RÉPUBLIQUE DU BÉNIN

******000******

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

********___*******

UNIVERSITÉ D'ABOMEY-CALAVI

****

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

*********000**********

LABORATOIRE DE BOTANIQUE ET ECOLOGIE VEGETALE

THESE

N° 357

Présentée par

DOSSA Ogougbé Sourou Nounagnon Léonce

Pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université d'Abomey-Calavi

Spécialité : Botanique et écologie végétale

THEME

ÉTAT DE LA BIODIVERSITÉ ET PERSPECTIVES DE GESTION DURABLE DE LA FORÊT CLASSÉE DE PÉNÉSSOULOU (R. BÉNIN)

Soutenue publiquement, le 25 octobre 2022, devant le Jury composé de :

Président	**:**	M. Hounnankpon YEDOMONHAN, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
Rapporteur	**:**	M. Moussa KONE, Professeur Titulaire, Université Nangui-Abrogoua, Côte d'Ivoire
Rapporteur	**:**	M. Amadé OUEDRAOGO, Professeur Titulaire, Université Joseph Ki-Zerbo, Burkiina-Faso
Examinateur	**:**	M. Bruno A. DJOSSA, Professeur Titulaire, Université Nationale d'Agriculture, Bénin
Directeur	**:**	M. Aristide Cossi ADOMOU, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Année académique : 2021-2022

REPUBLIC OF BENIN

******000******

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

********---*******

UNIVERSITY OF ABOMEY-CALAVI

**********----**********

POST GRADUATE SCHOOL OF LIFE AND EARTH SCIENCES

**********-----**********

LABORATORY OF BOTANY AND PLANT ECOLOGY

THESIS

N° 357

Presented by:

DOSSA Ogougbé Sourou Nounagnon Léonce

Submitted in the fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of University of Abomey-Calavi

Major: Botany and Plant Ecology

TOPIC

STATE OF BIODIVERSITY AND PROSPECTIVES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PÉNÉSSOULOU FOREST RESERVE (BENIN)

Publicly defended on october 25th, 2022 under the control of the Jury :

Chairman	**:**	Mr. Hounnankpon YEDOMONHAN, Full Professor, University of Abomey-Calavi, Benin
Referee	**:**	Mr. Moussa KONE, Full Professor, University of Nangui-Abrogoua, Côte d'Ivoire
Referee	**:**	Mr. Amadé OUEDRAOGO, Full Professor, University of Joseph Ki-Zerbo, Burkiina-Faso
Examiner	**:**	Mr. Bruno A. DJOSSA, Full Professor, National University of Agriculture, Benin
Promotor	**:**	Mr. Aristide Cossi ADOMOU, Full Professor, University of Abomey-Calavi, Benin

Academic year: 2021-2022

Table des matières

Dédicace ..... **v**
Remerciements ..... **vi**
Liste des figures ..... **viii**
Résumé ..... **xiii**
Introduction générale **1**
0.1. Problématique et justification 2
0.2. Objectifs et hypothèses de recherche 6
0.3. Organisation de la thèse 6
0.4. Présentation du milieu d'étude 7
0.4.1. Situation géographique et administrative 7
0.4.2. Historique de la Forêt classée de Pénéssoulou 8
0.4.3. Climat 9
0.4.4. Géomorphologie et sols 14
0.4.5. Hydrographie 14
0.4.6. Végétation 14
0.4.7. Faune 16
0.4.8. Caractéristiques démographiques 16
0.4.9. Caractéristiques économiques 17
CHAPITRE 1 : 19
Synthèse bibliographique 19
1.1. Définitions et concepts 20
1.2. Etat des lieux des écosystèmes et de la diversité floristique et faunique du Bénin 22
1.3. Pressions sur biodiversité dans le monde et au Bénin 28
1.4. Méthodes d'analyse de l'état des aires protégées pour une gestion durable 30
1.5. Diversité floristique et structure des formations végétales comme outils d'évaluation de la Biodiversité 32
1.6. Etat de la faune et méthode d'évaluation de sa diversité 34
CHAPITRE 2 : **36**
Dynamique spatio-temporelle et vulnérabilité des unités d'occupation du sol de la Forêt Classée de Pénéssoulou de 1995 à 2015 ..... **36**
Résumé 37

Abstract 38
2.1. Introduction 39
2.2. Matériel et méthodes 41
2.2.1. Milieu d'étude 41
2.2.2. Collecte de données 42
2.2.3. Traitement des images satellitaires 43
2.2.4. Analyse de la dynamique de l'occupation du sol 44
2.2.5. Analyse des catégories de changement au sein de la FCP 45
2.2.6. Analyse de la vulnérabilité des unités d'occupation du sol 46
2.3. Résultats 46
2.3.1. Evaluation de l'exactitude de l'interprétation visuelle 46
2.3.2. Etat du couvert végétal de 1995, 2005 et 2015 49
2.3.3. Dynamique de l'occupation du sol de 1995 à 2005 et de 2005 à 2015 ... 51
2.3.4. Conversion et vulnérabilité des unités d'occupation du sol de 1995 à 2015 53
2.3.5. Déforestation et dégradation des formations forestières 55
2.4. Discussion 56
2.4.1. Changement d'occupation des terres 56
2.4.2. Vulnérabilité des unités de l'occupation du sol 59
2.5. Conclusion 59
CHAPITRE 3 : 61
Diversité floristique et structure des formations végétales de la Forêt Classée de Pénéssoulou 61
Résumé 62
Abstract 63
3.1. Introduction 64
3.2. Méthodologie 65
3.2.1. Milieu d'étude 65
3.2.2. Echantillonnage et collecte de données 66
3.2.3. Traitement et analyse statistiques des données 69
3.3. Résultats 72
3.4. Discussion 80
3.4.1. Composition floristique des groupements végétaux 80

3.4.2. Caractéristiques dendrométriques des groupements végétaux et régénération 81
3.5. Conclusion et suggestions 83
CHAPITRE 4 : 84
Rhyzophyta et gaps de conservation de la Forêt Classée de Pénéssoulou.. 84
Résumé 85
Abstract 86
4.1. Introduction 87
4.2. Méthodologie 89
4.2.1. Présentation de la zone d'étude 89
4.2.2. Echantillonnage et collecte de données 90
4.2.3. Traitement des données 91
4.3. Résultats 92
4.3.1. Composition floristique globale de la forêt 92
4.3.2. Spectres biologique et phytogéographique de la forêt 93
4.3.3. Statut de conservation, répartition spatiale des espèces menacées et gaps de conservation 95
4.4. Discussion 99
4.4.1. Diversité floristique globale de la FCP 99
4.4.2. Statut de conservation et distribution spatiale des espèces menacées: implications pour la conservation 101
4.5. Conclusion 103
CHAPITRE 5 : 104
Diversité et statut de conservation de la faune mammalienne de la Forêt classée de Pénéssoulou 104
Résumé 105
Abstract 106
5.1. Introduction 107
5.2. Caractéristiques du milieu d'étude 108
5.3. Méthodologie 110
5.3.1. Collecte des données 110
5.3.2. Analyse des données 111
5.4. Résultats 112

5.4.1. Richesse spécifique de la faune mammalienne de la FCP 112
5.4.2. Statut de conservation des espèces recensées dans la FCP 116
5.4.3. Facteurs écologiques et environnementaux déterminant la répartition des groupes taxonomiques dans la FCP 117
5.4.4. Diversité des espèces chassées et consommation de la viande de brousse119
5.5. Discussion 121
5.5.1. Diversité faunique de la FCP 121
5.5.2. Menaces et statut de conservation des espèces de faune de la FCP 123
5.5.3. Chasse et consommation de viande de brousse dans les villages riverains124
5.6. Conclusion.....126
CHAPITRE 6 : 127
Discussion générale 127
6.1. Niveau de dégradation des formations végétales de la FCP : implication pour une gestion managériale.....128
6.2. Structure spatiale et potentiel de régénération des formations de la FCP 130
6.3. Caractéristiques floristique et écologique de la FCP : importance pour la gestion durable 131
6.4. Diversité de la communauté animale dans la FCP 133
Conlusion générale 134
Références bibliographiques 134
Annexes CXXXIV

Dédicace

A

Mes Chers et tendres enfants (Dulcinelle, Mérite, Ornel, Romance et Prunel) et épouses (Floriane et Ella) pour l'amour et les sacrifices consentis.

Remerciements

Les travaux dont les résultats sont présentés dans cette thèse ont été réalisés sous les auspices du Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Abomey-Calavi, avec l'appui de plusieurs personnes qui méritent toutes, le témoignage de ma reconnaissance.

Je voudrais tout d'abord remercier mon Directeur de thèse, le **Professeur ADOMOU Aristide Cossi**, pour la confiance placée en moi, l'autonomie qu'il m'a accordée, ses encouragements, sa patience, ses précieux conseils durant toutes les années de ma thèse. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

J'exprime ensuite ma profonde gratitude envers le **Docteur DASSOU Gbèwonmèdéa Hospice**, qui m'a accordé un soutien indéfectible à travers les conseils, les orientations et la lecture de tous les manuscrits.

Mes remerciements chaleureux vont également à l'endroit :

- ✓ des autres enseignants d'Universités, **Prof. AKOEGNINOU Akpovi, Prof. YEDOMONHAN Hounnankpon, Prof. NATTA Armand, Prof. OUINSAVI Christine, Prof. DJOSSA A. Bruno, Dr. AZIOU A. Fortuné, Dr. DJAGOUN C. A. M. Sylvestre, Dr. Ir HOUNKPEVI Achille, Dr. Ir. ZOSSOU Espérance et Dr. Ir. AGADJIHOUEDE Hyppolite** pour leur participation aux points de thèses et leurs diverses contributions ;
- ✓ des aînés et amis **Dr. Ir. DJODJOUWIN Laurent, Dr. Ir. AOUDJI K. N. Augustin, Dr. Ir. KOUTON Méryas, Dr. TOYI S. Mireille, Dr. AGBANI Pierre, Dr. Ir. TOTTIN G. Edmond, Dr Ir. YAOITCHA Alain, Dr FAVI G. Abraham et Dr ADJIRE Clément** pour les orientattions et conseils prodigués en diverses occasions et les échanges fructueux ;
- ✓ du personnel de l'Office National du Bois, notamment **Dr. KOUCHADE Clément** (Ex DG/ONAB), **M. TAKPARA Daouda** (DG/ONAB), **CDT AYELO Gauthier** (DT/ONAB) ; **Adjudant-chef OGBOLO Codjo** (Chef secteur Pénéssoulou) ; **Adjudant-chef SOSSOU Sorokine** (Chef d'Opérations de Protection FC Pénéssoulou) pour les différentes facilitations qu'ils m'ont accordées ;
- ✓ de mes chefs hiérarchiques et collègues de service **Général ADJADEME F. Aristide, COL HEFOUME Rémi, LCL AHONONGA Fiacre, LCL QUENUM I. Arnaud, LCL GBEDJI Emmanuel, LCL AWESSOU**

Béranger Kohomlan, Dr. Ir. AMAKPE Félicien, Dr. AMAHOWE Isidore, Dr. ASSOGBA Amadine et Dr. OROU MATILLO Augustin, CDT AYEGNON D. David, CNE BIADJA Perrier, CNE ATCHADE Nicolas, CNE HOUNKPEVI Robert, CNE ALFA GAMBARI Akim, CNE AHONON Damien, LTN KPETERE Josué, CNE BELLO Abdel-Aziz, CNE DJISSONON Grégoire, CNE YEVIDE Félix et ADC BONI Landry pour les encouragements et aides précieuses ;

- ✓ des étudiants, doctorants et experts **AMAGNIDE Aubin, DOGNIMON Samson, BIAOU Séverin, TYAMOU Fabrice, YEBADOKPO Sidoine, BOSSOUKPE Marina, DJIDOHOKPIN Donald, AKPOVI Eudoxie, KAKPO Sundé, APELETE Eben-Ezer, AKIN Yaï Yanik, SOUMALEKE Romain et OGOU Christian** pour leurs grandes implications dans la collecte et l'analyse des données ;
- ✓ de **l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux** (OIBT) et de **l'Office National du Bois** (ONAB) grâce auxquels j'ai bénéficié des premiers financements pour le démarrage de la thèse ;
- ✓ des **honorables membres du Jury** pour le précieux temps sacrifié pour l'évaluation de cette thèse ;
- ✓ de toutes ces personnes dont je n'ai pu citer nommément mais qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de cette œuvre.

Pour finir, j'ai une affectueuse pensée à mes **parents** et à mes **beaux-parents** dont la présence, le soutien et les encouragements constituent pour moi, une source inestimable de motivation.

Liste des figures

Figure 0.1 : Cadre d'évaluation des services de l'écosystème forestier et des forêts naturelles (modifiée de Wu et Baldwin (2010)). … 5
Figure 0.2 : Carte de situation de la Forêt Classée de Pénéssoulou 8
Figure 0.3 : Evolution des précipitations interannuelles à Djougou entre 1981 et 2019 10
Figure 0.4 : Diagramme ombrothermique de la région de Djougou 10
Figure 0.5 : Evolution des températures moyennes de la région de Djougou..... 11
Figure 0.6 : Evolution de la durée d'insolation moyenne enregistrée à Djougou. 12
Figure 0.7 : Evolution de l'humidité relative moyenne de la région de Djougou. 12
Figure 0.8 : Diagramme climatique établi avec les données de la région de Djougou 113
Figure 1.1 : Carte des districts phytogéographiques du Bénin selon Adomou (2005) 23
Figure 1.2 : Carte de localisation des aires protégées du Bénin 26
Figure 2.1 : Situation géographique de la forêt classée de Pénéssoulou..... 42
Figure 2.2: Compositions colorées et le mosaïquage des images SPOT de 1995 (A) et de 2005 (B) 44
Figure 2.3: État d'occupation du sol dans la FCP en 1995 49
Figure 2.4 : État d'occupation du sol dans la FCP en 2005 50
Figure 2.5 : État d'occupation du sol dans la FCP en 2015. 51
Figure 2.6 : Taux d'évolution des unités d'occupation du sol de 1995 à 2005 et de 2005 à 2015. 54
Figure 2.7 : Vulnérabilité des occupations du sol de 1995 à 2015..... 54
Figure 2.8 : Taux annuel de changement du couvert végétal de la FCP 55
Figure 2.9 : Formations forestières dans la FCP : Forêts dégradées (A et B) et forêts restaurées (C et D)..... 56
Figure 3.1 : Situation géographique de la Forêt Classée de Pénéssoulou 66
Figure 3.2 : Dispositif d'inventaire floristique et forestier..... 68
Figure 3.3 : Carte de la FCP montrant la localisation des placeaux de collectes de données..... 68

Figure 3.4 : Diagramme d'ordination du positionnement multidimensionnel non métrique des relevés phytosociologiques effectués dans la FCP 73
Figure 3.5 : Formation végétales de la FCP. 75
Figure 3.6 : Principales espèces phares des groupements végétaux 76
Figure 3.7 : Structures en diamètre des groupements végétaux 79
Figure 3.8 : Structures en hauteur des groupements végétaux 80
Figure 3.1 : Carte de végétation de la forêt classée de Pénéssoulou 90
Figure 4.2 : Spectre biologique de la flore de la FCP 94
Figure 4.3 : Spectre phytogéographique de la flore de la FCP 95
Figure 4.4 : Répartition des espèces végétales menacées dans les formations de la FCP 98
Figure 4.5 : Carte de la FCP montrant la répartition spatiale des espèces menacées dans les quadrats de 0,5 km x 0,5 km 98
Figure 4.6 : Carte de la FCP situant les zones de concentrations des espèces menacées 99
Figure 5.1 : Carte de situation de la forêt classée de Pénéssoulou 109
Figure 5.2 : Positionnement des points transects d'observation dans la FCP 111
Figure 5.3 : Fréquence de citations et d'observations par espèce dans la FCP ... 114
Figure 5.4 : Densité de distribution des espèces dans la FCP : (a) Artiodactyles, (b) Carnivores, (c) Primates et (d) Rongeurs. 118
Figure 5.5 : Espèces de faune chassées dans les villages riverains de la FCP 119
Figure 5.6 : Préférence protéique de la communauté riveraine de la FCP 120

Liste des tableaux

Tableau 0.3 : Répartition de la population de la commune de Bassila par arrondissement 17

Tableau 1.1 : Etat des lieux des occupations du sol et superficie en 2015 au Bénin 24

Tableau 1.2 : Nombre, superficie et état de conservation des aires protégées du Bénin 25

Tableau 2.1 : Description des données satellitaires utilisées 43

Tableau 2.2 : Matrice de confusion des images SPOT de 1995.....47

Tableau 2.3 : Matrice de confusion des images SPOT de 2005.....48

Tableau 2.4 : Matrice de confusion des images SPOT de 2015.....48

Tableau 2.5 : Matrice de transition de l'occupation du sol de 1995 à 2005.....52

Tableau 2.6 : Matrice de transition de l'occupation du sol de 2005 à 2015.....53

Tableau 3.1 : Caractéristiques dendrométriques utilisées 71

Tableau 3.2 : Paramètres de diversité spécifique des groupements végétaux....74

Tableau 3.3 : Paramètres dendrométriques des groupements végétaux et de leurs principales espèces caractéristiques 77

Tableau 3.4 : Densité (tige/ha) de régénération globale et selon les classes de régénération au sein des groupements végétaux (GV).....78

Tableau 3.5 : Ajustement de la distribution de Weibull aux distributions observées : résultats des analyses log-linéaires.....79

Tableau 4.1 : Espèces menacées inventoriées dans la FCP.....95

Tableau 5.1 : Diversité spécifique des mammifères de la FCP.....115

Tableau 5.2 : Statut de conservation des espèces inventoriées. 116

Tableau 5.3 : Résultats du modèle linéaire généralisé sur la présence / absence d'espèces 119

Tableau 5.4 : Résultats du GLM binomial sur la consommation ou non de viande de brousse. 120

Liste des sigles et abréviations

AP	:	Aire protégée
BD	:	Biodiversité
CDT	:	Commandant
CENAGREF	:	Centre National de Gestion des Réserves de Faune
CITES	:	Concention sur le commerce Internationnal des Espèces de faune et de flore Sauvages menécées d'extinction
CJ	:	Culture et jachère
CNE	:	Capitaine
Co	:	Contamination
COL	:	Colonel
CV	:	Coefficient de variation
Def	:	Déforestation
Dg	:	Dégradation
Dr	:	Doacteur
DGEFC	:	Direction Générale des Eaux, Forêts et Chasse
DGFRN	:	Direction Générale des Forêts et des Ressources Naturelles
Dr	:	Docteur
FAO	:	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FC	:	Forêt classée
FCP	:	Forêt classée de Pénéssoulou
FCSB	:	Forêt claire et savane boisée
FD	:	Forêt dense
FFN	:	Formations forestières naturelles
FGFR	:	Forêt galerie et formation ripicole
FN	:	Formations naturelles
FNF	:	Formations non forestières
GDF	:	Gestion durable des forêts
GLM	:	Modèle linéraire généralisé
GV	:	Goupement végétal
HA	:	Habitation
INSAE	:	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
IPBES	:	Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
Ir	:	Ingénieur
LCL	:	Lieutenant-Colonel
LTN	:	Lieutenant

Moy		Moyenne
MCVDD	:	Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable
NASA	:	National Aeronautics and Space Administration
Om	:	Omission
ONAB	:	Office National du Bois
ONU	:	Organisation des Nations Unies
OSFACO	:	Observation Spatiale des Forêts d'Afrique Centrale et de l'Ouest
PAGEFCOM	:	Projet d'Appui à le Gestion des Plantations Communales
PBF	:	Projet Bois de Feu
PFR	:	Pénéssoulou Forest Reserve
PG	:	Précision Globale
PGFTR	:	Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains
PNUE	:	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PP	:	Précision du producteur,
Prob	:	Probabilité
ProCGRN	:	Programme de Conservation et de Gestion des Ressources Naturelles
PRRF	:	Projet de Restauration des Ressources Forestières
PTFR	:	Plantation Fruitière
PTFT	:	Plantation Forestière
PU :	:	Précision de l'utilisateur
RGPH4	:	Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SASa	:	Savane arborée et Savane arbustive
SNAFOR	:	Société Nationale des Forêts
SR	:	Surface rocheuse
TgDef	:	Taux global de déforestation
TgDg	:	Taux global de dégradation
UNEP	:	United Nations Environment Programme
WCMC	:	World Conservation Monitoring Centre

Résumé

La gestion durable des aires protégées et la conservation de la biodiversité sont des préoccupations qui suscitent beaucoup d'attention pour les politiques et les institutions de conservation de la nature car elles subissent diverses pressions anthropiques. La Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) n'est pas en marge de ces diverses menaces de dégradation. Bien que quelques études floristiques y aient été conduites, il n'existe pas de documentation sur l'état de la diversité faunique et floristique qu'elle abrite. La présente étude vise à évaluer l'état de la diversité végétale et animale de FCP en vue de contribuer à sa gestion durable.

Pour ce faire, une interprétation visuelle des images SPOT ont permis de ressortir les changements intervenus dans la couverture forestière de 1995 à 2015. Un inventaire de la flore et un dénombrement de la faune ont été réalisés respectivement dans 234 placeaux et au niveau de 35 points transects.

L'étude de la dynamique montre que contrairement à la période de 1995 à 2005, les formations non forestières ont accru dans la FCP au cours de la période de 2005 à 2015. Les analyses floristiques révèlent la présence de 04 groupements végétaux dont les richesses spécifiques varient de 64 à 100 espèces ligneuses. La flore de la forêt est composée de 599 espèces végétales dont 41 sont menacées. La faune mammalienne quant à elle est composée de 29 espèces dont 6 sont menacées. La consommation de la viande de brousse ancrée dans les habitudes des communautés riveraines de la FCP constitue un risque pour la survie de la faune.

Mots clés : Occupation du sol, vulnérabilité, flore, faune mammalienne, espèces menacées, conservation, Forêt Classée de Pénéssoulou.

Abstract

Biodiversity conservation and sustainable management of protected areas remained the top first priorities of the policies and organizations struggling so far for nature conservation because there are subjected to various anthropogenic pressures. The Penessoulou Forest Reserve (PFR) is one of the examples of protected area experiencing such degradation threats in Benin republic. However, although PFR has received preliminary scientific interest regarding its vegetation, few studies have addressed the diversity aspects of its fauna and flora. The present study carried out in PFR and its surrounding villages, aimed at assessing the state of its vegetation and wildlife diversity, as a contribution to its sustainable management.

The research used a visual interpretation of SPOT images to portray the changes that occurred in PFR forest cover from 1995 to 2015. Forest and wildlife inventories were carried out in 234 plots and following 35 transect-points, respectively. The land use patterns and dynamic showed that non forest vegetation have increased in the PFR from 2005 to 2015 as compared to the trend of 1995-2005. Vegetation analyses have revealed the presence of 04 plant communities whose specific richness varies from 64 to 100 woody species. The flora of the forest is composed of 599 plant species of which 41 are threatened. The mammalian fauna of the forest is made up of 29 species of which 6 are highly affected by human pressure. The consumption of bushmeat already embedded in the culture of the human populations surrounding the PFR remains a major threat likely to impede the survival of the wildlife.

Key words: Land use, vulnerability, flora, mammalian fauna, threatened species, conservation, Pénéssoulou Forest Reserve.

Introduction générale

Introduction générale

0.1. Problématique et justification

Les écosystèmes forestiers sont des réservoirs de biodiversité terrestre tant végétale qu'animale. Ces formations végétales développent dans leur complexité, des relations entre l'environnement terrestre, la biodiversité hébergée et l'atmosphère et sont indispensables au maintien de la vie sur terre. De par plusieurs processus de fonctionnement entre autres la formation des sols, la décomposition des débris végétaux et animaux, la photosynthèse, la croissance des arbres, les échanges racinaires de nutriments entre les arbres et les champignons, l'évapotranspiration, la mortalité, la régénération, etc. (Bayle *et al*., 2019). Ainsi, les écosystèmes forestiers rendent d'innombrable service à l'humanité. Ces services sont entre autres, la protection face aux aléas naturels, la régulation du climat global, la régulation de la qualité de l'eau, la production de bois, production de gibier forestier, du miel, les services récréatifs etc. (Wu et Baldwin, 2010; Bayle *et al*., 2019). La valeur de ces différents services est plus ou moins inestimable quand bien même la recherche scientifique essaie de les explorer à travers différentes méthodologies (Wu *et al*., 2008; Wu et Baldwin, 2010; Daw *et al*., 2015; Hein, 2016). Un modèle de différents échelons pour l'évaluation des écosystèmes forestiers (Figure 0.1) est proposé par Wu et Baldwin, (2010).

L'importance de certains des services des écosystèmes forestiers dans la vie quotidienne de l'Homme, notamment le service lié à la production de bois conduit à une surexploitation de ces réserves naturelles (Ahononga *et al*., 2020) . En effet, les populations riveraines des écosystèmes forestiers, en absence d'un contrôle et d'un plan de gestion se livrent à des prélèvements sans limite des ressources forestières. En outre, l'explosion démographique ces dernières décennies impacte la dégradation des environnements forestiers. L'occupation de nouvelles terres en vue de satisfaire les besoins d'habitation et d'alimentation par l'agriculture sont également deux importantes causes de dégradation des réserves naturelles forestières. Le développement de l'agriculture est une cause non seulement de la déforestation mais également de la dégradation des terres. Le compactage du sol, la diminution de la teneur en limon, en argile, de la porosité et de la stabilité des agrégats, la diminution de la teneur en azote et en carbone ainsi que de la biomasse microbienne ont été constatés sur les surfaces cultivées (Islam et Weil, 2000). Ces changement dans les sols cultivés induisent une réduction de leur qualité avec pour conséquence une dégradation permanente de la productivité des terres (Islam et Weil, 2000).

Dans les pays en développement, la pauvreté des populations ainsi que la réduction des superficies cultivables par personne ont conduit à une exploitation indiscriminée des ressources naturelles (Hembery *et al*., 2007; Islam et Weil, 2000; Meyfroidt et Lambin, 2008). Bien que la dégradation soit la première cause de déforestation, il est également fréquent de voir sous les tropiques, des forêts même en absence de ce facteur, perdre leur capacité à fournir des services écosystémiques. Les raisons peuvent être liées à des changements majeurs dans la composition des espèces en raison de la surexploitation, de l'invasion d'espèces exotiques, de la pollution, des incendies etc. (Reid, 2005). Les écosystèmes forestiers tropicaux sont donc soumis à bon nombre de pressions, la conséquence étant une dégradation des habitats, une perte en biodiversité et finalement une réduction voire disparition des services écosystémiques.

Au Bénin, la déforestation et la dégradation des forêts sont principalement liées à l'expansion de l'agriculture, à la collecte de bois d'œuvre, à la production de bois de feu et de charbon de bois, à l'urbanisation et la chasse illégale (World Bank, 2020). A ces facteurs sont associées, la croissance démographique et la pauvreté des populations, la mauvaise gouvernance forestière, etc. Ces facteurs de recul du couvert végétal affectent également les aires protégées censées être des espaces géographiquement bien définis et bénéficiant d'un statut de protection. Les résultats de recherche dans le domaine classé béninois ont révélé l'état régressif des formations naturelles au profit des champs et jachères avec une désorganisation de la configuration du paysage (Arouna *et al.,* 2016; Biaou *et al.,* 2019). La forêt classée de Pénéssoulou (FCP), n'a pas été en marge de ces formes de dégradation et la menace de disparistion de certaines espèces est encore pesante (DGFRN, 2014).
La FCP est une réserve domaniale de 5529 hectares, située dans le département de la Donga au Bénin (Akpado, 2020). Cette réserve naturelle gérée pendant la période coloniale par les chefs traditionnels avec des droits d'usage légales limités aux ramassages des bois secs et à la cueillette des fruits (Alassani *et al*., 2016), a connu une surexploitation du fait de la pauvreté des populations riveraines et d'une absence de contrôle. Il en a résulté un état de dégradation avancé mettant en péril la stabilité de l'écosystème et favorisant la désertification (Alassani *et al*., 2016). Cette situation alarmante a alors interpelé les autorités béninoises qui ont décidé d'améliorer le mode de gestion de la forêt et par ricochet, de favoriser sa restauration. La forêt de Pénéssoulou a donc bénéficié en 1998 d'un plan d'aménagement participatif qui a été mis en œuvre efficacement jusqu'en 2011. Les actions ont été limités à partir de 2004 (DGFRN, 2014). Après une dizaine d'années de gestion déplorable, la gérance de la réserve a été ensuite déléguée à l'Office National du Bois (ONAB)

depuis 2013 qui aujourd'hui a mis en place un mécanisme de protection et de gestion durable des ressources à travers la sécurisation et le reboisment des portions dégradées.

Pour une gestion durable de cette forêt, très peu d'études antérieures y ont été menées. Djogbénou (2010) a évalué les plans d'aménagement d'un certain nombre de forêts classées du Bénin dont la FCP. A travers cette étude il a mis en évidence le fonctionnement des comités de gestion participative de la forêt par des critères et les indicateurs socio-économiques et de gouvernance. Les études sur la richesse en espèces basée sur l'inventaire de la végétation et la collecte botanique dans la FCP a permis à Adomou (2005) de recenser au total 450 espèces végétales dont 21 sont menacées de disparition. Des recherches similaires effectuées par Natta (2003) sur les espèces ligneuses (dbh> 10 cm) dans la FCP ont montré que cette forêt est caractérisée par une flore typique adaptée aux inondations récurrentes et par une multitude d'espèces typiques de forêt ainsi que de savane de plateau et par conséquent constitue un îlot de grande biodiversité qu'il faudrait restaurer et conserver durablement. Adame et *al* (2020) ont mis en évidence la dynamique des formations végétales de la FCP à travers une apporche basée sur la télédétection les Systèmes d'Informations Géographiques.

Ainsi, il n'existe pas à ce jour, de la documentation sur une checklist des ressouces biologiques pour la FCP. La diversité tant animale que végétale de la forêt ainsi que l'état de son exploitation demeurent très peu connus. Il est par conséquent nécessaire de documenter l'état actuel de la forêt afin de rendre disponible des informations à prendre en compte dans sa gestion future ; ce qui pourrait servir de méthode pour d'autres aires protégées du pays. La présente thèse de doctorat intitulé « ***Etat de la biodiversité et perspectives de gestion durable de la forêt classée de Pénéssoulou »*** vise donc à **contribuer à la constitution d'une base de données sur la diversité des ressources biologiques de la forêt classée de Pénéssoulou** (**FCP**).

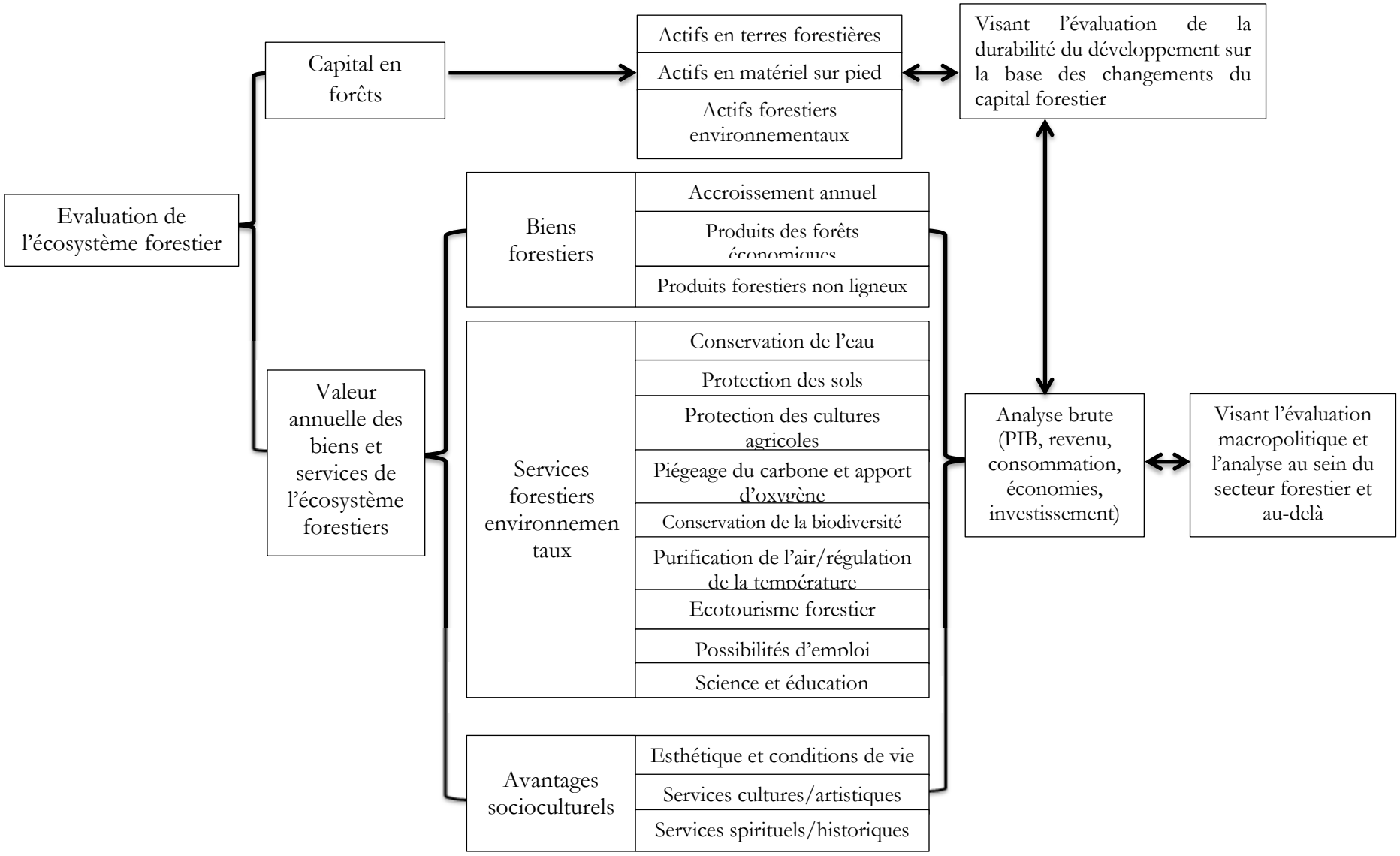


Figure 0.1 : Cadre d'évaluation des services de l'écosystème forestier et des forêts naturelles (modifiée de Wu et Baldwin (2010)).

0.2. Objectifs et hypothèses de recherche

L'objectif général de la présente thèse est d'évaluer l'état de la diversité végétale et animale de la forêt classée de Pénéssoulou (FCP) en vue de contribuer à sa gestion durable.

Du point de vue spécifique, l'étude vise à :

(1) analyser la dynamique de l'occupation du sol de la FCP ;
(2) évaluer la diversité et la structure des formations végétales de la FCP ;
(3) analyser la composition floristique globale de la FCP et ses implications pour la conservation des espèces menacées ;
(4) évaluer la diversité de la faune mammalienne de la FCP et la dynamique de son exploitation ;

Les hypothèses associées à ces objectifs sont :

(i) la gestion participative dont a bénéficié la forêt classée de Pénéssoulou a un impact positif sur la dynamique du couvert végétal ;
(ii) l'écosystème forestier de la FCP est constitué de différentes formations végétales caractérisées par des espèces ligneuses variées ;
(iii) la flore de la forêt de Pénéssoulou présente une forte diversité et comporte des espèces menacées prioritaires pour la conservation ;
(iv) la faune de la FCP regorge une forte diversité de mammifères caractérisée par des espèces menacées.

0.3. Organisation de la thèse

La thèse est structurée en manuscrits de chapitres autonomes dont certains sont soit publiés (chapitres 2, 3 et 5), soit soumis pour publication (chapitres 4) dans des revues scientifiques. Dans la présente partie intitulée l'introduction générale, il a été présenté la problématique, l'objectif général des travaux de recherche, les objectifs spécifiques ainsi que les différentes hypothèses de recherche qui y sont liées. La suite du document fait le point de la synthèse bibliographique et des résultats obtenus à travers six (06) chapitres :

- **le chapitre 1** fait le point de la synthèse bibliographique portant sur les travaux antérieurs relatifs aux aspects de la biodiversité des écosystèmes forestiers et aires protégées, de la dynamique spatio-temporelle ainsi que de la gestion durable des forêts. Il est accompagné de la présentation du milieu d'étude ;
- **le chapitre 2** aborde la dynamique spatio-temporelle et la vulnérabilité des unités d'occupation du sol de la FCP de 1995 à 2015 ;

- **le chapitre 3** porte sur l'évaluation de la diversité floristique et la structure des formations végétales ;
- **le chapitre 4** traite de l'étude botanique de la FCP et de ses implications pour la conservation des espèces menacées ;
- **le chapitre 5** est consacré à l'évaluation de la diversité de la faune mammalienne de la FCP, la chasse et la consommation de la viande dans les villages riverains ;
- **le chapitre 6**, chapitre synthèse est dédié à la discussion générale des principaux résultats obtenus et leurs intérêts pour la gestion durable de la FCP ;

En plus de ces chapitres, une conclusion générale assortie de recommandations et perspectives de recherche pour une meilleure gestion de la FCP a été faite.

0.4. Présentation du milieu d'étude

0.4.1. Situation géographique et administrative

La forêt classée de Pénéssoulou est localisée dans l'Arrondissement de Pénéssoulou, Commune de Bassila, Département de la Donga à environs 35 km au nord de Bassila. Géographiquement, elle est située au centre ouest du Bénin, et s'étend approximativement entre 9°14' et 9°19' de latitudes Nord et entre 1°30' et 1°38' de longitudes Est (Figure 1.3). Classée par l'arrêté n°2394/S/E/F du 7 Juillet 1946 (5470 ha), la FCP est entourée des villages Nagayilé au nord, Pénéssoulou et Pénélan au sud, Nioro-Kolina à l'ouest et Ouli à l'est. D'un périmètre de 38,73 km, elle couvre une superficie de 5559,25 ha au bornage (ONAB et DGFRN, 2014).

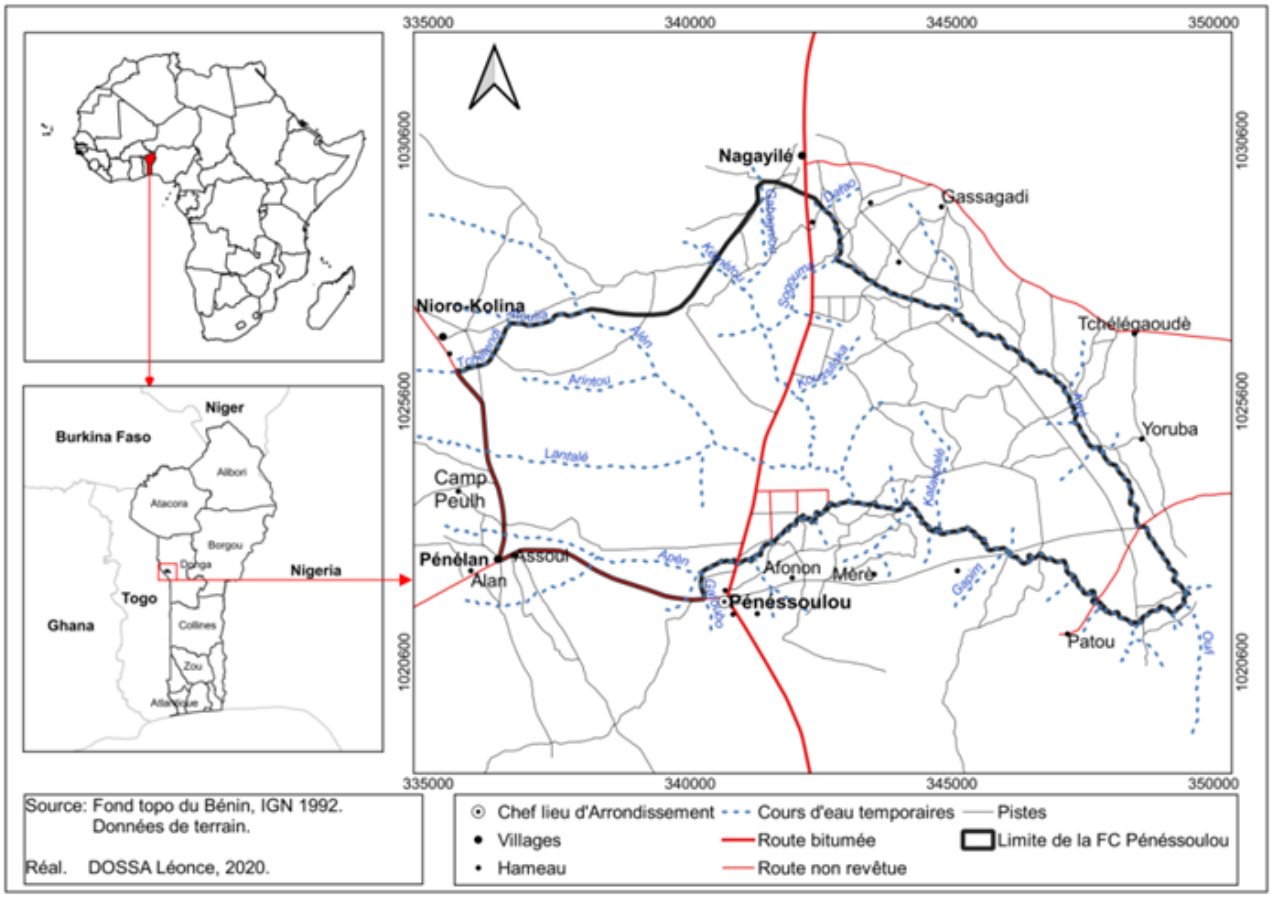


Figure 0.2 : Carte de situation de la Forêt Classée de Pénéssoulou

0.4.2. Historique de la Forêt classée de Pénéssoulou

La forêt de Pénéssoulou a été classée par arrêté n° 2394/S/E/F du 7 Juillet 1946 au moment où régnait un système traditionnel de gestion des ressources naturelles qui a permis de maintenir de façon efficiente l'équilibre de plusieurs écosystèmes forestiers durant des siècles. En dehors des mesures de protection stricte dont elle a bénéficié au début de son classement mais qui se sont émoussées progressivement avec le temps, la forêt classée de Pénéssoulou n'a fait l'objet d'aucune gestion durable selon le PRRF (1998). Avec le transfert des pouvoirs juridiques vers un service forestier pas assez présent et peu pourvu de moyens matériels et humains pour assurer un contrôle régulier, les feux de végétation, la carbonisation, les dégâts des coupes frauduleuses et de la chasse ainsi que l'installation des champs à l'intérieur de la forêt ont mis en péril la durabilité de la FCP (PRRF, 1998).

Pour atténuer cette dégradation et rétablir l'équilibre écologique dans le massif, l'Etat béninois, déjà dans les années 1960, avait développé des plantations d'anacardiers à plusieurs endroits de la forêt via la Société Nationale pour le Développement Forestier (SNAFOR). Par la suite, de

1992 à 1998, avec l'appui des partenaires au développement (en particulier la République Fédérale d'Allemagne), l'Etat béninois a initié le "Projet de Restauration des Ressources Forestières dans la Région de Bassila (PRRF)" qui a conduit à la conception d'une stratégie d'aménagement avec la participation des populations locales de 1992 à 1998 (ONAB et DGFRN, 2014). Le premier plan d'aménagement participatif de la FCP ainsi élaboré en 1998 pour une période de dix ans a été mis en œuvre de façon effective jusqu'en 2004. Quelques actions de conservation ont été poursuivies jusqu'à 2009 à la fin du PRRF avec la participation du Programme de Conservation et de Gestion des Ressources Naturelles (ProCGRN), Composante 3. Enfin, l'arrivée de l'ONAB en 2013 au moyen de la signature de la convention n°172/2011/DG-ONAB/DGFRN/DT-ONAB/DCPRN/SA a relancé le processus de gestion durable des ressources de la FCP. Le plan d'aménagement participatif de la FCP a été alors révisé puis actualisé pour la période allant de 2013 à 2032. Toutefois, ce plan n'a pas été approuvé en Conseils des Ministres. A l'actif de l'ONAB on peut citer en autres rélaisations :

- l'installation de 212,54 ha de plantation de bordure qui ceinture la forêt naturelle ;
- réhabilitation de 119,11 ha de plantation de PRRF ;
- l'installation de douze postes de gardienne pour surveillance et la protection de la forêt ;
- la réalisation de 6,274 km de piste forestière, de 47 km de layon de surveillance et de 66,59 km de pare feu.

0.4.3. Climat

La FCP est située au centre ouest du Bénin, dans la zone de transition soumise à un climat de type guinéo-soudanienne. Elle est localisée dans le phytodistrict de Bassila ; district nettement plus humide que ceux environnants, avec des caractéristiques très proche de celles des régions du sud du point de vue climat (Adomou, 2005). Les données climatiques couvrant la période du 1er janvier 1981 au 31 décembre 2019 ont été téléchargées sur le site (http://www.energycodes.gov) de la NASA et traitées par Excel. Il s'agit des données enregistrées par la station pluviométrique Djougou pour ce qui concerne les données pluviométriques et sur la station synoptique de Natitingou pour les autres données.

✓ **Pluviométrie**

La figure 1.4 présente la moyenne interannuelle des pluies dans la région de Pénéssoulou calculées sur une période de 39 ans (1981 à 2019). Elle est de 1147 mm. La plus faible pluviométrie a été enregistrée en 2000 avec 834 mm tandis que la plus forte l'a été en 2003

avec une valeur de 1410 mm. Elle montre également une progression linéaire qui dénonce des hauteurs pluviométriques dont les écarts sont très instables par rapport à la moyenne.

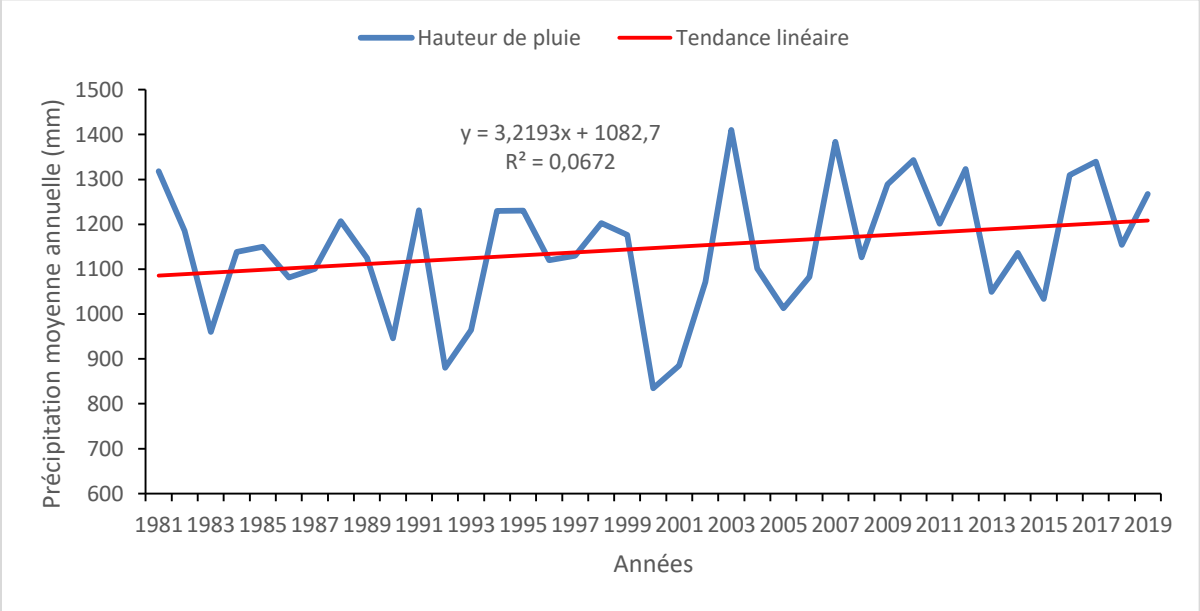


Figure 0.3 : Evolution des précipitations interannuelles à Djougou entre 1981 et 2019

La figure 1.5 représente le diagramme ombrothermique de la région de Pénéssoulou. Les variations moyennes mensuelles de la pluviométrie montrent que le régime pluviométrique du milieu d'étude présente une allure unimodale, caractérisée par une saison pluvieuse (avril à octobre) ayant pour maximum de précipitations le mois d'août et une saison sèche (novembre à mars) au cours de laquelle on enregistre la présence de l'alizé continental ou l'harmattan.

