mimosaceae
<i>Erythrina senegalensis</i>	Papilionoideae
<i>Feretia apodanthera</i>	Rubiaceae
<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae

<i>Ficus gloscesens</i>	Moraceae
<i>Ficus glumosa</i>	Moraceae
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	Moraceae
<i>Ficus polita</i>	Moraceae
<i>Ficus sur</i>	Moraceae
<i>Flacourtia indica</i>	Flacourtiaceae
<i>Flueggea virosa</i>	Euphorbiaceae
<i>Gardenia erubescens</i>	Rubiaceae
<i>Gardenia ternifolia</i>	Rubiaceae
<i>Grewia mollis</i>	Tiliaceae
<i>Hexalobus monopetalus</i>	Annonaceae
<i>Hymenocardia acida</i>	Hymenocardiaceae
<i>Isobertinia doka</i>	Cesalpiniaceae
<i>Isobertinia tomentosa</i>	Cesalpiniaceae
<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae
<i>Lannea acida</i>	Anacardiaceae
<i>Lannea kerstingii</i>	Anacardiaceae
<i>Lonchocarpus laxiflorus</i>	Papilionaceae
<i>Maytenus senegalensis</i>	Celastraceae
<i>Mimosa pigra</i>	Mimosoideae
<i>Mitragyna inermis</i>	Rubiaceae
<i>Opilia celtidifolia</i>	Opiliaceae
<i>Ozoroa latifolia</i>	Anacardiaceae
<i>Parinari curatellifolia</i>	Rosaceae
<i>Parkia biglobosa</i>	Mimosaceae
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Papilionaceae
<i>Piliostigma reticulatum</i>	Cesalpiniaceae
<i>Piliostigma thonningii</i>	Cesalpiniaceae
<i>Prosopis africana</i>	Mimosaceae
<i>Pseudocedrela kotschy</i>	Meliaceae
<i>Psorospermum alternifolium</i>	Clusiaceae
<i>Pteleopsis suberosa</i>	Combretaceae
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Fabaceae
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	Rubiaceae
<i>Securidaca longepedunculata</i>	Polygalaceae
<i>Smilax kraussiana</i>	Smilacaceae
<i>Sterculia setigera</i>	Sterculiaceae
<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniaceae
<i>Strychnos innocua</i>	Loganiaceae
<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae
<i>Tamarindus indica</i>	Cesalpiniaceae
<i>Terminalia albida</i>	Cesalpiniaceae
<i>Terminalia avicennioides</i>	Combretaceae

<i>Terminalia glaucescens</i>	Combretaceae
<i>Terminalia laxiflora</i>	Combretaceae
<i>Terminalia macroptera</i>	Combretaceae
<i>Trichilia emetica</i>	Meliaceae
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae
<i>Vitex doniana</i>	Sapotaceae
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	Fabaceae
<i>Ximenia americana</i>	Olacaceae
<i>Ziziphus maurithiana</i>	Rhamnaceae
<i>Ziziphus mucronata</i>	Rhamnaceae

Tableau 01: Répartition par classe de diamètre des individus du groupement à *Detarium microcarpum*

Espèces	15	25	35	45	55	Total
<i>Detarium microcarpum</i>	25	1				26
<i>Vitellaria paradoxa</i>	14	4	4			22
<i>Burkea africana</i>	8	3	7	1		19
<i>Isobertinia doka</i>	5	6	7	1		19
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	12	4	1			17
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	8					8
<i>Lanea acida</i>	3	2	3			8
<i>Terminalia avicennioides</i>	3	4	1			8
<i>Combretum glutinosum</i>	6	1				7
<i>Combretum nigricans</i>	6	1				7
<i>Pteleopsis suberosa</i>	6					6
<i>Prosopis africana</i>	1		2	1		4
<i>Ozoroa latifolia</i>	1	2				3
<i>Pterocarpus erinaceus</i>		1	2			3
<i>Tamarindus indica</i>	1	1	1			3
<i>Ficus glumosa</i>		1			1	2
<i>Parkia biglobosa</i>	1		1			2
<i>Annona senegalensis</i>	1					1
<i>Cacia sieberiana</i>	1					1
<i>Combretum fragrans</i>	1					1
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1					1
Total	104	31	29	3	1	168
Densité à l'ha						137
ISH						3.79
IDR						44.25
EQ						0.51
G (m²/ha)						5.22

Tableau 02: Répartition par classe de diamètre des individus du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

Espèce	15	25	35	45	55 +	Total
<i>Vitellaria paradoxa</i>	82	51	19	3		155
<i>Isoberlinia doka</i>	25	35	20	11	4	95
<i>Terminalia avicennioides</i>	74	18	1			93
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	79	6	2	1		88
<i>Detarium microcarpum</i>	60	4				64
<i>Burkea africana</i>	25	18	14			57
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	39	8	3	3	1	54
<i>Lannea acida</i>	14	19	7	2	1	43
<i>Combretum glutinosum</i>	35	1				36
<i>Pteleopsis suberosa</i>	13	6	1		1	21
<i>Combretum micranthum</i>	14	4	1			19
<i>Prosopis africana</i>	10	4	3		1	18
<i>Tamarindus indica</i>	7	6	2	3		18
<i>Terminalia glaucescens</i>	16	1	1			18
<i>Diospyros mespiliformis</i>	3	8	1	2		14
<i>Piliostigma thonningii</i>	11	1				12
<i>Terminalia macroptera</i>	4	6		1	1	12
<i>Bombax costatum</i>	2	5		2	1	10
<i>Hymenocardia acida</i>	6	2	1	1		10
<i>Hexalobus monopetalus</i>	7	1				8
<i>Daniellia oliveri</i>	1	2		3	1	7
<i>Combretum nigricans</i>	6					6
<i>Sterculia setigera</i>		1	2	2	1	6
<i>Cacia sieberiana</i>	2	3				5
<i>Pterocarpus erinaceus</i>		2		2	1	5
<i>Combretum fragrans</i>	4					4
<i>Acacia sieberiana</i>	1	1				2
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2					2
<i>Bridelia ferruginea</i>	2					2
<i>Ficus glumosa</i>	1		1			2
<i>Ficus sur</i>	1	1				2
<i>Ozoroa latifolia</i>	1	1				2
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	2					2
<i>Annona senegalensis</i>	1					1
<i>Feretia apodanthera</i>	1					1
<i>Maytenus senegalensis</i>	1					1

<i>Securidaca longepedunculata</i>	1					1
<i>Ziziphus mucronata</i>	1					1
Total	554	215	79	36	13	897
Densité à l'ha						166
ISH						4.12
IDR						61.56
EQ						0.42
G (m²/ha)						6.41

Tableau 03: Répartition par classe de diamètre des individus du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

Espèce	15	25	35	45	Total
<i>Vitellaria paradoxa</i>	19	8	4	2	33
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	13	1			14
<i>Combretum glutinosum</i>	12	1			13
<i>Pteleopsis suberosa</i>	9	3	1		13
<i>Isobertinia doka</i>	4	2	2	1	9
<i>Lannea acida</i>	2	2	2	2	8
<i>Combretum micranthum</i>	5	2			7
<i>Diospyros mespiliformis</i>	3	3	1		7
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	5		1		6
<i>Bridelia ferruginea</i>	4		2		6
<i>Burkea africana</i>	1	1	3		5
<i>Terminalia glaucescens</i>	4	1			5
<i>Hymenocardia acida</i>	1	2	1		4
<i>Tamarindus indica</i>	2	1	1		4
<i>Acacia sieberiana</i>	2	1			3
<i>Terminalia avicennioides</i>	3				3
<i>Detarium microcarpum</i>	1		1		2
<i>Piliostigma reticulatum</i>	1				1
<i>Prosopis africana</i>			1		1
Total	91	28	20	5	144
Densité à l'ha					128
ISH					3.77
IDR					43.38
EQ					0.52
G (m²/ha)					4.59

Tableau 04: Répartition par classe de diamètre des individus du groupement à *Anogeissus leiocarpa*

Espèce	15	25	35	45	55	65	75 +	Total
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	51	25	6	2	4			88
<i>Piliostigma thonningii</i>	54							54
<i>Vitellaria paradoxa</i>	17	5	15	9	3	1		50
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	27	7	4	2	1			41
<i>Acacia sieberiana</i>	19	11	7					37
<i>Piliostigma reticulatum</i>	28							28
<i>Prosopis africana</i>	11	3	8	3			1	27
<i>Combretum micranthum</i>	16	4	2	1				23
<i>Terminalia avicennioides</i>	17	5						23
<i>Combretum nigricans</i>	16	4	1					21
<i>Mitragyna inermis</i>	10	7	4					21
<i>Acacia campylacantha</i>	3	10	4	1				18
<i>Burkea africana</i>	10	3	2					15
<i>Terminalia macroptera</i>	11	2						13
<i>Balanites aegyptiaca</i>	6	2	1					9
<i>Combretum glutinosum</i>	7	1						8
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	1			1	1	2	2	7
<i>Bombax costatum</i>	1	1		2	1		1	6
<i>Diospyros mespiliformis</i>	2		4					6
<i>Lannea acida</i>	1	2	1		1	1		6
<i>Terminalia laxiflora</i>	3	2			1			6
<i>Combretum molle</i>	4	1						5
<i>Tamarindus indica</i>	2			1				3
<i>Acacia sieberiana</i>		2						2
<i>Combretum fragrans</i>	1	1						2
<i>Daniellia oliveri</i>				1		1		2
<i>Hymenocardia acida</i>	1	1						2
<i>Isobertinia doka</i>	2							2
<i>Khaya senegalensis</i>		1		1				2
<i>Lonchocarpus laxiflorus</i>	1	1						2
<i>Pteleopsis suberosa</i>	1	1						2
<i>Sterculia setigera</i>	1					1		2
<i>Stereospermum kunthianum</i>	1	1						2
<i>Vitex doniana</i>				2				2
<i>Acacia dudgeoni</i>	1							1
<i>Acacia gourmaensis</i>	1							1
<i>Acacia hockii</i>	1							1
<i>Azelia africana</i>	1							1
<i>Annona senegalensis</i>	1							1
<i>Combretum collinum</i>	1							1
<i>Detarium microcarpum</i>	1							1