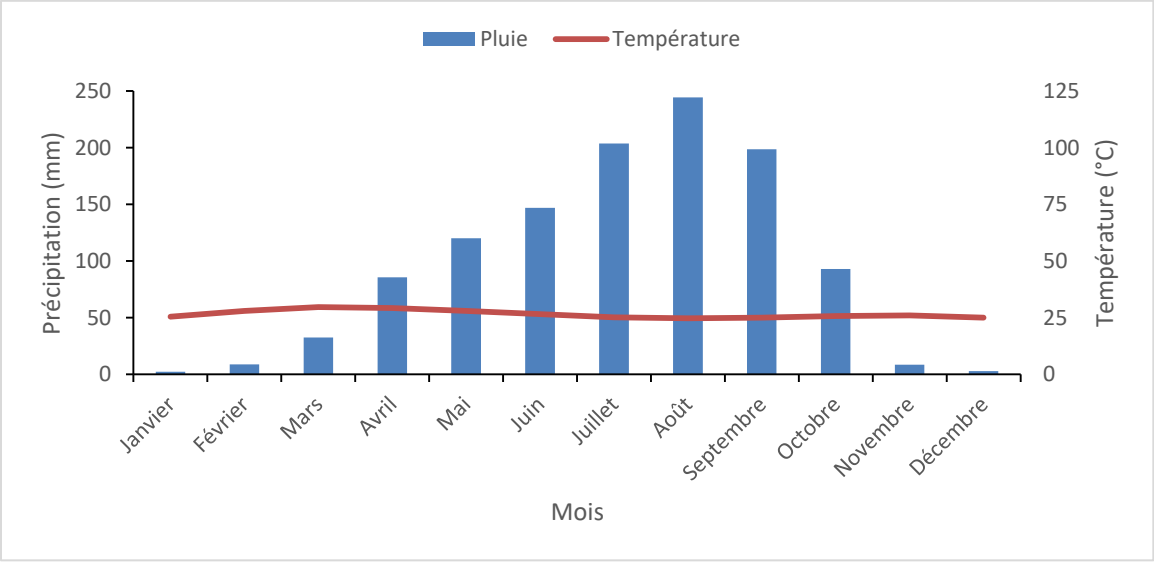


Figure 0.4 : Diagramme ombrothermique de la région de Djougou (période 1981 et 2019)

✓ **Température**

La figure 1.6 montre l'évolution des températures moyennes mensuelles dans la région de Pénéssoulou sur une période de 39 ans (1981 à 2019). La température moyenne annuelle est de 27°C. Elle varie entre 30°C en avril et 24°C en août.

Le régime moyen de la température maximale mensuelle suit un rythme bimodal avec deux pics. Le premier en février-mars (36°C) et le second en novembre (35°C). Les deux pics sont dus à la forte radiation directe et à la faible nébulosité. En ce qui concerne le régime moyen de la température minimale, il suit un régime quasiment uni modal avec un pic dans le mois d'avril (23°C) et un autre pic à peine perceptible dans le mois d'octobre (21°C). Les minima sont enregistrés en novembre (19°C), décembre (17°C) et janvier (17°C). Ces variations thermiques sont liées à la durée de l'insolation.

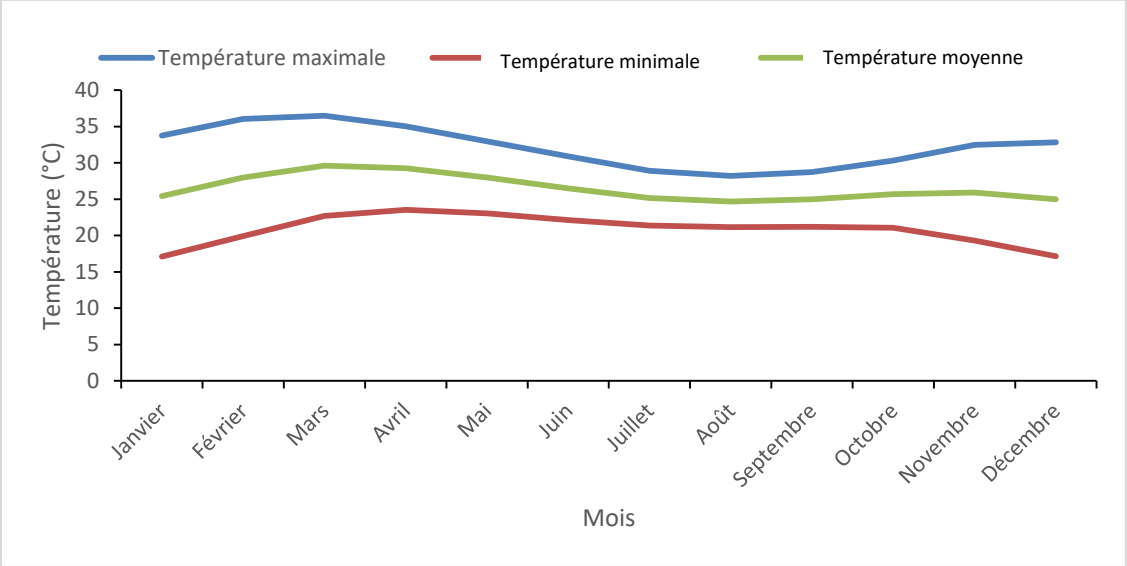


Figure 0.5 : Evolution des températures moyennes de la région de Djougou

✓ **Insolation**

La lumière joue un rôle important dans la reconstitution des forêts puisqu'elle est indispensable à la photosynthèse. Son importance sur la composition floristique et la richesse de la régénération des forêts est bien perçue à travers les concepts d'essences héliophiles et sciaphiles.

Dans le secteur d'étude (figure 1.7), l'insolation la plus importante a été enregistrée en fin de la saison sèche en mars (20 Mj/m²/j). En revanche, la valeur la plus faible est observée en août, au cœur de la saison des pluies (14.45 Mj/m²/j).

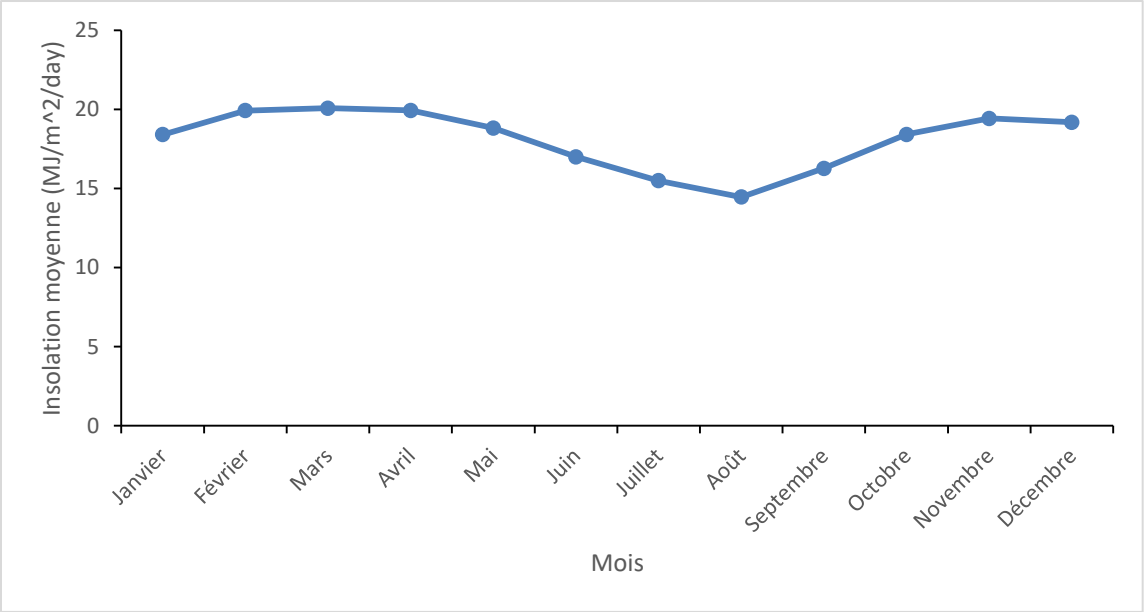


Figure 0.6 : Evolution de la durée d'insolation moyenne enregistrée à Djougou

✓ **Hygrométrie**

Selon Aubreville (1945), il y a une relation directe entre le déficit de saturation et la nature des formations végétales. L'humidité relative a ainsi une action directe sur l'évapotranspiration par atténuation du déficit hydrique.

La figure 1.8 traduit les variations des moyennes mensuelles de l'humidité relative dans le milieu d'étude. Elle est relativement élevée en saison pluvieuse particulièrement au cours de la période d'août-septembre où ses valeurs sont de l'ordre de 80 %. Elle atteint son minimum dans le mois de février avec 35% comme valeur.

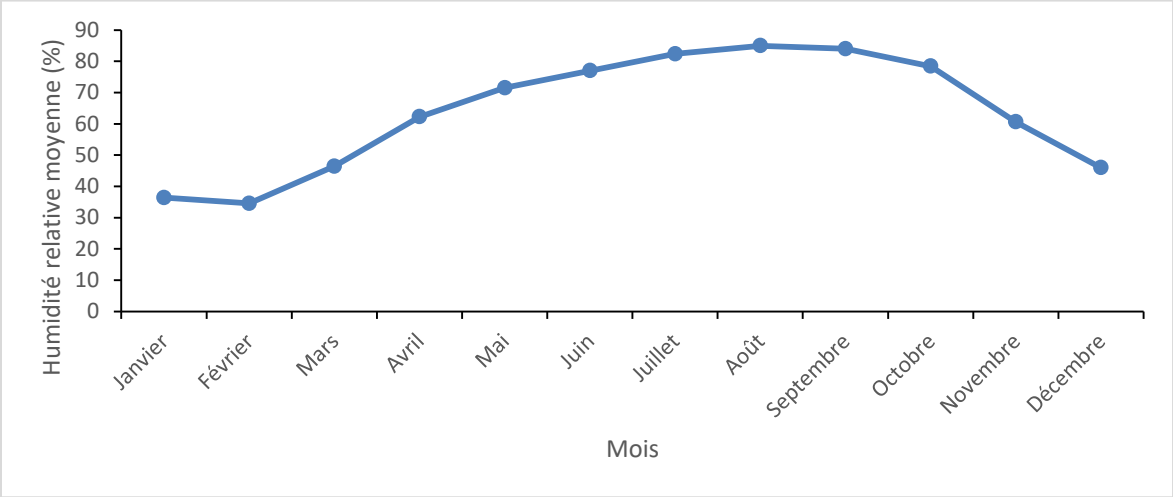


Figure 0.7 : Evolution de l'humidité relative moyenne de la région de Djougou

✓ **Diagramme climatiques**

Adjanohoun (1964) montre que les facteurs climatiques pris isolément ne suffisent pas pour caractériser un milieu. Ainsi, la pluviométrie à elle seule ne saurait suffire pour connaître la disponibilité de l'eau au cours de l'année. Les méthodes d'analyse les plus efficaces combinent la pluviométrie et l'évapotranspiration (bilan climatique et diagramme climatique) et permet d'identifier les périodes humides et sèche de l'année. En effet, l'évapotranspiration potentielle (ETP) et les précipitations sont deux paramètres qui influencent la durée et les caractéristiques de la période de végétation. De même, l'ETP permet d'estimer la quantité d'eau disponible au niveau des racines des plantes (Sokpon, 1995)

Le diagramme climatique représenté par la figure 0.9 a été construit sur la base de la méthode de Franquin (1969). Il scinde l'année en des périodes d'événements bioclimatiques successifs.
La période durant laquelle la pluviosité est supérieure ou égale à la moitié de l'ETP (période pré-humide, période humide et période post-humide) correspond à la période active de la végétation. Elle couvre environ huit mois d'avril à novembre. Durant cette période, la réserve en eau du sol est supérieure à celle du point de flétrissement permanent. La végétation peut assurer de façon continuelle son alimentation hydrique et minérale. D'autre part on distingue courant les mois de mai à octobre, la période optimale de végétation durant laquelle les hauteurs pluviométriques sont supérieures à l'ETP. La végétation ne souffre d'aucune limitation pour son alimentation au cours de cette période d'environ cinq mois.

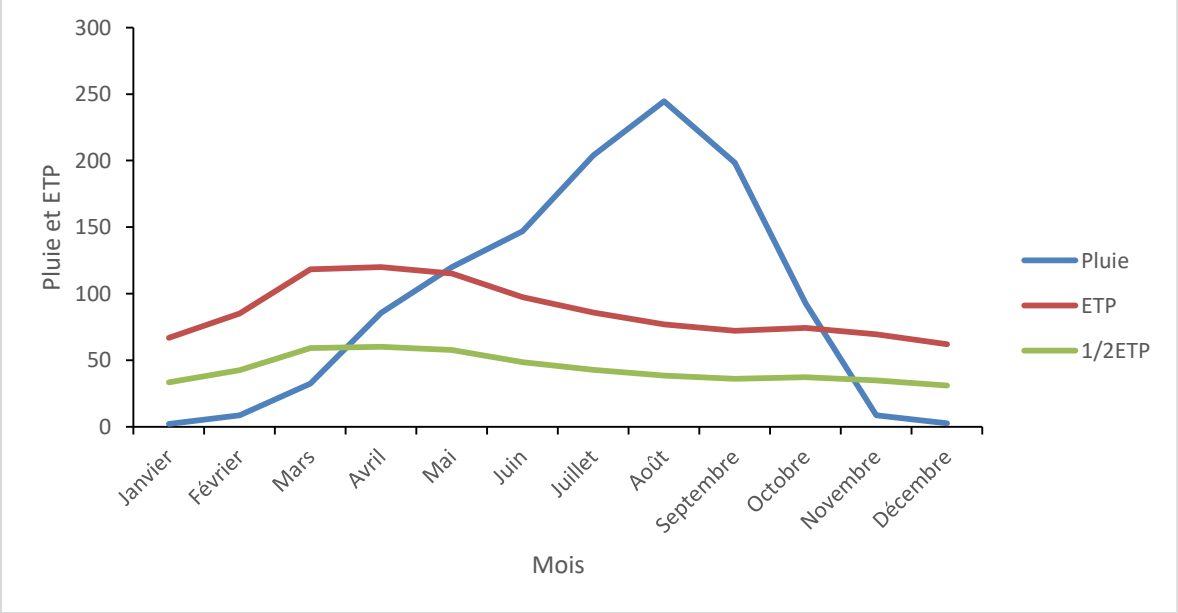


Figure 0.8 : Diagramme climatique établi avec les données de la région de Djougou

0.4.4. Géomorphologie et sols

Le relief de la commune de Bassila présente un aspect assez uniforme avec cependant un prolongement de la chaîne de l'Atacora, de Boucoumbé à Alédjo et le long de la frontière Bénino-Togolaise (Volkoff et Willaime, 1976; Dossou, 2008). Le substratum géologique de la région est dominé par des plateaux variant entre 300 et 350 m d'altitude (Dossou, 2008).

La nature de la roche-mère, le niveau de la nappe phréatique et la topographie du milieu sont connus pour être les principaux facteurs qui déterminent les types de sols (Oumorou, 2003). Dans la forêt classée de Pénéssoulou, trois types de sols présentant une haute aptitude forestière ont été identifiés (Volkoff et Willaime, 1976; Hincourt, 1992):

- sols ferrugineux tropicaux peu lessivés en argile, lessivés en sesquioxydes sur matériaux kaolinitique issu de gneiss à biotite. Ces types de sols occupent environ 85,83 % des sols de la FCP ;
- sols ferrugineux tropicaux indurés sur gneiss à biotite occupant 12,53% des sols de la FCP;
- sols ferralitiques moyennement dénaturés et faiblement rajeunis sur gneiss à biotite (1,64%).

0.4.5. Hydrographie

La commune de Bassila dispose de 173 km de cours d'eau au total. Le réseau hydrographique de la FCP est assez bien nourri. Cette dernière est traversée par de nombreux ruisseaux et autres petits cours d'eau qui forment deux importantes rivières : la Kémétou du côté du Bénin et le Mono au Togo (ONAB et DGFRN, 2014). Kémétou à Pénéssoulou, Lantalé dans la forêt classée et Hôlo à Pénélan sont des cours d'eau permanents (ONAB et DGFRN, 2014). Pampili et Mono dans la localité de Nioro sont quant à eux des cours d'eau temporaires (ONAB et DGFRN, 2014). Il est important de souligner que plusieurs rivières et marigots constituent des barrières ou limites naturelles à la FCP. On distingue : la rivière Aling, le marigot Afiola et Tchelindé au Nord; le marigot Gatorepretou, la rivière Apéné et la rivière Kémétou au Sud et enfin la rivière Awè et le marigot Sogouma à l'Est (ONAB et DGFRN, 2014).

0.4.6. Végétation

La FCP est localisée dans le phytodistrict de Bassila dont les caractéristiques ont été décrites par Adomou (2005). La végétation climacique est la forêt dense semi-decidue à *Khaya grandifoliola* et *Aubrevillea kerstingii*. Il s'agit d'un type sec de la forêt dense humide semi-

décidue à *Triplochiton scleroxylon* et *Celtis zenkeri*. Le genre *Aubrevillea* est endémique à la Région Guinéo-Congolaise et n'est recensé au Bénin que dans ce phytodistrict. On y observe aussi des galeries forestières à *Pentadesma butyracea* et *Trilepidium madagascariensis*, des forêts denses sèches à *Erythrophleum suaveolens* et *Anogeissus leiocarpa*, des forêts claires et savanes boisées à *Isoberlinia doka* et *Vitellaria paradoxa*.

D'après Marsch & Nürnberger (1979), les seules réserves forestières naturelles en bois exploitables du Bénin se trouvent dans le triangle Savalou-Djougou-Bétérou ; ces réserves sont concentrées surtout à l'Ouest de la zone ainsi définie donc dans la région de Bassila. La commune de Bassila qui se trouve en plein milieu de la zone définie par ces auteurs possède encore un potentiel assez important en ressources forestières comparativement à d'autres régions du pays (Trekpo, 2003).

La végétation de la commune de Bassila est constituée aussi bien de forêts classées que de forêts naturelles du domaine protégé de l'Etat. Il existe au total quatre forêts classées à savoir : forêt classée de Penessoulou (5.470 ha), forêt classée de Bassila (3.520 ha), forêt classée des Monts Kouffé (180.300 ha) et environ 60 % de la forêt classée de Wari Maro (soit 64.500 ha) (Trekpo, 2003).

De façon spécifique, plusieurs formations végétales caractérisent la végétation de la FCP. Elles comprennent les forêts galeries, les forêts denses sèches, les forêts claires et savanes boisées, les savanes arborées et arbustives, les plantations et les champs et jachères (Dossou, 2008; Natta, 2003; ONAB & DGFRN, 2014) :

- **les galeries forestières** sont des forêts humides semi-décidues à *Anogeissus leiocarpa*, *Berlinia grandiflora* et *Cola gigantea*. Elles constituent un mélange intensif de lianes, d'épiphytes et d'essences de valeurs telles que *Isoberlinia doka* et *Ceiba pentandra*. *Lonchocarpus sericeus*, *Cassia sieberiana*, *Pierrodendron kerstingii*, *Lannea kerstingii* et *Antiaris toxicaria* y sont également présentes. Cette formation végétale représente 15,89 % de la superficie totale de la forêt ;
- **les forêts denses sèches,** formations à peuplement fermé avec des arbres et des arbustes atteignant diverses hauteurs (24 m pour la hauteur maximale de la strate dominante). Les espèces caractéristiques sont : *Anogeissus leiocarpa*, *Diospyros mespiliformis* et *Lonchocarpus sericeus*. Elles occupent une superficie représentant 16,57 % de la forêt ;

- **les forêts claires et savanes boisées** qui occupent une superficie de 35,46 % de la superficie totale de la forêt avec *Vitellaria paradoxa* et *Daniellia oliveri* comme espèces caractéristiques ;
- **les savanes arborées et arbustives** caractérisées par *Vitellaria paradoxa* et *Parinari curatellifolia*. Ces formations végétales sont peuplées par *Daniellia oliveri, Terminalia avicennioides, Lannea acida, Combretum sp, Bridelia ferruginea, Pericopsis laxiflora, Ochna membranava*, etc. Elles occupent à elles seules 23,15 % de la superficie totale de la forêt ;
- **les plantations :** En dehors des formations végétales naturelles, il existe des plantations d'enrichissement (2,96%), les plantations anciennes de *Tectona grandis* (2,14%), les plantations de *Tectona grandis* de l'ONAB (1,99%), les plantations de *Anacardium occidentale* (1,43%) et les plantations de *Gmelina arborea* (0,09%). L'état de la végétation est généralement influencé par les feux de brousse réguliers favorisant l'extension des savanes au détriment des formations denses.

0.4.7. Faune

Le Centre-Bénin représente sur le plan faunique, le milieu où la diversité en espèce est la plus élevée au Bénin, notamment pour les familles de primates (Sinsin, 1998). Dans la Forêt classée de Pénéssoulou (ONAB et DGFRN, 2014), on note la présence de plusieurs espèces menacées telles que *Colobus vellerosus* (colobe noir d'Afrique), *Tragelaphus spekei* (sitatunga), *Tragelaphus scriptus* (guib harnaché), *Cephalophus* spp. (Céphalophes), *Papio anubis* (babouin), *Erhythrocebus patas* (patas), *Cercopithecus aethiops* (vervet), *Colobus verus* (colobe olive), *Phacochoerus aethiopicus* (phacochère), *Potamochoerus porcus* (potamochère) et *Tragelaphus scriptus* (guib harnaché). En ce qui concerne les oiseaux, ils sont nombreux et diversifiés. Ils regroupent entre autres : *Ardeola ibis* (garde-bœufs), *Numida meleagris* (pintade), *Francolinus bicalcaratus* (francolins), *Streptopelia vinac*ea (tourterelle vineuse) et *Bucorvus* a*byssinicus* (grand calao).

0.4.8. Caractéristiques démographiques

Selon les données du Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 2013 (INSAE, 2013), la commune de Bassila compte 130.091 habitants contre 71.511 habitants en 2002 (INSAE, 2004). L'arrondissement de Pénéssoulou compte 33.875 habitants (INSAE, 2013) et représente 26,03 % de la population de la commune (Tableau 1.3).

Tableau 0.1 : Répartition de la population de la commune de Bassila par arrondissement

Arrondissements	Population	Taille moyenne des ménages
Alédjo	23.238	9,2
Manigri	26.409	7,1
Pénéssoulou	33.875	8,4
Bassila	46.569	6,9
Total	**130.091**	

Source : INSAE, 2016

La population des quatre grands villages riverains de la FCP (Pénéssoulou, Pénélan, Nioro et Nagayilé) estimée à 7.572 habitants en 2002 (INSAE, 2004) a presque doublé en 2013, soit 14.362 habitants (INSAE, 2013). Ce boom démographique n'est pas sans conséquence sur les ressources de la forêt. En effet, l'évolution des populations des communautés riveraines des forêts constitue un danger en termes de pression due à l'accroissement des besoins en terre, principalement pour l'agriculture et l'élevage (IPBES, 2019; FAO et UNEP, 2020). En effet, les cmmunautés riveraines peuplées essentiellement de Anii, Nagot, Kotokoli, Peulh, Otammari ou Bétammaribè et Lokpa sont agriculteurs et éleveurs (INSAE, 2013).

0.4.9. Caractéristiques économiques

Les populations actives du département de la commune de Bassila exercent dans plusieurs secteurs d'activités dont les principales sont : agriculture, pêche et chasses, industries extractives (57,50 %) ; commerce, restauration et hébergement (18,30 %) et industries manufacturières, eau, électricité, gaz, assainissement, traitement des déchets et dépollution (10 %) (INSAE, 2013). L'agriculture est la première source de revenus des populations qui cultivent surtout l'igname (49,2 %), le Manioc (17,1 %), le Maïs (10 %) et le Sorgho/Mil/fonio (9,1 %).

En ce qui concerne l'élevage, la FCP et sa périphérie font partie de la zone agro-pastorale n°3 du Bénin (PRRF, 1998). Cette zone est connue pour ses importantes réserves en ressources fourragères.

La règlementation forestière en vigueur n'a pas permis un développement de l'exploitation forestière des produits ligneux dans les villages riverains de la FCP du fait de l'investissement financier qui y est inhérent (Dossou, 2008). Cependant, le bois d'œuvre et le charbon de bois

sont frauduleusement exploités dans la forêt. En revanche, la transformation est une activité importante et essentiellement menée par les femmes (INSAE, 2013). Les produits forestiers non-ligneux font objet de transformation. Ce sont les noix de *Vitellaria paradoxa* et les amandes de *Pentadesma butyracea* qui, préalablement récoltées dans la forêt, sont transformées en beurre utilisé et apprécié dans la cuisine, la fabrication de savon et de produits cosmétiques. Par ailleurs, certains produits agricoles (manioc, igname, etc.) font également objet de transformation.

CHAPITRE 1 :
Synthèse bibliographique

1. Synthèse bibliographique

1.1. Définitions et concepts

Afin de bien comprendre la portée du présent document et le cadre dans lequel il se situe, la clarification de certains concepts clés parait indispensable. Il s'agit en autres de :

- ✓ ***Biodiversité :***

La Convention sur la diversité biologique la définit comme « la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (ONU, 1992). La présente synthèse bibliographique prend en compte deux éléments de la biodiversité que sont : la diversité spécifique de la flore et de la faune qui sont les plus visibles et la diversité des écosystèmes.

- ✓ ***Gestion durable des forêts :***

L'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT) (www.itto.int/fr/) définit la gestion durable des forêts (GDF) comme étant «le processus de gestion d'une forêt consistant à atteindre un ou plusieurs objectifs clairement définis concernant la production d'un flux continu de biens et de services forestiers désirés, sans porter atteinte aux richesses intrinsèques de la forêt ni compromettre sa productivité future, et sans entraîner d'effets indésirables sur l'environnement physique et social». Cette définition prend en compte entre autres considérations, la satisfaction des besoins en bien des services environnementaux et écosystémiques que procurent les forêts tout en conservant la biodiversité et en maintenant leur faculté de se renouveler.

- ✓ ***Occupation du sol :***

L'occupation du sol désigne pour la FAO (1998) « la couverture (bio-)physique de la surface des terres émergées ». Elle désigne un type de couverture physique comme les forêts, les surfaces herbacées ou les surfaces artificialisées. Si nous considérons les terres émergées, l'occupation du sol peut être décomposée en deux parties : le sol et la végétation.

- ✓ ***Vulnérabilité :***

La vulnérabilité est définie comme une mesure globale d'un système qui intègre l'exposition à une gamme de perturbations potentiellement nuisibles (Bohle *et al*., 1994). Elle concerne divers concepts ou éléments, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de

faire face et de s'adapter (Patel *et al*., 2014). La vulnérabilité est donc synonyme de fragilité et de sensibilité (Reghezza-Zitt, 2013). Elle met en évidence l'incapacité ou l'inaptitude d'un milieu et de ses composantes à résister à un aléa ou à répondre à sa manifestation ; fait ainsi référence aux situations et aux propriétés intrinsèques d'un milieu, qui conduisent à anticiper des conséquences pouvant induire la manifestation d'un ou de plusieurs risques.

- ✓ ***Déforestation et Dégradation :***

Selon Lanly (1982), la déforestation se traduit par une élimination de la couverture forestière tandis que la dégradation se traduit par une baisse de la qualité de son état là où elle se trouve, cette qualité se rapportant à l'une ou à plusieurs composantes de l'écosystème forestier, aux interactions entre ces composantes et, plus généralement, à son fonctionnement. En d'autres termes, la déforestation est considérée comme étant la conversion des formations forestières en formation non forestière alors que la dégradation est la conversion des formations forestières en formations forestières moins denses.

- ✓ ***Forêt :***

Le terme « forêt » fait partie des concepts qui ne sont pas clairement définis dans les travaux des différentes Conventions et crée un manque d'uniformité entre les organisations (ex. FAO, Banque Mondiale, etc.). Les principaux critères faisant varier la définition de ce qu'est une forêt sont: la hauteur du couvert arboré, la hauteur des arbres, la superficie minimale, etc. Cependant, il est considéré ici deux définitions, celle de la FAO et celle de la loi n°93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin. L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, 2005) définit la forêt comme « une terre avec un couvert arboré supérieur à 10% et d'une superficie supérieure à 0,5 ha avec des arbres capables d'atteindre une hauteur minimale de 5 m à maturité in situ ».

Au Bénin, selon la loi 93-009 du 02 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin, « les forêts sont des terrains comportant une couverture végétale arbustives à l'exception des cultures agricoles et susceptibles soit de fournir du bois ou des produits autres qu'agricoles, soit d'abriter la faune sauvage ou soit d'exercer un effet indirect sur le sol, le climat ou le régime des eaux ». Cette définition est améliorée pour se conformer aux exigences des conventions. C'est ainsi qu'il est considéré ici la définition de la CCNUCC et par conséquent: on entend par « forêt, une terre d'une superficie minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10 à 30% de la surface (ou ayant une densité de peuplement équivalente) et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur

minimale de 2 à 5 mètres ». Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages et le sous-bois couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations composées d'arbres dont le houppier ne couvre pas encore 10 à 30% de la superficie ou qui n'atteignent pas encore une hauteur de 2 à 5 mètres sont classés dans la catégorie des forêts, de même que les espaces faisant normalement partie des terres forestières qui sont temporairement déboisées par suite d'une intervention humaine telle que l'abattage ou de phénomènes naturels, mais qui devraient redevenir forêts» (FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.3:Annexe A., paragr.1f).

Les forêts classées quant à elles, sont celles soumises à un régime restrictif de l'exercice des droits d'usage des individus ou des collectivités après accomplissement d'une procédure de classement (loi n°93-009 du 2 juillet 1993).

- ✓ ***Faune :***

La faune est l'ensemble des espèces animales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé, à une époque donnée. Mais dans le cadre de cette étude, la définition de la loi n°2002-16 du 18 octobre 2004 portant régime de la faune en République du Bénin est celle adoptée : « La faune est constituée par tous les animaux sauvages vivant en liberté dans leur milieu naturel ou maintenus en captivité et classés, notamment, parmi les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les batraciens et les poissons ».

- ✓ ***Aire protégée :***

Selon la définition de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), une aire protégée est « un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature, des services écosystémiques et des valeurs culturelles qui lui sont associés ». Il s'agit donc d'un espace géographique bien défini et bénéficiant d'un statut de protection.

1.2. Etat des lieux des écosystèmes et de la diversité floristique et faunique du Bénin

- ✓ ***Phytodistrict, unités d'occupations du sol et Aires protégées***

D'après Adomou (2005), les écosystèmes du Bénin sont répartis dans 11 phytodistricts représentant les régions floristiquement semblables du pays (figure 1.1). Dans ces districts phytogéographiques, différentes classes d'occupations du sol ont été observées. La nomenclature nationale adoptée par Ahononga *et al*. (2021) les catégorise en 03 grandes classes et 15 unités. Les écosystèmes de formations végétales naturelles (51,34% de la superficie

nationale) qui sont les plus représentatifs sont constitués de forêts denses (sèches et semi-décidues), de forêts galeries et formations ripicoles, de forêts et savanes marécageuses, de forêts claires et savanes boisées, de savanes arborées et arbustives, et des mangroves. A ceux-là s'ajoutent les écosystèmes anthropiques et d'autres occupations des terres telles que les plantations, les surfaces rocheuses ou cuirassées, les sols érodés et dénudés, les surfaces sableuses et les plans et cours d'eau. (Tableau 1.1).

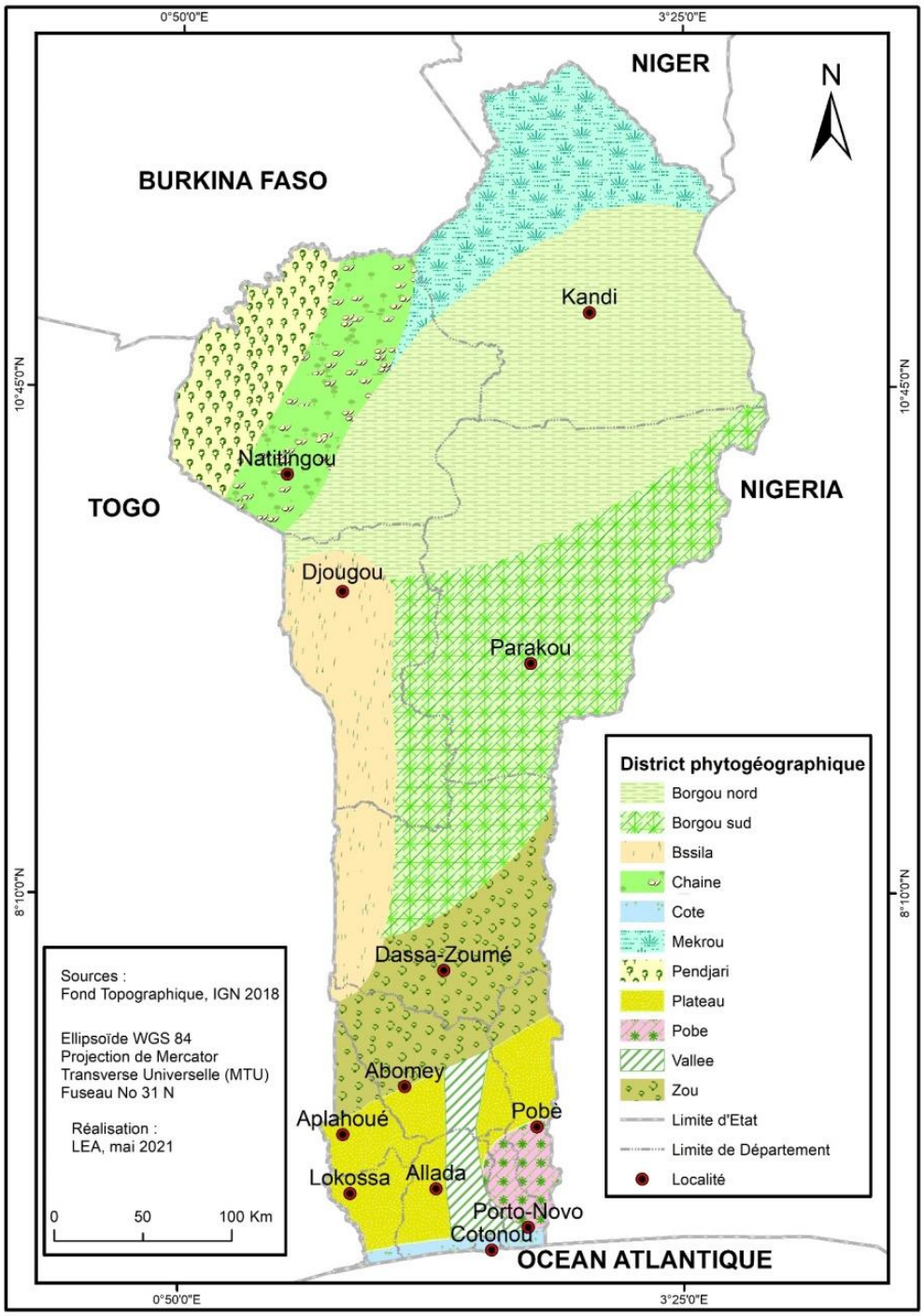


Figure 1.1 : Carte des districts phytogéographiques du Bénin selon Adomou (2005)

Tableau 1.2 : Etat des lieux des occupations du sol et superficie en 2015 au Bénin

Catégories de classes	Occupations du sol	Superficie (km^2)	Proportion (%)
Formations forestières naturelles	Forêt dense	362	0,31
	Forêt galerie et formation ripicole	3806	3,30
	Forêt claire et savane boisée	4 628	4,01
	Forêt et savane marécageuse	1225	1,06
	Savanes arborée et arbustive	49247	42,65
	Mangrove	14	0,01
	Sous-total 1	**59 281**	**51,34**
Plantations	Plantation forestière	412	0,36
	Plantation fruitière	4 154	3,6
	Sous-total 2	**4 566**	**3,96**
Formations non forestières	Culture et jachère sous palmier à huile	2 379	2,06
	Culture et jachère	46 450	40,23
	Plan d'eau	575	0,5
	Habitation	1 880	1,63
	Surface rocheuse ou cuirassée	219	0,19
	Surface sableuse (Plage)	110	0,1
	Sol érodé, dénudé	10	0,01
	Sous-total 3	**51 623**	**45**
TOTAL		**115 470**	**100**

Source : Ahononga *et al*. (2021)

Selon le site key biodiversity areas, le Bénin enregistre six zones clés pour la biodiversité toutes basées sur les oiseaux ; mais ayant une importance avérée pour la biodiversité en général. Il s'agit du lac Nokoué inclus dans le site RAMSAR 1018, le complexe lac Ahémé et Aho inclus en partie dans le site RAMSAR 1017, la forêt classée de la Lama, le complexe de forêts classées de Wari-Maro, des Monts Kouffé et de l'Ouémé Supérieur, le Parc National de la Pendjari et le Parc National du W. D'une superficie totale de 14 971 km^2, ces zones clés sont toutes situées dans des aires protégées nationale à l'exception du complexe lac Ahémé et Aho qui est partiellement situé dans la Réserve Transfrontalière du Delta du Mono.

Les aires protégées (AP) au Bénin définis par le décret n°2011-394 du 28 mai 2011 comme «tous espaces continentaux ou marins bénéficiant de mesures spéciales de protection et de gestion ». Elles englobent les forêts classées, les réserves naturelles intégrales, les parcs

nationaux, les aires marines protégées, les réserves de faune, les réserves spéciales ou sanctuaires de faune et les zones cynégétiques. La grande proportion des AP, en termes de superficie se trouve dans les zones soudano-guinéenne et soudanienne (Figure 1.2). Ces aires sont créées dans le but de protéger les organismes vivants, des phénomènes géologiques remarquables ou des paysages sensibles en milieu terrestre ou marin. La plupart des aires protégées béninoises sont un héritage de l'administration colonial et sont classées avant l'indépendance.

Au total, on dénombre au Bénin, 58 massifs forestiers classés couvrant une superficie totale de 26615,78 km^2, soit environ 23% du territoire national (Tableau 1.2).

Tableau 1.3 : Nombre, superficie et état de conservation des aires protégées du Bénin

Catégories d'aires protégées	**Nbre**	**Superficie (ha)**	**Etat de conservation**
Parcs nationaux	2	869 867	Bon état de conservation (dotés de plan d'aménagement assez bien respecté)
Zones cynégétiques	4	443 679	Etat de conservation acceptable
Forêts classées	46	1 345 298	Etat de conservation inadéquat (absence de plan d'aménagement ou doté de plan d'aménagement peu respecté) à l'exception des forêts sous gestion de l'ONAB
Périmètre de reboisement	6	2 734	Mauvais état de conservation (absence de plan d'aménagement et en proie à des empiétements divers
Total	**58**	**2 661 578**	

Source : Rapport annuel DGEFC (2018)

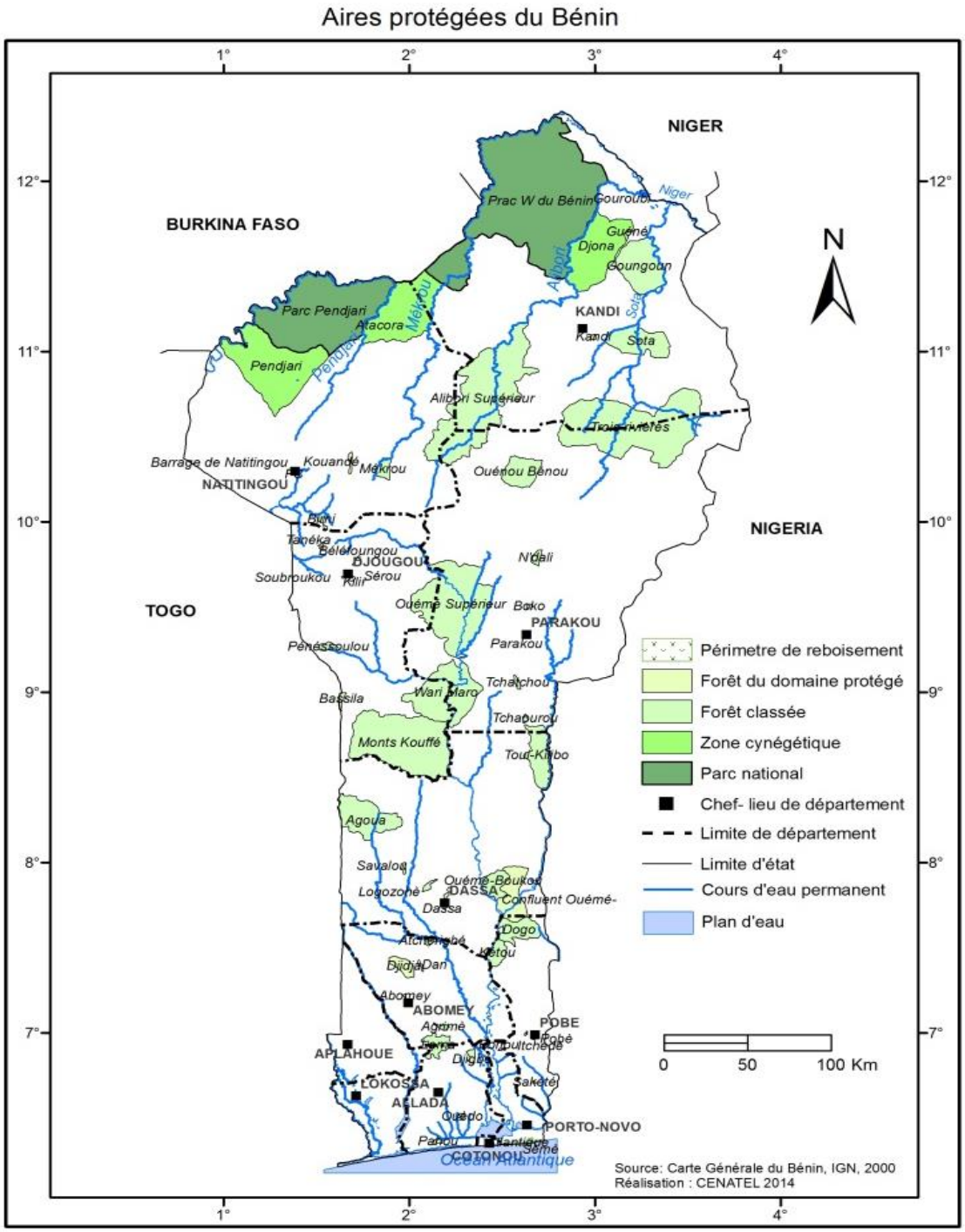


Figure 1.2 : Carte de localisation des aires protégées du Bénin (CENATEL, 2014)

✓ ***Ecosystèmes particuliers***

Les écosystèmes particuliers jouent également un important rôle en ce qui concerne la particularité des espèces floristiques et faunistiques qu'ils hébergent. Le Bénin ne dispose ni de réserve de faune ni de réserves spéciales ou sanctuaires de faune proprement dites. Cependant il a été classé comme réserves de biosphère, la Réserve de Biosphère

Transfrontalière du Delta du Mono, la Réserve de Biosphère de la basse vallée de l'Ouémé, la Réserve de biosphère de la Pendjari et Réserve de Biosphère Transfrontalière du W.

Les forêts sacrées du domaine protégé peuvent être considérées comme des aires de conservation communautaires ou privées qui jouent un rôle non négligeable dans la conservation de la biodiversité. Leurs superficies sont de petites tailles et on les rencontre à travers tout le pays. Selon UICN (2021), l'inventaire de ces forêts fait actuellement état de 3000 forêts sacrées dont 70% ont des superficies de moins d'un hectare, 18% s'étendent sur une superficie comprise entre 1 ha et 5 ha puis 12%, plus vastes. Toutefois, le pouvoir des dignitaires traditionnels et des prêtres de ces lieux sacrés a semblé baissé depuis quelques années au point où ces patrimoines forestiers sacrés subissent actuellement une dégradation inquiétante. En dehors de ces forêts sacrées, il existe d'autres espaces communautaires forestiers qui jouent un rôle écologique non négligeable dans la conservation de la biodiversité.

On dénombre également quelques écosystèmes spéciaux tels que les mangroves, les forêts marécageuses, les forêts galeries, les inselbergs qui sont d'une importance capitale pour la biodiversité. Les mangroves se retrouvent dans le phytodistrict côtier. Pour Adomou (2011), les forêts et savanes marécageuses sont des formations fragiles, boisées et/ou arborées et arbustives des milieux inondables. Elles constituent au Bénin des lambeaux de végétation des zones humides. Les forêts galeries quant à elles sont des formations fermées qui se rencontrent sur l'ensemble du territoire national et assez régulièrement réparties le long des cours d'eau permanents. Au regard de leur dégradation alarmante et tenant compte de leur fragilité, elles ont fait récemment l'objet d'une attention particulière à travers le Projet d'Appui à la Préservation et au Développement des Forêts Galeries et Cartographie numérique (PAPDGFC) mis en œuvre de 2013 à 2019.

Au Bénin, les Aires Marines Protégées n'ont pas été créé de façon formelle à ce jour. Cependant, la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Mono et le site RAMSAR 1017 contiennent dans leur partie sud (aire marine de Nazounmè ou Bouche du Roy, aire marine de Avlékété/Togbin, aire marine d'Avlékété, et lac Nokoué), une partie des écosystèmes marins qui garantit dans une moindre mesure, la conservation de ces ressources marines (DGFRN, 2014).

✓ ***Diversité floristique et faunique***

On dénombre au Bénin environ 2 807 espèces de plantes, 552 espèces de champignons, 157 espèces de mammifères, 603 espèces d'oiseaux, 103 espèces de reptiles, 221 espèces de poissons d'eau douce, 136 espèces de poissons marins et saumâtres et 51 espèces d'amphibiens (UICN, 2021). La flore du bénin compte 280 espèces menacées de disparition soit 10% de la flore totale (Adomou, 2005). Dans la forêt classée de la Lama, il a été inventorié plus de 248 espèces végétales (Emrich, 1999; Djègo & Sinsin, 2006). Dans cette même aire, ont été dénombré, 7 espèces de primate, 171 espèces d'oiseaux et 12 espèces de petits mammifères ont été dénombrées (Emrich, 1999; Nicolás-Ávila *et al*., 2020). Les forêts classées des Monts Kouffé et de Wari-Mari comptent plus de 584 espèces végétales (Adomou *et al.*, 2007; Yaoitcha *et al*., 2016). Il y a été inventorié plus 227 espèces d'oiseaux (Agassounon *et al*., 2011). Les Monts Atacora, quant à eux, abritent 835 espèces végétales appartenant à 454 genres, 105 familles dont 55 espèces spéciales méritant à une attention particulière pour la conservation (Djidohokpin, 2019).