<i>Flueggea virosa</i>	1							1
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	1							1
<i>Smilax kraussiana</i>	1							1
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	1							1
Total	336	103	59	26	12	6	6	548
Densité à l'ha								215
ISH								4.38
IDR								79.84
EQ								0.48
G (m²/ha)								10.48

Tableau 05 : Répartition par classe de diamètre de la densité de régénération dans le groupement à *Detarium microcarpum*

Espèce	Régénération	P %
<i>Pteleopsis suberosa</i>	529	22.06
<i>Detarium microcarpum</i>	503	20.98
<i>Combretum glutinosum</i>	274	11.43
<i>Vitellaria paradoxa</i>	166	6.92
<i>Piliostigma thonningii</i>	159	6.63
<i>Flueggea virosa</i>	129	5.38
<i>Ozoroa latifolia</i>	99	4.13
<i>Terminalia avicennioides</i>	81	3.38
<i>Isobertinia doka</i>	61	2.54
<i>Annona senegalensis</i>	59	2.46
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	57	2.38
<i>Strychnos innocua</i>	53	2.21
<i>Maytenus senegalensis</i>	46	1.92
<i>Stereospermum kunthianum</i>	40	1.67
<i>Brukea africana</i>	39	1.63
<i>Gardenia ternifolia</i>	30	1.25
<i>Tamarindus indica</i>	30	1.25
<i>Combretum fragrans</i>	15	0.63
<i>Cacia sieberiana</i>	13	0.54
<i>Hexalobus monopetalus</i>	8	0.33
<i>Acacia campylacantha</i>	2	0.08
<i>Vitex doniana</i>	2	0.08
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	1	0.04
<i>Parkia biglobosa</i>	1	0.04
<i>Pseudoacacia kotschy</i>	1	0.04
Total	2398	100.00
Total à l'ha	1963	

Tableau 06 : Répartition par classe de diamètre de la densité de régénération dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

Espece	Régénération	P%
<i>Pteleopsis suberosa</i>	1507	19.23
<i>Detarium microcarpum</i>	1399	17.85
<i>Combretum glutinosum</i>	829	10.58
<i>Isoberlinia doka</i>	534	6.81
<i>Vitellaria paradoxa</i>	424	5.41
<i>Piliostigma thonningii</i>	387	4.94
<i>Terminalia avicennioides</i>	365	4.66
<i>Flueggea virosa</i>	238	3.04
<i>Gardenia ternifolia</i>	212	2.70
<i>Ozoroa latifolia</i>	206	2.63
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	204	2.60
<i>Maytenus senegalensis</i>	173	2.21
<i>Burkea africana</i>	158	2.02
<i>Diospyros mespiliformis</i>	139	1.77
<i>Combretum fragrans</i>	137	1.75
<i>Prosopis africana</i>	123	1.57
<i>Cacia sieberiana</i>	119	1.52
<i>Feretia apodanthera</i>	95	1.21
<i>Annona senegalensis</i>	89	1.14
<i>Terminalia glaucescens</i>	82	1.05
<i>Combretum micranthum</i>	78	1.00
<i>Hexalobus monopetalus</i>	77	0.98
<i>Strychnos innocua</i>	39	0.50
<i>Terminalia macroptera</i>	25	0.32
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	21	0.27
<i>Lannea acida</i>	21	0.27
<i>Ziziphus mucronata</i>	21	0.27
<i>Acacia campylacantha</i>	15	0.19
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	15	0.19
<i>Combretum molle</i>	11	0.14
<i>Stereospermum kunthianum</i>	11	0.14
<i>Ximenia americana</i>	9	0.11
<i>Acacia sieberiana</i>	7	0.09
<i>Tamarindus indica</i>	7	0.09
<i>Cochlospermum planchonii</i>	6	0.08
<i>Opilia celtidifolia</i>	6	0.08
<i>Parkia biglobosa</i>	6	0.08

<i>Pericopsis laxiflora</i>	6	0.08
<i>Piliostigma reticulatum</i>	6	0.08
<i>Strychnos spinosa</i>	6	0.08
<i>Terminalia albida</i>	6	0.08
<i>Balanites aegyptiaca</i>	4	0.05
<i>Bombax costatum</i>	4	0.05
<i>Combretum collinum</i>	4	0.05
<i>Combretum nigricans</i>	3	0.04
<i>Lonchocarpus laxiflorus</i>	3	0.04
<i>Ficus polita</i>	1	0.01
Total	7838	100.00
Total à l'ha	1453	

Tableau 07 : Répartition par classe de diamètre de la densité de régénération dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

Espece	Régénération	P%
<i>Pteleopsis suberosa</i>	251	26.76
<i>Combretum glutinosum</i>	165	17.59
<i>Stereospermum kunthianum</i>	129	13.75
<i>Flueggea virosa</i>	90	9.59
<i>Vitellaria paradoxa</i>	53	5.65
<i>Ximenia americana</i>	33	3.52
<i>Combretum fragrans</i>	32	3.41
<i>Combretum micranthum</i>	22	2.35
<i>Piliostigma thonningii</i>	21	2.24
<i>Ozoroa latifolia</i>	20	2.13
<i>Detarium microcarpum</i>	16	1.71
<i>Acacia sieberiana</i>	13	1.39
<i>Gardenia ternifolia</i>	13	1.39
<i>Terminalia avicennioides</i>	12	1.28
<i>Maytenus senegalensis</i>	9	0.96
<i>Ziziphus mucronata</i>	9	0.96
<i>Annona senegalensis</i>	8	0.85
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	8	0.85
<i>Diospyros mespiliformis</i>	8	0.85
<i>Tamarindus indica</i>	8	0.85
<i>Prosopis africana</i>	6	0.64
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	4	0.43
<i>Cacia sieberiana</i>	3	0.32
<i>Strychnos spinosa</i>	3	0.32
<i>Isoberlinia doka</i>	2	0.21
Total	938	100.00
Total à l'ha	838	

Tableau 08 : Répartition par classe de diamètre de la densité de régénération dans le groupement à *Anogeissus leiocarpa*

Espece	Régénération	P%
<i>Flueggea virosa</i>	388	20.03
<i>Acacia campylacantha</i>	241	12.44
<i>Piliostigma thonningii</i>	226	11.67
<i>Combretum glutinosum</i>	131	6.76
<i>Acacia sieberiana</i>	98	5.06
<i>Vitellaria paradoxa</i>	91	4.70
<i>Combretum nigricans</i>	79	4.08
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	68	3.51
<i>Diospyros mespiliiformis</i>	62	3.20
<i>Mitragyna inermis</i>	51	2.63
<i>Combretum micranthum</i>	45	2.32
<i>Combretum molle</i>	41	2.12
<i>Feretia apodanthera</i>	40	2.07
<i>Acacia dudgeoni</i>	31	1.60
<i>Dichrostachys cinerea</i>	31	1.60
<i>Terminalia macroptera</i>	30	1.55
<i>Daniellia oliveri</i>	26	1.34
<i>Pteleopsis suberosa</i>	26	1.34
<i>Securinega virosa</i>	25	1.29
<i>Combretum collinum</i>	24	1.24
<i>Detarium microcarpum</i>	18	0.93
<i>Balanites aegyptiaca</i>	15	0.77
<i>Acacia senegalensis</i>	14	0.72
<i>Stereospermum kunthianum</i>	14	0.72
<i>Ziziphus mucronata</i>	14	0.72
<i>Maytenus senegalensis</i>	13	0.67
<i>Terminalia laxiflora</i>	12	0.62
<i>Annona senegalensis</i>	11	0.57
<i>Combretum fragrans</i>	11	0.57
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	11	0.57
<i>Gardenia ternifolia</i>	8	0.41
<i>Terminalia avicennioides</i>	8	0.41
<i>Strychnos spinosa</i>	7	0.36
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	6	0.31
<i>Isoberlinia doka</i>	5	0.26
<i>Trichilia emetica</i>	5	0.26
<i>Ximenia americana</i>	3	0.15
<i>Bombax costatum</i>	2	0.10
<i>Strychnos innocua</i>	2	0.10

<i>Tamarindus indica</i>	2	0.10
<i>Burkea africana</i>	1	0.05
<i>Cacia sieberiana</i>	1	0.05
Total	1937	100.00
Total à l'ha	761	

Tableau 09: Contribution des espèces aux dégâts des éléphants dans le groupement à