Dans les parcs nationaux, la diversité faunique est importante. En effet, 378 espèces d'oiseaux, 73 espèces de mammifères, 150 espèces de reptiles et amphibiens ont été évoquées par les études de PAPE (2014), Nago *et al*. (2016) et (UICN, 2012) dans le parc W. Cependant la diversité floristique est également considérable. Dans la Lac Nokoué par exemple (Site RAMSAR 1018), les rapports de UICN-PAPACO (2009) et de la FAO (2018) mentionnent un dénombrement de 51 espèces de poissons, 127 espèces d'oiseaux migratrices et locales.

1.3. Pressions sur biodiversité dans le monde et au Bénin

La conservation de la biodiversité a été depuis la conférence de Rio 1992 un défi majeur au niveau mondial. Cela a suscité un engouement de la communauté scientifique sur le sujet dans le but de développer des stratégies de gestion durable. Malgré ces études, la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques de l'Organisation des Nations Unies (ONU) (IPBES, 2019), rapporte qu'environ un million d'espèces animales et végétales sur les 8 millions estimées sur terre seraient menacées d'extinction. Plusieurs facteurs ont été soulignés comme étant la cause de cette perte alarmante. Il s'agit de la dégradation des habitats naturels, la surexploitation de ressources, la prolifération des espèces envahissantes, les changements climatiques, la croissance démographique et la pauvreté (Teka *et al*., 2013; Temgoua *et al*., 2018; Biaou *et al*., 2019; Ahononga *et al.*, 2020; FAO et UNEP, 2020). Cependant, les services et biens que la biodiversité offre pour le

maintien de la subsistance des humains sont extrêmement importants que sa conservation nécessite des actions et mesures au niveau local, régional et mondial. Le Centre de surveillance de la conservation de la nature (UNEP-WCMC, 2018) rapporte sur l'état de la biodiversité en Afrique et mentionne que ce continent regorge environ un quart de la biodiversité mondiale comportant les ensembles d'écosystèmes de grands mammifères les mieux préservés. En outre, ces espèces et ces écosystèmes apportent du fait de leur diversité, de nombreux services directs et indirects à l'humanité (Gouwakinnou *et al*., 2019; Adeyemi *et al*., 2020; Ahononga *et al*., 2020). La valeur des biens et services qu'offre la biodiversité permet de mieux comprendre à quel point il est important de la préserver.

De façon générale, la biodiversité en Afrique subit un déclin, avec plus de 3 millions d'hectares d'habitats naturels détruits chaque année (UNEP-WCMC, 2016). Au nombre des espèces menacées d'extinction en Afrique sur la liste rouge de l'UICN, on compte 3 148 espèces de plantes et 6 419 animaux (UICN, 2014). Les aires protégées d'Afrique se dégradent de plus en plus sous l'effet des pressions anthropiques. La chasse, l'exploitation forestière et la destruction des forêts à des fins commerciales menacent fortement la préservation de plusieurs aires protégées en Afrique (Mengue-Medou, 2002). Cette dégradation est plus accentuée en Afrique subsaharienne où la situation semble négligée, car la tendance de perte des surfaces forestières est masquée par le taux de régression des forêts tropicales estimé à 1% de 1990 à 2015 (FAO, 2018). En réalité, la superficie des écosystèmes forestiers de l'Afrique subsaharienne est passée de 30,6 % à 27,1 % entre 1990 et 2015 (FAO, 2018) soit un taux de régression de 3,5 %.

Le Bénin dispose d'une grande diversité d'habitats naturels sur la base de la variabilité des caractéristiques climatiques (Adomou, 2005). Actuellement cette diversité n'est essentiellement conservée que dans les aires protégées et forêts sacrées. Cependant, le Bénin a perdu une surface forestière moyenne de 60 mille ha soit 1,04% par an entre 1990 et 2010 bien qu'il ait une végétation dominée des forêts dont deux réserves de chasse, des aires de protection et classées (Guidigan *et al*., 2019) ; ce qui a provoqué les principaux changements dans le paysage forestier Ahononga *et al*. (2020). Les études de ces derniers auteurs ont également confirmé la prise d'assaut de plus en plus des aires protégées pour la production agricole. Dans le même sens Teka *et al*. (2013) ont également montré la progression des activités agricoles vers la réserve de biosphère de W avec une forte dégradation des écosystèmes environnants. Biaou *et al*. (2019) dans des études effectuées dans la forêt classée de Ouénou-Bénou au nord du Bénin a également décelé un taux annuel de déforestation estimé à 1,7% de 1990 à 2000.

Les récentes étude sur la dynamique d'occupation des sols au Bénin entre 2005 et 2015 montre que les formations forestières naturelles ont perdu 16 860 km² tandis que les plantations ont connu un gain de 1 810 km² et les formations non forestières, une augmentation des 15 060 km² (Ahononga *et al*., 2021). Il en résulte pour cette même période un taux de déforestation d'environ 1,51 % l'an au Bénin avec une dégradation presque équivalente ; donc une nette régression de formation naturelle, gage de la conservation de la biodiversité. La solution mise en œuvre par les institutions en charges de la gestion des forêts qui constituent à reboiser les espaces dégradés (par des espèces monospécifiques) masque la question de la biodiversité.

La destruction de ces forêts (habitat de la faune) a de conséquence directe sur la survie de la faune. En dehors de la destruction de son habitat, le braconnage constitue l'autre moteur qui affecte sa diversité. Pour Sogbohossou et Kassa (2016), la chasse et le commerce des produits issus de celle-ci sont les leviers des fortes pressions exercées sur les espèces de la faune au Bénin. Dans bien des cas, les prélèvements de la faune autour des aires protégées ne sont pas réglementaires et alimentent les réseaux de commercialisation de viande et de trophées ; les mammifères étant les espèces les plus touchés (Chabi-Boni *et al*., 2018).

Selon un rapport sur la Diversité Biologique au Bénin (MCVDD, 2019), les pressions humaines exercées sur les aires protégées au Bénin et particulièrement sur les forêts classées sont très énormes. Ce rapport souligne que les pressions anthropiques sont exercées en moyenne à 90% sur environ 95% des forêts classées sauf la forêt classée des Monts-Kouffé où elle est d'environ 21%. Le statut juridique des aires protégées (classement) n'a pu donc permettre de les conserver convenablement. Par contre, les parcs nationaux précédemment sous gestion du CENAGREF et les forêts classées sous gestion de l'ONAB sont dans des états de conservation favorables.

1.4. Méthodes d'analyse de l'état des aires protégées pour une gestion durable

Les changements environnementaux et la fragmentation de l'habitat des espèces sauvages résultant des activités humaines sont les causes majeures de la perte de la biodiversité mettant en péril la fonction des aires protégées (Pereira *et al*., 2010; Monzón *et al*., 2011; Cao *et al*., 2015). Ainsi pour mesurer l'état de conservation et évaluer sa durabilité, les spécialistes utilisent l'évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées comme méthode pour comprendre la mesure dans laquelle une aire protégée est bien gérée (Hockings *et al*., 2008). Cette nécessité d'efficacité a été soulignée dans les accords internationaux fixés en 2010 dans

le cadre de la Convention pour la Diversité Biologique par le biais des objectifs d'Aichi. Les méthodes d'évaluation sont encore relativement peu avancées et cette question suscite toutefois un intérêt croissant. Par ailleurs, d'importants efforts ont été réalisés à cet égard depuis quelques années (Mengue-Medou, 2002). Parmi les méthodes les plus utilisées, on a la méthodologie Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM), le METT (Management Effectiveness Tracking Tool) et la boîte à outils EoH (Enhancing our Heritage) de l'UNESCO (Stoll-Kleemann, 2010; Ayivor *et al.*, 2020). L'évaluation des aires protégées peut être faite du point de vue protection de la diversité biologique, de la capacité institutionnelle, des impacts sociaux et du statut juridique. La plupart des initiatives africaines prises jusqu'à présent portent principalement sur l'efficacité de la conservation de la diversité biologique dans les aires protégées. Dans une aire protégée pouvant contenir des milliers ou des dizaines de milliers d'espèces, il est extrêmement difficile de les inventorier et d'évaluer l'évolution de leur situation (Mengue-Medou, 2002). Dans ce sens, de travaux considérables restent à faire pour mettre en œuvre des méthodes efficaces de suivi. Ainsi un effort important incluant des facteurs institutionnels, quantitatifs, biologiques et sociaux a été entrepris par la Commission mondiale de l'UICN. Dans ce contexte cinq points ou outils ont été définis pour une évaluation efficace des aires protégées. Il s'agit de (1) l'évaluation de la conception, pour examiner la planification ou la conception d'un réseau d'aires protégées, en particulier ses carences éventuelles, son adaptation aux objectifs prévus et sa représentativité; (2) L'évaluation des intrants, pour déterminer si les ressources (fonds, personnel, équipement et infrastructure) utilisées pour gérer la ou les aires protégées sont adéquates et comment elles sont réparties; (3) l'évaluation du processus, pour examiner les normes du système de gestion ainsi que les processus et les fonctions utilisés pour l'administration de l'aire protégée; (4) L'évaluation des extrants, pour déterminer dans quelle mesure les plans ainsi que les objectifs ou les normes prévus ont été atteints ou respectés; (5) L'évaluation des résultats, pour déterminer dans quelle mesure les objectifs de la gestion sont atteints. La télédétection est aussi largement utilisée dans les études s'intéressant à l'efficacité des aires protégées dans la réduction des pressions anthropiques en cartographiant l'évolution de l'utilisation des terres. C'est dans ce sens que Joppa et Pfaff (2011) ont pu montrer que 75% des pays voyaient leur taux de conversion d'habitats naturels réduit dans les aires protégées entre 2000 et 2005. L'indice d'empreinte écologique, regroupant des données satellites d'utilisation des sols, de densité humaine, et des infrastructures de transport (Venter *et al.*, 2016), peut également être utilisé pour suivre l'évolution des pressions humaines dans les aires protégées. Collins *et al.* (2018) ont ainsi

montré que l'empreinte écologique était plus faible dans les aires protégées tandis que 32,8% de la surface protégée terrestre était sous une empreinte écologique intense. Connaissance écologique locales et études ethnobotanique comme méthode d'étude et de conservation de la Biodiversité.

La dégradation et la vulnérabilité des écosystèmes et des espèces dues aux changements climatiques et pressions anthropiques sont de plus en plus perceptibles et contribue à la perte des ressources indigènes (Ayena *et al*., 2016; Agbo *et al.*, 2017; Tepley *et al.*, 2017; Fandohan *et al.*, 2017; Santos *et al*., 2021). Comprendre les connaissances locales et usages botaniques des espèces exploitées par les communautés locales est nécessaire non seulement pour connaitre leur usage (Avocèvou-Ayisso *et al*., 2009; Kébenzikato *et al*., 2015; Nascimento *et al*., 2016; Fandohan *et al*., 2017), mais aussi pour comprendre l'ampleur des pressions anthropiques sur les écosystèmes, les espèces et leur distribution aux fins d'établir des stratégies de gestion et d'utilisation durables desdites espèces (Sagna *et al*., 2014; Atakpama *et al.*, 2015; Soulama *et al*., 2015; Abdou *et al*., 2019). Les études ethnobotaniques ont révélé que les connaissances locales et endogènes des populations sont très importantes dans la conservation de la diversité biologique des ressources. De ce fait l'intégration de l'évaluation des valeurs et connaissances botaniques est très cruciale dans les stratégies de conservation et de gestion durables des espèces vulnérables (Luoga *et al*., 2000; Gouwakinnou *et al.*, 2019). Dans les pays en développement, les connaissances des valeurs botaniques des espèces facilitent le développement de stratégies de gestion durable basée sur la gestion communautaire ou les gestions participatives incluant et conservateur et population (Mehta et Kellert, 1998). En effet, il a été établi que dans certains cas, les incitations locales peuvent être plus efficaces que les politiques nationales pour soutenir les politiques de gestion et de conservation des ressources en vue de limiter la surexploitation des ressources (Lacuna-Richman, 2002).

1.5. Diversité floristique et structure des formations végétales comme outils d'évaluation de la Biodiversité

Une des caractéristiques remarquables des forêts tropicales est leur très grande diversité biologique. La complexité des forêts est fortement liée à leur richesse spécifique qui est calculée par la méthode de raréfaction de Hurlbert (1971). En effet, les nombreuses interactions entre les composantes des écosystèmes tels que la flore, la faune, le sol, l'atmosphère, et les microorganismes permettent de caractériser et d'évaluer la grande pauvreté ou non en biodiversité des forêts et écosystèmes protégés. Par ailleurs pour évaluer l'équilibre des

écosystèmes, la diversité des forêts est utilisée comme outils pour comprendre et caractériser l'état de maturité et de stabilité des peuplements (Sokpon et Biaou, 2002; Bhuyan *et al*., 2003; Ganglo et de Foucault, 2005; Yehouenou Tessi *et al*., 2013; Baker *et al*., 2016). Ainsi, plusieurs études évaluent l'intensité des perturbations sur la diversité et la structure des formations forestières (Sokpon et Biaou, 2002; Sinsin *et al*., 2004; Jurish *et al*., 2012; Mensah *et al.*, 2014) pour comprendre les relations entre la structure des formations, leur richesse spécifique et l'effet de perturbation (Bouchon, 1979; Lilian *et al*., 2003; Fandohan *et al*., 2008; Dibloni *et al*., 2012; Atakpama, 2014; Aleza *et al*., 2015; Dicko *et al*., 2016; Jiagho *et al*., 2016). En effet à travers ces études, on comprend clairement l'hypothèse de la perturbation intermédiaire qui stipule que le plus haut degré de diversité est atteint lorsque les écosystèmes sont sous un régime de perturbation d'intensité ou de fréquence moyenne Grime (1973). La distribution en cloche observée généralement est une forme de distribution qui permet de comprendre clairement cette hypothèse de perturbation intermédiaire. La richesse spécifique et la structure des formations naturelles peuvent être contrôlées par des variabilités liées à la mortalité, au recrutement et à l'immigration. En effet le mécanisme favorisant la coexistence des espèces est la limitation par le recrutement de nouveaux individus. De ce fait, les conservateurs évaluent la richesse des formations par les mécanismes de dispersion. Toutefois, la richesse spécifique comme indice d'évaluation de l'état des formations naturelles peut être décomposée en différentes variantes qui peuvent être additionnées. Ainsi cette décomposition additive permet entre autres de séparer les facteurs (facteurs environnementaux, les perturbations ou l'évolution, et les limitations de recrutement) susceptibles d'influencer la diversité locale d'une formation. En outre, la structure des formations permet de prédire la régénération (Bouchon, 1979; Nacoulma *et al*., 2011; Atakpama, 2014; Aleza *et al*., 2015; Soulama *et al*., 2015). Les structures diamétriques, par exemple, expliquent le comportement dynamique d'une espèce et peuvent être interprétées comme une expression du tempérament de l'espèce, de l'équilibre d'une population et pour l'élaboration efficace de plans d'aménagement et de gestion des ressources naturelles. Selon Rollet (1974), une structure de type exponentielle décroissante caractérise les espèces tolérantes alors qu'une structure en cloche caractérise les essences héliophiles (non-tolérantes). Ces structures doivent être cependant interprétées avec précaution, car elles peuvent être le reflet d'un fonctionnement local de l'espèce sous l'influence de caractéristiques édaphiques particulières ou des systèmes d'aménagement (Schwartz *et al*., 2006; Gaoue et Ticktin, 2007).

1.6. Etat de la faune et méthode d'évaluation de sa diversité

La chasse est une activité qui consiste à prélever les espèces de gibiers par divers moyens à des fins diverses (Chabi-Boni *et al*., 2019). Les populations locales prélèvent la faune sauvage pour la subsistance, le commerce, pour les pratiques médicinales et pour des usages traditionnels. Cependant, l'intensité de la chasse a atteint des niveaux insoutenables dans la plupart des régions tropicales, ce qui représente la menace la plus pressante pour les populations de gibier, de mammifères, après la perte d'habitat (Maxwell *et al*., 2016; Ripple *et al*., 2016). Les études évaluant l'abondance des mammifères gibiers sous divers niveau d'intensité de chasse ont montré des déclins de 83% en moyenne (Wilkie *et al*., 2011). Les grandes espèces animales ont tendance à présenter un risque plus élevé d'extinction locale due à la chasse excessive que les animaux de petite taille, en raison d'une combinaison de caractéristiques biologiques particulières, de traits comportementaux et des facteurs environnementaux externes (c'est-à-dire une aire de répartition géographique limitée) (Fa et Brown, 2009). Les grands mammifères des forêts tropicales existent donc naturellement à des densités relativement faibles (Arita *et al.*, 1990), ce qui les rend particulièrement vulnérables à la surchasse, même à des niveaux d'intensité de chasse modérés ou faibles (Wilkie *et al*., 2011).

Les aires protégées sont depuis longtemps reconnues comme d'importants refuges pour la biodiversité. Elles peuvent servir de barrière clé pour lutter contre les extinctions locales provoquées par la chasse excessive (Le Saout *et al.*, 2013), mais sont également reconnues pour leur capacité à fonctionner comme une réserve pouvant répondre aux besoins continus des chasseurs de subsistance (Bennett et Robinson, 2000). A cet effet plusieurs études conduites pour évaluer la diversité, ont pour la plupart adopté des enquêtes ethno zoologique auprès de la population locale (source de protéine animale) et au niveau des marchés de vente de viande sauvage (Codjia et Assogbadjo, 2004; Ndiaye *et al*., 2018; Chabi-Boni *et al*., 2019). Cette méthode permet d'avoir une idée de la diversité et de la disponibilité des espèces de faunes dans les réserves forestières. L'étude de Hallett *et al.*, (2019) ont combinées les enquêtes au niveau des ménages et les discussions de groupe ainsi que des ateliers communautaires et les données de camera piège pour examiner et quantifier le niveau d'impact de la chasse sur l'abondance relative des espèces de gibier. Au Bénin les études de Chabi-Boni *et al*. (2019) dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari et dans la forêt classée des trois rivières a utilisé les guides de Kingdon (1997) et les chasseurs qui ont participé à la chasse villageoise pour le suivi et le comptage quotidien des espèces prélevées. Codjia et Assogbadjo (2004) ont également estimé l'abondance de la faune mammalienne, mais simplement d'une évaluation qualitative

pour mettre en exergue la diversité spécifique des mammifères au niveau de la forêt classée de la Lama au Bénin et confirme en même temps la présence effective des espèces de mammifères indiquées par les populations durant leurs enquêtes de consommation alimentaire dans la même forêt. L'évaluation des ressources animales en milieu naturel a été ainsi effectuée par ces auteurs pour le noyau central en suivant la méthode du « Line Transect ». Koffi *et al*. (2018) ont mené une enquête auprès des planteurs de cacaoyer de la zone de contact forêt-savane au centre de la Côte d'Ivoire pour avoir une idée générale sur les mammifères existants dans la région d'une part et d'autre part, ont effectué des prospections pédestres dans les plantations pour vérifier les informations recueillies lors de l'enquête. Au Sénégal Ndiaye *et al.* (2018) ont associé des enquêtes auprès des populations locales aux prospections suivant les méthodes conventionnelles des transects de reconnaissance et des piégeages photographiques pour mettre en évidence la présence de 16 espèces de grands mammifères sauvages dans la zone non protégée de Diaguiri.

CHAPITRE 2 :
Dynamique spatio-temporelle et vulnérabilité des unités d'occupation du sol de la Forêt Classée de Pénéssoulou de 1995 à 2015

Publié sous la forme :

Léonce Ogougbé Sourou Nounagnon DOSSA, Gbèwonmèdéa Hospice DASSOU, Aristide Cossi ADOMOU, Fiacre Codjo AHONONGA, Sévérin BIAOU, 2021. Dynamique spatio-temporelle et vulnérabilité des unités d'occupation du sol de la Forêt Classée de Pénéssoulou de 1995 à 2015 (Bénin, Afrique de l'Ouest). Revue Africaine et Malgache de recherche Scientifique. Science de la Vie, de la Terre et Agronomie. Volume 09 Num 02-2021. ISSN 2424-7235. Pp 55-63.

2. Dynamique spatio-temporelle et vulnérabilité des unités d'occupation du sol de la Forêt Classée de Pénéssoulou de 1995 à 2015 (Bénin, Afrique de l'Ouest)

Résumé

Les modes d'utilisation des terres sont décisifs pour la conservation de la biodiversité et du développement durable. Au Bénin, les aires protégées sont pour la plupart dotées de plan d'aménagement pour leurs gestions durables et pour satisfaire les besoins de la population locale. Cependant, la plupart de ces aires protégées sont dans un état de dégradation poussée, dû à diverses formes d'occupations non conformes aux objectifs des plans élaborés. Au nombre de ces aires, la Forêt Classée de Pénéssoulou qui, de par ses caractéristiques écologiques, mérite d'être étudié. La présente étude vise donc à analyser la dynamique et la vulnérabilité des unités d'occupation des terres de la Forêt Classée de Pénéssoulou de 1995 à 2005 et de 2005 à 2015. Elle a été réalisée à travers une interprétation visuelle des images SPOT renforcée par le contrôle terrain permettant ainsi de ressortir les changements intervenus dans la couverture forestière au cours des deux périodes d'étude (1995 à 2005) et (de 2005 à 2015). Pendant la période 1995-2005, les observations réalisées révèlent une régression des champs cultivés, des jachères et des savanes arborées et arbustives au profit des plantations ou des formations forestières plus denses. Dans la même période, le taux annuel d'amélioration (4,67%) est plus élevé alors que les taux de dégradation (0,25%/an) et de reconstitution (0,05%/an) sont faibles. Au cours de la décennie 2005-2015, on note plutôt une tendance alarmante avec l'accroissement des cultures et des jachères. Cette période est marquée par un taux d'amélioration (de 0,39%/an), un taux de dégradation évoluant de 0,25% à 3,79%/an et une déforestation estimée à 0,01%/an. Il ressort de cette étude que la politique forestière doit être repensée, en vue d'une meilleure protection et d'une restauration de la forêt.

Mots clés : Occupation du sol ; dégradation ; déforestation ; vulnérabilité ; Forêt classée de Pénéssoulou.

2. Spatio-temporal dynamics and vulnerability of land use units of the Pénéssoulou Forest reserve from 1995 to 2015 (Benin, West Africa)

Abstract

Land use patterns are crucial for biodiversity conservation and sustainable development. In Benin, most protected areas have management plans for their sustainable management and to meet the needs of the local population. However, most of the reserved forests are in a state of deep degradation, due to various forms of occupation not in accordance with the objectives of the plans drawn up. Among these areas, Pénéssoulou Forest Reserve because of its ecological characteristics deserves to be studied. The present study therefore aims to analyze the land use units dynamics and vulnerability in Pénéssoulou Forest Reserve from 1995 to 2005 and from 2005 to 2015. It was carried out through a visual interpretation of SPOT image reinforced by field monitoring which made it possible to highlight the changes in forest cover for the two periods studied (from 1995 to 2005) and (from 2005 to 2015). The results reveal that field fallow lands and shrub-tree savannas regressed while plantations or denser forest formations took over from 1995 to 2005. In the same period, the annual rate of recovering (4.67%) was high while the rate of degradation (0.25%/year) and replenishment (0.05%/ year) were low. During the decade 2005-2015, there had been an alarming trend with the increase in crop land and fallows. This period showed an improvement in the covering rate (0.39%/year), the degradation rate having been increased from 0.25% to 3.79%/year and the deforestation rate having been estimated to 0.01%/year. This study shows that forest policy must be rethought, in order to improve the protection and the restoration of the forest.

Keywords: Land use; degradation; deforestation; vulnerability; Pénéssoulou forest reserve.

2.1. Introduction

Les écosystèmes forestiers tropicaux constituent un immense réservoir de biodiversité (FAO & PNUE, 2020) qui comble de nombreux besoins de base de la population locale (Brondizio *et al*., 2019; Gouwakinnou *et al*., 2019; Schipper *et al*., 2020; Yue *et al*., 2020). Cette biodiversité est dans un processus d'effondrement via des pressions anthropiques (Correa Ayram *et al*., 2016; Haddad *et al*., 2015) ; ce qui déséquilibre la fonction écologique des forêts et qui participe au changement climatique (Schwartz *et al*., 2017). Cette situation prévaut dans le monde qui connait une augmentation galopante de la population humaine ainsi que l'expansion des terres pour l'agriculture (Chidumayo et Marunda, 2010). Le changement d'occupation du sol et l'utilisation des terres qui se pratiquent en ignorant les principes d'aménagement forestier durable induisent la fragmentation des forêts (Bogaert *et al*., 2011; Haddad *et al.*, 2015; Kouagou *et al*., 2019). Cette fragmentation des forêts modifie la configuration du paysage et participe à la perte de la diversité des plantes (Zhang *et al*., 2014; Kouagou *et al*., 2019). En effet, au-delà de ses conséquences sur la structuration du paysage, les perturbations naturelles et anthropiques sont largement connues comme étant le moteur de réduction du couvert forestier et de la diversité des espèces dans une communauté végétale (Shrestha *et al*., 2013). C'est dans ce sens que plusieurs études ont mis en évidence la réduction du couvert végétal en utilisant les images satellitaires (Hassan *et al*., 2016; Iwuji *et al*., 2017; Mamane *et al*., 2018; Temgoua *et al*., 2018; Biaou *et al*., 2019; Sikuzani *et al*., 2020). Pour ces auteurs, les écosystèmes forestiers naturels ont régressé au profit des œuvres anthropiques, notamment les champs et les habitations. Dans le même courant, la (FAO et PNUE, 2020) dans leur rapport annuel ont montré que pendant la période 2010-2020, le couvert forestier a perdu une superficie de 4,74 millions d'hectares par an dont la part de l'Afrique dans la même période est la plus importante (3,94 millions d'hectares par an, soit 83,12% du taux annuel) (FAO et PNUE, 2020).

A l'instar des pays africains, les écosystèmes forestiers du Bénin sont soumis à des pressions anthropiques et climatiques de plus en plus prononcées (Amagnide *et al*., 2015; Arouna *et al*., 2016; Biaou *et al*., 2019). L'économie du pays étant basée sur le secteur primaire selon l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (RGPH-4, 2016), les forêts subissent par conséquent un changement qui conduit à la perte des formations forestières naturelles. Au-delà des champs et des jachères qui contribuent à la régression de la surface des aires protégées, lesquelles font également l'objet d'exploitation forestière illégale (Adjonou *et al*., 2010; Sanon *et al*., 2019) et d'occupation à but pastoral (Amahowe *et al*., 2018). Aussi, la

variabilité climatique en cours n'est-elle pas sans conséquence sur la dynamique de ces écosystèmes forestiers. Selon Biaou *et al.* (2019) et Imorou *et al.* (2019), l'ampleur des pressions anthropiques affecte les aires dédiées à la conservation de la biodiversité.

Parmi les forêts subissant les pressions anthropiques, figure la forêt classée de Pénéssoulou (FCP) qui est située en zone guinéo-soudanienne. Pénéssoulou est une région nettement plus humide et aux caractéristiques très proches de celles des régions humides du sud-Bénin tant du point de vue du climat que de la végétation.

Malheureusement, entourée par quatre grands villages dont l'activité principale est l'agriculture, la FCP est sujette à une importante pression anthropique. Afin d'inverser la tendance, cette forêt a bénéficié de l'élaboration d'un premier plan d'aménagement participatif en 1998 pour une période de dix ans. Ce plan a été élaboré avec l'appui du Projet de Restauration des Ressources Forestières dans la région de Bassila (PRRF). La mise en œuvre de ce plan d'aménagement a été effective jusqu'en 2004. Des actions d'aménagement limitées se sont poursuivies jusqu'en 2013 où la gestion de la FCP a été ensuite confiée à l'Office National du Bois (ONAB) qui a relancé le processus de gestion durable des ressources de la forêt.

Dans de pareils contextes de difficulté d'ancrage institutionnel, de pression anthropique et de particularité climatique, une analyse historique de la dynamique de l'occupation du sol permettra d'évaluer le niveau de conservation ou la mise en œuvre du plan d'aménagement du patrimoine forestier. Ceci constitue une priorité pour la réussite de la mise en place des stratégies efficaces de conservation de la diversité biologique ainsi que des actions qui maintiendraient ou établiraient un équilibre dans l'écosystème forestier. Assurément, le maintien de la biodiversité nécessite la compréhension de la dynamique de l'utilisation des terres pour mieux instaurer des stratégies de restauration des écosystèmes dégradés. La plupart des travaux effectués sur les changements d'occupation des sols, notamment la classification de la végétation par le traitement d'images satellitaires (Mama *et al*., 2015; Mamane *et al.*, 2018; Temgoua *et al*., 2018; Biaou *et al.*, 2019; Mawenda et Watanabe, 2020) ont fait ressortir l'importance de ces mesures et ont dégagé les stratégies convenables pour la reconstitution des formations dégradées. Ces études mettent en évidence une tendance généralisée des changements dans la composition du paysage. Le niveau de vulnérabilité des unités d'occupation du sol doit être élucidé, pour orienter des stratégies ciblées de préservation. Cette étude vise à analyser la dynamique de l'occupation du sol de la FCP. De façon spécifique, il s'agit de :

- produire des cartes d'occupations des terres pour servir d'outils d'aide à la prise de décision
- analyser la dynamique l'état du couvert végétal et la dynamique entre les années 1995, 2005 et 2015 ;
- analyser les motifs de vulnérabilités des unités d'occupation

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Milieu d'étude

Cette étude s'est focalisée sur la forêt classée de Pénéssoulou (5.559 ha) située au centre-Bénin entre 9°14' et 9°19' de latitude Nord et entre 1°30' et 1°38' de longitude Est (Figure 2.1), dans la commune de Bassila (Département de la Donga). Elle se situe dans la zone de transition guinéo-soudanienne et dans le district phytogéographique de Bassila qui est essentiellement constitué de forêts denses semi-décidues, de savanes boisées et de forêts ripicoles (Adomou, 2005). Ce district, nettement plus humide (1100 à 1300 mm de pluie) que ceux environnants, a des caractéristiques très proches de celles des régions humides du sud-Bénin, tant du point de vue du climat que de la végétation (Adomou, 2005). Le climat est caractérisé par deux saisons qui s'alternent entre une saison de pluie couvrant la période de la mi-avril à la mi-octobre et une saison sèche s'étalant de la mi-octobre à la mi-avril. Les sols sont en majorité de types ferrugineux tropicaux. Mais on y rencontre aussi des sols hydromorphes dans les dépressions et des sols ferralitiques par endroits. Pour la reconstitution du couvert végétal, les projets et les autres structures de gestion ont installé des plantations forestières de *Tectona grandis*, de *Gmelina arborea* et de *Anacardium occidentale.*

La plupart des grands mammifères ont disparu de la région, du fait de la chasse illégale qui est pratiquée en toute période de l'année. La région est occupée par une multitude de groupes ethniques notamment les Anii, les Nagot, les Kotokoli, les Peulhs, les Otammari et les Lokpa. Les zones riveraines de la réserve forestière sont caractérisées par la prédominance d'exploitations agricoles. L'agriculture la principale activité des populations est de type extensif avec une dominance des cultures de l'igname et du coton.

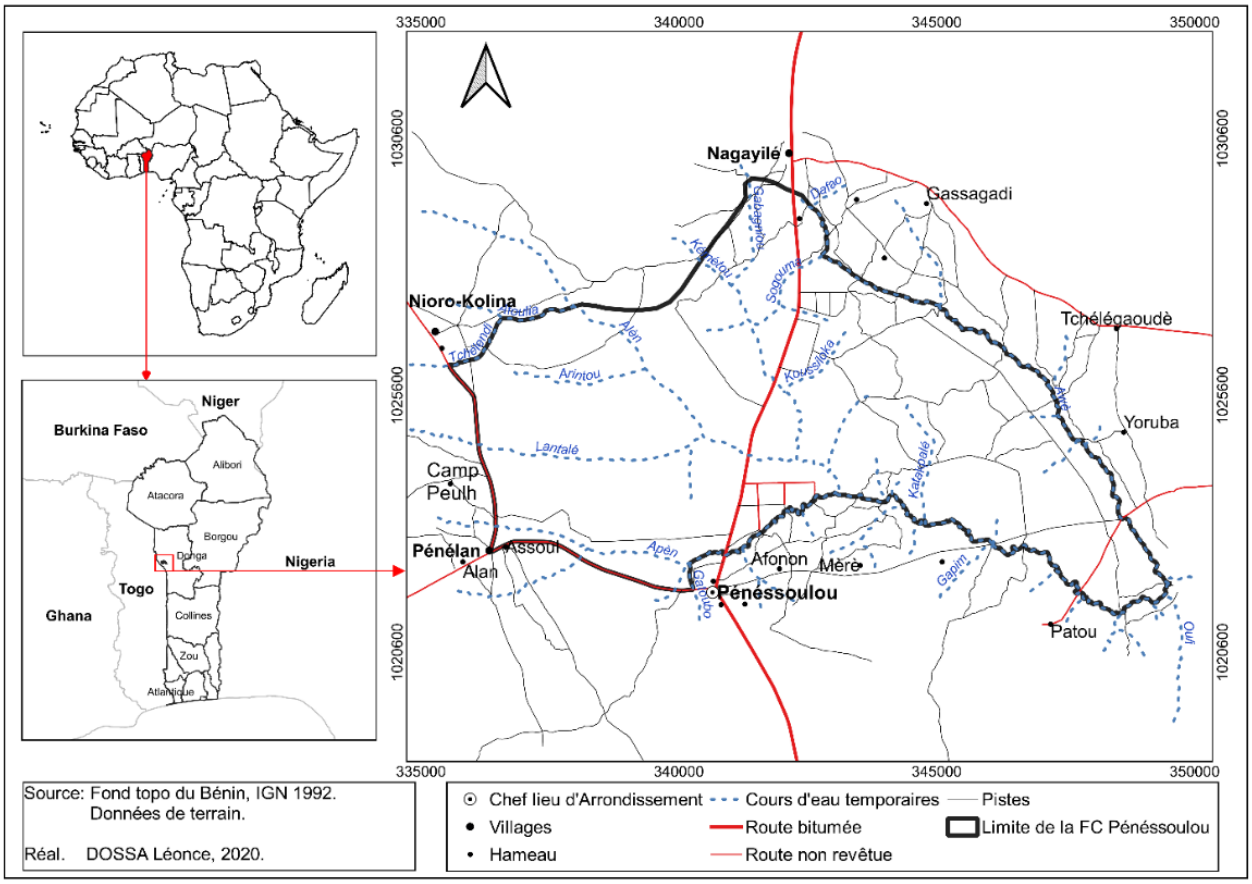


Figure 2.1 : Situation géographique de la forêt classée de Pénéssoulou

2.2.2. Collecte de données

Les données essentielles utilisées sont constituées d'images et de données auxiliaires. Les images satellitaires SPOT (Pivot 1995, 2005 et 2015), couvrant la forêt classée (Tableau 1), sont celles acquises auprès du Projet d'Observation Spatiale des Forêts d'Afrique Centrale et de l'Ouest (OSFACO) (www.osfaco.org). Les images satellites réalisées en saison sèche ont été retenues non seulement pour des raisons de disponibilité car la couverture nuageuse ne permet pas de faire la discrimination des unités d'occupation du sol. Les données auxiliaires sont constituées des cartes topographiques du Bénin (1/50000e), du réseau routier, du réseau hydrographique et de délimitation des forêts classées. Une mission de contrôle-terrain a été effectuée de Novembre à Décembre 2019 dans les différentes unités d'occupation du sol aux fins de vérification terrain. Elle a porté sur 150 points qui ont été enregistrés avec le GPS Garmin 78. Le logiciel Google Earth Pro a été utilisé pour faciliter la discrimination et l'interprétation visuelle des unités d'occupation du sol des images.

Tableau 2.1 : Description des données satellitaires utilisées

Année	Images	Résolution spatiale
1995	SPOT3-HRVIR1-XS_19950203-102931-404_L1C_062-332-0_D_V1-0_PYR_ALL	20 m
	SPOT3-HRVIR1-XS_19951208-102456-076_L1C_061-331-0_D_V1-0_PYR_ALL	20 m
2005	SPOT4-HRVIR1-XS_20050421-101525-330_L1C_062-331-0_D_V1-0_PYR_ALL	20 m
	SPOT4-HRVIR1-XS_20051216-101744-473_L1C_062-332-0_D_V1-0_PYR_ALL	20 m
2015	IMG_SPOT6_MS_201512090957539_SEN_1948944101_ORT_20170322	6 m

2.2.3. Traitement des images satellitaires

Pour le pré-traitement, toutes les images avaient déjà fait l'objet de corrections radiométrique et géométrique par le fournisseur, dans le référentiel UTM-31 WGS-84 Nord. Pour homogénéiser la taille de pixels à 6 m de résolution, un ré-échantillonnage a été appliqué avant l'acquisition des images. Ces opérations ont été réalisées afin d'augmenter la lisibilité des images, de faciliter leur interprétation et pour permettre l'assemblages d'images d'une même région (Biaou *et al*., 2019; Ahononga *et al*., 2020). Les outils d'extraction et de mosaïque (ou d'assembalge) des images ont été appliqués avec le logiciel QGIS, extension layer stacking tools.

L'interprétation visuelle a été effectuée grâce à l'approche de la photo-interprétation des images sous le logiciel QGIS remote sensing. Pour faciliter les extractions et la stratification homogène des unités d'occupation du sol, une composition colorée fausse couleur associant le canal 3 pour l'infrarouge, le 2 pour le rouge et le canal 1 pour le vert, au système d'affichage Rouge, Vert et Bleu, a été appliquée (Figure 2.2). La composition colorée et les points de contrôle-terrain et le fond d'image Google Earth ont servi de base pour l'interprétation des images de 2015. La limitation des unités d'occupation a été facilitée par la signature spectrale des principaux objets terrestres (couleur, ton, structure, texture, forme et localisation). Les images de 2005 ont été ensuite interprétées en se servant de celle de 2015 et du fond d'image d'archive de Google Earth de l'année 2005. Les images de 1995 ont été interprétées sur la base de celles de 2005 et du fond d'image d'archive de Google Earth de l'année 1995.

La validation des images interprétées a nécessité un contrôle-terrain. Cette opération a consisté à collecter les données sur des unités thématiques à interpréter. Les zones à vérifier ont été

identifiées sur les images à l'aide de leurs coordonnées géographiques enregistrées dans le GPS (150 points). Les coordonnées intégrées ont servi après vérification des éléments non précis, à apporter des corrections actualisant la toponymie (Ahononga *et al.*, 2020). Cette opération de vérification ne concerne que l'interprétation des images de 2015. A cet effet, un échantillon de 150 points collectés dans les différentes unités d'occupation des terres ont permis d'évaluer la précision globale et de calculer le coefficient de Kappa suite à la réalisation de la matrice de confusion. Ce contrôle-terrain a été effectué pendant la période comprise entre novembre et décembre 2019. En ce qui concerne celles de 2005 et de 1995, elles ont été validées grâce sur la base des images archives de Google Earth. Pour affiner l'interprétation des images, les observations et les suggestions des populations et des personnes ressources ont été prises en compte. Les différentes unités d'occupation du sol ont été définies et cartographiées conformément à la nomenclature du Projet OSFACO, décrite par (Ahononga *et al.*, 2021).

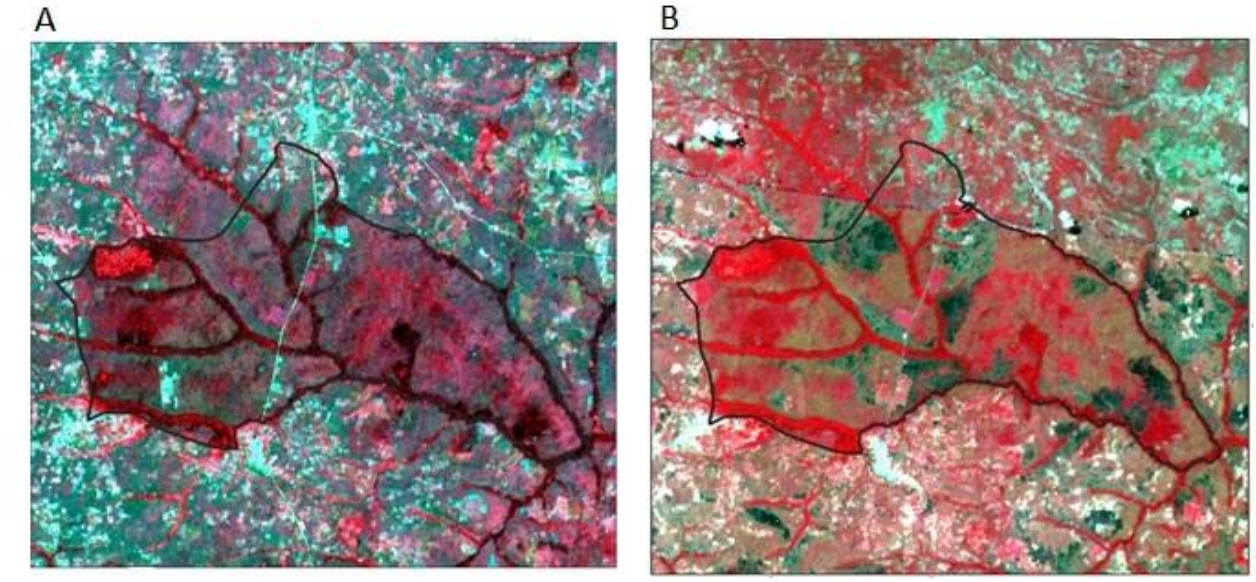


Figure 2.2: Compositions colorées et le mosaïquage des images SPOT de 1995 (A) et de 2005 (B)

2.2.4. Analyse de la dynamique de l'occupation du sol

L'analyse des changements spatiaux a été mise en évidence par croisement deux à deux des cartes d'occupation du sol. Ce croisement a permis d'obtenir la matrice de transition pour les périodes 1995-2005 et 2005-2015, grâce au module Analysis Tools d'ArcGIS. La comparaison des cartes d'occupation du sol pour trois années (1995, 2005 et 2015) a permis de faire ressortir les modifications en termes de gain, de perte ou de stabilité selon le cas de chaque unité d'occupation du sol. L'évaluation de l'évolution des unités d'occupation du sol a été effectuée

par le calcul du taux d'évolution (Tv) utilisé par Coulibaly *et al*. (2016) et Ahononga *et al.* (2020).

$$\mathbf{Tv\ (\%) = (\frac{S2}{S1} - 1)\ x100}$$

Avec S1 la superficie de l'unité d'occupation du sol à l'année 1 et S2 la superficie de l'unité d'occupation du sol à l'année 2

Lorsque Tv (%) est négatif, il s'agit d'une régression de l'unité d'occupation du sol de l'année 1 à 2, dans le cas contraire un taux positif, implique une augmentation de l'unité d'occupation du sol de l'année 1 à 2 et au cas où le taux est nul, on parle de stabilité de l'unité d'occupation du sol de l'année 1 à 2.

2.2.5. Analyse des catégories de changement au sein de la FCP

Pour évaluer la dégradation et la déforestation au sein de la forêt classée, des regroupements basés sur la matrice de transition des unités d'occupation du sol ont été effectués. Ces regroupements inspirés de Wasseige *et al*. (2009), permettent d'interpréter les différents types de changement. Ainsi, la dégradation est considérée comme une diminution de la densité des formations forestières naturelles; tandis que la déforestation est associée à une conversion des formations forestières naturelles en plantations et autres formations non forestières ; en revanche l'amélioration c'est l'augmentation de la superficie des formations forestières naturelles; par contre la reconstitution naturelle correspond à la conversion des plantations et autres formations non forestières en formations forestières naturelles. A partir de ces regroupements, le taux global de déforestation, de dégradation, de reconstitution et d'amélioration est calculé par la formule de Wasseige *et al*., (2009) utilisée par Tchatchou *et al*. (2015) et Ahononga *et al*. (2020). Le taux annuel de déforestation, de dégradation, de reconstitution et d'amélioration a été obtenu respectivement en divisant le taux de déforestation, de dégradation, de reconstitution et d'amélioration par le nombre d'années d'étude :

- ✓ Le taux global de déforestation T (*Def*) a été calculé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{T\ (Def) = \frac{Def}{S1}\ x\ 100}$$

Def est la déforestation brute et S1 représente la superficie des formations forestières naturelles (FFN) de l'année t_1

✓ Le taux global de dégradation T(*Dg*) est calculé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{T\ (Dg) = \frac{Dg}{S1}\ x\ 100}$$

Dg est la dégradation brute et S1 représente la superficie des formations forestières naturelles (FFN) de l'année t_1

✓ Le taux global de reconstitution T(Rec) a été calculé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{T\ (Rec) = \frac{Rec}{S1}\ x\ 100}$$

Rec est la superficie de reconstitution brute et S1 représente la superficie des formations forestières non naturelles (FNN) de l'année t_1

✓ Le taux global d'amélioration T(*Am*) a été calculé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{T(Am) = \frac{Am}{S1}\ x\ 100}$$

Am est la superficie d'amélioration brute et S1 représente la superficie des formations forestières non naturelles (FNN) de l'année t_1

2.2.6. Analyse de la vulnérabilité des unités d'occupation du sol

La matrice de transition a permis de calculer la superficie perdue ou gagnée par chaque classe d'occupation du sol. La statistique de perte ou de gain a été utilisée pour analyser la vulnérabilité au changement de chaque unité d'occupation du sol. Cette vulnérabilité a été respectivement calculée à l'aide du ratio Gain/Stabilité (Gs=g/s), le ratio Perte/Stabilité (Ps= p/s) et le ratio Changement Net/Stabilité (Ns = Gs-Ps) (Ahononga *et al*., 2020; Biaou *et al*., 2019). La valeur des différents ratios a permis de réaliser les histogrammes. La valeur négative de Ns suggère que la classe d'occupation du sol présente une forte probabilité de perdre des superficies (Ahononga, *et al*. 2020).

2.3. Résultats

2.3.1. Evaluation de l'exactitude de l'interprétation visuelle

L'interprétation des images a permis d'identifier huit catégories d'occupation de sol :

- les forêts denses ;
- les forêts galeries ;

- les forêts claires et savanes boisées ;
- les savanes arborées et arbustives ;
- les plantations fruitières ;
- les plantations forestières ;
- les cultures et jachères ;
- les habitations.

La validation de ces images réalisées à partir du calcul de l'indice de Kappa et de la matrice de confusion montre que le traitement de ces images a une discrimination significative bien qu'il existe une certaine confusion pour les classes définies. La précision globale de l'image de 1995 est de 96% avec un indice de Kappa de 0,93 (Tableau 2). En ce qui concerne les images de 2005 et 2015, les précisions globales sont respectivement de 96% et 97% avec un indice de Kappa respectif de 0,94 et 0,96 (Tableaux 3 et 4). Ces valeurs de l'indice de Kappa traduisent un accord presque parfait de la qualité de l'interprétation des images. Les différentes unités d'occupation du sol ont obtenu de meilleurs taux de précision (Tableaux 2.2, 2.3 et 2.4).