Detarium microcarpum

Espèces	Nombre	P %
<i>Vitellaria paradoxa</i>	44	24.31
<i>Detarium microcarpum</i>	19	10.50
<i>Combretum glutinosum</i>	15	8.29
<i>Burkea africana</i>	14	7.73
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	13	7.18
<i>Isoberlinia doka</i>	11	6.08
<i>Prosopis africana</i>	11	6.08
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	10	5.52
<i>Terminalia avicennioides</i>	6	3.31
<i>Annona senegalensis</i>	5	2.76
<i>Lannea acida</i>	5	2.76
<i>Balanites aegyptiaca</i>	3	1.66
<i>Pteleopsis suberosa</i>	3	1.66
<i>Cacia sieberiana</i>	2	1.10
<i>Combretum molle</i>	2	1.10
<i>Gardenia ternifolia</i>	2	1.10
<i>Piliostigma thonningii</i>	2	1.10
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	2	1.10
<i>Strychnos innocua</i>	2	1.10
<i>Acacia campylacantha</i>	1	0.55
<i>Bombax costatum</i>	1	0.55
<i>Combretum fragrans</i>	1	0.55
<i>Combretum nigricans</i>	1	0.55
<i>Daniellia oliveri</i>	1	0.55
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1	0.55
<i>Hymenocardia acida</i>	1	0.55
<i>Ozoroa latifolia</i>	1	0.55
<i>Stereospermum kunthianum</i>	1	0.55
<i>Strychnos spinosa</i>	1	0.55
Total	181	100
Densité/ha	53,32	
ISH	3,90	
DR	49,40	
RS	39	

Tableau 10: Contribution des espèces aux dégâts des éléphants dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*

Espèce	Nombre	% de dégâts	Rang - fréquence
<i>Vitellaria paradoxa</i>	160	18.2	1
<i>Combretum glutinosum</i>	100	11.4	2
<i>Detarium microcarpum</i>	100	11.4	3
<i>Isoberlinia doka</i>	93	10.6	4
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	46	5.2	5
<i>Terminalia avicennioides</i>	45	5.1	6
<i>Burkea africana</i>	44	5.0	7
<i>Prosopis africana</i>	34	3.9	8
<i>Piliostigma thonningii</i>	29	3.3	9
<i>Lannea acida</i>	25	2.8	10
<i>Combretum micranthum</i>	23	2.6	11
<i>Cacia sieberiana</i>	21	2.4	12
<i>Gardenia ternifolia</i>	21	2.4	13
<i>Combretum fragrans</i>	14	1.6	14
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	13	1.5	15
<i>Maytenus senegalensis</i>	13	1.5	16
<i>Pteleopsis suberosa</i>	12	1.4	17
<i>Acacia sieberiana</i>	11	1.2	18
<i>Terminalia glaucescens</i>	8	0.9	19
<i>Annona senegalensis</i>	7	0.8	20
<i>Sterculia setigera</i>	6	0.7	21
<i>Flueggea virosa</i>	5	0.6	22
<i>Hexalobus monopetalus</i>	4	0.5	23
<i>Parkia biglobosa</i>	4	0.5	24
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	4	0.5	25
<i>Acacia campylacantha</i>	3	0.3	26
<i>Balanites aegyptiaca</i>	3	0.3	27
<i>Bombax costatum</i>	3	0.3	28
<i>Piliostigma reticulatum</i>	3	0.3	29
<i>Tamarindus indica</i>	3	0.3	30
<i>Terminalia macroptera</i>	3	0.3	31
<i>Ximenia americana</i>	3	0.3	32
<i>Combretum nigricans</i>	2	0.2	33
<i>Diospyros mespiliformis</i>	2	0.2	34
<i>Ficus sur</i>	2	0.2	35
<i>Hymenocardia acida</i>	2	0.2	36
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	2	0.2	37
<i>Strychnos innocua</i>	2	0.2	38

<i>Daniellia oliveri</i>	1	0.1	39
<i>Gardenia erubescens</i>	1	0.1	40
<i>Khaya senegalensis</i>	1	0.1	41
<i>Ozoroa latifolia</i>	1	0.1	42
<i>Strychnos spinosa</i>	1	0.1	43
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	0.1	44
Total	881	100	
Densité/ha	58,76		
ISH	4,17		
DR	64,71		
RS	44		

Tableau 11: contribution des espèces aux dégâts des éléphants dans le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Crossopteryx febrifuga*