Tableau 2.2 : Matrice de confusion des images SPOT de 1995

INTERPRETATION VISUELLE 1995											
Référence terrain	**FD**	**FGFR**	**FCSB**	**SASa**	**PTFR**	**CJ**	**PTFT**	**HA**	**TOTAL**	**PU (%)**	**Co (%)**
FD	18	1	1	0	0	0	0	0	20	90	10
FGFR	0	16	1	0	0	0	0	0	17	94	6
FCSB	1	0	12	1	0	0	0	0	14	86	14
SASa	0	0	0	91	0	0	0	0	91	100	0
PTFR	0	0	0	0	1	0	0	0	1	100	0
CJ	0	0	0	1	0	3	0	0	4	75	25
PTFT	0	0	0	0	0	0	1	0	1	100	0
HA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	100	0
TOTAL	19	17	14	93	1	3	1	1	150	0	0
PP	95	94	86	98	100	100	100	100			
Om (%)	5	6	14	2	0	0	0	0			
PG (%) : 96 ; Indice de Kappa : 0.93											

FD: Forêt dense semi-décidue, FGFR: Forêt galerie, FCSB: Forêt claire et savane boisée, SASa : Savane arborée et arbustive, PTFR: Plantation forestière, PTFT: Plantation fruitière, CJ: Culture et jachère, HA: Habitat, PG : Précision Globale, Om : Omission ; Co : Contamination, PP : Précision du producteur, PU : Précision de l'utilisateur

Tableau 2.3 : Matrice de confusion des images SPOT de 2005

INTERPRETATION VISUELLE 2005											
Référence terrain	**FD**	**FGFR**	**FCSB**	**SASa**	**PTFR**	**CJ**	**PTFT**	**HA**	**TOTAL**	**PU (%)**	**Co (%)**
FD	35	0	1	0	0	0	0	0	36	97	3
FGFR	1	18	0	0	0	0	0	0	19	95	5
FCSB	0	0	35	1	0	0	0	0	36	97	3
SASa	0	0	1	51	0	0	0	0	52	98	2
PTFR	0	0	0	1	2	0	0	0	3	66	33
CJ	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
PTFT	0	0	0	0	1	0	1	0	2	50	50
HA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
TOTAL	36	18	37	53	3	1	1	1	150		
PP (%)	97	1	95	96	67	1	1	1			
Om (%)	3	0	5	4	33	0	0	0			
PG (%) : 96 ; Indice de Kappa : 0,94											

FD: Forêt dense semi-décidue, FGFR: Forêt galerie, FCSB: Forêt claire et savane boisée, SASa : Savane arborée et arbustive, PTFR: Plantation forestière, PTFT: Plantation fruitière, CJ: Culture et jachère, HA: Habitat, PG : Précision Globale, Om : Omission ; Co : Contamination, PP : Précision du producteur, PU : Précision de l'utilisateur

Tableau 2.4 : Matrice de confusion des images SPOT de 2015.

INTERPRETATION VISUELLE 2015											
Référence terrain	**FD**	**FGFR**	**FCSB**	**SASa**	**PTFR**	**CJ**	**PTFT**	**HA**	**TOTAL**	**PU (%)**	**Co (%)**
FD	10	1	0	0	0	0	0	0	11	91	9
FGFR	1	17	0	0	0	0	0	0	18	95	5
FCSB	0	0	35	1	0	0	0	0	36	97	3
SASa	0	0	1	69	0	0	0	0	70	98	2
PTFR	0	0	0	0	6	0	0	0	6	1	0
CJ	0	0	0	1	0	4	0	0	5	80	20
PTFT	0	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0
HA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
TOTAL	11	18	36	71	6	4	3	1	150		
PP (%)	91	94	97	97	1	1	1	1			
Om (%)	9	6	3	3	0	0	0	0			
Précision globale : 97 ; Indice de Kappa : 0,96											

FD: Forêt dense semi-décidue, FGFR: Forêt galerie, FCSB: Forêt claire et savane boisée, SASa : Savane arborée et arbustive, PTFR: Plantation forestière, PTFT: Plantation fruitière, CJ: Culture et jachère, HA: Habitat, PG : Précision Globale, Om : Omission ; Co : Contamination, PP : Précision du producteur, PU : Précision de l'utilisateur

2.3.2. Etat du couvert végétal de 1995, 2005 et 2015

- ✓ ***Etat de l'occupation du sol en 1995***

En 1995, les savanes arborées couvrent une superficie 3501 ha, soit plus de la moitié de la superficie de la forêt classée (62,98%). Les forêts denses occupaient une superficie de 727 ha soit 13,07%. Les forêts claires et savanes boisées s'étendent sur superficie 623 ha soit 11,21%. Les forêts galeries occupaient une superficie de 532 ha (9,57%). Quant aux mosaïques de culture et jachère, elles font 112 ha et représentent 2,01% de la forêt classée. Les plantations fruitières et forestières couvrent respectivement une superficie 55 ha (0,99%), et 7 ha (0,12%) et les habitations, 3 ha (0,05%) de la forêt classée (Figure 2.3).

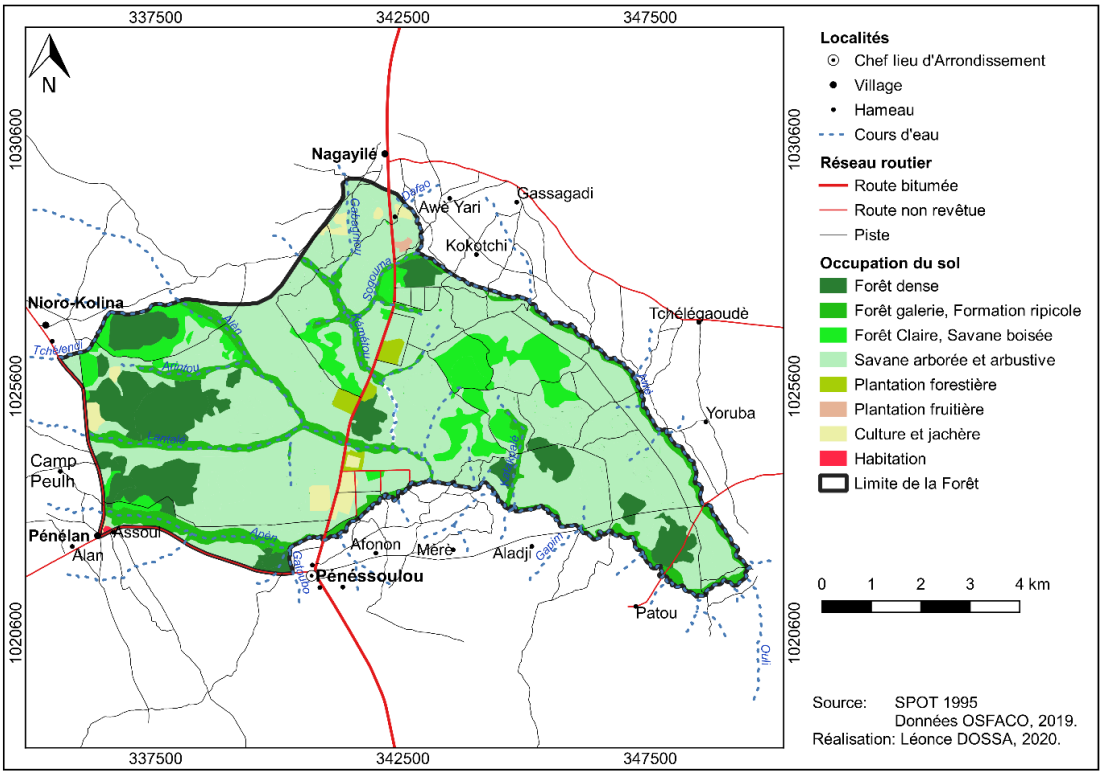


Figure 2.3 : État d'occupation du sol dans la FCP en 1995

- ✓ ***Etat de l'occupation du sol en 2005***

En 2005, les savanes arborées et arbustives couvrent une superficie 1987 ha, soit plus du tiers de la superficie de la forêt classée (35,74%). Les forêts claires et savanes boisées s'étendent sur une superficie de 1395 ha soit 25,09 % ; les forêts denses 1337 ha soit 24,05%. Quant aux forêts galeries, elles occupaient une superficie de 680 ha (12,23%). Les mosaïques de culture et jachère, elles font 26 ha et représentent 0,46% de la forêt classée. Les plantations fruitières et

forestières couvrent respectivement une superficie 117 ha (2,10%) et 15 ha (0,27%) de la forêt classée (Figure 2.4).

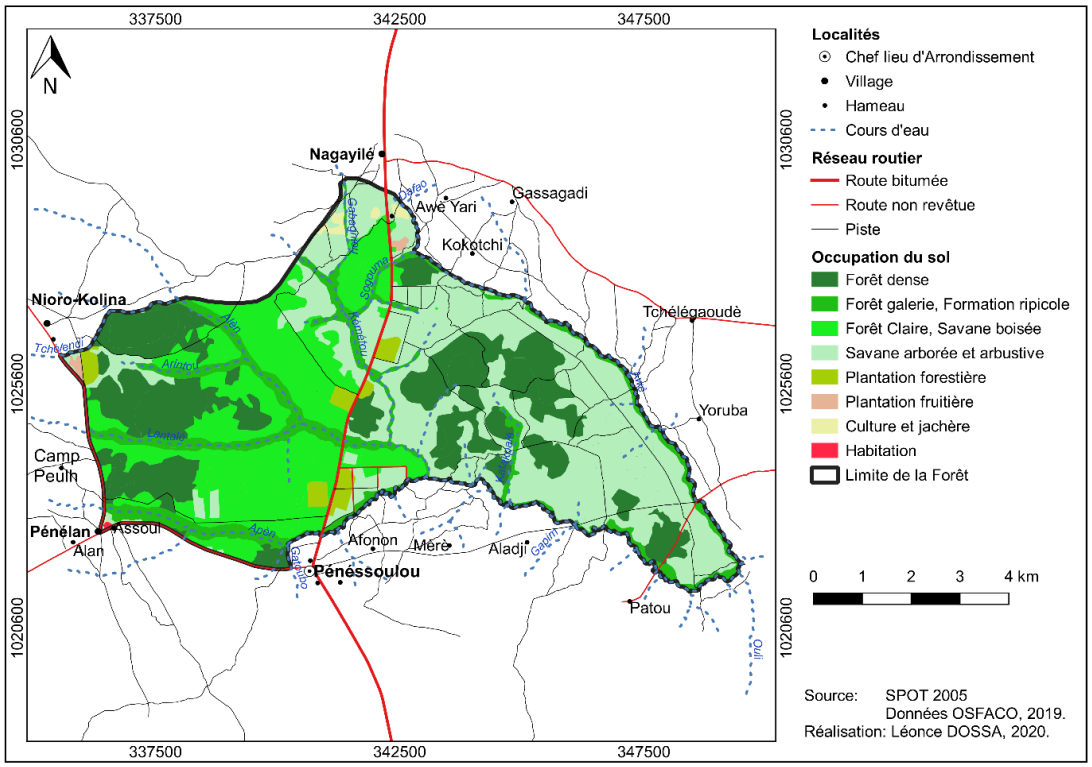


Figure 2.4 : État d'occupation du sol dans la FCP en 2005

- ✓ ***Etat de l'occupation du sol en 2015***

En 2015, les savanes arborées et arbustives couvrent une superficie 2622 ha, soit 47,16% de la superficie de la forêt classée. Les forêts claires et savanes boisées s'étendaient sur superficie 1350 ha soit 24,28%. Les forêts galeries occupaient une superficie de 679 ha (12,21%) et les forêts denses une superficie de 420 ha soit 7,55%. Quant aux plantations fruitières et forestières, elles couvraient respectivement une superficie 233 ha (4,19%) et 112 ha (2,01%) de la forêt classée. Les mosaïques de culture et jachère, ont été développées 142 ha et représentent 2,55% de la forêt classée. (Figure 4).

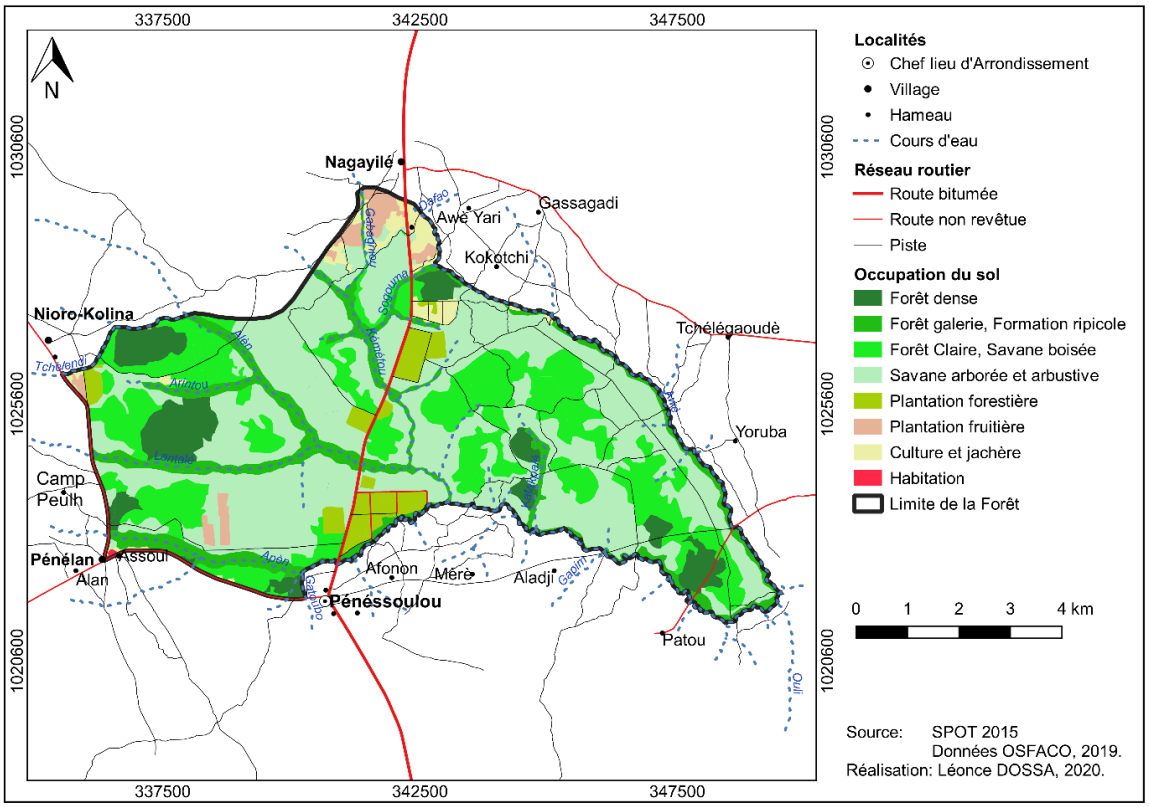


Figure 2.5 : État d'occupation du sol dans la FCP en 2015.

2.3.3. Dynamique de l'occupation du sol de 1995 à 2005 et de 2005 à 2015

Les matrices de transitions des occupations du sol de 1995 à 2005 et de 2005 à 2015 sont présentées respectivement à travers les Tableaux 2.5 et 2.6. Le tableau 2.5 révèle l'évolution spatiale des occupations de la FCP entre les années 1995 et 2005. Pendant cette période, les distributions des savanes arborées vont en direction des formations forestières naturelles telles que les forêts galeries (53 ha), les forêts denses (233 ha), les forêts claires et savanes boisées (1231 ha). Au cours de cette période, elles ont perdu au total 1525 ha. Les forêts galléries ont perdues 532 ha au profit des forêts claires et savanes boisées (133 ha) et les plantations fruitières (21 ha). Les forêts claires et savanes boisées ont perdu 618 ha au profit des forêts galléries. Les champs et jachères ont perdu 77 ha au profit de forêts claires (16 ha), les savanes arborées et arbustives (11 ha) et les plantations fruitières (50 ha). Les habitations (3 ha) et les forêts denses (768 ha) ont connu une stabilité au cours de cette période Au cours de la même période des gains ont été enregistrés au niveau des Forêts denses (611 ha), des Forêts galeries (671 ha) et des Forêts claires et Savanes boisées (1390 ha).

Tableau 2.5 : Matrice de transition de l'occupation du sol de 1995 à 2005

OCCUPATION DU SOL 1995	OCCUPATION DU SOL 2005								TOTAL 1995	Perte
	FD	FGFR	FCSB	SASa	PTFR	PTFT	CJ	HA		
FD	727	0	0	0	0	0	0	0	**727**	0
FGFR	378	0	133	0	21	0	0	0	**532**	532
FCSB	0	618	5	0	0	0	0	0	**623**	618
SASa	233	53	1231	1976	0	8	0	0	**3501**	1525
PTFR	0	0	10	0	45	0	0	0	**55**	10
PTFT	0	0	0	0	0	7	0	0	**7**	0
CJ	0	0	16	11	50	0	34	0	**111**	77
HA	0	0	0	0	0	0	0	3	**3**	0
TOTAL 2005	**1337**	**671**	**1395**	**1987**	**117**	**15**	**34**	**3**	**5559**	
Gain	611	671	1390	11	71	8	0	0		

FD: Forêt dense semi-décidue, FGFR: Forêt galerie, FCSB: Forêt claire et savane boisée, SASa : Savane arborée et arbustive, PTFR: Plantation forestière, PTFT: Plantation fruitière, CJ: Culture et jachère, HA: Habitat.

Au cours de la période de 2005 à 2015, les forêts denses ont perdu une superficie de 918 ha au profit des forêts claires et savanes boisées (896 ha) et les savanes arborées et arbustives (22 ha). Les forêts claires ont perdu 1149 ha répartis dans les savanes arborées et arbustives (1128 ha), les plantations fruitières (6 ha), forestières (8 ha) et les champs et jachère (6 ha). Les savanes arborées et arbustives quant à elles ont perdu 515 ha au profit des forêts claires (208 ha), les plantations fruitières (109 ha), forestières (74 ha) ainsi que les champs et jachère (123 ha). Les champs et jachères ont perdu 14 ha au profit des plantations forestières. Les plantations fruitières, forestières et les habitations ont connu une stabilité au cours de cette période (Tableau 2.6). Par ailleurs au cours de cette phase aucun gain n'a été pratiquement observé au niveau des formations forestières denses.

Tableau 2.6 : Matrice de transition de l'occupation du sol de 2005 à 2015.

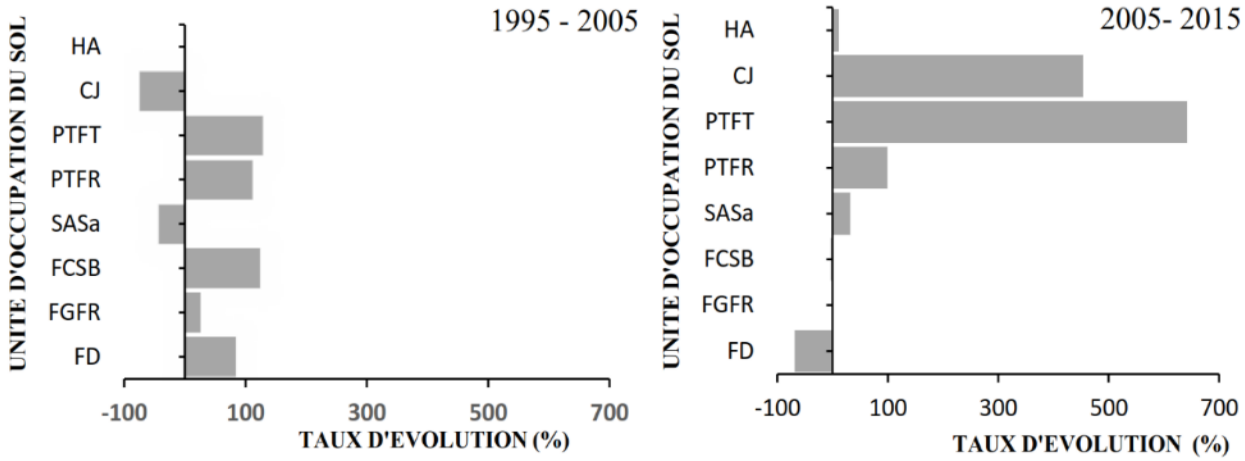
OCCUPATION DU SOL 2005	OCCUPATION DU SOL 2015								TOTAL 2005	Perte
	FD	FGFR	FCSB	SASa	PTFR	PTFT	CJ	HA		
FD	419	0	896	22	0	0	0	0	**1337**	918
FGFR	0	679	0	0	0	1	0	0	**680**	1
FCSB	1	0	246	1128	6	8	6	0	**1395**	1149
SASa	0	0	208	1472	109	74	123	0	**1987**	515
PTFR	0	0	0	0	117	0	0	0	**117**	0
PTFT	0	0	0	0	0	15	0	0	**15**	0
CJ	0	0	0	0	0	13	12	0	**26**	14
HA	0	0	0	0	0	0	0	3	**3**	0
TOTAL 2015	**420**	**679**	**1350**	**2622**	**233**	**112**	**142**	**3**	**5559**	
Gain	1	0	1104	1151	116	97	130	0		

FD: Forêt dense semi-décidue, FGFR: Forêt galerie, FCSB: Forêt claire et savane boisée, SASa : Savane arborée et arbustive, PTFR: Plantation forestière, PTFT: Plantation fruitière, CJ: Champs et jachère, HA: Habitat.

2.3.4. Conversion et vulnérabilité des unités d'occupation du sol de 1995 à 2015

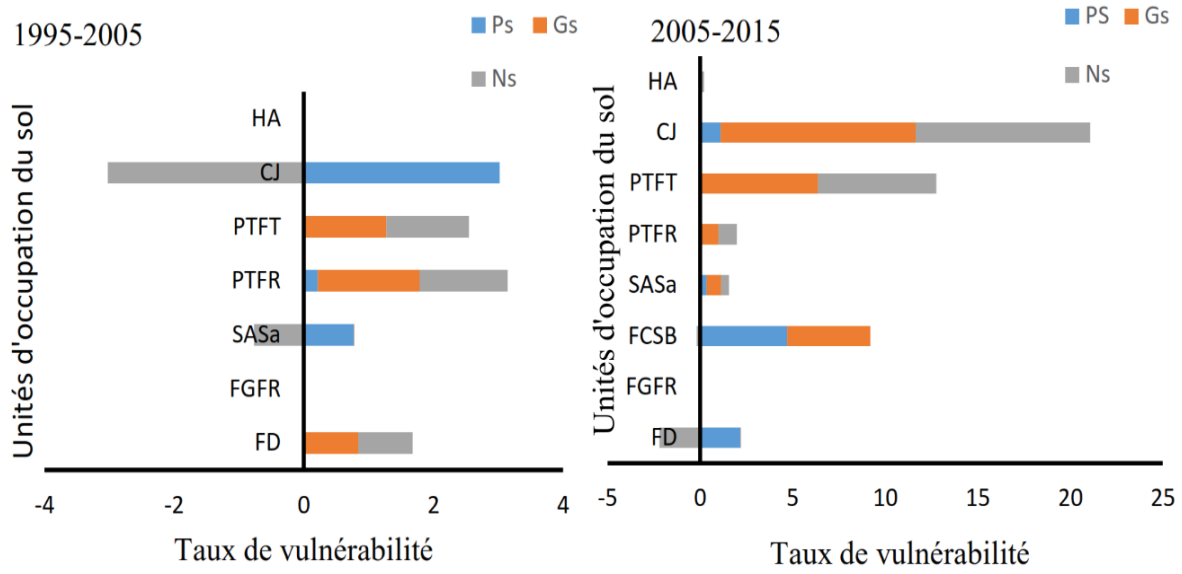
Le niveau de vulnérabilité et de conversion des unités d'occupation du sol était fonction de la période. L'analyse des statistiques et des cartes montrent qu'entre 1995 et 2005 (Figures 2.3 et 2.4), les superficies des champs et des jachères (-68,75%) et celles des savanes arborées et arbustives (-43,24%) ont connu une forte régression au profit des plantations forestières (112,72%), des plantations fruitières (114,28%) et des formations forestières naturelles dont les forêts claires, les savanes boisées, les forêts denses semi-décidues (83,91%), ainsi que les forêts galeries (27,82%) (Figure 2.6). De façon générale les savanes arborées et arbustives ont été les plus vulnérables (Ns négatif), accompagnées de la disparition d'une grande superficie des champs et des jachères (Figure 2.7a). Les plantations forestières et fruitières, les forêts claires et les forêts denses semi-décidues ont connu un gain de leur superficie, largement supérieur aux pertes (Figure 2.7a).

Par contre, la période de 2005 à 2015 (Figure 2.4 et 2.5) est marquée par une importante diminution de la superficie des forêts denses semi-décidues (-68,58%). En revanche, on note des progressions au niveau des superficies des champs et des jachères (446,15%), des plantations forestières (646,66%), des plantations fruitières (99,14%) et des savanes arborées et arbustives (31,96%) (Figure 2.6). Ces formations ont connu un taux de gain supérieur aux pertes (Figure 2.7b). Par contre, les forêts denses semi-décidues ont été les plus vulnérables à la perte de superficie (Figure 2.7b).



FD: Forêt dense semi-décidue, FGFR: Forêt galerie, FCSB: Forêt claire et savane boisée, SASa : Savane arborée et arbustive, PTFR: Plantation forestière, PTFT: Plantation fruitière, CJ: Culture et jachère, HA: Habitat

Figure 2.6 : Taux d'évolution des unités d'occupation du sol de 1995 à 2005 et de 2005 à 2015.

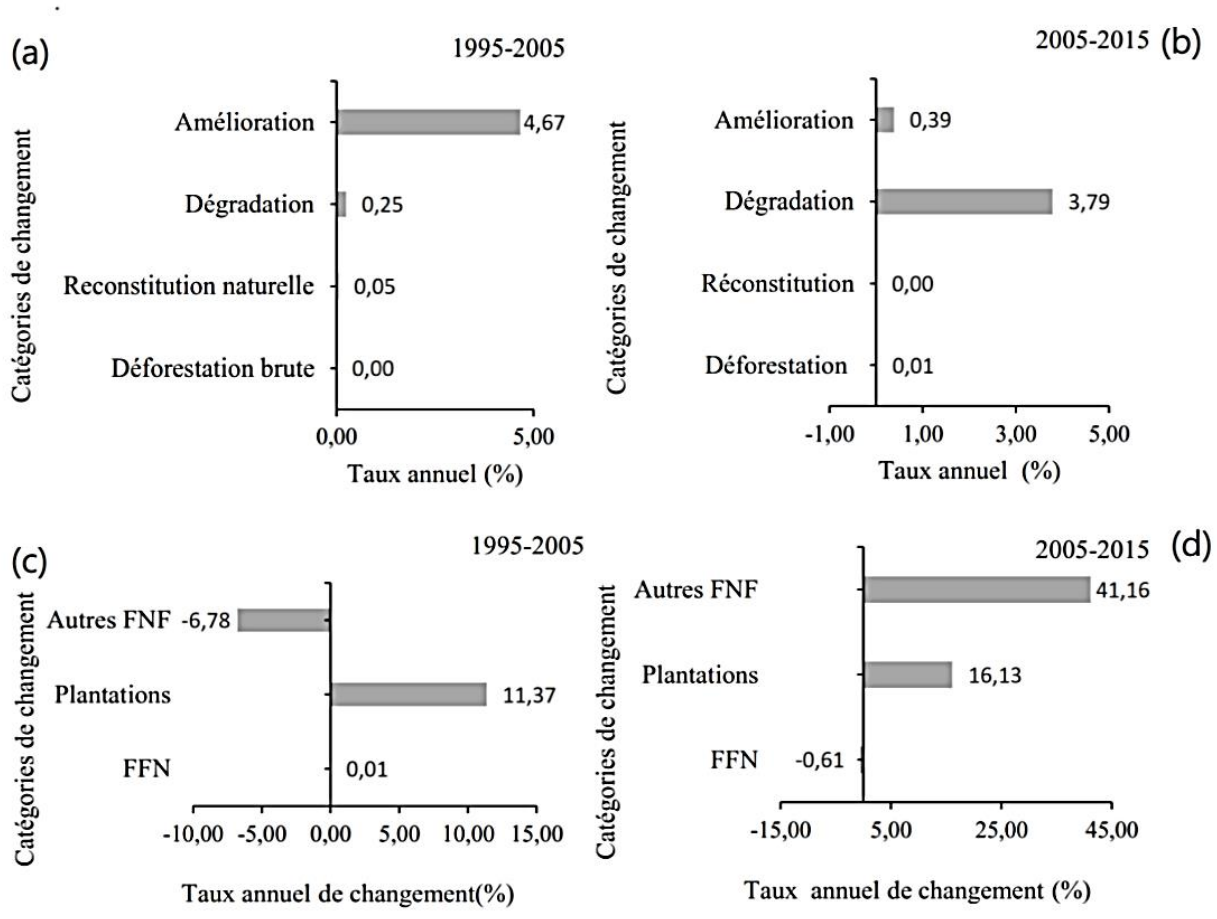


Ps : Perte relative à la stabilité ; Gs : Gain relatif à la stabilité ; Ns : Changement net relatif à la stabilité ou vulnérabilité

Figure 2.7 : Vulnérabilité des occupations du sol de 1995 à 2015

2.3.5. Déforestation et dégradation des formations forestières

Au cours de la période 1995-2005, les formations forestières naturelles et les plantations ont connu un accroissement annuel variable de leur superficie à savoir respectivement +0,01% et +11,37%/an alors que les formations non forestières (-6,78%) ont connu une régression de leur superficie (Figure 2.8c). Les taux de déforestation (0,00%) et de dégradation (0,25 %) restent très faibles pendant cette période et il y a une amélioration des formations naturelles de la forêt classée (4,67%) (Figure 2.8a). Par contre, on note une augmentation du taux de déforestation (0,01%) au cours de la période 2005-2015 (Figure 2.8b). Les formations forestières naturelles (-0,61%) ont connu un taux annuel régressif de leurs superficies. Par contre, les formations non forestières et les plantations ont connu une augmentation significative de leurs taux annuels soit respectivement +41,16% et +16,13% (Figure 2.8d). Le taux annuel de dégradation est passé de 0,25 % à 3,79 % entre les périodes 1995-2005 et 2005-2015 (Figure 2.8a et 2.8b).



FFN : Formations forestières naturelles ; FNF : Formations non forestières

Figure 2.8 : Taux annuel de changement du couvert végétal de la FCP



Figure 2.9 : Formations forestières dans la FCP : Forêts dégradées (A et B) et forêts restaurées (C et D)

2.4. Discussion

2.4.1. Changement d'occupation des terres

Les résultats de cette étude montrent que la Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) était dominée de 1995 à 2005 par les formations naturelles telles que les forêts denses semi-décidues, les savanes boisées, les forêts claires et les forêts galeries. Cette période est caractérisée par une régression des champs et des jachères, ainsi que des savanes arborées et arbustives. Mais, la régression de ces formations se fait au profit des plantations forestières et fruitières, mais également en infime partie au profit des formations forestières naturelles. L'augmentation des plantations dans cette période est liée aux activités du Projet de Restauration des Ressources Forestières de Bassila (PRRF) de 1996 à 2004. Toutefois, cette reconstitution de la forêt ne favorise pas la sauvegarde de l'intégrité de la biodiversité de cet écosystème. Les plantations forestières monospécifiques étant faites d'espèces exotiques telles que *Tectona grandis* et *Gmelina aborea* et d'espèces fruitières *Anacardium occidentale* qui modifient la physionomie

et l'écologie des formations végétales. Cette remarque a été faite par (Ahononga, 2020) dans les forêts classées du domaine soudano-guinéen du Bénin. Les statistiques annuelles d'amélioration de cet écosystème étant de 4,68% voilent la perte et la modification de la diversité biologique. Au-delà de la modification de l'intégrité de cette forêt, le niveau de sa protection a permis l'expansion de forêts denses semi-décidues et de forêts claires. Il s'agit d'une période où la FCP était sous la gestion du Projet PRRF. En effet pour Gbedahi *et al*., (2019) durant la période d'exécution du PRRF (1986-2003), les superficies forestières ont augmenté de 5,1%. Pour ces mêmes auteurs, les forêts ont doublé de superficie pendant la phase de mise en œuvre dudit projet. L'adoption d'une politique de développement forestier en 1994, prônant le partage des compétences et la participation effective des populations riveraines est également un facteur essentiel qui a milité en faveur de la reconstitution du patrimoine forestier (MEHU, 2012). La prise en compte de toutes les parties prenantes a induit la régression des activités anthropiques, dont l'agriculture et l'émergence des formations forestières naturelles.

Les résultats obtenus corroborent ceux de Ahononga *et al*. (2020) qui ont également montré que l'accroissement des formations forestières naturelles dans les forêts classées dénote d'une certaine efficacité du système de protection de ces écosystèmes dans la période de 1995 à 2005. Les résultats de cette étude ont montré que le taux annuel de la dégradation est de 0,25% et le taux de reconstitution est de 0,05%. La déforestation est quasi-absente entre 1995 et 2005. Par contre les statistiques de la (FAO, 2020) montrent un taux de déforestation annuel 700 000 ha entre 1990 et 2000. Ces résultats, contrairement aux statistiques de la FAO montre que, les politiques autour des forêts classées peuvent constituer un moyen efficace pour la conservation de la biodiversité. L'accès limité, l'entretien et la surveillance de la forêt classée de Pénéssoulou, pendant la période de mise en œuvre du PRRF, contistue des actions ayant favorisé sa conservation. La faible perte des formations forestières naturelles est la preuve de la protection des aires et de l'efficacité de l'intervention dudit projet d'aménagement forestier. L'importance de l'intervention des projets d'aménagement a été d'ailleurs remarquée par plusieurs études (Blomley *et al*., 2008; Melo *et al.*, 2013).

Contrairement à la période de 1995 à 2005, les formations anthropiques ont accru dans la forêt classée de Pénéssoulou au cours de la période de 2005 à 2015. Les cultures et jachères ont augmenté de 446,15%, les plantations fruitières et forestières sont passées respectivement à 99,14% et à 646,66%. Le taux annuel de dégradation a été triplé (3,79%). La déforestation qui était absente est passée à 0,01%/an. Ce taux de dégradation est largement supérieur à celui de

Biaou *et al*., (2019) dans la Forêt Classée de Ouénou-Bénou. La période 2005 à 2015 marque le début de la prise d'assaut de cet écosystème par les agriculteurs ainsi que les exploitants à la suite de la fin de mise en œuvre du projet PRRF en 2004. Les activités relatives à la protection ne sont plus pratiquement menées parce qu'elles n'étaient plus rémunérées ; les réunions des comités villageois qui participaient aux activités de protection ne se tiennent plus (Gbedahi *et al*., 2019). Ces résultats traduiraient le relâchement des actions de conservation impliquant les populations locales. Le taux d'évolution des surfaces de culture montre clairement une anthropisation de cette aire protégée. Cet accroissement des formations anthropiques est dû à la demande de bois, mais également le besoin de terres fertiles par les populations riveraines afin de garantir leur subsistance. Les résultats obtenus au cours de cette période corroborent ceux de Biaou *et al*. (2019), de Arouna *et al*. (2016) et de Teka *et al.* (2013). La poussée démographique est aussi l'une des causes qui occasionnent l'occupation des sols dans les forêts classées. Ainsi pour Ahononga *et al*. (2020), l'augmentation des terres agricoles et l'extension des habitats sont la cause de la diminution observée dans les écosystèmes forestiers.

Les forêts classées étant initialement dédiées à la conservation de la biodiversité, les pratiques qui consistent à transformer les formations naturelles en domaines d'exploitation agricole désorientent les objectifs que vise le classement de ces forêts. De pareils constats sont récurrents, car dans les législations des pays tropicaux, la conservation de la biodiversité est assimilée à la conservation du couvert forestier (Voreux, 2015). Pour (Temgoua *et al*. , 2018), la modification du couvert forestier perturbe les conditions climatiques déterminant des processus écologiques de la succession de la végétation. Par conséquent, l'ampleur de la régression du couvert végétal impacte la régulation du climat et les conditions socio-économiques de la population rurale (Biaou *et al*., 2019; Gouwakinnou *et al*., 2019). Dans ces situations, la politique forestière devra mettre l'accent sur la restauration naturelle des écosystèmes dégradés ou à défaut sur une logique d'enrichissement des espaces dégradés par des espèces autochtones lors de l'élaboration et la mise en œuvre des plans d'aménagement. La recherche devra désormais mettre un accent particulier sur la production des plants à croissance rapide d'essences autochtones diverses pour l'enrichissement de la diversité biologique auparavant dégradée. En revanche, il est important de régler définitivement le problème d'ancrage institutionnel dans le sens de confier la gestion des forêts classées à des structures pérennes et non à des projets dont la durée de vie est éphémère.

2.4.2. Vulnérabilité des unités de l'occupation du sol

De toutes ces unités d'occupation des sols, les forêts denses semi-décidues ont été les plus vulnérables à la perte de superficie et le niveau de vulnérabilité des unités d'occupation du sol est fonction de la période. La vulnérabilité des forêts denses semi-décidues pourrait s'expliquer par des prélèvements fréquents, des essences de valeurs pour le bois d'œuvre par des exploitants illégaux. Cette vulnérabilité s'explique aussi par la déforestation pour accroitre la production agricole. L'administration forestière a été démissionnaire de son véritable rôle de protection et de surveillance de ces aires protégées, par manque de ressources convenables. Pour Rifai *et al*. (2018), les défrichements en vue de l'installation de nouveaux champs, mais aussi l'installation de nouvelles plantations sont à la base de la baisse des superficies des formations forestières naturelles. La mise en place des plantations pour combler les vides laissés par la déforestation améliore le couvert végétal, mais contribue à l'érosion de la biodiversité. La vulnérabilité de ces formations naturelles qui regorgent d'une forte diversité d'espèces constitue une menace pour la conservation de la biodiversité et des habitats. Les résultats de Bouko *et al*. (2007) ont montré l'impact négatif de l'expansion agricole sur la conservation de la diversité spécifique: la pression des activités agricoles et de l'installation des plantations mono-spécifiques sur les formations forestières naturelles diminue de manière significative la richesse spécifique de la flore ligneuse et désorganise la structure naturelle des peuplements (Bouko *et al*., 2007). Cette désorganisation de la structure naturelle conduit à une fragmentation reconnue comme étant une menace majeure pour la biodiversité à l'échelle mondiale (Fahrig, 2002; Bi *et al*., 2013) Pour pallier à la perte de la biodiversité, il parait donc nécessaire de mettre en place une bonne politique de gestion efficace de l'existant d'une part, mais également de restauration naturelle des ressources floristiques déjà existantes dans les écosystèmes forestiers.

2.5. Conclusion

Cette étude a mis en évidence les changements spatiaux et la vulnérabilité des unités d'occupation des terres dans la forêt classée de Pénéssoulou de 1995 à 2005 et de 2005 à 2015. Les savanes arborées et arbustives, les champs et les jachères ont régressé au profit des formations forestières naturelles et des plantations de 1995 à 2005 suggérant un renforcement des actions de reforestation, de restauration et de surveillance. La tendance inverse s'observe de 2005 à 2015, les champs et les jachères ainsi que les habitations ont une forte expansion au détriment des forêts denses semi-décidues et des forêts claires. La dégradation et la

déforestation se sont accentuées au cours de cette période. Les forêts denses semi-décidues, les forêts galeries et les forêts claires ont été les plus vulnérables. La tendance alarmante pour la sauvegarde de la biodiversité de cette forêt est due au changement ou arrêt des actions de conservation impliquant la population locale. Cette intégration est occasionnée par l'intervention des projets de restauration dans la commune de Bassila. Les enjeux majeurs pour la conservation de la biodiversité que regorge la forêt classée de Pénéssoulou en particulier et les réserves forestières en général nécessitent le renforcement de la surveillance et l'inclusion des actions de restauration participatives via des espèces autochtones dans les plans d'aménagement forestier. Il paraît important de poursuivre l'étude (année 2025) afin de voir la tendance suite à la mise de la forêt sous la gestion de l'Office National du Bois aux fins de projeter des recommandations plus judicieuses, notamment en ce qui concerne l'ancrage institutionnel.

CHAPITRE 3 :
Diversité floristique et structure des formations végétales de la Forêt Classée de Pénéssoulou

Publié sous la forme de :

Léonce O. S. N. DOSSA, Aristide Cossi ADOMOU, Gbèwonmèdéa Hospice DASSOU et Gbènakpon Aubin Y. G. AMAGNIDE. 2021. Diversité floristique et structure des formations végétales de la Forêt Classée de Pénéssoulou (Bénin, Afrique de l'Ouest). International Journal of Innovation and Scientific Research, Vol. 54, No. 2, pp. 77-89, May. 2021.

3. Diversité floristique et structure des formations végétales de la Forêt Classée de Pénéssoulou

Résumé

La Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) à l'image de la plupart des réserves forestières du Bénin a fait, dans un passé récent, l'objet d'activités anthropiques illégales induisant la dégradation de ses ressources. Il s'avère nécessaire d'évaluer le capital forestier encore disponible dans cette forêt en se basant sur une bonne estimation tant de la diversité que de l'abondance des ressources qu'elle renferme. Ainsi, la présente étude a pour objectif d'évaluer la diversité floristique et d'analyser la structure des formations végétales de la FCP. Pour ce faire, 234 placeaux de 50 m × 20 m ont été installés. Une individualisation des différents groupements végétaux a été faite en utilisant le positionnement multidimensionnel. Concernant la diversité floristique des groupements végétaux de la FCP, elle a été évaluée à travers les indices de diversité alpha. La détermination des paramètres dendrométriques et l'établissement des structures en diamètre et en hauteur ont permis de caractériser la structure des différents groupements végétaux identifiées. Les résultats obtenus ont montré que la FCP comporte quatre groupements végétaux (G): G1 correspond au complexe forêt claire-savane boisée à *Vitellaria paradoxa* et *Uapaca togoensis* avec 81 espèces ligneuses ; G2 correspond à la galerie forestière à *Anogeissus leiocarpa* et *Cola gigantea* avec 100 espèces ligneuses ; G3 correspond au complexe savane arborée-savane arbustive à *Vitellaria paradoxa* et *Parinari curatellifolia* avec 64 espèces ligneuses et enfin G4 correspond à la forêt dense sèche à *Anogeissus leiocarpa* et *Lonchocarpus sericeus* avec 75 espèces ligneuses. Les paramètres dendrométriques ont varié significativement d'un groupement végétal à un autre (Prob. < 0,05). Les structures diamétriques du peuplement ligneux sont en "J renversé", caractéristique des peuplements naturels multispécifiques. Quant aux structures en hauteur, elles étaient en cloche avec une dissymétrie gauche, traduisant une rareté des individus de grandes hauteurs (>20 m). Les résultats obtenus montrent un état acceptable de conservation et un bon pouvoir régénératif de la forêt qui doivent être améliorés à travers la mise en œuvre d'un plan d'aménagement de ladite forêt.

Mots clés : Groupement végétal, diversité floristique, paramètre dendrométrique, Forêt Classée de Pénéssoulou.

3. Floristic diversity and structure of plant communities in the Pénéssoulou forest reserve

Abstract

Pénéssoulou Forest Reserve (PFR) like most of the forest reserves in Benin has in the recent past been subject to illegal anthropic activities leading to the degradation of its resources. It appears necessary to assess the current floristic potential of this protected forest through specific diversity and abundance of the available phytogenetic resources. For this purpose, 234 plots of 50 m × 20 m each were installed in delimited floristically homogenous stands. An individualization of the different plant groups of the PFR was carried out using non-metric multidimensional scaling on the abundance matrix of the inventoried species (woody and herbaceous) in the forest. The floristic diversity of the plant communities was evaluated using alpha diversity indices. Computation of dendrometric parameters and establishment of size class structures of diameter and height allowed to understand the conservation status of the identified plant communities. A total of four plant communities was described: G1 corresponded to woodlands and savannah woodlands with *Vitellaria paradoxa* and *Uapaca togoensis* as characteristic species, and including 81 woody species; G2 corresponded to forest gallery, dominated by *Anogeissus leiocarpa* and *Cola gigantea* and including 100 woody species; G3 corresponding to tree and shrub savannahs with *Vitellaria paradoxa* and *Parinari curatellifolia* as characteristic species, and including 64 woody species; and G4 corresponded to *Anogeissus leiocarpa* - *Lonchocarpus sericeus* dry forest that included 75 woody species. The dendrometric parameters varied significantly from a plant group to another (P-value < 0.05). The distribution of tree diameters was in an inverted "J" shape, characteristic of multi-species stands. As for the structures in height, they were bell-shaped with a left asymmetry, reflecting a rarity of higher individuals (>20 m). The results showed an acceptable state of conservation and a good natural regeneration capacity of the forest, which must be improved through the implementation of a forest management plan.

Keywords: Plant communities, floristic diversity, dendrometry, Pénéssoulou forest reserve.

3.1. Introduction

A l'échelle planétaire, les écosystèmes forestiers sont extrêmement précieux pour l'humanité toute entière car ils jouent un rôle essentiel grâce aux nombreux services écosystémiques qu'ils procurent tels que la production de bois et des produits forestiers non ligneux, la conservation de la biodiversité, le stockage de carbone, l'atténuation des effets des changements climatiques, la protection des eaux et des sols, les services culturels et cultuels (FAO, 2010; Amagnide *et al*., 2015). La diversité biologique des forêts et la variabilité des écosystèmes forestiers sont donc à la base des biens et services, et constituent ainsi le fondement de la bonne santé et de la stabilité des forêts à long terme.

Malheureusement de nos jours, les écosystèmes forestiers du monde font l'objet de dégradation importante. Cette dégradation des écosystèmes forestiers, représente une des plus importantes causes de réduction de la biodiversité dans le monde (FAO, 1997; Amagnide *et al*., 2015). Selon World Resources Institute (2008), 80% de la couverture forestière mondiale originelle a été abattue ou dégradée, essentiellement au cours des 30 dernières années. Les pays en voie de développement enregistrent les plus importants taux de réduction des surfaces forestières. L'Afrique est l'un des continents les plus durablement touchés par la perte de la couverture forestière avec une contribution de 49,33% à la réduction du couvert forestier mondial entre 1990 et 2000 (FAO, 2009). Cette perte est plus perceptible en Afrique de l'Ouest en particulier où la régression annuelle du couvert forestier est depuis 1990, estimée à 1,17% (FAO, 2009). Au Bénin, la perte moyenne annuelle des forêts est de 50.000 ha entre 2000 et 2010 (FAO, 2010), ce qui représente l'un des plus forts taux de la région (31% selon le World Resources Institute en 2012). Cette situation est le résultat de l'agriculture itinérante sur brûlis, du pâturage extensif et des feux de végétation (Ganglo et De Foucault, 2006). A ces facteurs, il convient d'ajouter l'exploitation forestière abusive aussi bien pour l'extraction du bois d'œuvre que du bois de feu.

Aux pertes de superficies correspondent des pertes proportionnelles en espèces (MarcArthur, 1969). De ce fait, l'on assiste à un phénomène de disparition et de raréfaction d'un nombre important d'espèces végétales et animales abritées par ces écosystèmes. Face à cette menace que subit la biodiversité, l'Etat béninois a retroussé les manches pour la gestion de certaines forêts classées, parcs nationaux et réserves forestières, aux fins de mieux y conserver la flore et la faune. Malheureusement, certaines aires protégées ont déjà fait l'objet d'une exploitation forestière frauduleuse et ont également servi au développement des activités agricoles (N'Da *et al*., 2008). C'est le cas de la Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) qui a subi dans un passé

récent une exploitation forestière ayant conduit à une dégradation de certaines de ses formations avant sa délégation de gestion à l'Office National du Bois.

La FCP est un écosystème rare puisqu'elle regroupe des formations végétales écologiquement différentes, allant de la forêt dense sèche aux savanes. Selon PAPFCP (2014), cet écosystème est doté d'une richesse faunistique et floristique très élevée. La FCP se trouve dans un phytodistrict qui abrite un total de 450 espèces végétales dont 30 de valeur pour la conservation avec une communauté typique de plantes qui lui est inféodée (Adomou *et al.*, 2006). Cette réserve forestière présente donc un intérêt considérable en matière de biodiversité, et nécessite d'être conservée (Kokou et Sokpon, 2006). Malheureusement, la menace de disparition sur certaines espèces végétales et animales est encore pesante aujourd'hui. La dernière révision du plan d'aménagement de la FCP (DGFRN, 2014) note une disparition des espèces de singe telles que *Colobus polykomos* Zim. et *Procolobus verus* Van. et Ben. dans cet écosystème et de nombreuses autres espèces végétales menacées dont *Milicia excelsa* (Welw.) C. C. Berg et *Khaya grandifoliola* C. DC.

La conservation de cette forêt nécessite qu'elle soit étudiée de façon approfondie et aménagée en conséquence. Ceci passe par une bonne connaissance de la biodiversité de ses formations végétales, de leur structure y compris de la distribution des espèces qui s'y retrouvent. Dans ce sens, peu d'études spécifiques sont disponibles sur la forêt de Pénéssoulou, ce qui justifie l'intérêt du présent travail. Les principales questions qui se posent sont les suivantes : Quel est composition floristique et les caractéristiques dendrométriques des formations végétales de la FCP ? Qu'est-ce qui différencie, du point de vue structural ses formations végétales ? Comment les espèces sont-elles distribuées au sein de ses formations ? C'est pour répondre à ces questions que l'étude a pour objectifs spécifiques de (i) individualiser les différents types de végétation de la FCP, (ii) évaluer la diversité floristique des groupements végétaux de la FCP et (iii) caractériser la structure des formations végétales identifiées dans la FCP en vue de sa conservation.

3.2. Méthodologie

3.2.1. Milieu d'étude

L'étude s'est déroulée dans la Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) qui appartient à la zone soudano-guinéenne (Centre du Benin) (Figure 3.1) ; elle est localisée entre 9°14' et 9°18' de latitude Nord et 1°30' et 1°35' de longitude Est avec une superficie de 5.559 ha. Le climat est

de type tropical humide de transition. La pluviosité totale annuelle varie de 1165 à 1300 mm et la température moyenne mensuelle est de 27°C (Adomou, 2011). Le relief est dominé par des plateaux avec une altitude variant entre 200 et 250 m dans le Sud et 300 et 350 m dans le Nord. Les sols sont de types ferralitiques et ferrugineux tropicaux lessivés avec concrétions. La végétation naturelle est caractérisée par une mosaïque de savanes et de forêts claires parsemée de foret galerie, de forêt dense sèche et de forêt dense semi-décidue (Akoègninou *et al*., 2006). La FCP fait partie intégrante du district phytogéographique de Bassila (Adomou, 2005).

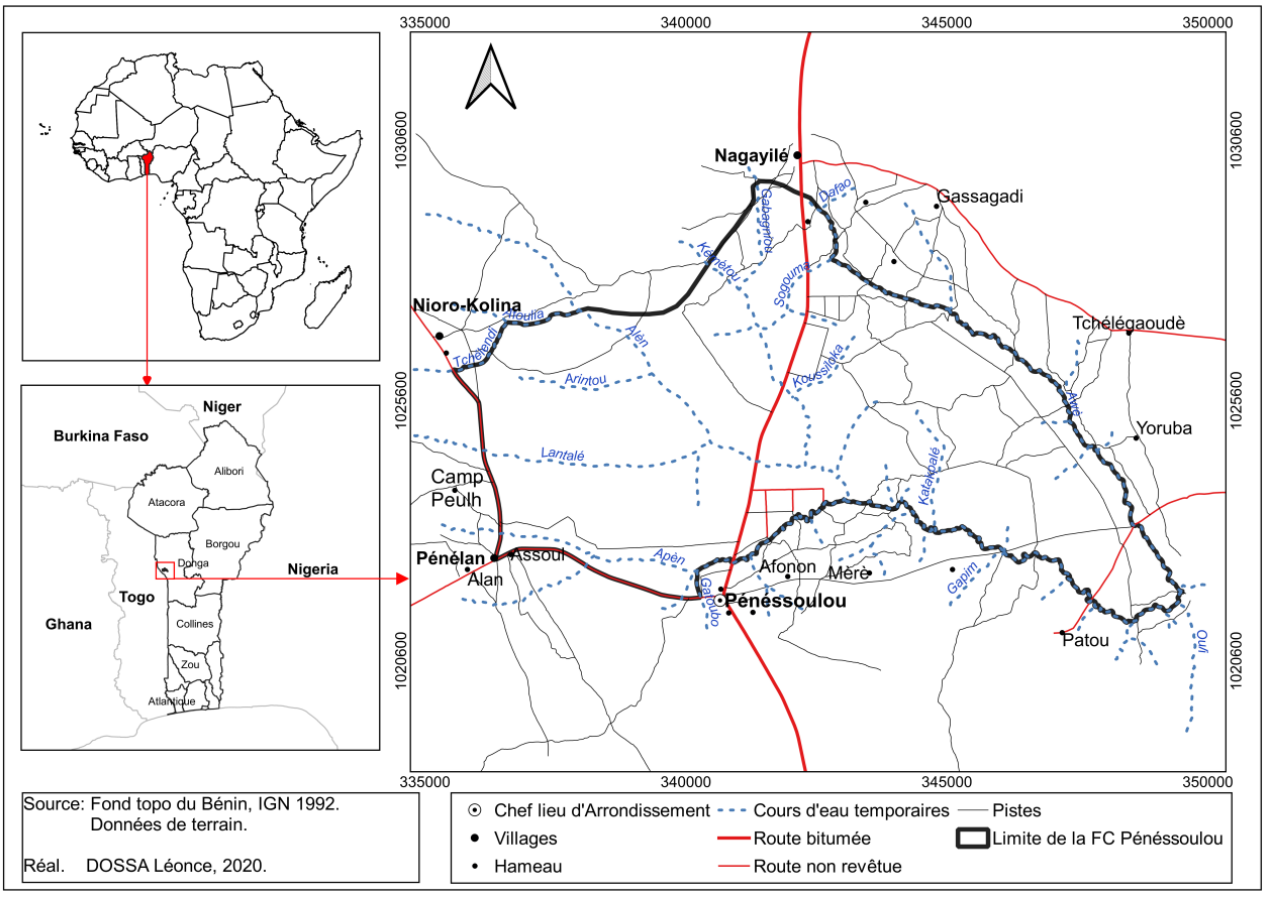


Figure 3.1 : Situation géographique de la Forêt Classée de Pénéssoulou

3.2.2. Echantillonnage et collecte de données

Un échantillonnage à deux niveaux a été utilisé dans le cadre de cette étude. Les unités du premier niveau sont des placeaux rectangulaires de 50 m × 20 m et les unités du deuxième niveau sont cinq quadrats de 2 m × 2 m établis au centre et aux quatre sommets de chaque placeau de 1000 m^2 (Figure 3.2). Au total, 234 placeaux de 1000 m^2 ont été installés dans la forêt suivant un maillage (500 m × 500 m) de la carte de la forêt préalablement effectué au laboratoire de manière à couvrir l'ensemble des formations végétales de la FCP (Figure 3.3).

Cependant quelques placeaux ont été réduits des mailles de formations claires au profit des mailles de formations denses.

Des relevés phytosociologiques ont été effectués dans les placeaux de 1000 m2. Les espèces ont été inventoriées par strate affectées de leur coefficient d'abondance-dominance suivant l'échelle de Braun-Blanquet (1932). Le coefficient d'abondance-dominance d'une espèce exprime le nombre d'individus et son recouvrement par unité de surface dans le milieu. Il varie de 0 à 5 :

+ : individus rares ou très rares et à recouvrement très faible (< 1%) ;

1 : individus assez abondants, mais à recouvrement faible (1 à 5%) ;

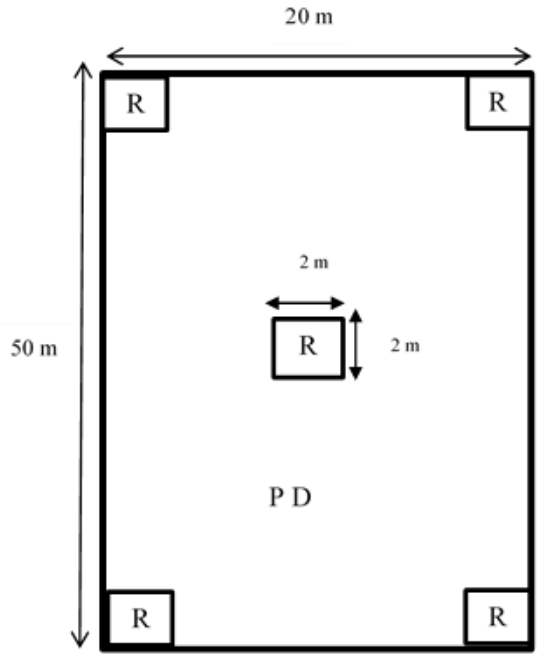
2 : individus très abondants et à recouvrement compris entre 6 et 25% ;

3 : nombre d'individus quelconque, recouvrement allant de 26 à 50% ;

4 : nombre d'individus quelconque, recouvrement allant de 51 à 75% ;

5 : nombre d'individus quelconque et recouvrement compris entre 76 à 100%.

Les espèces collectées ont été identifiées sur le terrain et des vérifications ont été faites à l'Herbier National du Bénin. Des inventaires dendrométriques ont été ensuite effectués et tous les arbres de diamètre à 1,30 m du sol (dbh) supérieur ou égal à 10 cm ont été dénombrés puis leurs diamètre, hauteur fût et hauteur totale mesurés respectivement à l'aide du ruban pi et du clinomètre. La régénération (individus de dbh inférieur à 10 cm) a été dénombrée dans 1170 quadrats (5 quadrats par placeau × 234 placeaux) en tenant compte de leurs stades de développement (plantules: individus de hauteur ≤ 2 m, juvéniles: individus de hauteur ≥ 2 m et de dbh < 7 cm et jeunes arbres: individus de hauteur ≥ 2 m et 7 cm ≤ dbh < 10 cm), tel que utilisé par Vitoékpon *et al*. (2018). Les individus non identifiés sur le terrain ont été herborisés et ramenés à l'Herbier National pour identification.



R : Placeau de collecte de données de régénération

PD : Quadrats de collecte de données phytosociologiques et dendrométriques

Figure 3.2 : Dispositif d'inventaire floristique et forestier

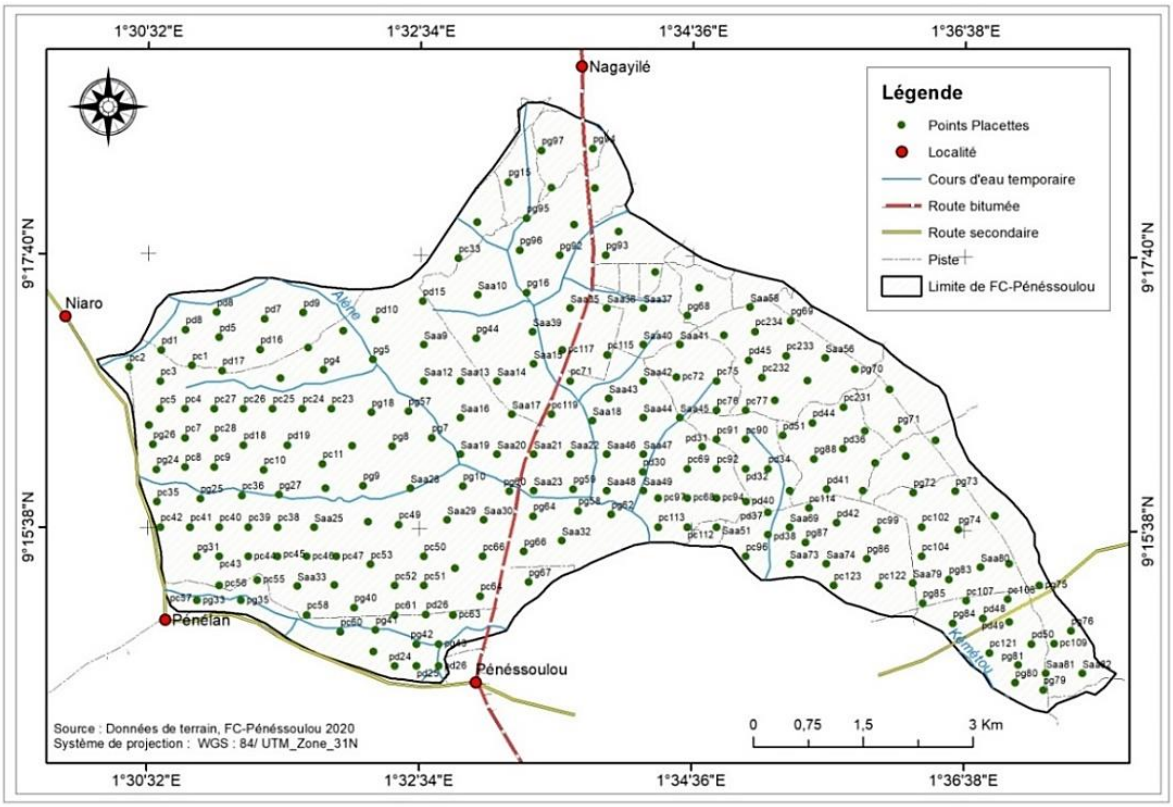


Figure 3.3 : Carte de la FCP montrant la localisation des placeaux de collectes de données

3.2.3. Traitement et analyse statistiques des données

3.2.3.1. Individualisation des groupements végétaux

A partir des données des relevés phytosociologiques, la matrice d'abondance des espèces végétales (ligneuses et herbacées) recensées dans les 234 placeaux a été établie. Cette matrice a été soumise au positionnement multidimensionnel non-métrique (Non-Metric Multidimensional Scaling ou NMDS) en utilisant la distance de Bray et Curtis (Bray et Curtis, 1957) et la fonction "NMDS" à partir des libraries (packages) *vegan* (Oksanen, 2016) et *labdsv* (Roberts et Roberts, 2016). Le NMDS est en effet, une méthode d'ordination indirecte de gradient écologique et permet de mettre en exergue les sites similaires de par leur composition floristique (Økland, 1996). Des ellipses de confiance à 95 % de niveau de confiance ont été construites autour des relevés phytosociologiques en tenant compte de la stratification à priori de la végétation. La matrice d'abondance a été préférée du fait de son efficacité relative prouvée à l'échelle d'une forêt.

Pour identifier les principales espèces importante (phares) de chaque groupement végétal, l'indice de valeur d'importance (IVI) de chaque espèce (Curtis et McIntosh, 1951) a été calculé par espèce végétale. Ainsi, pour une espèce *α*, l'IVI est donné par :

$IVI_\alpha = RD_\alpha + RF_\alpha + RC_\alpha$ (1) où

- ✓ $RD_\alpha = n_\alpha / \sum_{i=1}^{k} n_\alpha$ *(2) est la densité relative de l'espèce α ;*
- ✓ $RF_\alpha = f_\alpha / \sum_{\alpha=1}^{k} f_\alpha$; $f_\alpha = j_\alpha / k$ *(3) est la fréquence relative de l'espèce α;* j_α *est le nombre de placeaux dans lequel l'espèce a été observée et k le nombre total de placeaux et*
- ✓ $RC_\alpha = C_\alpha / \sum_{\alpha=1}^{n} C_\alpha$; $C_\alpha = a_\alpha N_\alpha / n_\alpha$ *(4) est la dominance relative de l'espèce α;* a_α *est la surface terrière de l'espèce α;* $N\alpha$ *est la densité de l'espèce α et* n_α *est le nombre total d'individus échantillonnés pour l'espèce α.*

L'IVI varie de 0 à 3 (ou 0 à 300%) et traduit le pourcentage d'importance. Il donne une estimation globale du niveau d'importance écologique d'une espèce végétale dans une communauté végétale (Curtis & McIntosh, 1951). Plus la valeur de l'IVI d'une espèce est élevée, plus cette espèce est écologiquement importante. Le diagramme en barre des valeurs de l'IVI a été établi pour les cinq espèces les plus écologiquement importantes (IVI > 10%) par groupement végétal.

Par ailleurs, la similarité floristique des différents groupements végétaux a été examinée au moyen de l'indice de similarité de Sokal et Sneath (Sokal & Sneath, 1963).

3.2.3.2. Diversité floristique des groupements végétaux

Pour chaque groupement végétal, la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité de Piélou (Gillet, 2000) ont été calculés et comparés.

- *Richesse spécifique* (*S* en espèces): elle représente le nombre total d'espèces présentes dans un milieu donné.
- *Indice de diversité de Shannon* (*H* en bits), est défini par la formule suivante :

$$H = -\sum_{i=1}^{s} \frac{n_i}{n} Log_2 \frac{n_i}{n} \quad (5)$$ n_i = nombre d'individus de l'espèce *i* et *n* = nombre total d'individus inventoriés dans les placeaux.

Cet indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces.

- *Equitabilité de Piélou* (*Eq*): elle est une mesure de la stabilité du peuplement et équivaut au rapport de *H* à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H_{max}):

$$Eq = \frac{H}{H_{max}} \quad avec \quad H_{max} = Log_2 S \quad (6)$$

Elle varie de 0 à 1; elle est maximale quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et minimal quand une seule espèce ou un petit groupe d'espèces domine tout le peuplement.

3.2.3.3. Caractéristiques dendrométriques des groupements végétaux

Les caractéristiques dendrométriques (Tableau 3.1) que sont la densité d'arbres, le diamètre moyen des arbres, la surface terrière, la hauteur totale (hauteur moyenne de Lorey) et la hauteur fût (Rondeux, 1999; Kangas *et al*., 2007) ont été calculés par groupement végétal. Ces paramètres ont été soumis à des analyses de variance (ANOVA) à un facteur fixe (groupement végétal) initiée par Crawley (2007) ou à défaut des tests de Kruskall-Wallis (lorsque les conditions d'application de l'ANOVA: normalité des populations et égalité des variances-populations ne sont pas satisfaites) pour tester si les différences entre groupements végétaux sont significatives. De plus, la contribution en surface terrière a été aussi calculée pour les deux principales espèces caractéristiques des groupements végétaux et a fait l'objet de comparaison entre ces derniers par des ANOVA à un facteur fixe (groupement végétal). Par ailleurs, l'indice

de green a été déterminé pour apprécier l'arrangement spatial des arbres par groupement végétal. En ce qui concerne la régénération, elle a été analysée en déterminant la densité de régénération par stade de développement (plantules, juvéniles et jeunes arbres), par groupement et de façon globale.

3.2.3.4. Etablissement des structures en diamètre et en hauteur des arbres dans les groupements végétaux

Les structures en diamètre sont révélatrices des évènements liés à la vie des peuplements (Rondeux, 1999). En effet, l'étude du regroupement des tiges par catégories de grosseur constitue un bon instrument d'appréciation de la dynamique des populations des essences ligneuses (Cunningham, 2001). Ainsi, pour chacun des groupements végétaux, les structures en diamètre ont été établies. La distribution à trois paramètres *a* (paramètre de seuil), *b* (paramètre d'échelle) et *c* (paramètre de forme) de Weibull (Johnson & Kotz, 1970) a été ajustée aux structures observées. Des analyses log-linéaire ont été réalisées pour tester l'adéquation globale entre les distributions observées et celle théorique. Il a été alors possible à partir de ces paramètres de tirer des conclusions sur l'état de conservation des groupements végétaux. Par ailleurs, les structures en hauteur des arbres ont été établies pour chacun des groupements végétaux, puis ajustées à la distribution théorique à trois paramètres de Weibull.

Les analyses statistiques ont été réalisées dans le logiciel R version 3.5.3 (Team, 2019) et le niveau de signification statistique a été fixé à 5 %. Les structures en diamètre ont été établies dans le logiciel Minitab version 14 (Minitab, 1996). Les détails des autres paramètres dendrométriques calculés sont consignés dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Caractéristiques dendrométriques utilisées

Paramètres dendrométriques	**Formules**	**Descriptions**
Densité du peuplement (*N* en arbres/ha)	$N = \frac{n}{s}$	*n*: nombre total d'arbres par placeau *s*: surface d'un placeau en ha
Diamètre moyen (*Dg* en cm)	$Dg = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i^2}$	*n*: nombre d'arbres du placeau d_i: diamètre (cm) de l'arbre *i*
Surface terrière (G en m^2/ha)	$G = \frac{0{,}0001\ \pi}{4\,s}\sum_{i=1}^{n} d_i^2$	d_i: diamètre en centimètre (cm) de l'arbre *i* du placeau et *s*: surface du placeau en ha
Hauteur moyenne de Lorey (H_L en m)	$H_L = \frac{\sum_{i=1}^{n} g_i h_i}{\sum_{i=1}^{n} g_i}$ avec $g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2$	g_i: surface terrière de l'individu *i* h_i: hauteur totale de l'individu *i*

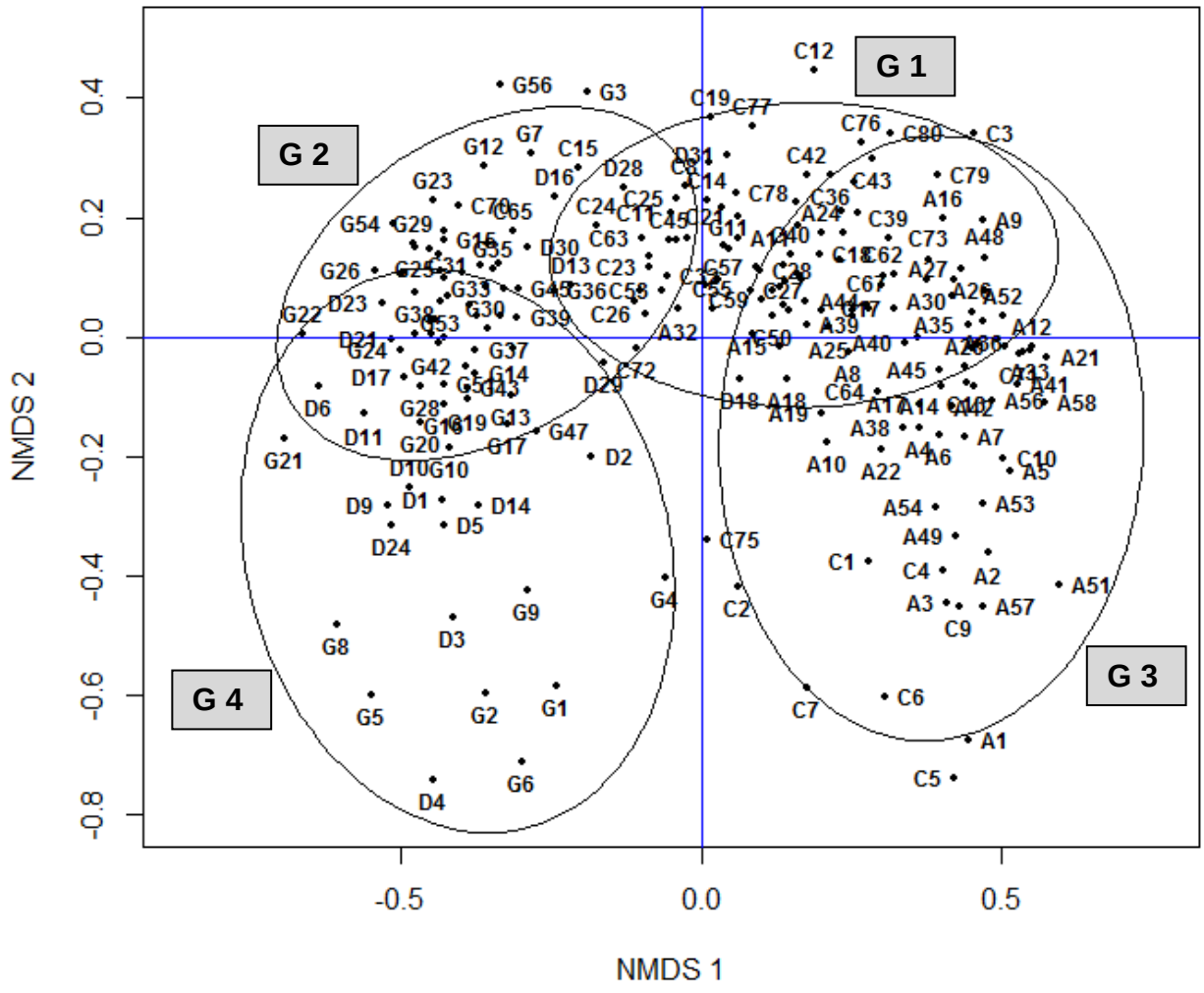
Paramètres dendrométriques	Formules	Descriptions
Contribution en surface terrière (*Cs* en %)	$Cs = 100\frac{Gpi}{G}$	*Gpi*: surface terrière des individus de l'espèce *i* et *G*: surface terrière de l'ensemble des individus du placeau
Densité de régénération (*Nr* en plants/ha)	$Nr = \frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5} dr_i \quad avec \quad dr_i = \frac{n_i}{sq}$	dr_i: densité de régénération dans le quadrat *i*, n_i: nombre de régénération et *sq*: surface du quadrat en ha

Les hauteurs fussent et totale ont été adaptées de la formule de la hauteur moyenne de Lorey.
Source: Glèlè-Kakaï et Sinsin, 2009

3.3. Résultats

3.3.1. Typologie des groupements végétaux et composition floristique

La valeur de "stress" du positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS), indice révélant la qualité de l'ordination, est de 0,196 (< 0,20) indiquant la fiabilité de l'ordination. Les résultats obtenus montrent une relative discrimination des placeaux au regard des formations végétales et de la stratification à priori de la végétation de la forêt (Figure 3.4). Le premier axe discrimine les placeaux des peuplements fermés (G4 et G2: placeaux respectivement installés en forêt dense et en forêt galerie) des placeaux des peuplements ouverts (G3 et G1: placeaux respectivement installés en savanes arborée et arbustive et en forêt claire et savane boisée), suggérant un gradient de complexité structurale. Le deuxième axe oppose les placeaux de forêt dense et de savane arborée et arbustive aux placeaux de forêt galerie et de forêt claire et savane boisée, les premiers présentant les plus faibles richesses spécifiques globales (64 et 75 respectivement pour les groupements G3 et G4 contre 81 et 100 respectivement pour les groupements G1 et G2). Cette tendance est confirmée par la richesse spécifique moyenne par placeau (12,91 ± 26,55 et 11,14 ± 26,19 respectivement pour les groupements G3 et G4 contre 14,55 ± 20,23 et 12,45 ± 30,71 respectivement pour les groupements G 1 et G 2) (Tableau 3.2), indiquant ainsi un gradient inverse de diversité spécifique.



***G** (relevé effectué en forêt galerie), **D** (relevé effectué en forêt dense), **C** (relevé effectué en forêt claire et savane boisée) et **A** (relevé effectué en savane arborée et arbustive).*

Figure 3.4 : Diagramme d'ordination du positionnement multidimensionnel non métrique des relevés phytosociologiques effectués dans la FCP

Les plus grands chevauchements des ellipses de confiance sont observés entre les groupements G4 et G2 d'une part et les groupements G3 et G1 d'autre part, indiquant une similarité entre la composition floristique de ces groupements. L'absence de chevauchement entre les groupements G3 et G4 et le faible chevauchement des ellipses de confiance observé entre les groupements G1 et G2 révèlent une relative dissimilarité dans la composition floristique de ces groupements. Ces résultats sont confirmés par l'indice de similarité de Sokal et Sneath, indiquant une similarité relativement forte de la composition floristique des groupements G4 et G2 (0,30 ; 55 espèces en commun) et des groupements G3 et G1 (0,42 ; 54 espèces en commun) ; la plus faible similarité étant observée entre les groupements G3 et G4 (0,18 ; 32

espèces en commun). Le groupement G2 est le plus diversifié (100 espèces ligneuses) alors que le groupement G3 était le moins diversifié (64 espèces ligneuses), des tendances intermédiaires étant obtenu pour les autres groupements. Les valeurs élevées pour l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité de Piélou indiquent une bonne répartition de la végétation ligneuse entre les quatre groupements végétaux (Tableau 2).

En somme, ces différents résultats obtenus conduisent à retenir que la FCP regroupe quatre groupements végétaux (Figure 3.4):

- Forêt claire et savane boisée à ***Vitellaria paradoxa*** **et** ***Uapaca togoensis*** (G1) avec 81 espèces ligneuses ;
- Galerie forestière à ***Anogeissus leiocarpa*** **et** ***Cola gigantea*** (G2) avec 100 espèces ligneuses ;
- Savanes arborée et arbustive à ***Vitellaria paradoxa*** **et** ***Parinari curatellifolia*** (G3) avec 64 espèces ligneuses ;
- forêt dense sèche à ***Anogeissus leiocarpa*** **et** ***Lonchocarpus sericeus*** (G4) avec 75 espèces ligneuses.

Tableau 3.2 : Paramètres de diversité spécifique des groupements végétaux

Paramètres	**G1 (n = 78)**		**G2 (n = 71)**		**G3 (n = 57)**		**G4 (n = 28)**		***Prob.***
	Moy.	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	
Richesse spécifique moyenne (*Sm, Espèces*)	14,6	20,2	12,5	30,7	12,9	26,6	11,1	26,2	0,000
Richesse spécifique globale (*S, Espèces*)	81,0	-	100,0	-	64,0	-	75,0	-	-
Diversité de Shannon (*H, Bits*)	4,6	-	5,1	-	4,4	-	5,2	-	-
Equitabilité de Pielou, *Eq*	0,7	-	0,8	-	0,7	-	0,8	-	-

n= nombre de relevés : moyenne (Moy.), coefficient de variation (Cv), valeur de probabilité (Prob.) et valeur globale.

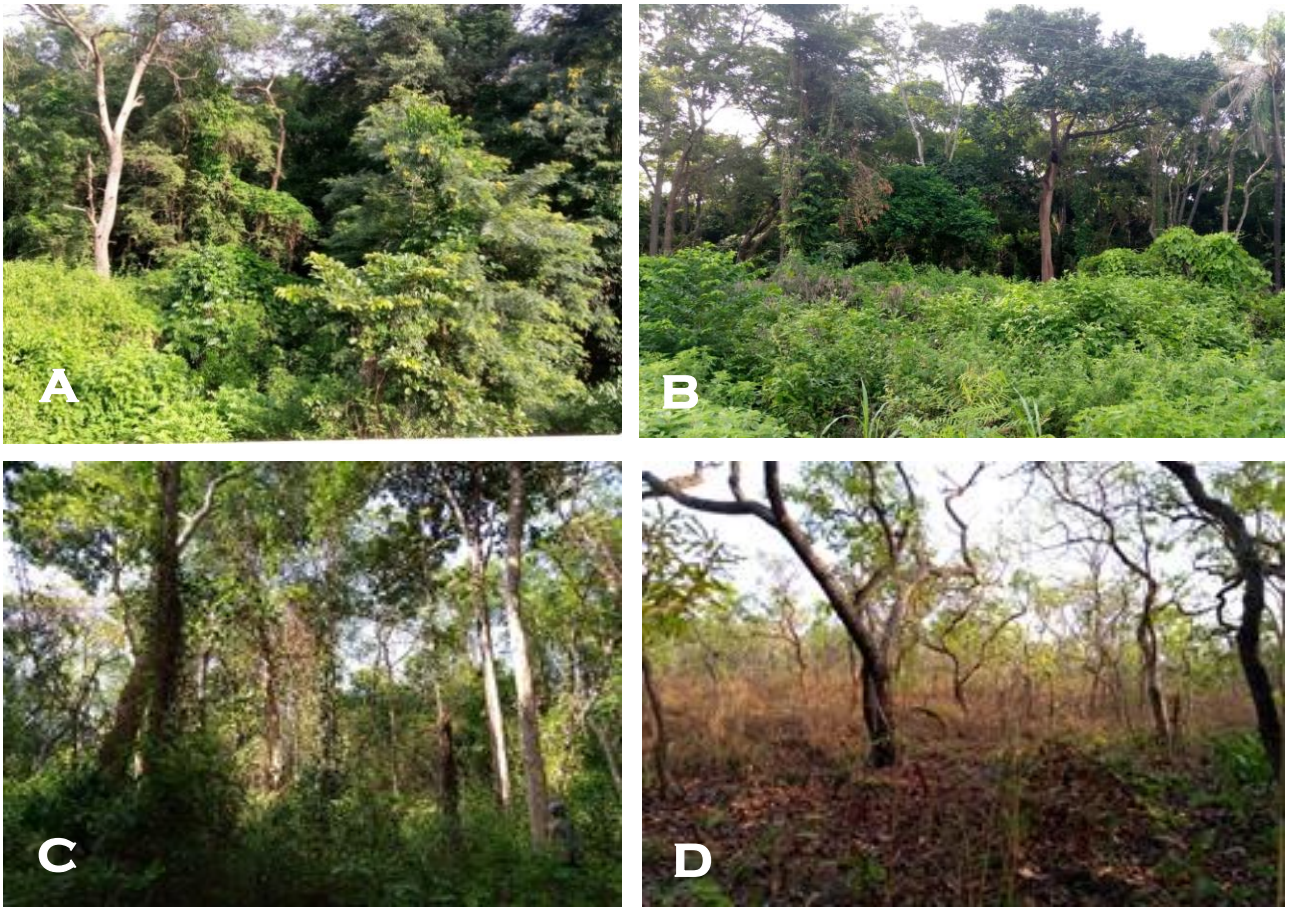
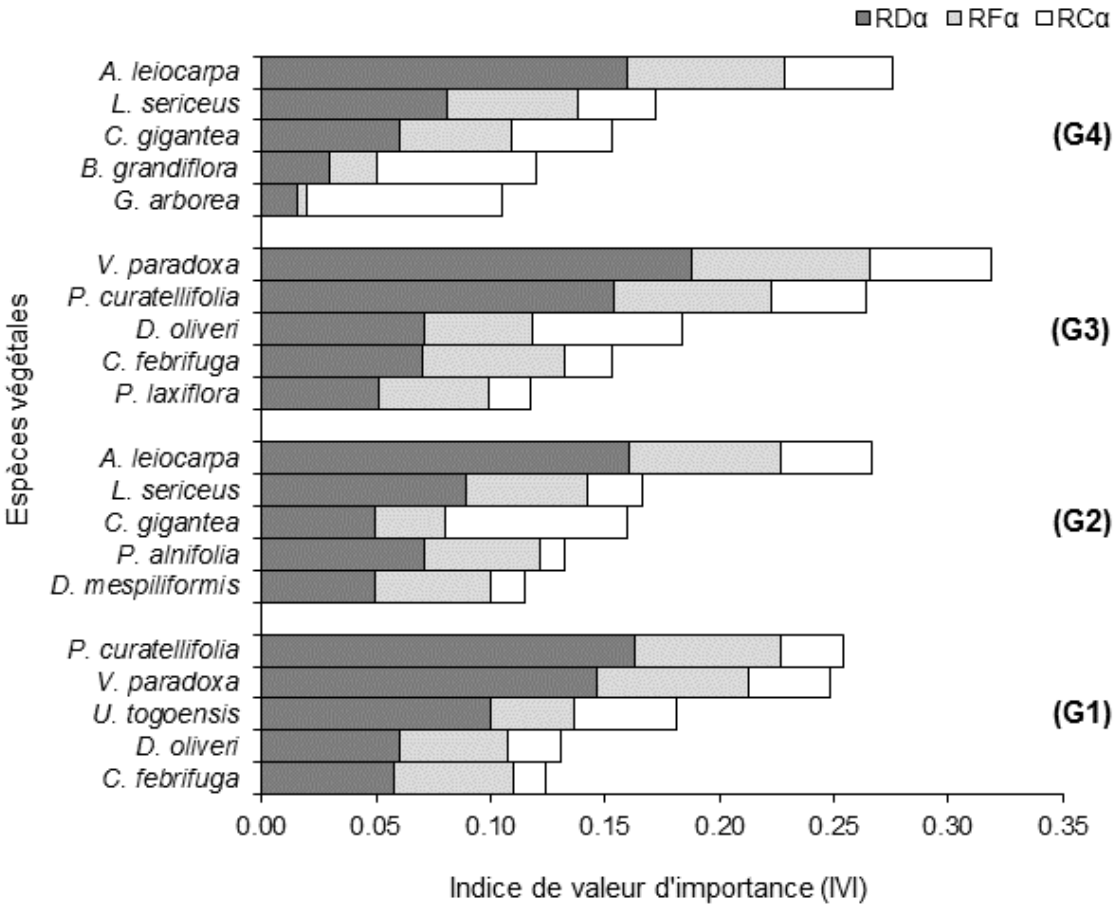


Figure 3.5 : Formation végétales de la FCP.
A : Une galerie forestière, B : Une forêt dense semi décidue, C : Une forêt claire, D : Une savane boisée

Ces groupements végétaux renferment globalement 149 espèces végétales ligneuses réparties en 104 genres et 36 familles avec des différences entre les groupements végétaux. Les familles les plus représentées en terme de nombre de genres sont Fabaceae réparties en 24 genres dont : i) Leguminosae Caesalpinoideae avec 12 genres (*Afzelia*, *Berlinia*, *Burkea*, *Cassia*, *Daniellia*, *Delonix*, *Detarium*, *Erythrophleum*, *Isoberlinia*, *Piliostigma*, *Senna* et *Tamarindus*) ; ii) Leguminosae Mimosoideae comportant 6 genres (*Acacia*, *Albizia*, *Entada*, *Leucaena*, *Parkia* et *Prosopis*) ; iii) Leguminosae Papilionoideae contenant 6 genres (*Andira*, *Lonchocarpus*, *Millettia*, *Pericopsis*, *Pterocarpus* et *Aganope*). Ensuite vient la famille Rubiaceae répartie en 8 genres (*Crossopteryx, Fadogia, Mitragyna, Morinda, Pavetta, Sarcocephalus, Sericanthe et Tricalysia*), Malvaceae répartie en 6 genres (*Bombax*, *Ceiba*, *Christiana*, *Cola*, *Dombeya* et *Sterculia*) et Anacardiaceae comprenant en 5 genres (*Anacardium*, *Lannea*, *Mangifera*, *Sclerocarya* et *Spondias*). Les genres les plus représentés en terme de nombre d'espèces sont *Ficus* avec 9 espèces ; *Combretum* et *Terminalia* avec 5 espèces chacun.

Les cinq principales espèces les plus écologiquement importantes dans chaque groupement végétal sont présentées à la figure 3.6.



RDα : Densité relative de l'espèce α, RFα : Fréquence relative de l'espèce α, RCα : Dominance relative de l'espèce α

Figure 3.6 : Principales espèces phares des groupements végétaux

3.3.2. Caractéristiques dendrométriques du peuplement ligneux

3.3.2.1. Variabilité à travers les groupements végétaux

Les deux principales espèces caractéristiques des groupements végétaux sont : *Vitellaria paradoxa* et *Uapaca togoensis* pour G1, *Anogeissus leiocarpa* et *Cola gigantea* pour G2, *Vitellaria paradoxa* et *Parinari curatellifolia* pour G3 et *Anogeissus leiocarpa* et *Lonchocarpus sericeus* pour G4 (Figure 3.6). Les résultats issus des analyses de variance (ANOVA) et des tests de Kruskal-Wallis (Tableau 3) indiquent que tous les paramètres dendrométriques (densité d'arbres, diamètre moyen, surface terrière et hauteur totale) varient significativement (*Prob. < 0,05*) selon les groupements végétaux pour le peuplement global (Tableau 3.3). L'analyse comparative des caractéristiques dendrométriques des groupements végétaux (Tableau 3) révèle que le groupement G 4 présente globalement les valeurs les plus élevées (*D* = 31,82 cm

et G = 27,37 m^2/ha) alors que le groupement G 3 en présente les plus faibles valeurs (D = 19,73 cm, G = 12,70 m^2/ha et H_L = 9,88 m). Toutefois, en ce qui concerne la densité d'arbres, le groupement G1 présente la valeur la plus élevée (510,77 tiges/ha) alors que le groupement G4 présente la valeur la plus faible (347,73 tiges/ha), les arbres les plus hauts étant observés dans le groupement G2 (H_L = 17,74 m). Par ailleurs, l'indice de Green varie de 0,009 à 0,037 indiquant un arrangement spatial aléatoire des arbres au sein des groupements végétaux quel que soit le groupement végétal considéré. Les résultats révèlent que la première espèce caractéristique était plus nombreuse dans les groupements G1 (75 tiges/ha) et G3 (77,5 tiges/ha). En revanche, les individus de la première espèce caractéristique étaient plus gros (diamètre > 33 cm), plus hauts (hauteur totale > 15 m) et avaient une meilleure contribution en surface terrière (contribution > 23 %) dans les groupements G2 et G4. Concernant la deuxième espèce caractéristique, ses individus étaient plus gros dans le groupement G1 (diamètre > 48 cm) plus nombreux dans le groupement G2 (densité > 90 tiges/ha) et plus hauts dans le groupement G4 (hauteur totale > 14 m).

Tableau 3.3 : Paramètres dendrométriques des groupements végétaux et de leurs principales espèces caractéristiques

Paramètres	**G1 (n = 78)**		**G2 (n = 71)**		**G3 (n = 57)**		**G4 (n = 28)**		***Prob.***
	Moy.	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	
1ère espèce caractéristique	***V. paradoxa***		***A. leiocarpa***		***V. paradoxa***		***A. leiocarpa***		
N, tiges/ha	75,0	68,1	57,0	88,12	77,5	54,6	55,5	116,2	-
D, cm	20,5	29,5	33,3	32,53	19,6	17,9	32,2	50,5	-
G, m^2/ha	2,4	59,6	5,7	71,03	2,3	53,2	6,5	88,9	-
Cs, %	16,0	61,2	23,6	71,80	20,0	61,5	28,8	86,5	-
H_L, m	9,6	25,5	18,6	18,31	8,9	18,0	15,3	30,5	-
2ème espèce caractéristique	***U. togoensis***		***C. gigantea***		***P. curatellifolia***		***L. sericeus***		
N, tiges/ha	46,0	89,8	90,4	79,0	63,3	87,8	28,2	130,8	-
D, cm	48,3	59,7	22,0	33,3	17,1	20,8	32,8	42,6	-
G, m^2/ha	9,5	119,0	3,2	73,2	1,8	93,4	4,8	124,1	-
Cs, %	60,3	74,3	11,6	45,1	13,6	78,1	16,7	115,6	-
H_L, m	8,8	35,3	11,1	23,35	8,0	19,0	14,4	32,6	-
Peuplement global									
N, tiges/ha	510,8	27,4	355,8	29,81	412,0	36,3	347,7	28,9	0,000
D, cm	20,1	14,7	31,7	30,60	19,7	14,3	31,8	18,6	0,000
G, m^2/ha	15,8	25,3	27,3	44,04	12,7	41,2	27,4	32,8	0,000
H_L, m	10,7	20,4	17,7	21,02	9,9	22,2	17,3	17,2	0,000
Indice de Green	0,009	-	0,012	-	0,024	-	0,037	-	-

V. paradoxa : Vitellaria paradoxa ; A. leiocarpa : Anogeissus leiocarpa ; U. togoensis : Uapaca togoensis ; C. gigantea : Cola gigantea ; P. curatellifolia : Parinari curatellifolia ; L. sericeus : Lonchocarpus sericeus.

Moyenne (Moy), Coefficient de variation (Cv) ; Valeur de probabilité (Prob) ; N : Densité ; D: Diamètre moyen ; G : Surface terrière ; Cs : Contribution en surface terrière et H_L : Hauteur totale.

3.3.2.2. La régénération

Les résultats de l'évaluation de la régénération dans les groupements végétaux sont présentés dans le tableau 3.4. Les valeurs de probabilité issus des analyses de variance révèlent des différences significatives (*Prob. < 0.05*) de densités de régénération globales entre les groupements végétaux. La plus forte densité de régénération est observée dans le groupement G3 (55163 tiges/ha) alors que la plus faible densité de régénération est observée dans le groupement G4 (31000 tiges/ha). Par ailleurs, de fortes décroissances de densité de régénération sont observées des premiers aux derniers stades de développement des régénérations.

Tableau 3.4 : Densité (tige/ha) de régénération globale et selon les classes de régénération au sein des groupements végétaux (GV)

GV	Densité 1ère classe		Densité 2ème classe		Densité 3ème classe		Densité globale	
	Moy.	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	***Moy.***	***Cv***	***Moy.***	***Cv***
G1 (n=78)	50533,3	42,7	933,3	112,7	183,3	187,7	51900,0	41,8
G2 (n=71)	34731,9	50,5	1978,3	89,5	108,7	260,1	36869,6	46,5
G3 (n=57)	53558,1	45,7	1023,3	127,9	267,4	143,4	55162,8	44,5
G4 (n=28)	29150,0	42,4	1200,0	100,5	50,0	316,2	31000,0	42,2
Prob.	0,000		0,000		0,025		0,000	

1ère classe: plantules, 2ème classe 2: juvéniles et 3ème classe: jeunes arbres.

3.3.3. Structures en diamètre et en hauteur des groupements végétaux

Les structures en diamètre établies pour chacun des groupements végétaux (Figure 3.7) montrent globalement une distribution en "J renversé", caractéristique des peuplements multispécifiques avec des valeurs du paramètre de forme, *c* de la distribution de Weibull toutes proches de 1. Les individus de diamètre compris entre 10 et 40 cm sont largement les plus dominants avec une relative dominance de ceux de la première classe de diamètre (10 cm ≤ d < 20 cm) pour ces différentes structures. Par ailleurs, les individus de diamètre supérieur à 50 cm sont quasi-absents au sein des groupements G 1 et G 3. L'analyse log-linéaire effectuée (tableau 5) pour chacune des structures en diamètre indique un bon ajustement des données à la distribution de Weibull pour les différents groupements végétaux (*Prob.>0,05*) au seuil de 5 %.