Espèce	Nombre	P %
<i>Vitellaria paradoxa</i>	48	30.57
<i>Acacia sieberiana</i>	27	17.20
<i>Combretum glutinosum</i>	19	12.10
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	17	10.83
<i>Strychnos spinosa</i>	7	4.46
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	5	3.18
<i>Cacia sieberiana</i>	5	3.18
<i>Burkea africana</i>	4	2.55
<i>Combretum micranthum</i>	3	1.91
<i>Piliostigma thonningii</i>	3	1.91
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2	1.27
<i>Diospyros mespiliformis</i>	2	1.27
<i>Gardenia ternifolia</i>	2	1.27
<i>Pteleopsis suberosa</i>	2	1.27
<i>Terminalia avicennioides</i>	2	1.27
<i>Bridelia ferruginea</i>	1	0.64
<i>Hexalobus monopetalus</i>	1	0.64
<i>Isoberlinia doka</i>	1	0.64
<i>Lannea acida</i>	1	0.64
<i>Piliostigma reticulatum</i>	1	0.64
<i>Prosopis africana</i>	1	0.64
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	1	0.64
<i>Sterculia setigera</i>	1	0.64
<i>Strychnos innocua</i>	1	0.64
Total	157	100
Densité/ha	50,45	
ISH	3,36	
DR	28,78	
RS	24	

Tableau 12: Contribution des espèces aux dégâts des éléphants dans le groupement à *anogeissus leiocarpa*

Espèce	Nombre	P%
<i>vitellaria paradoxa</i>	44	11.61
<i>Acacia sieberiana</i>	43	11.35
<i>Piliostigma thonningii</i>	38	10.03
<i>Acacia campylacantha</i>	24	6.33
<i>Combretum micranthum</i>	22	5.80
<i>Combretum glutinosum</i>	21	5.54
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	19	5.01
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	17	4.49
<i>Prosopis africana</i>	15	3.96
<i>Piliostigma reticulatum</i>	14	3.69
<i>Acacia macrostachya</i>	13	3.43
<i>Terminalia laxiflora</i>	12	3.17
<i>Balanites aegyptiaca</i>	8	2.11
<i>Bombax costatum</i>	8	2.11
<i>Mitragyna inermis</i>	8	2.11
<i>Flueggea virosa</i>	7	1.85
<i>Combretum nigricans</i>	6	1.58
<i>Sterculia setigera</i>	6	1.58
<i>Burkea africana</i>	5	1.32
<i>Bridelia ferruginea</i>	4	1.06
<i>Lannea acida</i>	4	1.06
<i>Terminalia avicennioides</i>	4	1.06
<i>Terminalia macroptera</i>	4	1.06
<i>Annona senegalensis</i>	3	0.79
<i>Combretum fragrans</i>	3	0.79
<i>Feretia apodanthera</i>	3	0.79
<i>Acacia gourmaensis</i>	2	0.53
<i>Acacia senegal</i>	2	0.53
<i>Combretum collinum</i>	2	0.53
<i>Hymenocardia acida</i>	2	0.53
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	2	0.53
<i>Strychnos spinosa</i>	2	0.53
<i>Acacia dudgeoni</i>	1	0.26
<i>Acacia hockii</i>	1	0.26
<i>Combretum molle</i>	1	0.26
<i>Daniellia oliveri</i>	1	0.26
<i>Detarium microcarpum</i>	1	0.26
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1	0.26
<i>Ficus gloscesens</i>	1	0.26
<i>Gardenia ternifolia</i>	1	0.26

<i>Hexalobus monopetalus</i>	1	0.26
<i>Isoberlinia doka</i>	1	0.26
<i>Parkia biglobosa</i>	1	0.26
<i>Pteleopsis suberosa</i>	1	0.26
Total	379	100
Densité/ha	53,59	
ISH	4,55	
DR	94,63	
RS	44	

Tableau 13: Répartition des espèces endommagées par les éléphants par type de dégâts