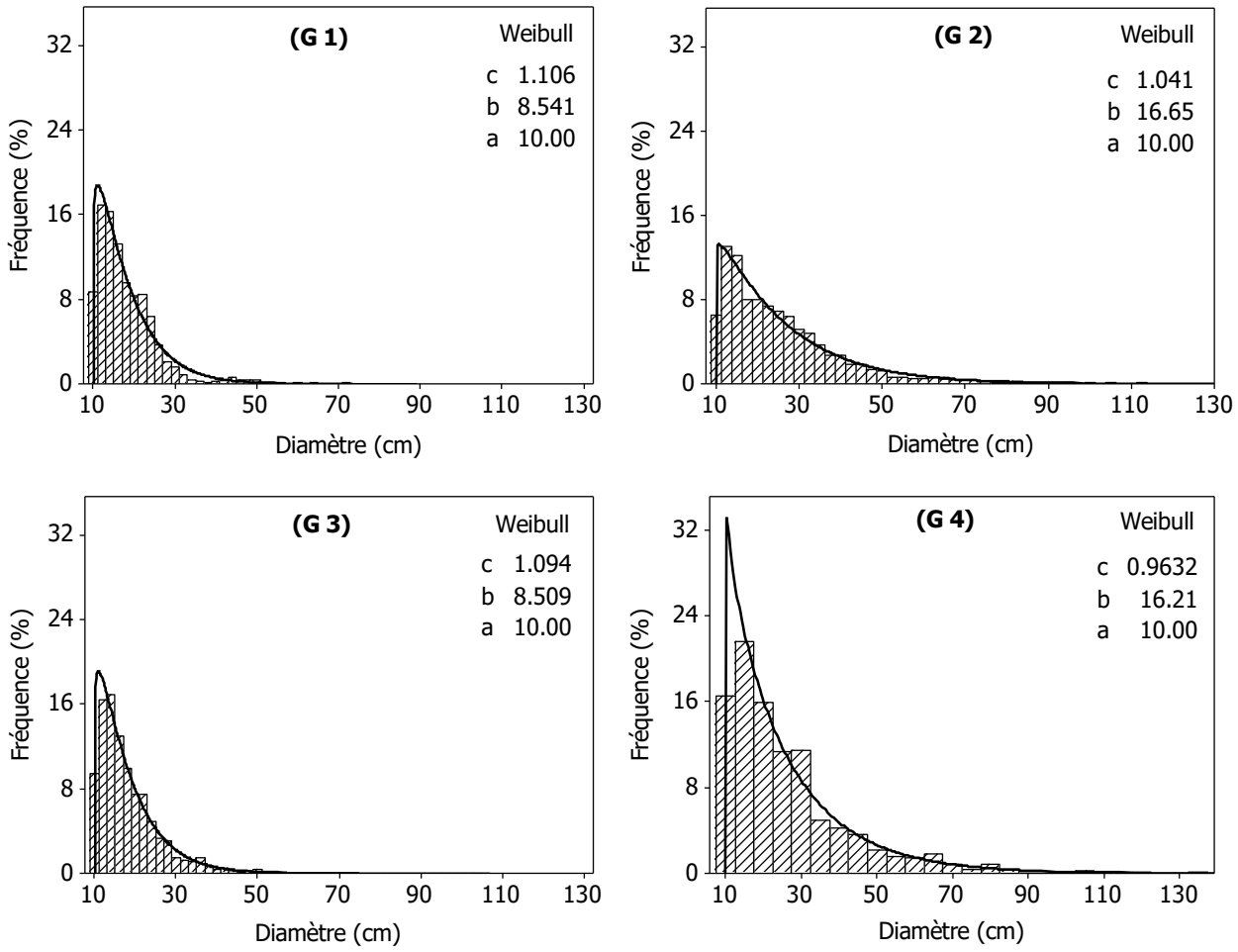


Figure 3.7 : Structures en diamètre des groupements végétaux

Tableau 3.5 : Ajustement de la distribution de Weibull aux distributions observées : résultats des analyses log-linéaires

Structures observées	**G1 (n = 78)**		**G2 (n = 71)**		**G3 (n = 55)**		**G4 (n = 22)**	
	Chi-2	Prob.	Chi-2	Prob.	Chi-2	Prob.	Chi-2	Prob.
Structure en diamètre	0,97	0,325	0,30	0,582	0,07	0,790	1,74	0,187
Structure en hauteur	872,60	0,000	1,70	0,192	135,45	0,000	0,37	0,545

En ce qui concerne les structures en hauteur, il ressort de l'analyse de la figure 3.8 que les distributions en hauteur des quatre types de peuplement sont en cloche et présentent une dissymétrie gauche. Les arbres de hauteur comprise entre 5 et 15 m sont les plus représentés au sein des groupements. L'analyse log-linéaire effectuée (tableau 3.5) pour chacune des structures en hauteur indique globalement un bon ajustement des données à la distribution de Weibull pour les différents groupements végétaux (*Prob. > 0,05*) au seuil de 5 %.

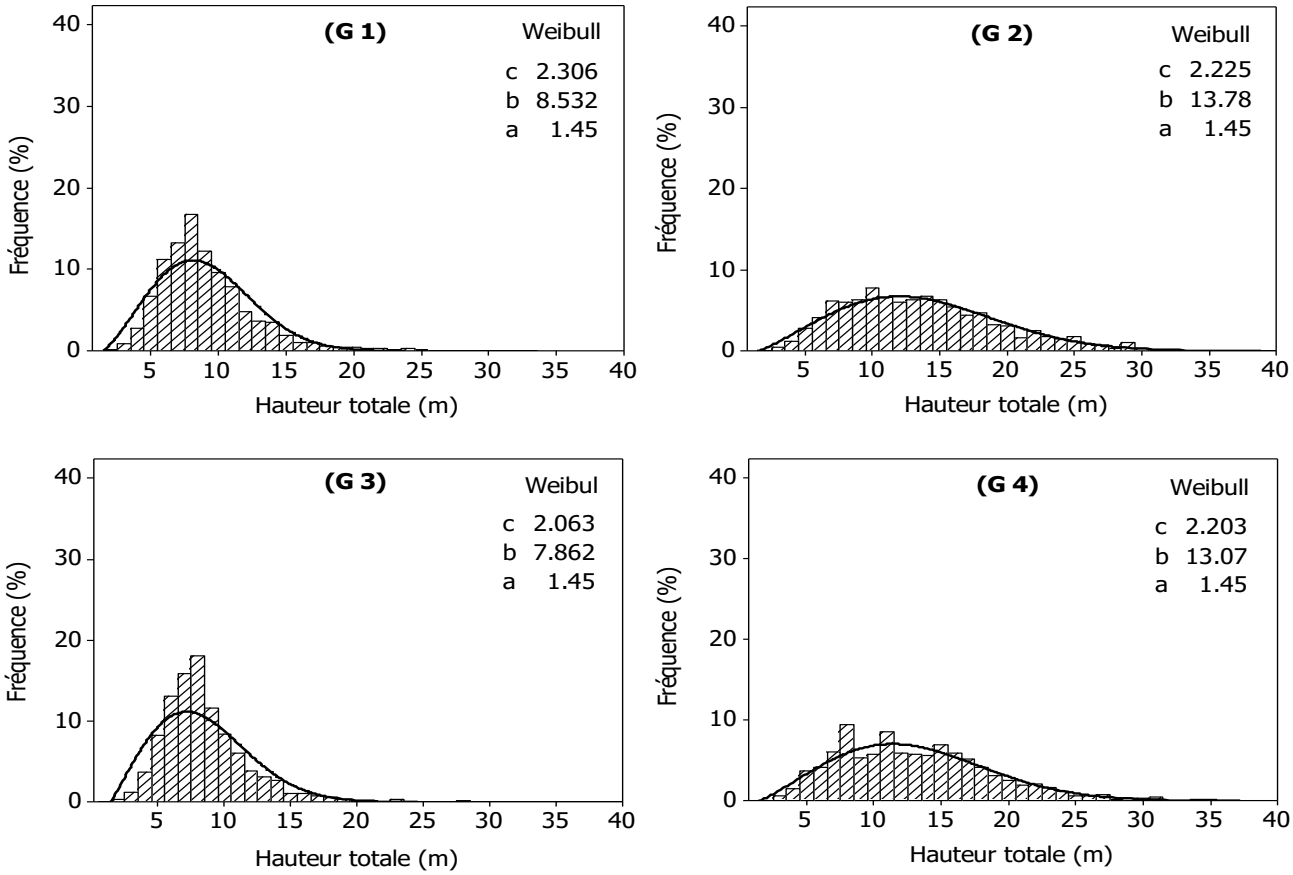


Figure 3.8 : Structures en hauteur des groupements végétaux

3.4. Discussion

3.4.1. Composition floristique des groupements végétaux

La diversité floristique de la Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) a révélé l'existence de quatre (04) groupements végétaux : le premier (G1) caractérisé par les espèces de forêt claire et savane boisée, le deuxième (G2) par les espèces de forêt galerie, le troisième (G3) par les espèces de savanes arborée et arbustive et le quatrième (G4) par les espèces de forêt dense sèche. Parmi les principales espèces caractéristiques des groupements végétaux figure *Anogeissus leiocarpa*, une des espèces ciblées pour la conservation au Bénin et fortement recherchée par les exploitants forestiers (DGFRN, 2010; Amagnide *et al.*, 2015; Akpona *et al.*, 2017). Il en est de même pour *Cola gigantea* et *Daniellia oliveri* qui font actuellement l'objet d'exploitation à des fins de bois d'œuvre et de service.

La diversité floristique de la FCP est moins élevée que celle de la Forêt Classée de Lama constituée de cinq groupements végétaux avec 392 espèces végétales ligneuses (Folahan *et al.*,

2018), que celle des forêts galeries de la Réserve Biosphère de la Pendjari également constituée de cinq groupements végétaux renfermant 350 espèces (Oumorou *et al*., 2011). Néanmoins, la FCP bénéficie d'un micro climat avantageux avec une pluviosité totale annuelle variant entre 1.165 à 1.300 mm (Adomou, 2011), largement au dessus de la moyenne de la zone soudano-guinéenne qui est d'au plus 1.100 mm (Sinsin *et al*., 2004). Les causes probables de cette situation de dimunition de la richesse spécifique pourraient être le relâchement, voire l'abandon de la surveillance de la FCP contre l'exploitation forestière illégale après la fin du projet Projet de Restauration des Ressouces Forestières (2003) ; ce qui a rendu vulnérables les formations ouvertes et celles situées le long des voies et pistes bordant la réserve. Ces écarts pourraient être également expliqués par le taux d'échantillonnage et la méthode de collecte des données effectués dans chaque cas.

Par contre, la diversité floristique de la FCP est plus élevée que celle de la Forêt Classée de Wari-Maro située dans la même zone climatique où la forêt claire et la savane boisée ne compaient que 34 et 33 espèces ligneuses respectivement (Amagnide *et al*., 2015). Ce massif, compte tenu de sa taille n'a véritablement pas bénéficié d'actions rigoureuses de protection contrairement à la FCP qui récemment a été mise sous gestion de l'Office National du Bois avec des exploits de surveillance.

3.4.2. Caractéristiques dendrométriques des groupements végétaux et régénération

La caractéristisation dendrométrique des groupements végétaux montre, les paramètres dendrométriques varient significativement entre les formations végétales, suggérant que les facteurs climatiques ne sont pas les seuls facteurs qui gouvernent l'abondance et la croissance des espèces. Les arbres sont plus gros dans la forêt dense sèche (groupement G4) que dans la forêt claire et savane boisée (groupement G1) avec des tendances intermédiaires pour la forêt galerie et la savane boisée (groupements G2 et G3). Le premier groupement (G1) caractérise par les espèces de forêt claire et savane boisée, le deuxième (G2) par les espèces de forêt galerie, le troisième (G3) par les espèces de savanes arborée et arbustive et le quatrième (G4) par les espèces de forêt dense. La compétition inter-spécifique semble donc être beaucoup plus marquée dans le groupement végétal G1 que dans le groupement végétal G4; ce qui est en concordance avec les valeurs de densité d'arbres obtenues (510,8 tiges/ha en G1 et 347,7 tiges/ha en G4). Les densités obtenues dans cette étude sont supérieures à celles rapportées pour la Forêt Classée de Wari-Maro par Glèlè-Kakaï et Sinsin (2009) (203 à 225 arbres/ha), par

Assogbadjo *et al*. (2010) (80 et 109 arbres/ha) et par Amagnide *et al*. (2015) (182 à 189 arbres/ha) ; témoignant des bonnes conditions écologiques dans la FCP.

L'exploitation illégale de bois pourrait également justifier les différences observées entre les groupements G1 et G4. En effet, les formations végétales ouvertes sont plus faciles d'accès aux exploitants illégaux pour la coupe des arbres ainsi que leur débardage des forêts. Ces formations sont également celle les plus exposés ; bordant l'axe principal Pénéssoulou-Djougou ou situées à proximité de village riverain (Nioro). La topographie des formations ouvertes offre moins accidentée que celle des formations denses (forêt galerie, forêt dense) souvent parsemées de ravinements et de ruisseaux. Cet état de chose les rend plus vulnérables aux manœuvres des exploitations illicites. Dans ces formations, on note la présence de trouées qui témoignent des faits d'écrémage par exploitation illégale entrainant la dégradation desdites unités. D'ailleurs, les individus de diamètre compris entre 10 et 40 cm sont les plus représentés avec une rareté des individus de diamètre supérieur à 50 cm, notamment dans les groupements végétaux G1 et G3. Cette tendance étant contraire dans les peuplements voisins de forêts denses (G4) présentant globalement des meilleures caractéristiques dendrométriques. Toutefois, les arbres des groupements végétaux identifiés sont plus gros que ceux des groupements similaires de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (D = 17,8 cm) rapportés par Houehanou *et al*. (2008), témoignant des bonnes conditions climatiques dont jouit la forêt et de la facilité de la célérité que pourrait offrir sa reconstitution si les mesures sont prises dans ce sens.

Les résultats de l'analyse de la structure en hauteur de la FCP indiquent que les arbres de hauteur comprise entre 5 et 15 m sont les plus représentés au sein des groupements végétaux. Les allures en cloche observées sont similaires à celles rapportées par Bonou *et al*. (2009) et Folahan *et al*. (2018) pour la Forêt Classée de Lama. Cette régénération observée (densité moyenne variant entre 31.000 et 55.163 tiges/ha) montre que la FCP regorge d'un potentiel émergent important avec un stade de développement varié. Cela témoigne des bonnes conditions écologiques de la forêt qui favorisent la survie et la transition de la régénération des diamètres inférieurs vers les ceux supérieurs mais également des actions récentes de protection des ressources. En effet, la récupération de la gestion de cette forêt par l'Office National du Bois (ONAB) depuis l'année 2012, mettant en place un arsenal puissant de sécurisation (maillage par les postes de gardiennage) offre une tranquillité qui milite en faveur de cette régénération.

3.5. Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer la composition floristique de la FCP. Elle a aussi permis de caractériser la structure de quatre groupements végétaux identifiés (G1, G2, G3 et G4) dans la FCP. Les principaux résultats obtenus montrent que la diversité floristique et les caractéristiques dendrométriques diffèrent selon les groupements végétaux. Pour les structures en diamètre et en hauteur des quatre groupements végétaux, une distribution en "J renversé" et une distribution en cloche ont été respectivement obtenues. La quasi-totalité des structures s'ajustent bien à la distribution de Weibull.

Ces résultats traduisent que par le passé la FCP a fait l'objet de bonne conservation ce qui est témoigné par ma présence de stations de formations végétales fermées. Un courant contraire a été observé dans les formations ouvertes faciles d'accès enclin à une perte de la biodiversité forestière illustrée par la composition et les paramètres dendrométriques de ces formations fragilisées. Par ailleurs, les derniers efforts menés au profit de la protection de la FCP par l'Office National du Bois (installé depuis 8 ans) sont traduits dans les tendances progressives de régénération observée.

En termes de perspectives de gestion durable et pour mieux contrôler les pressions anthropiques sur la forêt, il est suggéré une actualisation du plan d'aménagement avec une meilleure prise en compte des questions de :

- la conservation de la biodiversité ;
- la création d'une zone tampon tout autour de la Forêt Classée ;
- le renforcement de la surveillance ;
- l'enrichissement des trouées dans les formations savanicoles après une étude des conditions édaphiques desdites zones ;
- la redynamisation de la gestion participative impliquant les populations locales riveraines dans la gestion quotidienne de la forêt assortie d'un programme minimum de sensibilisation.

CHAPITRE 4 :

Rhyzophyta et gaps de conservation de la Forêt Classée de Pénéssoulou

4. Rhyzophyta et gaps de conservation de la Forêt Classée de Pénéssoulou

Résumé

La Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) est un écosystème d'intérêts botanique et écologique particuliers pour le Bénin. Malheureusement, depuis son classement en 1946, sa phytodiversité reste mal documentée. Pourtant, la connaissance de la flore d'un écosystème forestier constitue une source fondamentale d'informations pour la mise en place des stratégies de conservation efficaces et adaptées. La présente étude vise à combler cette lacune dans la connaissance pour constituer désormais un outil important pour la recherche et la conservation. La compilation de la liste des espèces a été faite par le biais d'inventaires floristiques réalisés en 2016, complétés par des données de relevés d'autres chercheurs et des spécimens de l'Herbier National du Bénin. Les occurrences des espèces ont été directement prises avec un GPS sur le terrain, à partir des spécimens d'herbiers et complétées par des téléchargements sur le site de Global Biodiversity Information Facilities (GBIF). La FCP a été divisée en 280 cellules de grille, chacune de 0,5 km x 0,5 km, et le nombre d'espèces menacées a été enregistré dans chaque cellule. Au total, 599 espèces réparties en 359 genres et 89 familles ont été recensées. Les familles les plus riches en espèces sont les Fabaceae (99 espèces), les Rubiaceae (46 espèces) et les Poaceae (37 espèces). Les formes de vie les plus prépondérantes sont les phanérophytes (337 espèces) et les thérophytes (95 espèces). La FCP abrite 41 espèces menacées dont *Garcinia kola* (éteinte à l'état sauvage) et *Combretum grandiflorum, Garcinia livingstonei, Manihot glaziovii, Tricalysia reticulata, Ventilago africana* (en danger critique). Elle loge 11 espèces exclusives dont *Englerophytum oblanceolatum; Psorospermum alternifolium; Uapaca guineensis*. Tout ceci fait de la FCP un « potentiel site » de biodiversité. Il est essentiel de renforcer les plans d'aménagement et de gestion de la forêt en accorder une attention particulière à la conservation de sa flore endémique locale.

Mots clés : Forêt classée de Pénéssoulou, diversité taxonomique, espèces menacées, distribution, conservation.

4- Rhyzophyta and conservation gaps in the Pénéssoulou forest reserve

Abstract

Pénéssoulou Forest Reserve (PFR) is a botanically and ecologically important ecosystem for Benin. Unfortunately, since its classification in 1946, its phytodiversity remains poorly documented. However, knowledge of the flora of a forest ecosystem constitutes a fundamental source of information for the implementation of effective and adapted conservation strategies. The present study aims to reduce this knowledge gap to become an important tool for research and conservation. The compilation of the species list was done through floristic inventories carried out in 2016, supplemented by survey data from other researchers and herbarium specimens. Species occurrences were taken directly with a GPS on the field from herbarium specimens and supplemented with downloads from the Global Biodiversity Information Facilities (GBIF) website. The CPF was divided into 280 grid cells, each 0.5 km x 0.5 km, and the number of threatened species was recorded in each cell. A total of 599 species in 359 genera and 89 families were recorded. The most species-rich families were Fabaceae (99 species), Rubiaceae (46 species) and Poaceae (37 species). The most prevalent life forms are phanerophytes (337 species) and therophytes (95 species). PFR is home to 41 threatened species including *Garcinia kola* (extinct in the wild) and *Combretum grandiflorum*, *Garcinia livingstonei*, *Manihot glaziovii*, *Tricalysia reticulata*, *Ventilago africana* (critically endangered). It houses 11 exclusive species including *Englerophytum oblanceolatum; Psorospermum alternifolium; Uapaca guineensis*. All this makes the FCP a hot spot of biodiversity. It is essential to strengthen the management plans of the forest by giving special attention to the conservation of its unique flora.

Keywords: Pénéssoulou forest reserve, specific diversity, threatened species, distribution, conservation.

4.1. Introduction

Les forêts renferment une impressionnante diversité biologique qui fait d'elles une composante essentielle de l'environnement, indispensable à la survie des espèces (UICN, 2020). Elles ont de nombreuses fonctions socioéconomiques et environnementales importantes tant au niveau local, national que mondial. Leurs importance et valeur sont incontestables dans les pays du monde entier dans la mesure où elles fournissent de multiples biens et services tels que des aliments, du bois, des plantes médicinales, des fibres, la régulation du climat, la régulation de l'eau, les services culturels et sociaux. Dans les pays en voie de développement, ces écosystèmes naturels ont souvent une forte propension à la dégradation due aux actions anthropiques. La déforestation, la fragmentation et la savanisation sont autant de conséquences de l'anthropisation des espaces forestiers tropicaux (Geist et Lambin, 2001; Ngueguim *et al*., 2009; Ouedraogo *et al.*, 2018). Cela occasionne non seulement une grande perte de la biodiversité et des services écosystémiques, mais également la raréfaction des ressources forestières, avec des répercussions sociales et économiques énormes.

Les impacts des activités humaines sur la couverture végétale et la survie des espèces végétales en particulier ont été montrés par plusieurs auteurs (Missa *et al*., 2018; Gnahoré *et al.*, 2020). Ainsi, la préoccupation de conservation de la biodiversité avec la prise en compte des besoins des populations locales, est devenu une réalité depuis le Sommet de la Terre en 1992 (Inoussa, 2013). Cette conservation doit reposer sur une bonne connaissance de la diversité biologique pour être efficiente et mener des actions adéquates (Melom *et al*., 2015; Amba *et al*., 2021). Malgré cette prise de conscience collective, l'érosion de la biodiversité se poursuit et constitue une menace pour l'humanité (Sinsin *et al.*, 2010).

Au Bénin, les pressions voire la dégradation de l'environnement ont évolué à un rythme assez inquiétant. Le secteur forestier en particulier est très vulnérable, dans la mesure où il est confronté à un certain nombre de problèmes urgents auxquels il faut remédier pour réduire de nouvelles pertes de forêts ainsi que leur dégradation. Les problèmes de déforestation et de dégradation des forêts au Bénin sont liés à des facteurs tels que l'empiètement opéré par l'agriculture, la demande en bois énergie, l'exploitation forestière illégale, l'urbanisation, le pastoralisme, la chasse et le braconnage (World Bank Group, 2020). Ces utilisations qui sont pour la plupart abusives constituent un véritable danger pour la survie de certaines espèces végétales ou animales qui ont trouvé refuge dans les forêts classées. Selon ce même auteur, les facteurs indirects comprennent la faiblesse de la gouvernance forestière, la croissance

démographique rapide et la pauvreté persistante, les problèmes de financement erratique du secteur forestier, le foncier et les changements climatiques. La situation dans la plupart des forêts classées du Bénin est loin d'être reluisante car les diverses pressions ont abouti à une régression importante de l'espace forestier national et compromettent leur capacité à fournir les services écosystémiques comme la séquestration du carbone, facteur important d'atténuation des changements climatiques. (Atindogbé, 2004; Avakoudjo *et al*., 2014; Mama *et al.*, 2014).
Tout comme de nombreuses surfaces forestières, la Forêt Classée de Pénéssoulou (FCP) n'est pas en marge des diverses menaces de dégradation. La production incontrôlée de bois de feu à base des essences forestières à haute valeur de conservation, l'agriculture, la carbonisation, l'exploitation du bois d'œuvre, du chablis et le pâturage ont principalement contribué à la réduction de sa surface et à sa dégradation (Adame *et al*., 2020).

La FCP est un écosystème particulier pour le Bénin. Sur le plan biogéographique, elle se situe dans la zone de transition guinéo-soudanienne précisément dans le district phytogéographique de Bassila (Adomou, 2005). Ce district, nettement plus humide (1100 à 1300 mm de pluie) que ceux environnants, a des caractéristiques très proches de celles des régions humides du sud-Bénin du point de vue du climat (Adomou, 2005). Bien que des études floristiques aient été conduites dans cette forêt (Djodjouwin, 2000 ; Adomou, 2005; Akoègninou *et al*., 2006; Djogbenou *et al*., 2011), il n'existe pas une liste exhaustive de la flore qu'elle abrite à cause des limites de ces différentes études. Ce qui constitue un manque vis-à-vis des différentes stratégies de conservation mises en place pour sa sauvegarde. Au-delà du nombre d'espèces végétales, il est important de d'identifier et de géoréférencer les espèces végétales menacées présentes dans le milieu et les différentes phytocénoses qu'elles constituent. En effet, la concentration de ces entités biologiques et écologiques particulières sur un site est importante pour l'établissement des aires de conservation (Cimon-Morin, 2015).

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif général d'analyser la composition floristique globale de la FCP et ses implications pour la conservation des espèces menacées. De façon spécifique, il s'est agi de :

- évaluer la diversité floristique globale de la FCP,
- identifier les espèces à statuts particulier de la FCP;
- spatialiser les sites potentiels de conservation au sein de la FCP.

4.2. Méthodologie

4.2.1. Présentation de la zone d'étude

La forêt classée de Pénéssoulou (FCP) est localisée au centre-ouest du Bénin, dans l'arrondissement de Pénéssoulou, Commune de Bassila, Département de la Donga, entre 9°14' et 9°19' de latitudes Nord et entre 1°30' et 1°38' de longitudes Est (Figure 4.1). Elle se situe dans la zone de transition guinéo-soudanienne et dans le district phytogéographique de Bassila dont les caractéristiques ont été décrite par Adomou (2005). Ce phytodistrict est essentiellement constitué de forêts denses semi-décidues, de savanes boisées et de forêts ripicoles ; la végétation climacique est la forêt dense semi-decidue à *Khaya grandifoliola* et *Aubrevillea kerstingii* qui est un type sec de la forêt dense humide semi-décidue à *Triplochiton scleroxylon* et *Celtis zenkeri* (Adomou *et al*., 2006). Le genre *Aubrevillea*, endémique à la Région Guinéo-Congolaise n'est recensé au Bénin que dans ce phytodistrict (Akoègninou *et al*., 2006). On y observe aussi des galeries forestières à *Pentadesma butyracea* et *Trilepidium madagascariensis*, des forêts denses sèches à *Erythrophleum suaveolens* et *Anogeissus leiocarpa*, des forêts claires et savanes boisées à *Isoberlinia doka* et *Vitellaria paradoxa* (Adomou *et al*., 2006). Ce phytodistrict, nettement plus humide (1100 à 1300 mm de pluie) que ceux environnants, a des caractéristiques très proches de celles des régions humides du sud-Bénin, tant aussi bien de vue du climat que de la végétation (Adomou, 2005). Le climat est de type tropical sec ou soudanien avec une pluviométrie d'environ 1200 mm par an. Les sols quant à eux sont majoritairement de types ferrugineux tropicaux. Mais on y rencontre également des sols hydromorphes et des sols ferralitiques par endroits. Ces microsites hébergent la forêt humide semi-décidue. Pour la reconstitution du couvert végétal, les projets et les autres structures de gestion (PRRF; ProCGRN et ONAB) ont installé des plantations forestières de *Tectona grandis*, de *Gmelina arborea* et de *Anacardium occidentale.*

Les zones riveraines de la réserve forestière occupées majoritairement par les Anii, les Nagot, les Kotokoli, les Peulh, les Otammari et les Lokpa dans les villages Pénéssoulou, Pénélan, Nioro, Nagayilé et Ouli. Leurs principales activités sont l'agriculture, l'exploitation du bois et la chasse.

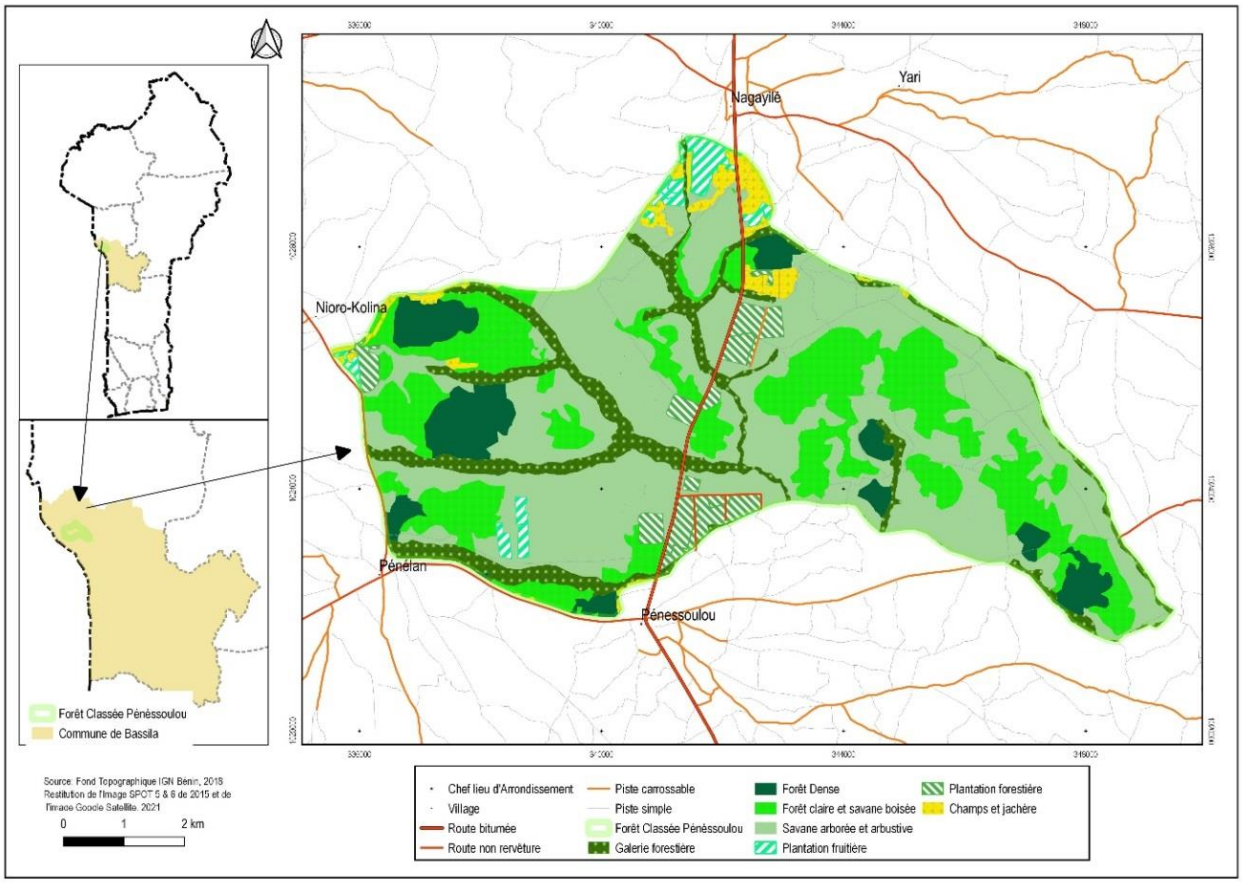


Figure 3.1 : Carte de végétation de la forêt classée de Pénéssoulou

4.2.2. Echantillonnage et collecte de données

A l'aide du logiciel QGIS 2.18, la FCP a été cartographiée. Un maillage (500 m × 500 m) complet de la carte a été préalablement effectué au laboratoire de manière à couvrir l'ensemble des formations végétales de la FCP. Les données ont été collectées par le biais de relevés floristiques. Au total, 234 placeaux restangulaires de 50 m × 20 m (unité de premier niveau) ont été installées pour recenser les individus adultes de toutes les espèces à diamètre à hauteur de poitrine d'homme (dbh) supérieur à 10 cm. Les espèces ont été inventoriées par strate affectées de leur coefficient d'abondance-dominance suivant l'échelle de Braun-Blanquet (1932). Le coefficient d'abondance-dominance d'une espèce exprime le nombre d'individus et son recouvrement par unité de surface dans le milieu. Il varie de 0 à 5.

Au centre et aux quatre sommets des placeaux, cinq quadrats (unités de deuxième niveau) de 4 m² (2 m × 2 m) ont été établies pour inventoriées les graminées, les carex, les régénérations ligneuses et les autres herbacées. Ces quadrats de deuxième niveau font un total de 1170.

La plupart des espèces ont été directement identifiées sur le terrain avec la Flore Analytique du Bénin (Akoègninou *et al.*, 2006) et les Guides de terrain de Arbonnier (2009) et Akobundu et Agyakwa (1989). Le reste des échantillons a été identifié par comparaison avec les spécimens de référence de l'Herbier National du Bénin (HNB). Les occurrences des espèces se retrouvant au sein de chaque placeau ont été repérées avec les coordonnées GPS du placeau.

Afin d'avoir une liste complète de la flore de FCP et leur distribution au Bénin, plusieurs moteurs de recherche électroniques et des bases de données en ligne ont été utilisés notamment : Web of Science, PubMed, Google Scholar, Science Direct, Springer Online et Research Gate. Les recherches ont été effectuées en combinant plantes, forêt classée de Pénéssoulou et Bassila, etc….De plus, plusieurs ouvrages sur la flore du Bénin tels que Akoègninou *et al*. (2006), Sinsin et Kampmann (2010) et Neuenschwander *et al*. (2011) ont été consultés. Aussi, les spécimens déposés à l'Herbier national du Bénin ont-ils été passés en revue. Les occurrences des espèces menacées ont été aussi prises par des téléchargements sur le site de Global Biodiversity Information Facilities (GBIF).

4.2.3. Traitement des données

Une base de données a été conçue en compilant la liste de toutes les espèces avec leurs caractéristiques (nom scientifique et famille, classe, type morphologique, types biologique et phytogéographique). Les données de "Angiosperm Phylogeny Group n°4" (APG 2016) ont été utilisées pour actualiser les noms scientifiques et les familles. La liste des espèces a été établie et le nombre d'espèces par taxon (embranchement, classe, famille et genres), type morphologique, types biologique et phytogéographique a été calculé, puis leur fréquence relative déterminée. Les spectres biologiques bruts ont été établis à partir des types biologiques définis par Raunkiaer (1934). Quant aux spectres biogéographiques bruts, ils ont été établis à partir des types biogéographiques selon White (1983). L'évaluation de la diversité taxonomique de la FCP a été aussi faite en utilisant le coefficient générique (CG). C'est le rapport entre la richesse en espèces et la richesse générique, une forme inversée du rapport définie par Moumouni *et al*. (2019) et développée à l'origine par Jaccard (1926). Il se calcule par la formule: CG = Ns/Ng où Ns est le nombre total d'espèces recensées et Ng le nombre de genres. Lorsque la valeur de CG est égale à 1 (CG = 1), la flore présente une faible diversité générique; cela signifie qu'un genre donné ne compte qu'une seule espèce. Lorsque la valeur de CG est

supérieure à 1 (CG > 1), cela dénote une diversité générique élevée parmi la flore inventoriée (Jaccard, 1926; Moumouni *et al*., 2019).

Les espèces menacées ont été identifiées en se référant aux articles et ouvrages de Adomou (2005), Neuenschwander *et al.* (2011), (Idohou *et al*. (2013) et l'Union International pour la Conservation de la Nature (www.iucnredlist.org). Les catégories de la liste rouge de l'UICN adoptées sont : Éteinte à l'état sauvage (EW), En danger critique (CR), En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT) et Préoccupation mineure (LC). L'Indice de Rareté (IR) a été appliqué aux espèces menacées recueillies pour identifier les espèces rares au sein de celles menacées dans la FCP. Il a été calculé pour chaque espèce d'après la méthode de Géhu et Géhu (1980) dont la formule est la suivante :

IR = (1 – (n/N)) × 100 avec n = nombre de plceaux où l'espèce était enregistrée et N = nombre total de placeuax (234). Selon Ferrari *et al.* (2000) et Gómez-Hinostrosa et Hernández (2000), les espèces de plantes rares ou non fréquentes sont celle ayant un IR supérieur ou égal à 80.

L'identification des espèces exclusives a été basée sur l'analyse des résultats des recherches bibliographiques. Ces espèces sont des espèces recensées dans la FCP et qui sont inféodées au district phytogéographique de Bassila c'est à-dire qu'elles ont une distribution confinée au district phytogéographique de Bassila.

La carte de végétation de la FCP a été exploitée pour le positionnement des espèces menacées. Un maillage à base du logiciel QGIS 2.18 a été réalisé pour obtenir des cellules de grille basées sur le kilométrage (0,5 km x 0,5 km). Les coordonnées géographiques en UTM de chaque espèce menacée sont projetées dans les cellules. La présence et l'absence des espèces menacées ont été utilisées pour évaluer la richesse en espèces menacées de la forêt classée de Pénéssoulou. Ainsi, la carte de distribution des espèces menacées a été établie.

4.3. Résultats

4.3.1. Composition floristique globale de la forêt

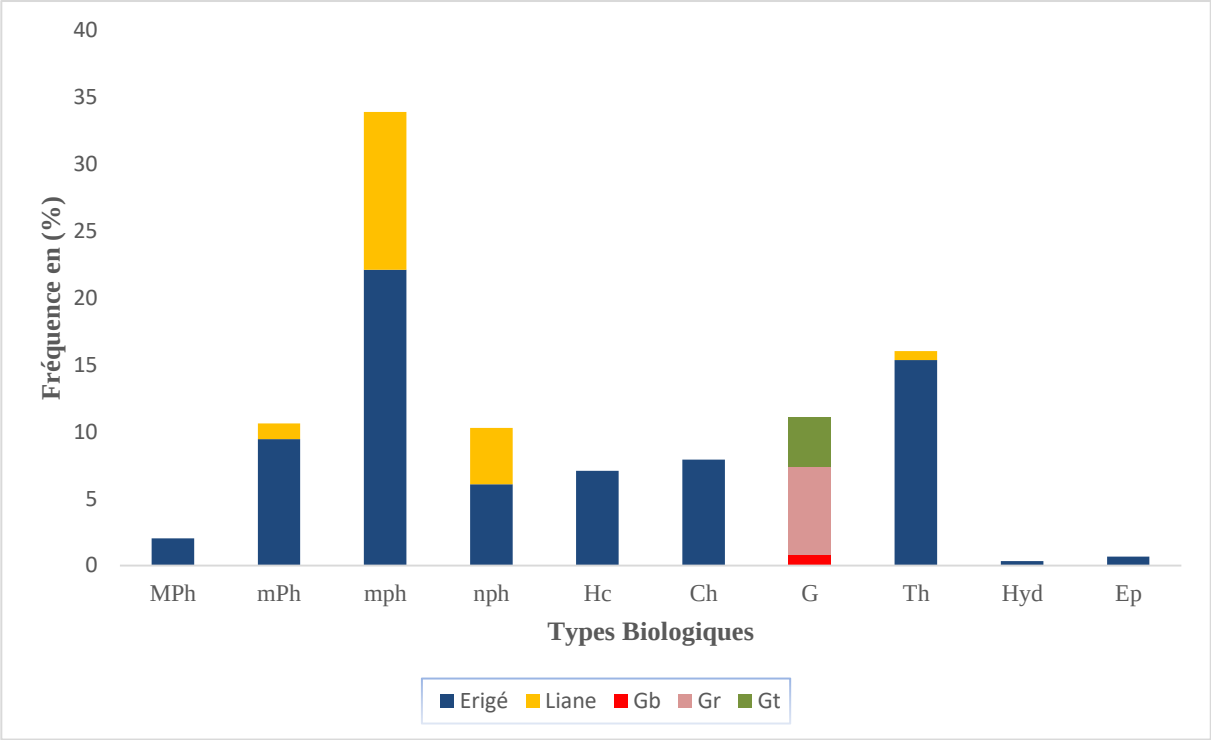
La forêt classée de Pénéssoulou (FCP) héberge un total de 599 espèces végétales réparties en 359 genres, 89 familles et deux (02) clades principaux: Angiospermes (593 espèces, 99%) et Ptéridophytes (6 espèces, 1%). Parmi les Angiospermes, 80,78% des espèces sont des dicotylédones (soit 479 espèces) et 19,22% sont des monocotylédones (soit 114 espèces). La famille la plus riche en genres et en espèces est celle des Fabaceae, avec 54 genres et 96

espèces (soit respectivement 15,04% et 16,02%). Elle est suivie des Rubiaceae, 26 genres(7,24%) et 46 espèces (7,68%), des Poaceae, 22 genres (6,12%) et 37 espèces (6,17%), des Asteraceae, 19 genres (5,29%) et 33 espèces (5,51%) et des Malvaceae, 15 genres (4,18%) et 33 espèces (5,51%). Ces familles totalisent 136 genres (37,83%) et 245 espèces (40,90%) de la flore recensée (Figure 4.2).

Le rapport entre le nombre d'espèces et le nombre de genres est de 1,67; cela implique que chaque genre compte environ deux (02) espèces. Les genres les plus riches en espèces sont *Cissus*, *Combretum* et *Ficus* (10 espèces chacun, soit 1,67%). Ils sont suivis par *Dioscorea* avec 9 espèces (1,50%) ; *Indigofera* avec 8 espèces (1,34%) ; *Crotalaria*, *Cyphostemma* et *Vernonia* avec 7 genres chacun (1,17%) ; *Desmodium* avec 6 espèces (1%). Les genres *Acacia*, *Commelina*, *Hibiscus*, *Keetia*, *Sida* et *Terminalia* comptent chacun 5 espèces (0,83% chacun) tandis que les genres *Albizia*, *Amorphophallus*, *Chlorophytum*, *Fimbristylis*, *Spermacoce*, *Strychnos* et *Tephrosia* représentent 4 espèces chacun (0,67% chacun). Trente-trois (33) genres comptent chacun 3 espèces et 64 en comptent chacun 2. Les deux cent quarante (240) genres restants sont monospécifiques.

4.3.2. Spectres biologique et phytogéographique de la forêt

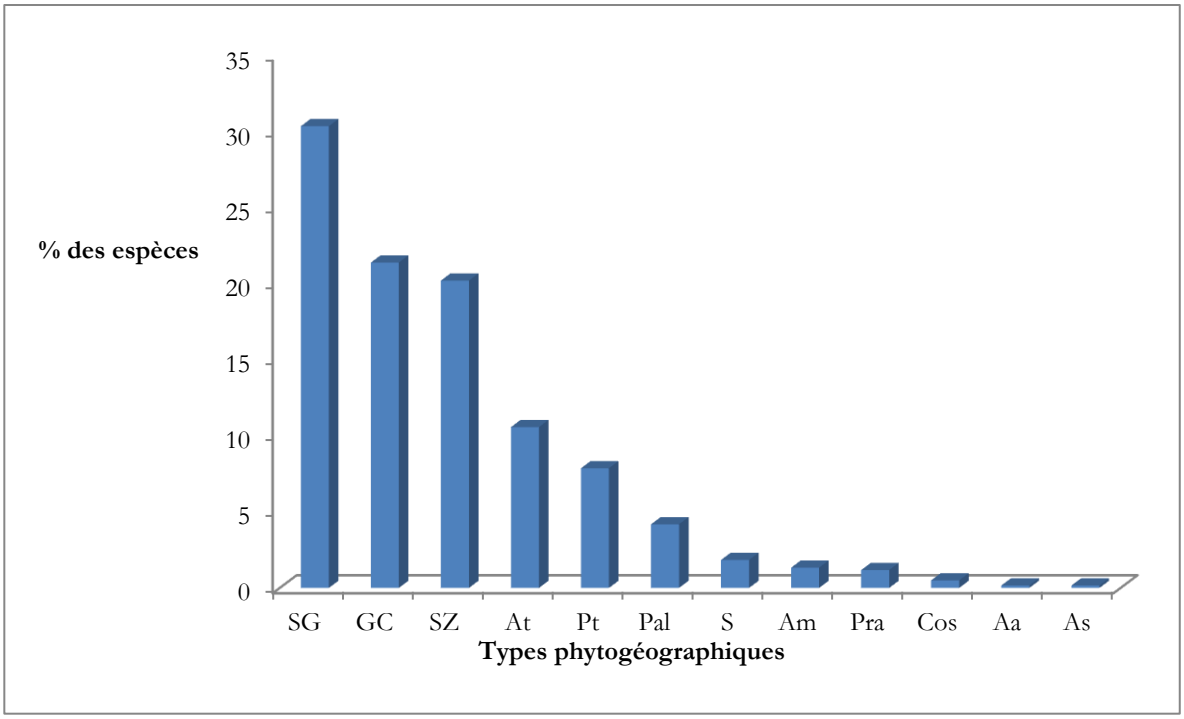
L'analyse de la distribution des types biologiques (Figure 4.2) a montré que les phanérophytes sont prédominants, représentant 56,82% de la flore totale. Cette catégorie comprend les mégaphanérophytes (2,02%), les mésophanérophytes (10,62%), les microphanérophytes (33,89%) et les nanophanérophytes (12,28%). Celles-ci sont suivies des thérophytes (16,02%) et des géophytes (11,12%). Les types biologiques les moins représentés sont les chaméphytes, les hémicryptophytes, les épiphytes et les hydrophytes.



MPh : mégaphanérophytes ; **mPh** : mésophanérophytes ; **mph** : microphanérophytes ; **nph** : nanophanérophytes ; **Hc** : hémicryptophytes ; **Ch** : chaméphytes ; **Gb** : géophytes bulbeux; **Gr** : géophytes rhizomateux ; **Gt** : géophytes tuberculeux ; **Th** : thérophytes ; **Hyd** : hydrophytes ; **Ep** : épiphytes

Figure 4.2 : Spectre biologique de la flore de la FCP

En termes de phytogéographie, la flore de la FCP a été répartie en 12 principaux types de distribution. La répartition des types phytogéographiques montre la prédominance des espèces de l'élément base soudano-guinéen (180 espèces, soit 30,35%), des éléments guinéo-congolais (127 espèces, soit 21,41%) et des Soudano-Zambésiens (120 espèces, soit 20,23%) (Figure 4.3). Ces trois types phytogéographiques regroupent 72% de l'ensemble des espèces de la FCP. Les espèces soudaniennes totalisent 11 espèces, soit 1,85%. Parmi les 12 principaux types phytogéographiques, trois sont tropicaux et totalisent 135 espèces (22,75%). Ils comprennent les espèces Afrotropicales (63 espèces, 10,62%), Pantropicales (47 espèces, 7,92%) et Paléotropicales (25 espèces, 4,21%). Les espèces continentales totalisent 10 espèces soit 1,68% du total.



SG: Soudano-Guinéen ; **GC** : Guinéo-Congolais ; **SZ** : Soudano-Zambésiens ; **At** : Afrotropical ; **Pt** : Pantropical ; **Pal** : Paléotropical ; **S** : Soudanien ; **Am** : Américain ; **Pra** : Plurirégional africain ; **Cos** : Cosmopolite ; **Aa** : Afroaméricain ; **As** : Asiatique

Figure 4.3 : Spectre phytogéographique de la flore de la FCP

4.3.3. Statut de conservation, répartition spatiale des espèces menacées et gaps de conservation

En tenant compte à la fois des catégories de l'IUCN à l'échelle internationale et nationale, la liste globale des espèces recensées révèle la présence de 41 (6,84 % du total) espèces classées menacées de disparition (Tableau 4.1). A l'échelle nationale, ces espèces sont très diversifiées, allant d'espèce éteinte à l'état sauvage (1 espèce, 2,43%), des espèces en danger critique CR (5 espèces, 12,19%) aux espèces en danger EN (19 espèces, 46,34%), les espèces vulnérables VU (13 espèces, 31,70%), les espèces de préoccupation mineure LC (2 espèces, 4,87%) et les espèces quasi- menacées (1 espèce, 2,43%).