Espèce	bra-cas	cha	dera	eco	tro- cas	Total	P%	Rang- fréquence
<i>Vitellaria paradoxa</i>	87	45	93	3	100	328	17.61	1
<i>Combretum glutinosum</i>	53	18	44	1	53	169	9.07	2
<i>Detarium microcarpum</i>	17	19	57	1	27	121	6.49	3
<i>Isobertinia doka</i>	30	8	21	1	50	110	5.9	4
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	25	18	30	0	27	100	5.37	5
<i>Acacia sieberiana</i>	33	5	16	1	31	86	4.62	6
<i>Piliostigma thonningii</i>	57	4	3	0	13	77	4.13	7
<i>Burkea africana</i>	10	19	31	10	5	75	4.03	8
<i>Terminalia avicennioides</i>	15	5	30	8	17	75	4.03	9
<i>Prosopis africana</i>	14	8	18	16	11	67	3.6	10
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	18	12	18	2	13	63	3.38	11
<i>Combretum micranthum</i>	18	5	11	0	16	50	2.68	12
<i>Lannea acida</i>	10	2	15	7	7	41	2.2	13
<i>Acacia sieberiana</i>	18	2	2	0	14	36	1.93	14
<i>Acacia campylacantha</i>	2	0	11	2	14	29	1.56	15
<i>Combretum fragrans</i>	10	2	11	0	5	28	1.5	16
<i>Gardenia ternifolia</i>	14	6	6	0	2	28	1.5	17
<i>Sterculia setigera</i>	5	3	7	2	5	22	1.18	18
<i>Piliostigma reticulatum</i>	12	1	0	0	7	20	1.07	19
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	12	1	4	0	2	19	1.02	20
<i>Flueggea virosa</i>	11	0	0	0	7	18	0.97	21
<i>Mitragyna inermis</i>	6	1	6	0	5	18	0.97	22
<i>Pteleopsis suberosa</i>	4	4	3	0	7	18	0.97	23
<i>Diospyros mespiliformis</i>	10	1	1	0	4	16	0.86	24
<i>Maytenus senegalensis</i>	5	0	6	0	5	16	0.86	25
<i>Annona senegalensis</i>	7	0	4	0	4	15	0.81	26
<i>Balanites aegyptiaca</i>	8	0	3	0	4	15	0.81	27
<i>Borassus aethiopum</i>	13	0	2	0	0	15	0.81	28
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0	4	4	6	1	15	0.81	29
<i>Acacia macrostachya</i>	1	0	1	4	8	14	0.75	30
<i>Bombax costatum</i>	5	1	1	0	5	12	0.64	31
<i>Combretum nigricans</i>	4	3	3	0	2	12	0.64	32
<i>Strychnos spinosa</i>	0	0	6	0	6	12	0.64	33
<i>Terminalia laxiflora</i>	2	0	5	2	3	12	0.64	34
<i>Feretia apodanthera</i>	7	0	0	0	3	10	0.54	35
<i>Hexalobus monopetalus</i>	2	1	5	0	2	10	0.54	36
<i>Kigelia africana</i>	6	0	0	0	2	8	0.43	37
<i>Terminalia glaucescens</i>	5	0	2	0	1	8	0.43	38
<i>Terminalia macroptera</i>	2	4	0	2	0	8	0.43	39
<i>Bridelia ferruginea</i>	4	1	0	1	1	7	0.38	40
<i>Parkia biglobosa</i>	4	0	1	1	0	6	0.32	41

<i>Tamarindus indica</i>	1	0	3	0	2	6	0.32	42
<i>Hymenocardia acida</i>	2	0	3	0	0	5	0.27	43
<i>Strychnos innocua</i>	3	2	0	0	0	5	0.27	44
<i>Combretum collinum</i>	0	1	2	0	1	4	0.21	45
<i>Daniellia oliveri</i>	0	1	3	0	0	4	0.21	46
<i>Combretum molle</i>	0	0	1	0	2	3	0.16	47
<i>Ficus gloscesens</i>	3	0	0	0	0	3	0.16	48
<i>Ximania americana</i>	0	0	1	0	2	3	0.16	49
<i>Acacia gourmaensis</i>	0	0	1	0	1	2	0.11	50
<i>Acacia senegal</i>	0	0	1	0	1	2	0.11	51
<i>Ficus sur</i>	2	0	0	0	0	2	0.11	52
<i>Gardenia erubescens</i>	0	0	0	0	2	2	0.11	53
<i>Khaya senegalensis</i>	0	1	0	0	1	2	0.11	54
<i>Ozoroa latifolia</i>	0	0	1	0	1	2	0.11	55
<i>Ziziphus mucronata</i>	2	0	0	0	0	2	0.11	56
<i>Acacia dudgeoni</i>	0	0	1	0	0	1	0.05	57
<i>Acacia hockii</i>	0	0	0	0	1	1	0.05	58
<i>Ficus polita</i>	0	0	1	0	0	1	0.05	59
<i>Pericopsis laxiflora</i>	0	0	0	0	1	1	0.05	60
<i>Securinea microcarpa</i>	1	0	0	0	0	1	0.05	61
<i>Stereospermum kunthianum</i>	0	0	1	0	0	1	0.05	62
<i>Vitex doniana</i>	1	0	0	0	0	1	0.05	63
Total	581	208	500	70	504	1863	100	

Tableau 14 : Espèces ligneuses appréciées par les éléphants de la ZCD.