Tableau 4.1 : Espèces menacées inventoriées dans la FCP

Espèces	Familles	TB	TP	IUCN/ Bénin	IUCN/ Inter
Afzelia africana Sm.	Fabaceae	mPh	SG	**EN**	**VU**
Andira inermis (Wright) DC.	Fabaceae	mPh	SG	**VU**	**LC**
Borassus aethiopum Mart.	Arecaceae	MPh	At	**VU**	**LC**
Christiana africana DC.	Malvaceae	mPh	SZ	**EN**	-
Combretum grandiflorum G. Don	Combretaceae	mPh	GC	**CR**	

Espèces	Familles	TB	TP	IUCN/ Bénin	IUCN/ Inter
Detarium senegalense J. F.Gmel.	Fabaceae	mPh	GC	**VU**	**LC**
Ekebergia capensis Sparrm.	Meliaceae	mPh	SG	**EN**	**LC**
Embelia guineensis Baker	Primulaceae	Lmph	GC	**EN**	
Ficus lyrata Warb.	Moraceae	mph	GC	**EN**	
Garcinia kola Heckel	Clusiaceae	mPh	GC	**EW**	**VU**
Garcinia livingstonei T.Anders.	Clusiaceae	mph	SZ	**CR**	**-**
Hexalobus crispiflorus A. Rich.	Annonaceae	mPh	GC	**EN**	**LC**
Khaya grandifoliola C. DC.	Meliaceae	MPh	GC	**EN**	**VU**
Khaya senegalensis (Desr.) A. Juss.	Meliaceae	mPh	SZ	**EN**	**VU**
Kigelia africana (Lam.) Benth.	Bignoniaceae	mph	SG	**VU**	**LC**
Landolphia togolana (Hallier f.) Pichon	Apocynaceae	Lmph	GC	**EN**	**-**
Manihot glaziovii Müll. Arg.	Euphorbiaceae	mPh	Am	**CR**	
Milicia excelsa (Welw.) C. C.Berg	Moraceae	MPh	SG	**EN**	**NT**
Mondia whiteii (Hook.f.) Skeels	Apocynaceae	Lnph	At	**VU**	**-**
Oncoba spinosa Forssk.	Salicaceae	mph	SG	**LC**	**LC**
Pararistolochia goldieana (Hook. f.) Hutch. & Dalz.	Aristolochiaceae	Lmph	GC	**EN**	**VU**
Parinari congensis F.Didr.	Chrysobalanaceae	MPh	GC	**EN**	**LC**
Pentadesma butyracea Sabine.	Clusiaceae	mPh	SG	**VU**	**LC**
Phoenix reclinata Jacq.	Arecaceae	mph	SG	**EN**	**LC**
Pierreodendron kerstingii (Engl.) Little	Simaroubaceae	mPh	GC	**EN**	**VU**
Pseudospondias microcarpa (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa*	Anacardiaceae	mPh	At	**EN**	**-**
Pterocarpus erinaceus Poir.	Fabaceae	mph	SZ	**EN**	**EN**
Raphia sudanica A. Chev.	Arecaceae	mph	SZ	**LC**	**NT**
Rauvolfia vomitoria Afzel.	Apocynaceae	mph	SG	**NT**	**LC**
Schrebera arborea A. Chev.	Oleaceae	mPh	GC	**EN**	**-**
Streptogyna crinita P. Beauv.	Poaceae	Hc	As	**EN**	
Terminalia superba Engl. & Diels	Combretaceae	MPh	GC	**VU**	
Tetrapleura tetraptera (Schum. & Thonn.) Taub.	Fabaceae	mPh	GC	**VU**	**LC**
Tricalysia reticulata (Benth.) Hiern	Rubiaceae	mph	GC	**CR**	
Trichilia megalantha Harms	Meliaceae	mPh	GC	**EN**	
Ventilago africana Exell	Rhamnaceae	Lmph	GC	**CR**	
Vitellaria paradoxa C.F.Gaertn. ssp. *paradoxa*	Sapotaceae	mph	SZ	**VU**	**VU**
Vitex grandifolia Gürke	Lamiaceae	mph	GC	**VU**	**LC**
Voacanga africana Stapf	Apocynaceae	mph	At	**EN**	
Zanha golungensis Hiern.	Sapindaceae	mph	SG	**VU**	**LC**
Zanthoxylum zanthoxyloides (Lam.) Zepernick & Timler.	Rutaceae	mph	SG	**VU**	**LC**

Éteinte à l'état sauvage (EW), En danger critique (CR), En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineure (LC).

Au nombre des quarante et une (41) espèces menacées, trente-six (36) ont été évaluées comme étant des espèces rares. Parmi ces dernières, huit (08) étaient limitées à un seul relevé à savoir : *Andira inermis, Combretum grandiflorum, Garcinia livingstonei, Landolphia togolana, Terminalia superba, Tricalysia reticulata, Trichilia megalantha* et *Vitex grandifolia*. Les autres présentent divers degrés de rareté en raison de la restriction du type d'habitat et / ou de la taille de la population.

En ce qui concerne les espèces exclusives au district phytogéographique de Bassila retrouvées dans la FCP, un total de 11 espèces a été répertorié. Il s'agit de : *Ceropegia ledermannii* Schltr. (Apocynaceae); *Commelina subulata* Roth (Commelinaceae); *Elephantopus senegalensis* (Klatt) Oliv. & Hiern. (Asteraceae); *Embelia rowlandii* Gilg. E. dahomensis Chev. (Primulaceae); *Englerophytum oblanceolatum* (S. Moore) T. D. Penn. (Sapotaceae); *Hyparrhenia smithiana* (Hook.f.) Stapf var. *major* W.D.Clayton (Poaceae); *Indigofera capitata* Kotschy (Fabaceae); *Lippia rugosa* A. Chev (Verbenaceae); *Platycerium elephantotis* Schweinf. (Polypodiaceae); *Psorospermum alternifolium* Hook. f. (Clusiaceae); *Uapaca guineensis* Muell. Arg. (Phyllanthaceae).

A travers les 280 cellules de la grille, il y a eu 857 occurrences pour le total des espèces menacées (Figure 4.4, 4.5 et 4.6) dont 31 pour les espèces éteintes à l'état sauvage, 28 en danger critique, 471 en danger, 300 vulnérables, 18 préoccupantes mineures et 9 quasi menacées. Les grilles ayant les plus grands nombres d'espèces (32 espèces sur les 41) étaient distribuées à travers 4 formations végétales (savanes arborées et arbustives puis dans les forêts claires et savanes boisées) situés en grande partie dans la portion ouest de la FCP (Figure 4.4).

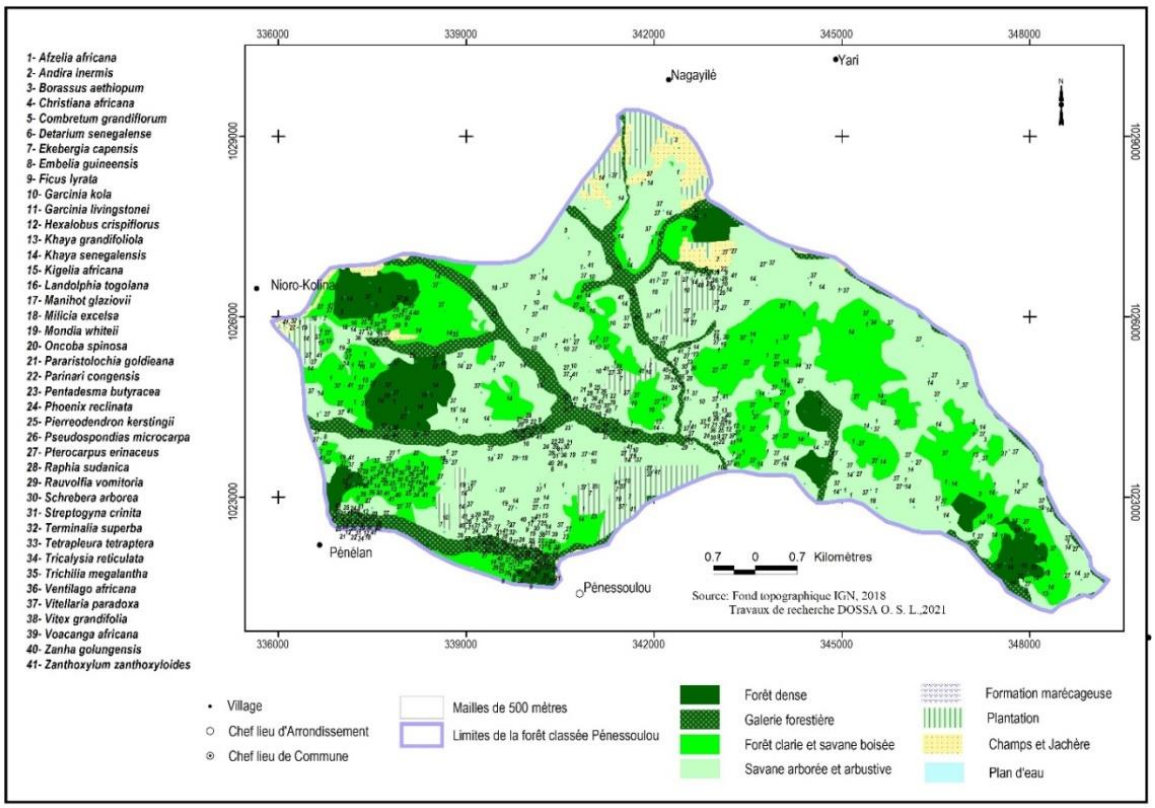


Figure 4.4 : Répartition des espèces végétales menacées dans les formations de la FCP

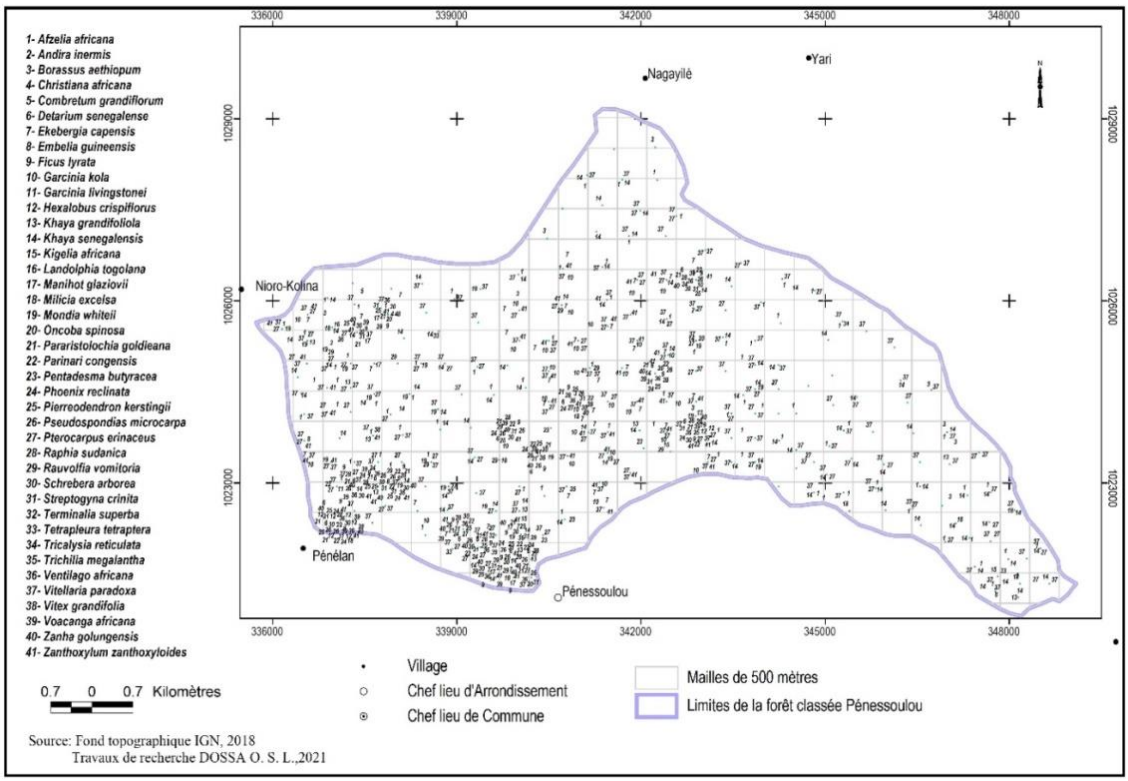


Figure 4.5 : Carte de la FCP montrant la répartition spatiale des espèces menacées dans les quadrats de 0,5 km x 0,5 km

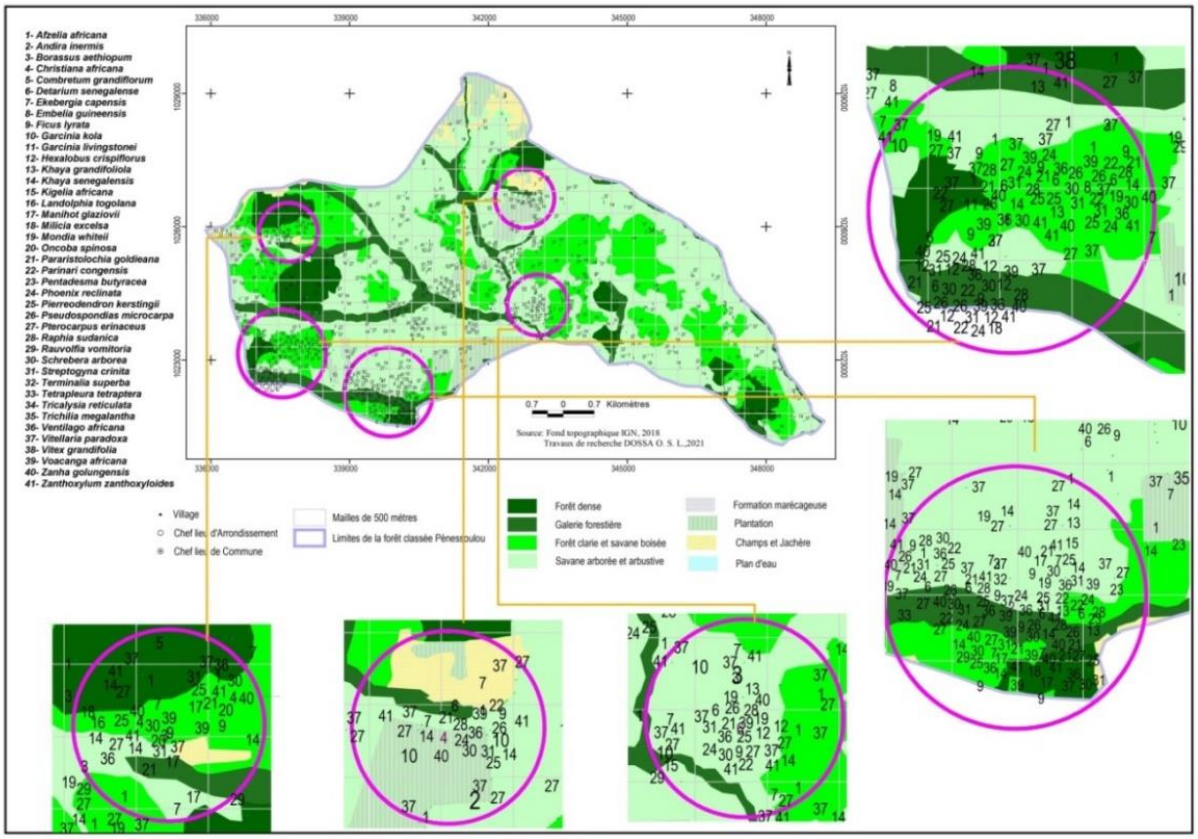


Figure 4.6 : Carte de la FCP situant les zones de concentrations des espèces menacées

4.4. Discussion

4.4.1. Diversité floristique globale de la FCP

La présente étude a révélé la présence de 599 espèces dans la FCP. Cette richesse spécifique est proche de celle caractéristique du phytodistrict de Bassila qui compte 450 espèces (Adomou *et al.*, 2006). Elle s'apparante également à la richessedes forêts classées des Monts Kouffé et de Wari-Mari qui comptent 584 espèces végétales (Houinato et Sinin, 2001). Par contre la diversité floristique évaluée pour la présente étude est 9 fois supérieure à celle recensée par Adame *et al.*, (2020) dans les mêmes formations végétales de la FCP. Cette différence pourrait s'expliquer par l'effort d'échantillonnage. En effet, ces auteurs ont réalisé 51 parcelles contre 234 pour la présente étude. De plus, ce précédent inventaire n'a pris en compte que les ligneux. Toutefois la richesse spécifique de la FCP est inférieure à celle obtenue par Moumouni *et al.*, (2019) dans le bassin de la Sota au Nord-Bénin. La richesse spécifique obtenue correspond à 21,33% de la flore totale du Bénin (Akoègninou *et al.*, 2006), faisant ainsi de la FCP est un « potentiel site » de biodiversité important pour le Bénin.

Dans la présente étude, les familles des Fabaceae, Rubiaceae, Poaceae et Asteraceae sont les mieux pourvues en espèces. La prédominance de ces familles n'est pas une particularité de la FCP, mais une caractéristique générale de la flore du Bénin. En effet, selon Akoègninou *et al*. (2006), les cinq familles les plus riches en espèces au Bénin sont les Fabaceae (14,8%), les Poaceae (9,3%), les Rubiaceae et les Cyperaceae (5% chacune) et les Asteraceae (4,6%). Le fractionnement et la dégradation des formations fermées de la FCP favorisent l'émergence de certaines familles de plantes telles que les Asteraceae et les Poaceae, la plupart anémochores. Le coefficient générique (CG) de la FCP est de 1,67 prouvant que la FCP est représentative de la flore du Bénin (CG=2,48). Par contre cette valeur est largement inférieure à celles trouvées (13,7 ; 14,8) dans les formations inondables et marécageuses de Sakété (Adjakpa *et al*., 2011).

Les types biologiques ou formes de vie, traduisent les conditions écologiques et permettent d'apprécier la dynamique des phytocénoses (Toko, 2008). L'analyse du spectre biologique a révélé, dans l'ensemble, une forte prédominance des Phanérophytes suivies des Thérophytes. Au sein des Phanérophytes, les types prépondérants sont les Microphanérophytes et les Mésophanérophytes qui expliqueraient que la FCP a été écrémée par une exploitation sélective basée sur les gros pieds. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Ahouandjinou *et al.*, (2017) et Moussa *et al*. (2020) respectivement dans la réserve forestière de Ouoghi et les forêts galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la Rivière Okpara en zone soudano-guinéenne et ceux de Soumah *et al.* (2018) dans une formation forestière en Guinée. Les phanérophytes sont connus pour être la principale forme de vie dans les forêts (Natta, 2003). Bien qu'étant prédominants dans la FCP, le pourcentage global des phanérophytes est relativement le même (56,82%) que celui obtenu par (Moussa *et al.* (2020) dans des forêts galeries de la même zone phytogéographique.

Les résultats de l'analyse phytogéographique de la flore de la FCP ont révélé une forte proportion d'espèces soudano-guinéennes (30,35%) et guinéo-congolaises (21,41%). Cette proportion de l'élément base (S), confirme que la flore de la FCP n'a pas perdu son originalité. C'est également un indicateur de restauration naturelle de la forêt au regard du niveau de dégradation ou de modification du paysage atteint par le passé (Adame *et al*., 2020). La grande proportion des espèces guinéo-congolaises dans le fond floristique de la FCP, confirme parfaitement leur rôle de bioindicateurs écologiques dans cet écosystème, c'est-à-dire leur affinité tant avec la région guinéenne qu'avec la région soudanienne. En effet, les valeurs établies sont en accord avec ce qui a été observé par Adomou *et al*. (2007) qui considèrent la

zone de transition comme étant la frontière forêt-savane où les guinéo-congolaise et soudanaise coexistent et se concurrencent.

4.4.2. Statut de conservation et distribution spatiale des espèces menacées: implications pour la conservation

La valeur de la FCP pour la conservation de la biodiversité se reflète à travers non seulement sa grande richesse spécifique mais également et surtout par la présence de plusieurs espèces menacées. En effet, sur les 599 espèces inventoriées dans la FCP, 41 espèces menacées ont été identifiées, soit environ 6,84% de la flore totale. La FCP abrite 14,64% de la flore totale menacée (280 espèces de plantes) connue du pays (Adomou, 2005), ce qui lui confère une place unique dans la diversité végétale nationale. Parmi ces 41 espèces, huit (08) ont également été signalées par Moussa *et al*., (2020) dans les forêts galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara au centre Bénin.

La distribution spatiale de ces espèces montre qu'elles sont plus concentrées dans les formations telles que les savanes arborées et arbustives ; forêts claires et savanes boisées. Ces formations sont en effet celles dont la régénération semble être assurée par les rares semenciers mais également celle qui reçoivent plus de lumière au sol et dont les strates herbacée et arbustive sont plus diversifiées. Le positionnement de la majorité des espèces menacées dans la partie ouest de la forêt, bordée de trois des villages riverains les plus peuplés (Pénéssoulou, Pénélan et Nioro) couplé à la valeur ethnobotanique de ces espèces constituent sans doute des facteurs de prédisposition à prendre en compte dans le cadre de la conservation et du renforcement de la sécurisation du site. En effet, la distribution d'espèces menacées est fréquemment utilisée pour indiquer des 'Hotspots' (sites potentiels) de biodiversité (Heywood et Watson, 1995; Yao et N'Guessan, 2006). Plusieurs espèces menacées identifiées sont recherchées par les populations pour divers usages. Cette situation ne garantit pas la survie de ces espèces qui ont besoin de conditions optima pour leur conservation. Ainsi les espèces menacées sont prédisposées à la perturbation humaine et aux autres formes de changements environnementaux (Mada *et al*., 2020).

Les espèces en danger critique et celle éteinte à l'état sauvage (*Combretum grandiflorum, Garcinia livingstonei, Manihot glaziovii, Tricalysia reticulata, Ventilago africana* et *Garcinia kola*) sont pour la plupart des espèces à valeur ethnobotanique élevée. En effet, *G. kola* est un arbre fruitier à usages multiples (Adebisi, 2004) reconnue pour ses utilités sur le plan économique (Ndoye *et al*., 1997; Onyekwelu et Stimm, 2014), alimentaire et nutritionnel

(Kouame *et al*., 2016; Maňourová *et al*., 2019), sanitaire, social, culturel et cultuel (Farombi *et al*., 2000) cosmétique et surtout médicinale pour le traitement de plusieurs symptômes et maladies *(*Akoègninou *et al.*, 2006). En raison de son grand intérêt entraînant sa surexploitation, *Garcinia kola* est menacé d'extinction dans plusieurs pays de l'Afrique (Neuenschwander *et al*., 2011). De plus, les pratiques d'exploitation non durables de l'écorce et des racines menacent fortement l'espèce (Van Dijk, 1999). Au Bénin, l'espèce est éteinte à l'état sauvage tandis que les hommes (agriculteurs plus âgés) sont plus susceptibles de s'engager dans la culture et conservation in situ de l'espèce (Dadjo *et al*., 2020). *Ventilago africana* est une liane avec une tige épaisse, douce et ligneuse appartenant à la famille des Rhamnacées (Évrard, 1968). Les Rhamnacées sont en général employées comme éméto-purgatif (Janes *et al*., 1963). Plusieurs espèces de la famille des Rhamnaceae ont un usage alimentaire et/ou médicinal ou ornemental (Botineau, 2010). *Ventilago africana* est utilisé en médecine traditionnelle pour le traitement de la dysménorrhée, comme fébrifuge et est considéré comme un bon médicament de la stérilité des femmes (Burkill, 1985). La tige de la liane de *Ventilago africana* est utilisée comme aphrodisiaque très efficace en Côte d'Ivoire par les Guérés (Bouquet, 1969). *Combretum grandiflorum* fait partie des espèces de la famille des Combreatacées. Les plantes cette famille ont une importance capitale en Afrique pour leur nombreux usages (Eloff *et al*., 2008).

Au nombre des autres espèces menacées figurent *Afzelia africana, Khaya senegalensis* et *Milicia excelsa* qui sont toutes des espèces de valeur connues comme bois d'œuvre très recherchés par des exploitants forestiers au Bénin. Encore appelé acajou africain, *Afzelia africana* est une espèce à haute importance socio-économique, industrielle, culturelle et écologique (Sinsin *et al*., 2002; Donkpegan *et al*., 2020) et la bonne qualité de son bois (Ahouangonou et Bris, 1997).

Cette situation où différents usages sont connus pour ces espèces menacées et présentes dans la FCP met en exergue le caractère évident et urgent des mesures de protection à prendre afin d'éviter leur disparition. De ce fait, il est très important que le plan d'aménagement de la FCP soit orienté en vue de tenir compte des questions de la conservation de la biodiversité en général et des espèces menacées en particulier. A ce titre, les cinq sites de concentration des espèces menacées, peuvent faciliter les tâches aux chercheurs et les dirigeants désireux de mener des travaux de recherche et de suivi sur les espèces menacées de la FCP.

Au nombre des espèces menacées, 36 ont été révélées rares au sein de la FCP. 8 parmi elles, étaient limitées à un seul relevé. Bien que la notion d'espèces menacées et rares reste subjective car limitée à l'échelle de la FCP, ces espèces méritent une attention plus particulière. L'originlité de la FCP est aussi confirmée par la présence de 11 espèces exclusives liée certainement aux caractéristiques de la station notamment les profils pédologiques et géomorphologiques.

4.5. Conclusion

La présente étude nous a permis de recenser 599 espèces et montre que la forêt classée de Pénéssoulou constitue un site écologiquement et floristiquement important pour le Bénin. Au total, 41 espèces de plantes menacées et 11 espèces exclusives ont été répertoriées sur les 599. Ce score élevé des espèces menacées répertoriées, indique un risque d'extinction élevé si des dispositions ne sont prises pour leur conservation. En effet, au regard de la distribution, des pressions et menaces actuelles sur les populations résiduelles des espèces qu'abrite la FCP, il urge une meilleure protection de l'habitat naturel de ces espèces, un contrôle strict des pressions anthropiques. L'agriculture, la carbonisation, l'exploitation du bois d'œuvre, du chablis, le surpâturage et les feux de végétation sont autant d'activités humaines qui peuvent causer la perte de la forêt et menacer l'intégrité de cet écosystème, d'où la nécessité de maintenir ou de renforcer le niveau de sécurisation actuelle du patrimoine forestier. De même, une attention particulière de la part des chercheurs, des décideurs, des conservateurs et des populations locales doit être accordée à cette forêt. L'utilisation de ses ressources doit se faire dans un cadre d'aménagement durable qui prenne en compte l'intégrité de l'écosystème, les régimes de perturbation et les besoins des communautés locales. La valorisation des nombreuses potentialités écotourisques de la FCP peut contribuer à une utilisation durable de ses ressources ; la distribution des espèces de plantes et des espèces menacées pouvant être utilisée pour guider sa conservation.

CHAPITRE 5 :
Diversité et statut de conservation de la faune mammalienne de la Forêt classée de Pénéssoulou

Publié sous la forme:

L. O. S. N. DOSSA[1*], C. A. M. S. DJAGOUN[2], G. H. DASSOU[1], A. C. ADOMOU[1]. Diversité et statut de conservation de la faune mammalienne de la Forêt classée de Pénéssoulou du Bénin en afrique de l'Ouest. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)-Décembre 2021-Volume 31-Numéro 03.Pp 14-30.

5. Diversité et statut de conservation de la faune mammalienne de la Forêt Classée de Pénéssoulou

Résumé

Le suivi de la répartition et de l'abondance de la faune est essentiel pour parvenir à une utilisation durable des ressources. Cependant, les données adéquates sont rares pour la plupart des régions tropicales. L'étude réalisée dans la forêt classée de Pénéssoulou (FCP) au centre du Bénin a abordé l'évaluation de la diversité de la faune mammalienne et celle des espèces chassées puis a mis en exergue les facteurs influençant la consommation de la viande de brousse par les communautés riveraines de la forêt. La diversité de la faune a été évaluée sur trente-cinq points-transects. Aussi, une enquête a-t-elle été réalisée dans cinq villages riverains afin déterminer les espèces chassées et comprendre les motivations des populations à la consommation de la viande de brousse. Les résultats ont montré la présence de 29 espèces de faune mammalienne appartenant à 14 familles et 7 ordres dans la FCP. Les espèces les plus représentatives étaient *Thryonomys swinderianus* (95%), *Tragelaphus scriptus* (78%), *Syncerus caffer* (73%), *Chlorocebus aethiops tantalus* (63%), *Erythrocebus patas* (57%), *Atelerix albiventris* (52%), *Philantomba walteri* (50%). Cette faune mammalienne comprenait selon la liste rouge du Bénin, 6 espèces menacées dont 1 en danger (*Phataginus tricuspis*) et 5 vulnérables (*Atilax paludinosus*, *Civettictis civetta*, *Cercopithecus mona*, *Atelerix albiventris* et *Hystrix cristata*). La répartition des groupes taxonomiques a été déterminée par la Distance la plus proche de point d'eau (NDis-W), la Distance la plus proche de la rivière (Ndis-Rv), la distance la plus proche de la limite de la forêt (NDis-FB). Au total, 26 espèces fesaient l'objet de chasse dont les plus préférées étaient *Thryonomys swinderianus*, *Lepus crawshayi*, *Xerus erythropus* et *Francolinus bicalcaratus bicalcaratus*. La faune de la Forêt classée de Pénéssoulou mérite un meilleur suivi à des fins de conservation.

Mots clés: Diversité faunique, connaissances écologiques locales, point transect, chasse, conservation, Aire Protégée.

5. Diversity and conservation status of the mammalian fauna of the Pénéssoulou Forest reserve

Abstract

Monitoring the distribution and abundance of wildlife is important to achieve sustainable use of resources. However, adequate data is scarce for most tropical regions, particularly in Benin. This study carried out in the Pénéssoulou Forest Reserve (PFR) in central Benin assessed the diversity of mammalian fauna and hunted species and highlighted the determinants of the consumption of bushmeat by communities bordering the forest. The diversity of the fauna was assessed on thirty-five transect points. Also, a survey was carried out in five neighboring villages to determine the species hunted and to understand the motivations of the populations for the consumption of bushmeat. It was observed the presence of 29 species of mammalian fauna belonged to 14 families and 7 orders in the reserve. The representative species were *Thryonomys swinderianus* (95%), *Tragelaphus scriptus* (78%), *Syncerus caffer* (73%), *Chlorocebus aethiops tantalus* (63%), *Erythrocebus patas* (57%), *Atelerix albiventris* (52%), *Philantomba walteri* (50%). This mammalian fauna included, according to the red list of benign, 6 threatened species including 1 endangered (*Phataginus tricuspis*) and 5 vulnerable (*Atilax paludinosus*, *Civettictis civetta*, *Cercopithecus mona*, *Atelerix albiventris* and *Hystrix cristata*). The distribution of taxonomic groups depends on three ecological and environmental factors: Nearest distance to water and to the river and the closest distance to the forest boundary. A total of 26 species was hunted, of which the most preferred were *Thryonomys swinderianus*, *Lepus crawshayi*, *Xerus erythropus* and *Francolinus bicalcaratus bicalcaratus*. PFR wildlife deserves better monitoring for conservation purposes.

Keywords: Wildlife diversity, local ecological knowledge, transect point, hunting, conservation, Protected Area.

5.1. Introduction

Les aires protégées sont essentielles pour la conservation de la biodiversité et pour les services écosystémiques qui sont très importants pour le bien-être humain (Brockerhoff *et al*., 2017). Cependant, les ressources fauniques et floristiques disparaissent à un rythme alarmant (Su *et al*., 2020). Les pressions humaines telles que la croissance démographique, le défrichement des terres, l'expansion incontrôlée des habitations et le faible pouvoir de contrôle des chargés de la conservation des ressources forestières (Oumorou *et al*., 2010), contribuent à la perte, à la dégradation et à la fragmentation des écosystèmes forestiers (FAO, 2018).

En effet, l'exploitation d'animaux sauvages est une pratique courante pour de nombreuses populations humaines à travers le monde (da Silva *et al*., 2014). Les animaux qui ont une utilité pour la population sont principalement tués dans les activités de chasse et utilisés comme viande de brousse (Kpetere *et al*., 2020). Elle est une source essentielle de protéines pour les populations rurales et est également consommée par les habitants des villes, souvent comme une viande de prestige (Luiselli *et al*., 2018). Elle est également une importante source de revenus pour les communautés rurales (Mbete *et al*., 2011). Ainsi, la chasse illégale est l'une des plus grandes menaces pour les mammifères sauvages. Cette activité a provoqué un déclin significatif des populations de plusieurs espèces à travers le monde (Buenz *et al*., 2016), intensifiant le processus d'extinction de la faune et la perte de services écologiques critiques (Van Velden *et al*., 2020). Cependant, dans la plupart des pays africains, y compris le Bénin, la chasse est réglementée par des dispositions qui visent à restreindre cette activité. Par exemple, l'interdiction de la chasse dans certaines zones classée et la limitation de la chasse à certaines espèces et à certaines périodes de l'année (Lindsey *et al*., 2013; Ahmadi *et al*., 2018). Malgré ces dispositions, la chasse illégale pour la viande de brousse est souvent pratiquée en raison d'une faible application des textes et de la faiblesse des systèmes pénaux (Lindsey *et al*., 2013).
Le Centre-Bénin représente sur le plan faunique, le milieu où la diversité en espèce est la plus élevée au Bénin, notamment pour les familles de primates (Sinsin, 1998). Dans la Forêt classée de Pénéssoulou (ONAB et DGFRN, 2014), il avait été noté la présence de plusieurs espèces menacées telles que *Colobus vellerosus* (colobe noir d'Afrique), *Tragelaphus spekei* (sitatunga), *Tragelaphus scriptus* (guib harnaché), *Cephalophus* spp. (Céphalophes), *Papio anubis* (babouin), *Erhythrocebus patas* (patas), *Cercopithecus aethiops* (vervet), *Colobus verus* (colobe olive), *Phacochoerus aethiopicus* (phacochère), *Potamochoerus porcus* (potamochère) et *Tragelaphus scriptus* (guib harnaché). En ce qui concerne les oiseaux, ils sont nombreux et diversifiés. Ils regroupent entre autres : *Ardeola ibis* (garde-bœufs), *Numida meleagris*

(pintade), *Francolinus bicalcaratus* (francolins), *Streptopelia vinac*ea (tourterelle vineuse) et *Bucorvus* a*byssinicus* (grand calao).

Pour réduire la tendance à la dégradation de la biodiversité dans les aires protégées, il est essentiel de disposer de données sur les paramètres écologiques tels que la diversité spécifique et l'abondance des espèces. Le monitoring des espèces, des habitats et des systèmes socio-écologiques est nécessaire pour la conservation de la biodiversité (Danielsen *et al*., 2009). Il parait également nécessaire de développer une compréhension approfondie des raisons pour lesquelles les gens consomment de la viande de brousse alors que d'autres choix de protéines sont disponibles en milieu urbain (Chausson *et al*., 2019). La réalisation de cet objectif n'est possible que si l'on dispose de bonnes informations sur les perceptions et les influences sociales qui sous-tendent la consommation de viande de brousse.

La nécéssité de disposer des données actualisée sur la diversité faunique de la FCP est renforcée par le fait que le plan d'aménagement actualisé n'ait pas pris en compte le volet faune. Une étude de la diversité des ressources bilogiques devra couvrir aussi bien la flore et la faune. De même la forêt actuellement sécurisée avec la gestion de l'Office National du Bois. elle pourrait être en pleine recolonisation par la faune dont la gestion devrait être au plus tôt prise en main.

Cette étude a pour objectif d'évaluer la diversité de la faune mammalienne de la FCP et la dynamique de son exploitation en vue de fournir des données de référence la FCP et de susciter sa conservation. Elle vise plus spécifiquement à :

- dresser la liste des différents mammifères la FCP et les facteurs qui déterminent la distribution spatiale des groupes taxonomiques ;
- analyser les menaces qui pèsent sur la conservation de la faune de la FCP ;
- déterminer les motivations qui sous-tendent la chasse dans les villages riverains.

5.2. Caractéristiques du milieu d'étude

Cette étude s'est focalisée sur la forêt classée de Pénéssoulou (5.559 ha) située au centre-Bénin entre 9°14' et 9°19' de latitude Nord et entre 1°30' et 1°38' de longitude Est ainsi que ses villages riverains (Figure 5.1). La Forêt classée de Pénéssoulou (FCP) se situe dans la zone de transition soudano-guinéenne et dans le district phytogéographique de Bassila qui est essentiellement constitué de forêts denses semi-décidues, de savanes boisées et de forêts ripicoles (Adomou, 2005). Ce district, nettement plus humide (1100 à 1300 mm de pluie) que

ceux environnants, a des caractéristiques très proches de celles des régions humides du sud-Bénin, (Adomou, 2005). Le climat est caractérisé par une saison pluvieuse et une saison sèche qui s'alternent. Les sols sont en majorité de types ferrugineux tropicaux. Toutefois, les sols hydromorphes sont aussi rencontés dans les dépressions ainsi que les sols ferralitiques par endroits. Pour la reconstitution du couvert végétal, les projets et les autres structures de gestion ont installé des plantations forestières de *Tectona grandis*, de *Gmelina arborea* et de *Anacardium occidentale.*

En ce qui concerne la faune, il y avait été noté dans la FCP, la présence de plusieurs espèces de faune dont certaines sont menacées telles que *Colobus vellerosus* (colobe noir d'Afrique), *Tragelaphus spekei* (sitatunga), *Tragelaphus scriptus* (guib harnaché), *Cephalophus* spp. (Céphalophes), *Papio anubis* (babouin), *Erhythrocebus patas* (patas), *Cercopithecus aethiops* (vervet), *Colobus verus* (colobe olive), *Phacochoerus aethiopicus* (phacochère), *Potamochoerus porcus* (potamochère) et *Tragelaphus scriptus* (guib harnaché). De même, les oiseaux y sont nombreux et diversifiés (ONAB et DGFRN, 2014).

La région est occupée par une multitude de groupes ethniques notamment les Anii, les Nagot, les Kotokoli, les Peulhs, les Otammari et les Lokpa. Les zones riveraines de la réserve forestière occupées majoritairement par les populations des villages Pénéssoulou, Pénélan, Nioro, Nagayilé et Ouli, sont caractérisées par la prédominance d'exploitations agricoles.

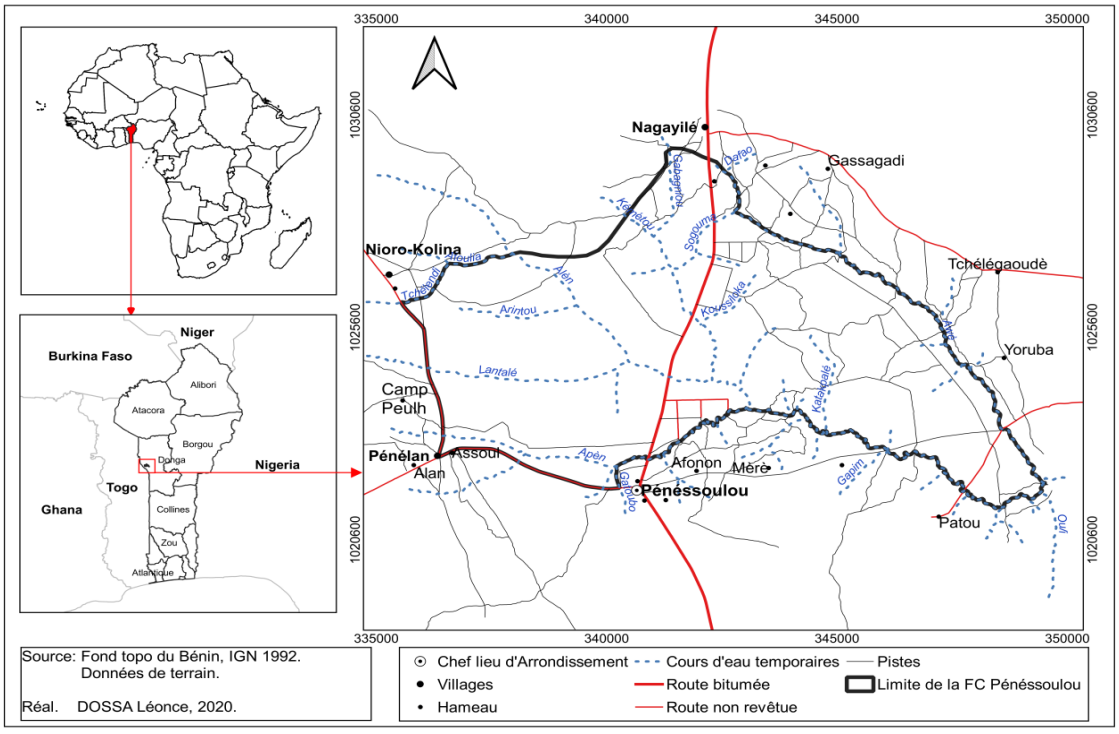


Figure 5.1 : Carte de situation de la forêt classée de Pénéssoulou

5.3. Méthodologie

5.3.1. Collecte des données

La collecte des données a été menée de février à mars 2020. L'évaluation de la diversité de la faune dans la FCP a été effectuée par la combinaison de deux méthodes d'échantillonnage différentes : le point transect (utilisant des observations directes et indirectes des animaux) et les connaissances écologiques locales (à l'aide de questionnaires).

La méthode de «Point transect» est souvent utilisée en formation fermée et consiste à compter les animaux observés dans un rayon donné (Buckland et Elston, 1993; Pelliccioli et Ferrari, 2014). L'échantillonnage par le point transect a été effectué sur la base de la sélection de points d'échantillonnage équidistants de 1 km. Cependant, les points situés à moins de 1 km de l'autoroute inter-États et des villages riverains de la forêt ont été éliminés car ils sont considérés comme des sites hautement anthropisés avec une faible probabilité de détection d'espèces. Au total, 35 points transects ponctuels ont été explorés de 7h 30 à 13 h et de 15 h à 18h 30 (Figure 5.2). Une fois aux points échantillonnés, la collecte des données se fait d'abord en deux étapes, l'équipe attend 2 minutes au point d'observation pour réduire les perturbations environnementales potentielles puis 30 minutes d'observation pour la collecte des données telle que recommandée par Kassa et Sinsin (2007), Pelliccioli et Ferrari (2014) et Kpetere *et al*. (2020). Les observations ont été effectuées dans un rayon de 200 mètres. Les données collectées ont été l'espèce (ou son empreinte/crotte), le nombre d'individus par espèce, l'heure d'observation, l'âge, le sexe, le type d'activité et les indices d'activités anthropiques. Au cours des déplacements d'un transect à l'autre tous les points et cours d'eau non taris observés ont été enregistrés au GPS.

La liste des espèces observées a été complétée par les données d'entretien avec les enquêtés. Les enquêtes ont été réalisées à travers des entretiens semi-structurés (Berthier *et al*., 2006). Les enquêtés ont été sélectionnés en fonction de leur appartenance aux groupes socioculturels dominants autour de la forêt (Sogbohossou *et al*., 2011). Oldekop *et al*. (2016), ont souligné que les personnes qui vivent à moins de 10 km d'une aire protégée (AP) interagissent souvent avec elle de façon régulière et ont un impact sur l'aire. Ainsi, tous les villages riverains sélectionnés (Pénélan, Pénéssoulou, Nioro, Nagayilé et Ouli) sont situés à moins de 5 km de la forêt. Un total de 105 ménages représentant trois principaux groupes ethniques Kotocoli (13), Peulh (30) et Anii (62) ont été enquêtés. Les personnes interrogées sur les connaissances historiques et présentes étaient pour la plupart des chasseurs, des éleveurs et des agriculteurs.

Pour faciliter l'identification des espèces, un guide de terrain sur la faune (Stuart, 2013) et un traducteur local pour l'enquête semi-structurée ont été utilisés. Les informations recueillies concernent i) les caractéristiques sociodémographiques des ménages, ii) les pratiques de chasse, iii) l'identification des espèces retrouvées dans la forêt et des espèces chassées ainsi que les perceptions des communautés locales sur les textes sur la faune et iv) les motivations à la chasse et la consommation de la viande de brousse.

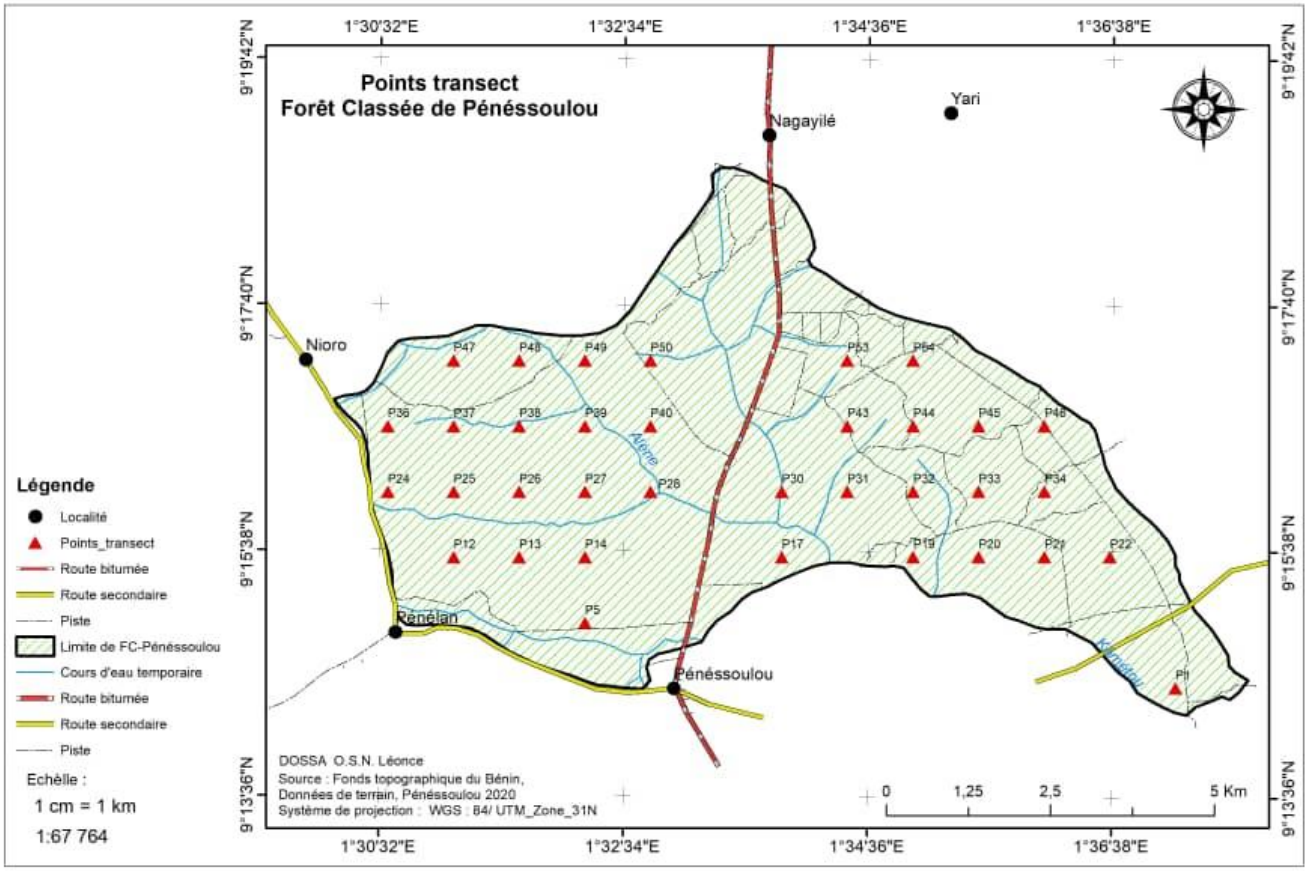


Figure 5.2 : Positionnement des points transects d'observation dans la FCP

5.3.2. Analyse des données

L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel statistique R version 3.5.2 (R Core Team, 2020). La significativité statistique a été fixée à 5%. La fréquence d'observation et de citation des différentes espèces a été calculée et présentée sous forme graphique. La fréquence spécifique de citation ou d'observation (F) a été évalué par espèces à partir des données d'observation et d'enquête par la formule : F = ni/N (avec ni le nombre d'observation ou de citation de l'espèce et N le nombre total de points transects ou d'enquêtés. Un test

d'indépendance du Chi carré a été utilisé pour évaluer l'interdépendance entre les deux méthodes de recensement (connaissance locale VS point transect).

Les espèces enregistrées à partir du point transect ont été regroupées par ordre taxonomique et leur distribution a été cartographiée en utilisant la méthode de densité de noyau (Silverman, 1998) avec le logiciel Qgis 2.18. Un modèle linéaire généralisé (GLM) basé sur la distribution binomiale a été ajusté aux données de présence / absence d'espèces avec le «lien» logistique pour tester l'influence de différents facteurs environnementaux. Les prédicteurs utilisés dans le modèle étaient : la distance la plus proche du point d'eau (NDis-W); la distance la plus proche de la rivière (NDis-Rv), la distance la plus proche de la route (NDis-Rt) et distance la plus proche de la limite de la forêt (NDis-FB). Afin de vérifier la multi-colinéarité entre les variables, les facteurs d'inflation de variance (VIF) ont été utilisés avec le package «car» (Fox *et al*., 2012). Ceci permet d'estimer à quel point la variance d'un coefficient est augmentée en raison d'une relation linéaire avec d'autres prédicteurs (Barnier *et al*., 2019). Selon Rakotomalala (2015), un facteur inférieur à 4 indique l'inexistence de multi-colinéarité entre les variables.