<i>Espèces ligneuses consommées par les éléphants de la ZCD</i>
<i>Acacia albida</i>
<i>Acacia ataxacantha</i>
<i>Acacia machrostachya</i>
<i>Acacia seyal</i>
<i>Acacia siebariana</i>
<i>Acacia sp</i>
<i>Adansonia digitata</i>
<i>Annona senegalensis</i>
<i>Anogeissus leiocarpa</i>
<i>Balanites aegyptica</i>
<i>Burkea africana</i>
<i>Cajanus cajan</i>
<i>Cassia sieberiana</i>
<i>Detarium microcarpum</i>
<i>Diospyros mespiliformis</i>
<i>Gardenia erubescens</i>
<i>Gardenia triachanta</i>
<i>Ficus sur</i>
<i>Khaya senegalensis</i>
<i>Kigelia africana</i>
<i>Parkia biglobosa</i>
<i>Pennisetum typhoides</i>
<i>Piliostigma thonningii</i>
<i>Prosopis africana</i>
<i>Pterocarpus erinaceus</i>
<i>Strychnos spinosa</i>
<i>Vitellaria paradoxa</i>
<i>Vitex doniana</i>

Sources : Adjakpa(1991), Mama(1998), Téhou et Sinsin (2000), Alfa gambari (2002), Alfa gambari (2003),

Tableau 15: Contribution partielle des espèces à la formation des deux axes

Espèces	Axe1	Axe2
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	1.69577280	2.92347112
<i>Piliostigma reticulatum</i>	4.09909785	3.14932435
<i>Sterculia setigera</i>	1.06809157	0.15122078
<i>Combretum fragrans</i>	0.08566366	0.10358251
<i>Gardenia ternifolia</i>	0.66414001	0.93138076
<i>Acacia campylacantha</i>	0.90546904	1.57936412
<i>Cassia sieberiana</i>	5.01451695	1.97932676
<i>Lannea acida</i>	7.19114947	6.16360480
<i>Combretum micranthum</i>	1.48963648	0.01442562
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	0.13006144	0.09005052
<i>prosopis africana</i>	23.00698634	23.79541266
<i>Burkea africana</i>	19.75569892	0.28410451
<i>Terminalia avicennioides</i>	6.47459473	0.53681989
<i>Piliostigma thonningii</i>	16.85773375	27.28457224
<i>Acacia sieberiana</i>	3.44244618	0.43886446
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	0.06582149	4.26164606
<i>Isobertlinia doka</i>	2.73392403	1.20564081
<i>Detarium microcarpum</i>	2.78919112	17.39004267

<i>Combretum glutinosum</i>	1.88906648	0.95320979
<i>Vitellaria paradoxa</i>	0.64093769	6.76393558

Tableau 16: Qualités de représentation des espèces sur les deux axes

<i>Espèces</i>	Axe 1	Axe 2
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	0.37040584	0.311492923
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0.70333836	0.263592241
<i>Sterculia setigera</i>	0.92883679	0.064147775
<i>Combretum fragrans</i>	0.04914664	0.028988306
<i>Gardenia ternifolia</i>	0.13483889	0.092240577
<i>Acacia campylacantha</i>	0.13769807	0.117159021
<i>Cassia sieberiana</i>	0.75057629	0.144518168
<i>Lannea acida</i>	0.63685234	0.266265213
<i>Combretum micranthum</i>	0.97602677	0.004610576
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	0.07996379	0.027006620
<i>Prosopis africana</i>	0.63820609	0.321983535
<i>Burkea africana</i>	0.82926223	0.005817238
<i>Terminalia avicennioides</i>	0.76517523	0.030946827
<i>Piliostigma thonningii</i>	0.52593227	0.415228346
<i>Acacia sieberiana</i>	0.71788243	0.044643248
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	0.02011537	0.635297134
<i>Isobertinia doka</i>	0.30646404	0.065925014
<i>Detarium microcarpum</i>	0.20693863	0.629365833
<i>Combretum glutinosum</i>	0.77309888	0.190289799
<i>Vitellaria paradoxa</i>	0.15278913	0.786530040

Tableau 17: Contribution des types de dégâts à la formation des axes.

Types de dégâts	Axe 1	Axe 2
Branche cassée	0.5873599	0.3646253
Chablis	0.1690950	0.1268637
déracinés	0.5643874	0.3007107
écorcés	0.7106259	0.2604026
tronc cassé	0.2187488	0.1541763

Tableau 18: Qualité de représentation des types de dégâts

Types de dégâts	Axe 1	Axe 2
Branche cassée	26.388844	33.583326
Chablis	2.895264	4.453028
déracinés	15.507544	16.938518
écorcés	50.088148	37.627035
tronc cassé	5.120200	7.398093

Annexe 2



Photo A01 : Installation de placette



Photo A02 : Troupeau d'éléphants sur la berge de la rivière Alibori



Photo A03 : Un pied de *Combretum glutinosum* déraciné par les éléphants



Photo A04 : Un pied de *Burkea africana* déraciné par les éléphants



Photo A05 : Mare 12 asséchée



Photo A06: Un pied de *Pterocarpus erinaceus* déraciné



Photo A07 : Un pied de *Lannea acida* écorcé par les éléphants



Photo A08 : Géoréférencement du centre d'une placette