La fréquence relative (f) des espèces chassées et des préférences pour les sources de protéines ont été calculées et représentées par des histogrammes. Le modèle linéaire généralisé a été utilisé pour modéliser la consommation ou non de la viande de brousse en fonction des facteurs de motivations. Dans le modèle linéaire généralisé, une procédure de régression progressive a été utilisée pour tester la signification statistique de chaque variable tour à tour, et les variables qui ne correspondaient pas de manière significative à la variable dépendante ont été exclues. Les analyses de données ont été effectuées à l'aide du logiciel statistique R version 3.5.2 (R Core Team, 2020). Pour l'évaluation du statut de protection, la classification de la liste rouge IUCN et les annexes de la CITES ont été utilisés.

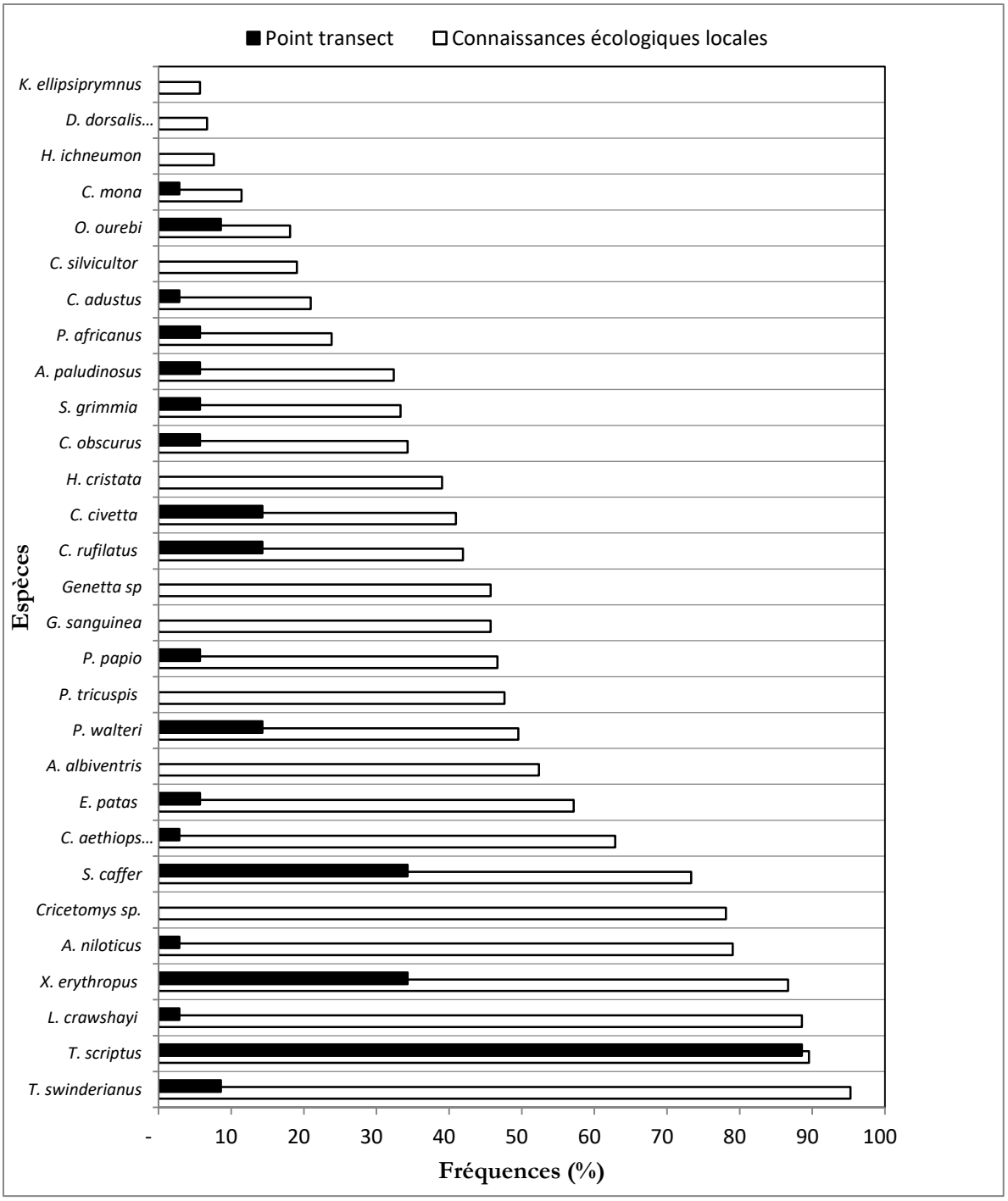
5.4. Résultats

5.4.1. Richesse spécifique de la faune mammalienne de la FCP

Au total, vingt-neuf (29) espèces de faune mammalienne ont été identifiées dans la FCP à partir des deux méthodes de collecte. Parmi elles, dix-neuf (19) espèces ont été identifiées en commun tandis que dix (10) ont été exclusivement citées par le biais des connaissances ethnoécologiques (Figure 5.3). Les espèces les plus fréquentes selon les deux méthodes étaient: *Thryonomys swinderianus* (95%), *Tragelaphus scriptus* (90%), *Lepus crawshayi* (89%), *Xerus*

erythropus (87%), *Arvicanthis niloticus* (79%), *Cricetomys sp*. (78%), *Syncerus caffer* (73%), *Chlorocebus aethiops tantalus* (63%), *Erythrocebus patas* (57%), *Atelerix albiventris* (52%), *Philantomba walteri* (50%). Selon le point transect, les espèces suivantes ont été principalement enregistrées : *Tragelaphus scriptus* (89%), *Xerus erythropus* (34%), *Syncerus caffer* (34%), *Philantomba walteri* (14%), *Cephalophus rufilatus* (14%), *Civettictis civetta* (14%), *Thryonomys swinderianus* (9%), *Ourebia ourebi* (9%). Toutes les espèces observées par point transect ont été citées par les enquêtés. Une relation significative a été obtenue entre les données enregistrées à partir des deux méthodes (test d'indépendance du Chi carré: X-squared = 130.98, df = 28, p-value <0.0001), suggérant qu'une méthode pouvait être utilisée à la place de l'autre et mettant ainsi en valeur la méthode des connaissances écologiques locales.

Les différentes espèces identifiées appartenaient à 7 ordres et 14 familles (Tableau 5.1). L'ordre des Pholidotes, des Hyracoïdes et des Lagomorphes a compté chacun une espèce tandis que l'ordre des Artiodactyles et des Carnivores ont été les plus représentatifs avec respectivement 9 et 7 espèces. La famille des Bovidées a été la plus diversifiée avec huit (08) espèces, suivie des familles des Cercopithécidées (4 espèces) et des Herpestidées (4 espèces).



T. swinderianus (*Thryonomys swinderianus*) ; T. scriptus (*Tragelaphus scriptus*) ; L. crawshayi (*Lepus crawshayi*) ; X. érythropus (*Xerus erythropus*) ; A. niloticus (*Arvicanthis niloticus*) ; S. caffer (*Syncerus caffer*) ; C. aethiops tantalus (*Chlorocebus aethiops tantalus*) ; E. patas (*Erythrocebus patas*) ; A. albiventris (*Atelerix albiventris*) ; P. walteri (*Philantomba walteri*) ; P. tricuspis (*Phataginus tricuspis*) ; P. anubis (*Papio anubis*) ; G. sanguinea (*Galerella sanguinea*) ; C. rufilatus (*Cephalophus rufilatus*) ; C. civetta (*Civettictis civetta*) ; H. cristata (*Hystrix cristata*) ; C. obscurus (*Crossarchus obscurus*) ; S. grimmia (*Sylvicapra grimmia*); A. paludinosus (*Atilax paludinosus*); P africanus (*Phacochoerus africanus*) ; C. adustus (*Canis adustus*); C. silvicultor (*Cephalophus silvicultor*); O. Ourebi (*Ourebia ourebi*); C. mona (*Cercopithecus mona*); H. ichneumon (*Herpestes ichneumon*); D. dorsalis sylvestris (*Dendrohyrax dorsalis sylvestris*); K. ellipsiprymnus (*Kobus ellipsiprymnus*).

Figure 5.3 : Fréquence de citations et d'observations par espèce dans la FCP

Tableau 5.1 : Diversité spécifique des mammifères de la FCP

Ordres	Famille	Nom commun	Nom scientifique
Artiodactyles	Bovidae	Céphalophe à flancs roux	*Cephalophus rufilatus*
		Céphalophe à dos jaune	*Cephalophus silvicultor*
		Céphalophe de Grimm	*Sylvicapra grimmia*
		Céphalophe de Walter	*Philantomba walteri*
		Guib harnaché	*Tragelaphus scriptus*
		Buffle	*Syncerus caffer*
		Cobe à croissant	*Kobus ellipsiprymnus*
		Ourébi	*Ourebia ourebi*
	Suidae	Phacochère d'Afrique	*Phacochoerus africanus*
Carnivores	Herpestidae	Mangouste rouge	*Galerella sanguinea*
		Mangouste des marais	*Atilax paludinosus*
		Mangouste d'Égypte	*Herpestes ichneumon*
		Mangouste brune	*Crossarchus obscurus*
	Viverridae	Civette	*Civettictis civetta*
		Genette	*Genetta sp*
	Canidae	Chacal à flancs rayés	*Canis adustus*
Primates	Cercopithecidae	Babouin olive	*Papio anubis*
		Singe pleureur	*Erythrocebus patas*
		Singe mona	*Cercopithecus mona*
		Singe vert	*Chlorocebus aethiops tantalus*
Rongeurs	Hystricidae	Hérisson	*Atelerix albiventris*
		Porc-épic à crête	*Hystrix cristata*
	Muridae	Rat roussard	*Arvicanthis niloticus*
	Cricetomydae	Rat de gambie	*Cricetomys sp*
	Thryonomidae	Aulacode	*Thryonomys swinderianus*
	Scuiridae	Ecureuil fouisseur	*Xerus erythropus*
Pholidotes	Manidae	Pangolin à petites écailles	*Phataginus tricuspis*
Hyracoïdes	Procaviidae	Daman des arbres	*Dendrohyrax dorsalis sylvestris*
Lagomorphes	Leporidae	Lièvre du cap	*Lepus crawshayi*

5.4.2. Statut de conservation des espèces recensées dans la FCP

Les connaissances des enquêtés sur les textes juridiques protègeant la faune étaient vagues. La plupart des enquêtés (85 %) ont déclaré savoir l'existence de textes qui encadrent l'exploitation de la faune. Cependant, le contenu de ces textes était très peu connu. Par conséquent, les espèces protégées ainsi que les procédures d'autorisation de la chasse étaient méconnues. Pour preuve, seulement 2% des répondants ont reconnu le pangolin comme étant une espèce protégée malgré le niveau de menace sur ladite espèce à l'échelle nationale et internationale. Cependant, plusieurs enquêtés craignaient l'abattage du buffle juste parce que son exploitation ne pouvait être discrète au regard de sa taille.

Les statuts de conservation de chacune des espèces de faune mammalienne inventoriées dans la FCP ont été déterminés (Tableau 5.2). Sur le plan national, 06 espèces sur les 29 étaient menacées : il s'agissait de 5 espèces vulnérables *Atilax paludinosus ; Civettictis civetta ; Cercopithecus mona ; Atelerix albiventris;* et *Hystrix cristata* et d'une espèce en danger *Phataginus tricuspis*. Par ailleurs, 05 autres espèces dont *Syncerus caffer* étaient quasi menacées. Toutefois, le statut de conservation de *Philantomba walteri* n'a pu être évalué à cette échelle. Sur le plan mondial (statut IUCN), seule *Phataginus tricuspis* était menacée sur les 29 espèces que regorgeait la FCP. A cette même échelle, 4 espèces dont *Syncerus caffer* étaient quasi menacées.

Dans cette faune de la FCP, se trouvaient des espèces inscrites dans les annexes de la CITES. En effet, *Phataginus tricuspis* est inscrite en annexe I tandis que tous les primates inventoriés (*Papio anubis, Erythrocebus patas, Cercopithecus mona, Chlorocebus aethiops tantalus*) ont été inscrits en annexes II. La civette (*Civettictis civetta*) s'était retrouvée comme étant la seule espèce inscrite à l'annexe III de la CITES.

Tableau 5.2 : Statut de conservation des espèces inventoriées.

Nom commun	**Nom scientifique**	**Statut liste rouge Bénin**	**Statut IUCN**	**Annexe CITES**
Céphalophe à flancs roux	*Cephalophus rufilatus*	*LC*	*LC*	-
Céphalophe à dos jaune	*Cephalophus silvicultor*	*LC*	*NT*	-
Céphalophe de Grimm	*Sylvicapra grimmia*	*LC*	*LC*	-
Céphalophe de Walter	*Philantomba walteri*	-	*DD*	-
Guib harnaché	*Tragelaphus scriptus*	*LC*	*LC*	-
Buffle	*Syncerus caffer*	*NT*	*NT*	-

Nom commun	Nom scientifique	Statut liste rouge Bénin	Statut IUCN	Annexe CITES
Cobe à croissant	*Kobus ellipsiprymnus*	*LC*	*LC*	-
Ourébi	*Ourebia ourebi*	*LC*	*LC*	-
Phacochère d'Afrique	*Phacochoerus africanus*	*LC*	*LC*	-
Mangouste rouge	*Galerella sanguinea*	*NT*	*LC*	-
Mangouste des marais	*Atilax paludinosus*	*VU*	*LC*	-
Mangouste d'Égypte	*Herpestes ichneumon*	*LC*	*LC*	-
Mangouste brune	*Crossarchus obscurus*	*LC*	*LC*	-
Civette	*Civettictis civetta*	*VU*	*LC*	*III*
Genette	*Genetta sp*	*LC*	*LC*	-
Chacal à flancs rayés	*Canis adustus*	*NT*	*LC*	-
Babouin olive	*Papio anubis*	*LC*	*LC*	*II*
Singe pleureur	*Erythrocebus patas*	*LC*	*NT*	*II*
Singe mona	*Cercopithecus mona*	*VU*	*NT*	*II*
Singe vert	*Chlorocebus aethiops tantalus*	*LC*	*LC*	*II*
Hérisson	*Atelerix albiventris*	*VU*	*LC*	-
Porc-épic à crête	*Hystrix cristata*	*VU*	*LC*	-
Rat roussard	*Arvicanthis niloticus*	*LC*	*LC*	-
Rat de gambie	*Cricetomys sp*	*LC*	*LC*	-
Aulacode	*Thryonomys swinderianus*	*NT*	*LC*	-
Ecureuil fouisseur	*Xerus erythropus*	*LC*	*LC*	-
Pangolin à petits écailles	*Phataginus tricuspis*	*EN*	*EN*	*I*
Daman des arbres	*Dendrohyrax dorsalis sylvestris*	*LC*	*LC*	-
Lièvre du cap	*Lepus crawshayi*	*NT*	*LC*	-

En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineure (LC), Données insuffisantes (DD) ; I : espèces menacées d'extinction ; II : Espèces pas menacées d'extinction mais commerce réglementé ; III : Espèces protégées dans un pays.

5.4.3. Facteurs écologiques et environnementaux déterminant la répartition des groupes taxonomiques dans la FCP

La zone d'occurrence des Artiodactyles (Figure 5.4a) et de rongeurs (Figure 5.4d) est largement représentée dans la FCP. Une distribution relativement plus faible a été observée pour les primates (Figure 5.4c) et les carnivores (Figure 5.4b). Dans l'ensemble, la zone de concentration la plus élevée est principalement située dans la partie ouest de la forêt où on

retrouve les formations forestières les moins dégradées (Figure 5.1) indiquant une certaine quiétude.

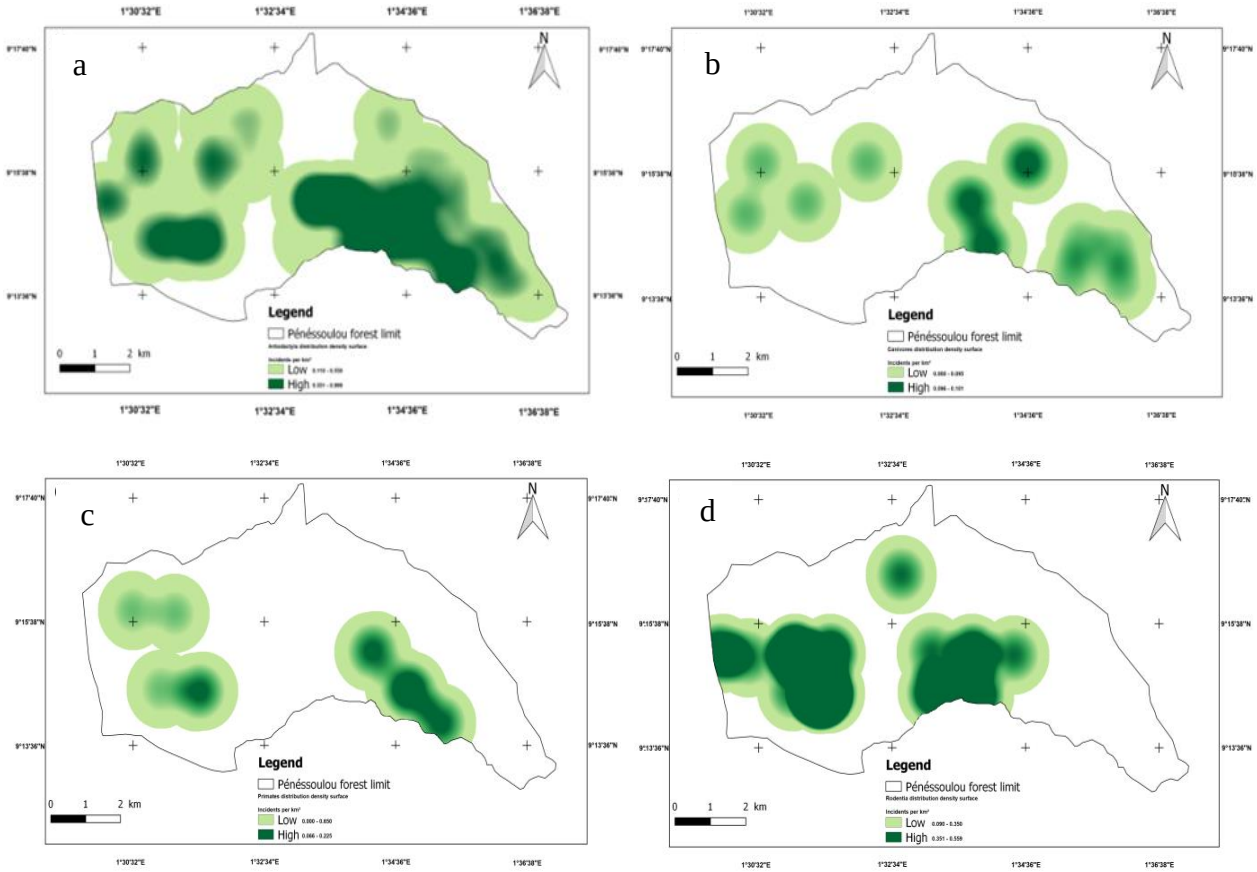


Figure 5.4 : Densité de distribution des espèces dans la FCP : (a) Artiodactyles, (b) Carnivores, (c) Primates et (d) Rongeurs.

Les résultats des facteurs environnementaux qui ont influencé la sélection de l'habitat par les groupes taxonomiques dans la FCP sont résumés dans le tableau 5.3. Trois variables expliquaient de manière significative l'occurrence des espèces animales dans la FCP. Il s'agissait de la distance la plus proche du point d'eau (p-value=0.001), la distance de la rivière (p-value<0.001) et de la distance la plus proche de la limite de la forêt (p-value=0.024). Lorsque la distance du point d'eau proche était réduite d'une unité, la probabilité d'occurrence a augmenté de 1%. Lorsque la distance par rapport à la rivière augmentait d'une unité, la probabilité d'observation a décru de 0,98%. De même, lorsque la distance par rapport à la limite de la forêt était réduite d'une unité la probabilité d'occurrence a décru de 1%

Tableau 5.3 : Résultats du modèle linéaire généralisé sur la présence / absence d'espèces

	Signe	Coef	Std. Error	Odd Ratio	z value	Pr(>|z|)
Intercept	-	5.945e-01	5.259e-01	0.551	-1.130	0.258
NDis-W	-	1.284e-03	3.916e-04	1.001	3.278	0.001 **
NDis-Rv	-	1.107e-02	3.182e-03	0.988	-3.480	<0.001 ***
NDis-Rt	-	9.366e-05	2.290e-04	0.999	-0.409	0.682
NDis-FB	+	7.310e-04	3.230e-04	1	2.263	0.024 *

: significatif; **: hautement significatif; *: très hautement significatif*
NDis-W: Distance la plus proche de point d'eau; NDis-Rv: Distance la plus proche de la rivière; NDis-Rt: Distance la plus proche de la route; NDis-FB: distance la plus proche de la limite de la forêt

5.4.4. Diversité des espèces chassées et consommation de la viande de brousse

L'illustration de la fréquence des différentes espèces chassées est présentée par la figure 5.5. En effet, les enquêtes ont révélé que vingt-six (26) espèces d'animaux sauvages ont fait l'objet de la chasse dans les villages riverains de la FCP. Au nombre de ces espèces, 20 faisaient partie des 29 mammifères identifiées dans la réserve forestière. Selon les enquêtes, la chasse était généralement pratiquée en saison sèche et était plus fructueuse après le passage des feux de végétation dans le domaine classé. Les espèces les plus fréquemment enregistrées au niveau des chasseurs étaient *Thryonomys swinderianus* (18%) suivie de *Lepus crawshayi* (15%), *Xerus erythropus* (11%) et *Francolinus bicalcaratus bicalcaratus* (9%). Deux des quatre espèces les plus chassées étaient des rongeurs. Les grands animaux (buffle et céphalophes) étaient peu chassés, malgré l'effectif élevé de certains (buffles) dans l'aire protégée.

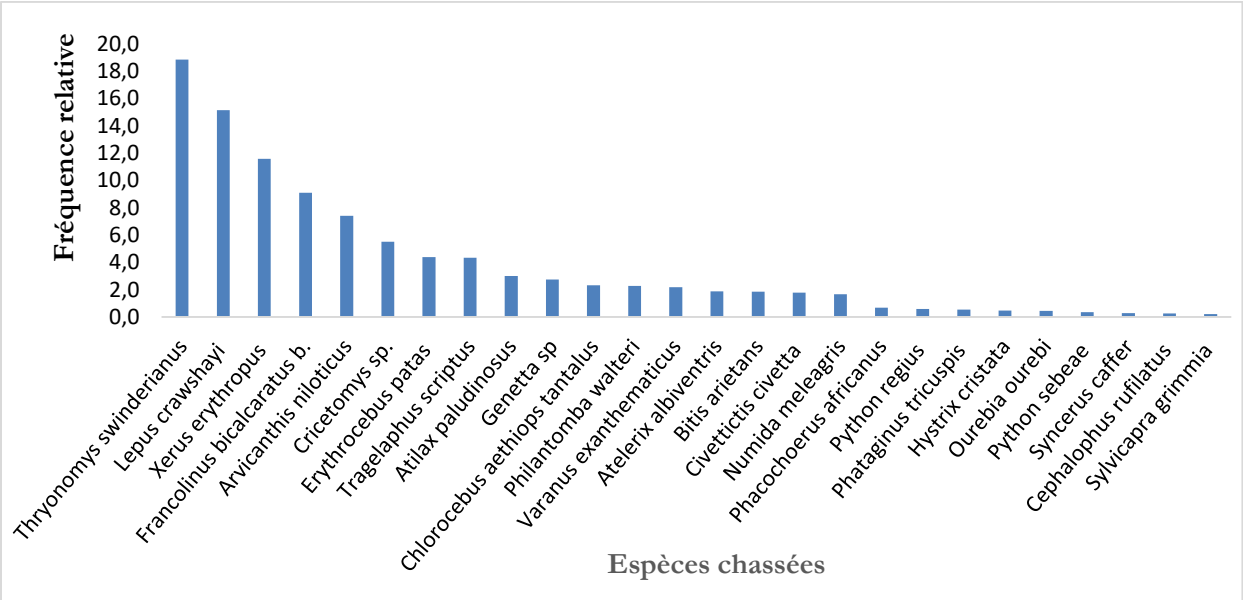


Figure 5.5 : Espèces de faune chassées dans les villages riverains de la FCP

Les espèces chassées étaient pour la plupart destinées à l'auto-consommation (83% des enquêtés) dans les villages riverains de la FCP. Les motivations de la chasse se justifiaient par la limitation des moyens financiers pour l'achat des autres sources de protéines et la préférence aux sources de protéines issues de la viande de brousse (26% des enquêtés) qu'aux autres sources (poisson, poulet, mouton et bœuf) (Figure 5.6).

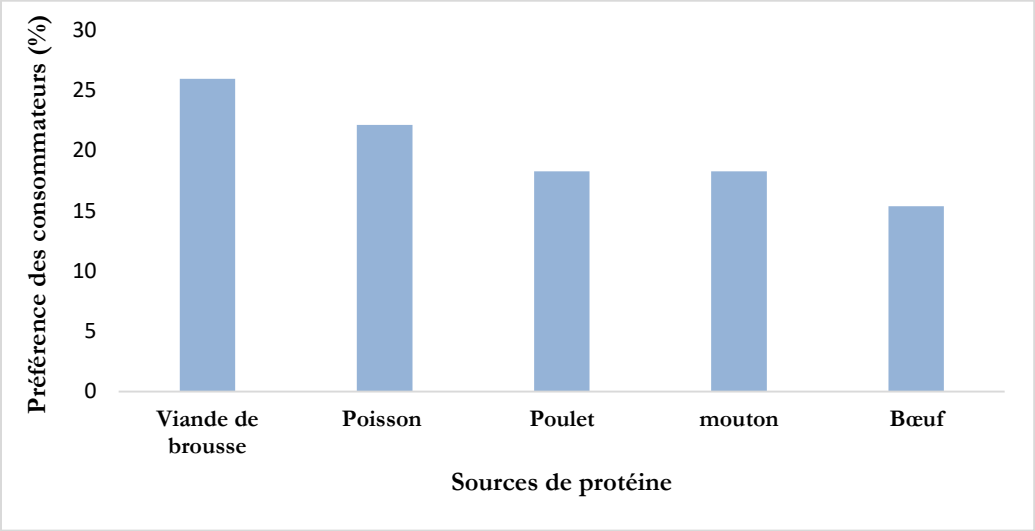


Figure 5.6 : Préférence protéique de la communauté riveraine de la FCP

Les résultats du modèle linéaire généralisé (GLM) réalisé sur les données collectées pour déterminer les raisons qui sous-tendent la consommation de viande de brousse ont été résumés dans le tableau 5.4. De l'analyse de ces résultats, il ressort que le caractère naturel de la viande, le goût et la variation du régime alimentaire ont influencé de manière significative le choix de la consommation de viande de brousse ($p < 0,05$).

Tableau 5.4 : Résultats du GLM binomial sur la consommation ou non de viande de brousse.

Terme	Coefficient	Erreur standard	z-value	p
(Intercept)	-2.13	0.83	-2.54	0.01
Disponibilité	19.92	1670	0.01	0.99
Variation du régime alimentaire	2.98	1.38	2.15	0.03*
Viande fraiche	1.86	0.98	1.88	0.059
Bonne santé	-0.47	0.86	-0.55	0.58
Viande naturelle	3.05	0.84	3.61	0.000
Rareté	-0.25	1.48	-0.16	0.86
Goût	1.74	0.77	2.24	0.02*

Le test d'ajustement du Chi2 a montré que le modèle s'adapte bien (χ^2 (97) = 69,73 ; p = 0,98) ; R^2 = 64 , 57 %.
* significatif

5.5. Discussion

5.5.1. Diversité faunique de la FCP

Les observations dans les points transects et les enquêtes révèlent la diversité de la faune mammalienne de la forêt classée de Pénéssoulou. Elle est composée de 29 espèces de mammifères. Cette approche combinant les connaissances écologiques locales et les observations directes et indirectes d'occurrence permet de faire une évaluation fiable de la diversité des mammifères dans la FCP. En effet, 19 sont observées par les deux méthodes et 10 exclusivement dénoncées par les connaissances écologiques locales. Les méthodes scientifiques conventionnelles (point transect et line transect) fréquemment utilisées pour dénombrer les espèces animales tropicales Peres et Palacios (2007) qui nécessitent d'ailleurs un investissement important en temps, en équipement et en ressources humaines peuvent se révélées limitées pour certaines recherches notamment lorsque les réserves sont de petites superficies et entourées de plusieurs villages riverains. Par conséquent, les enquêtes sur les connaissances écologiques locales peuvent être efficacement utilisées dans un tel contexte. Ainsi, cette méthode peut aider à combler les lacunes des connaissances sur la biodiversité tel que soulignés par Nunes *et al.* (2019).

En effet, les espèces telles que *Atelerix albiventris, Cephalophus silvicultor, Dendrohyrax dorsalis sylvestris, Galerella sanguinea, Genetta sp, Hystrix cristata, Herpestes ichneumon, Kobus ellipsiprymnus* mentionnées au cours de l'enquête dans les villages par les populations locales ne sont pas observées pendant le transect. Les observations des espèces animales de petite taille en forêt sont généralement limitées, ce qui rend difficile leur dénombrement (Ancrenaz *et al*., 2012) sur une courte période d'étude. De plus, la population locale signale une très faible fréquence d'observation de ces espèces par an, ce qui peut s'expliquer par la grande rareté ou l'inexistence de ces espèces au moment du dénombrement pédestre ; en raison de l'habitude et de l'interaction historique avec ces espèces. La pression humaine, les activités agricoles et diverses formes de braconnage sont rares à l'intérieur de la forêt. Cette rareté des passages humains dans la réserve actuellement bien sécurisée par l'ONAB qui contribuent à une grande quiétude des animaux peut aussi avoir de revers sur les observations. Malgré le temps d'attente avant les observations, le passage de l'équipe d'un point à l'autre peut être enregistré comme perturbation par certaines espèces ; sans compter sur le degré de discrétion des espèces de mammifères en général et en particulier *Phataginus tricuspis* dont l'aire de répartition au Bénin s'étend dans les parcs nationaux et les réserves forestières du sud au nord du Bénin (Zanvo *et al*., 2020). Il est alors intéressant d'étudier les caractéristiques éthologiques

(discrétion de l'espèce) et écologiques (espèces nocturnes) des espèces non identifiées sur les points transects pour véritablement confirmer leur présence dans la réserve.

La diversité des mammifères enregistrés au cours de cette étude est proche de celle obtenue par Nobimè et Sinsin (2003), Kassa et Sinsin (2003) et Djègo-Djossou (2003) dans la forêt classée de Lama au sud du Bénin. Des espèces similaires de mammifères sont également signalées par le Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains (PGFTR, 2011) dans d'autres réserves forestières du nord Bénin telles que les forêts classées des Trois Rivières, de Sota, de Goungoun et de l'Ouémé-Supérieur. La FCP de par sa situation géographique (située en zone de transition) et ses caractéristiques écologiques semble faire l'équilibre entre le sud et le nord en termes de richesse spécifique de la faune mammalienne.

Les indices de présence des artiodactyles montrent qu'ils sont les plus abondants dans la forêt en particulier *S. caffer, T. scriptus, P. walteri, C. rufilatus, O. ourebi, S. grimmia et P. africanus*. Cette répartition des indices de présence peut également être due à la période d'étude (saison sèche), qui aurait induit le déplacement d'individus d'espèces de faune vers les points d'eau en plus grand nombre que pendant la saison des pluies. Ces mêmes espèces ont été observées par point transect à la même latitude dans les forêts de la sous-région comme le Ghana (Sam *et al*., 2007). Il s'agit des espèces connues pour leur grande capacité d'adaptation et de survie dans les forêts et dans les habitats dégradés par les activités humaines (Kingdon et Hoffmann, 2013).

La diversité des primates dans la forêt classée de Pénéssoulou comporte 4 espèces sur les 10 confirmées présentes au Bénin (Nombine *et al*., 2008). Parmi ces espèces, on a *C. mona*, *P. anubis*, *E. patas* et *C. aethiops tantalus* qui sont identifiés par inventaire et par les connaissances traditionnelles. Dans la zone soudanienne, Sinsin *et al*. (1998) ont signalé la présence de *P. papio*, *E. patas* et *C. pygerythrus* dans les forêts classées de Trois Rivières. Les mêmes espèces de primates ont été observées dans les forêts classées de Sota et Goungoun (Sinsin *et al*., 1997; Nombine *et al*., 2008). Selon les résultats du PGFTR en 2011, les forêts classées de Sota et Goungoun abritent chacune une seule espèce de primate (*E. patas*). Ces primates jouent un rôle majeur dans la dissémination des semences (consommation et transport) ; toute chose qui concourt à la reproduction et à la régénération naturelle, gage de la reconstitution des forêts. Ainsi la réduction ou la disparition de leurs populations au niveau local aura de fortes implications négatives sur la régénération, la structure et la composition des communautés végétales.

Les différentes espèces de carnivores de la FCP sont constituées de *Civettictis civetta, Canis adustus, Crossarchus obscurus, Galerella sanguinea, Herpestes ichneumon, Genetta sp et Atilax paludinosus.* Cette diversité spécifique de carnivores est supérieure à celle des forêts classées du septentrion : Trois Rivières, Sota, Goungoun et Ouémé-Supérieur (*PGFTR, 2011*). Cependant, il s'agit des espèces de petits carnivores. La présence de ces petits carnivores est expliquée par la forte présence des rongeurs et des antilopes de petites tailles qui constituent essentiellement leurs proies à l'intérieur de cette réserve. Ces résultats confirment ceux de Bohoussou *et al.* (2018) sur des travaux effectués dans les reliques forestières de Côte d'Ivoire, qui mentionnent que les petits carnivores sont plus observés en forêt.

En ce qui concerne les rongeurs, la FCP abrite un total de six espèces : *X. erythropus, T. swinderianus, A. africanus, H. cristata, A. niloticus, Cricetomys sp*. Il s'agit des espèces moins exigentes en alimentation qu'on retrouve dans une gamme variée d'habitats notamment les savanes, les champs et jachères (Djagoun *et al.,* 2014).

La distribution spatiale des groupes taxonomiques a révélé que la présence de l'eau est un facteur déterminant de la répartition des animaux. En effet, l'eau est une ressource importante pour la survie de la faune et un des facteurs déterminants de leur présence dans la forêt. En cas de déficit, ils devront s'éloigner de cette zone de prédilection à la recherche d'un point d'eau. Cette observation confirme les résultats obtenus par Djagoun *et al.* (2014) et Rich *et al.* (2019) qui ont déclaré que les populations de faune sauvage sont principalement concentrées autour des points d'eau. Les formations denses telles que les galeries forestières sont celles en dessous desquelles les réserves d'eau ne se sont pas taries. Il en est de même que les cuvettes sur sol imperméable. Cela implique que le surcreusement des marres et l'amélioration de couverture végétale des formations denses peuvent contribuer à l'amélioration des conditions de vie des animaux.

5.5.2. Menaces et statut de conservation des espèces de faune de la FCP

La plus grande menace recensée lors de l'enquête auprès des populations riveraines est le passage répété des feux de végétation dans la FCP. Il s'agit des cas d'incendies criminels ou intentionnels opérés par les chasseurs dans le domaine protégé ou à la lisière de la forêt mais qui s'étend finalement à cette dernière et l'embrase. Cette situation incite les animaux à quitter la forêt pour les zones riveraines où ils font sans doute objet de chasse. Il s'agit d'une menace qui transforme l'habitat et réduit la disponibilité des ressources alimentaires de la faune quelle que soit la position de l'espèce dans la chaine trophique. Pour FAD (2001), il s'agit des

modifications qui peuvent entrainer la fuite de certaines espèces mais également le changement de comportement de celle-ci. Tutin *et al*., (2001) évoquent l'altération de l'habitat de la faune par modification de la disponibilité en nourriture et la structure de l'habitat dans les concessions forestières. Les enquêtes n'ont pu révélées les effets des activités d'aménagement de la FCP ainsi que ceux du positionnement des routes, pistes et villages riverains sur la faune.

La présente étude montre que *Phataginus tricuspis, Atilax paludinosus ; Civettictis civetta ; Cercopithecus mona ; Atelerix albiventris;* et *Hystrix cristata,* soit 20% des espèces de faune mammalienne identifiées dans la forêt sont menacées du point de vue de leur statut de conservation. En dehors de celles-ci, la présence de *Cephalophus silvicultor, Syncerus caffer, Galerella sanguinea, Canis adustus Erythrocebus patas, Lepus crawshayi,* des espèces quasi menacées est également notée. Cette proportion d'espèces spécifiques qui méritent une attention particulière, confère à la forêt un intérêt particulier. Un statut de protection intégrale peut être accordé à cette aire protégée aux fins de mieux conserver ces espèces. A défaut, il convient de définir des stratégies de conservation dans le plan d'aménagement notamment en ce qui concerne la gestion des feux de végétation, la création de zone tampon, l'amélioration de la qualité de l'habitat et la disponibilité des ressources en eau.

5.5.3. Chasse et consommation de viande de brousse dans les villages riverains

Les résultats des enquêtes dans les villages dévoilent que la consommation de la viande de brousse est ancrée dans les habitudes des communautés riveraines de la forêt de Pénéssoulou. Au total, 26 espèces d'animaux sauvages sont chassées pour la viande de brousse dans les villages riverains. Plusieurs de ces espèces (*Philantomba walteri*; *Thryonomys swinderianus*, *Lepus crawshayi*; *Tragelaphus scriptus*; *Cricetomys gambianus*, *Xerus erythropus*, etc.) ont été déjà recensées par des études antérieures de Djagoun *et al.* (2018) comme espèces de viande de brousse autour de la forêt de Lama au sud-Bénin. Les rongeurs représentent le groupe animal le plus chassé. Cela s'explique par l'abondance des espèces de rongeurs dans la végétation béninoise et la facilité de les chasser. Cependant leur extinction peut engendrer la disparition d'autres espèces notamment les carnivores pour lesquels ils constituent des proies. Le grand aulacode (*Thryonomys swinderianus*) enregistré comme étant fortement chassé par les enquêtés a déjà été principalement cité comme espèce de viande de brousse à forte pression de chasse par Djagoun *et al*. (2018). Il a déjà fait l'objet de domestication avec des stratégies de reproduction favorables et rapide (Heymans et Mensah, 1984 ; Baptist et Mensah, 1986 ;

Mensah *et al.*, 2013). Ainsi, il peut donc être recommandé dans les villages riverains de la FCP comme activité génératrice de revenu.

Au nombre des espèces chassées, figure *Phataginus tricuspis,* une espèce en danger à l'échelle nationale et mondiale. La présence de cette espèce dans la FCP qui fait partie des rares forêts classées nationales les mieux sécurisées, devra être saisie comme une aubaine. En conséquence, des stratégies de conservation devront être développées notamment pour sa sécurisation et l'amélioration de son habitat.

Plusieurs enquêtés comprennent que le buffle (*Syncerus caffer*) est une espèce protégée dont l'abattage est réprimé par les services forestiers. Cependant, il est enregistré comme espèce chassée mais à une faible fréquence. Cette restriction d'abattage est justifiée par sa taille qui ne leur offre pas la garantie de discrétion dans ces villages riverains. A ce titre, il y a lieu non seulement de renforcer la sensibilisation au profit des riverains mais également de mener des études sur l'abondance et la distribution de cette espèce dans la FCP.

Le braconnage représente une autre menace à la biodiversité. Cette situation a été déjà évoquée par Kpetere *et al*. (2020) dans les plantations de bois de feu au sud-Bénin qui ont souligné que la chasse est la principale menace de la faune des petites aires protégées. Djego-Djossou *et al*. (2014) affirme que parmi les extinctions préhistoriques, la perturbation des habitats apparait comme un facteur d'extinction de la faune bien qu'elle soit exacerbée par la chasse.
La chasse par l'utilisation des feux de végétation qui embrasent la forêt peut causer des dégradations insidieuses des écosystèmes et donc de la biodiversité. Pour Ripple *et al.* (2016) les petits mammifères peuvent fournir des fonctions écologiques essentielles, notamment la dispersion des graines, la régulation des populations d'invertébrés, la fertilisation du sol et constituer des proies pour d'autres espèces.

Les résultats des présents travaux ont également mis en évidence que la plupart des gens préfèrent manger de la viande de brousse plutôt que du poisson, du poulet ou du bœuf. A l'échelle mondiale, les besoins en protéines et en revenus sont reconnus comme les facteurs favorisant la chasse (Abernethy *et al*., 2013). Il existe également des normes sociales qui conduisent à la consommation de viande de brousse. Les motivations des principaux consommateurs de viande de brousse sont soumises à des modèles de régression logistique pour examiner les facteurs associés à la consommation de viande de brousse. La régression logistique binaire montre que le caractère naturel de la viande de brousse, le goût et la variation du régime alimentaire influencent de manière significative le choix de la consommation de

viande. La population locale trouve que les animaux sauvages produisent de la viande nutritive riche en vitamines car ils se nourrissent de produits naturels. Le goût interressant de la viande de brousse (grillé ou frais) est important en partie parce qu'il réduit la nécessité d'épices (Fantodji et Mensah, 2000). Ce sont des caractéristiques clés qui distinguent la viande de brousse de la viande d'élevage. Au-delà de toutes ses analyses, il faut souligner que la pauvreté et la morosité économique en sont également des facteurs (Jori *et al*. 1994). Dans les marchés urbains, plusieurs sources de protéine avec une gamme variée de goût sont commercialisées. Cependant, la consommation de viande de brousse peut faire partie de l'identité culturelle de certains groupes socioculturels (chasseurs traditionnels).

L'étude sur la chasse et la consommation de la viande devra être approfondie pour mieux élucider les questions de compréhension des textes sur la faune, de pauvreté et les possibilités de développement d'activités pouvant détourner le regard de ces populations de la chasse pour une meilleure conservation des espèces de faune présentes dans la FCP. En attendant ces études, il urge de sensibiliser les communautés locales pour les informer sur les contenus des textes juridiques et leurs limites dans les actions de chasse.

5.6. Conclusion

La FCP abrite une importante diversité de 29 espèces de mammifères composées notamment de primates, artiodactyles, rongeurs et de carnivores. Les connaissances écologiques locales et les interactions quotidiennes des populations avec les écosystèmes et les espèces sauvages sont des sources d'informations qui peuvent être essentielles pour la conservation et la gestion durable de la faune de cette réserve. La distribution des espèces est plus élevée autour des points d'eau, ce qui montre l'importance de l'eau pour le maintien des espèces sauvages présentes dans cette aire. Malgré le niveau actuel de sécurisation de la forêt, les feux de végétation qui embrasent la réserve chaque année et qui forcent les animaux à se retrouver dans les zones riveraines couplés aux formes traditionnelles d'exploitation de la faune (chasse) dans les villages riverains constituent une grande menace à la survie des espèces recensées en général et celles menacées en particulier. Il convient d'accorder à cette forêt une vocation de protection intégrale, de maîtriser la gestion des feux, de renforcer les mesures de sécurisation, de faire un suivi écologique périodique et de mettre en application de façon rigoureuse la règlementation forestière en matière de faune dans les villages riverains.

CHAPITRE 6 :

Discussion générale

6. Discussion générale

6.1. Niveau de dégradation des formations végétales de la FCP : implication pour une gestion managériale

Les résultats de la présente étude ont montré que la forêt classée de Pénéssoulou est affectée par les facteurs anthropiques en fonction de la période considérée. Au cours de la période de 1995 à 2005, les terres utilisées pour la production agricole ont régressé au profit des plantations forestières et de quelques formations naturelles telles que les forêts claires. Les statistiques annuelles d'amélioration de cet écosystème est 4,68% ce qui voile la perte et la modification de la diversité biologique. La reconstitution du couvert forestier dans cette période est en partie due à l'intervention du Projet de Restauration des Ressources Forestières de Bassila (PRRF) de 1992 à 2004. La faible perte des formations forestières naturelles est la preuve de la protection des aires et de l'efficacité de l'intervention dudit projet d'aménagement forestier. L'importance de l'intervention des projets d'aménagement a été d'ailleurs remarquée par plusieurs études (Blomley *et al*., 2008; Melo *et al*., 2013). De pareils constats sont récurrents, car dans les textes législatifs des pays tropicaux, la conservation de la biodiversité est réduite à la conservation du couvert forestier (Voreux, 2015). Cette réserve forestière regorgeant de plusieurs espèces menacées (Chapitre 4), la modification des habitats à travers les plantations pourrait affecter les stratégies de restauration naturelle des écosystèmes dégradées. La situation du couvert forestier s'est inversée entre 2005 à 2015 car les formations anthropiques ont accru dans la forêt classée. Au cours de cette période, la forêt n'est plus sous la gestion d'un projet ; l'administration classque étant défaillante. En effet, en absernce de capacité financière propre pour la gestion quotidienne des aires protégées, le délai entre deux projets s'est de tous les temps montrés catastrophique pour la conservation des ressources. Pour Temgoua *et al*. (2018), la modification du couvert forestier perturbe les conditions climatiques déterminant des processus écologiques de la succession de la végétation. Bien vrai nous manquons d'indicateurs pour connaître le niveau de perte de la biodiversité, n'ayant pas une étude de référence, mais il est clair que l'état de la biodiversité est moins réluisante que lors de la décénie antérieure.

L'absence des stratégies de conservation post-projet a été très dramatique sur cette forêt classée Ce résultat montre l'ancrage institutionnel et pose le problème de l'efficacité de la gestion participative et les instances d'éducation environnementale dans la conservation de la

biodiversité. D'abord, il s'agit de s'interroger sur l'existence réelle d'une source alternative de subsistance et de revenu de la population riveraine.

La restauration écologique étant considérée comme une action intentionnelle qui initie ou accélère l'autoréparation d'un écosystème, qui a été dégradé, endommagé ou détruit, en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable (SER, 2004), la politique forestière devra mettre l'accent sur la restauration naturelle ou passive des écosystèmes dégradés ou à défaut sur une logique d'enrichissement des espaces dégradés par des espèces autochtones. La recherche devra désormais créer un réseau écologique assurant la connectivité entre fragments (Cristofoli et Mahy, 2010) et mettre un accent particulier sur la production des plants à croissance rapide d'essences autochtones diverses pour l'enrichissement de la diversité biologique auparavant dégradée. En effet, la restauration est passive, lorsque les forces de dégradations sont réduites et permettent aux processus naturels de récupération de diriger la restauration. Elle est active, lorsque non seulement les forces de dégradations sont réduites ou arrêtées, mais que le cours de la restauration est dirigé par des interventions humaines (Lake *et al*., 2001).

Selon Soulé et Orians (2001) les surfaces protégées ne peuvent en réalité assumer leur fonction que si elles sont suffisamment grandes et connectées et si elles abritent un échantillon relativement complet de la biodiversité à l'échelle régionale. La FCP répond à ce privilège car la commune de Bassila jouit de bonnes conditions climatiques et est recouverte d'une superficie importante de forêts clasées (FC) : FC Monts Kouffé, FC Wari-Maro, FC Bassila et FC Pénéssoulou. La reconstitution naturelle du couvert végétal et la restauration de la biodiversite semble être facile. En revanche, il est important de régler définitivement le problème d'ancrage institutionnel dans le sens de confier la gestion des forêts classées à des structures pérennes et non à des projets ayant une durée de vie éphémère. Face à la perte continue de forêts et même de zones de conservation de la biodiversité, il semble urgent d'établir des stratégies politiques efficaces. La réussite de ces stratégies politiques devra prendre en compte l'avis des acteurs impliqués dans le secteur primaire (Biaou *et al*., 2021). Le maintien des milieux naturels, de leur biodiversité, et des communautés humaines qui en dépendent apparait ainsi comme une conséquence de l'amélioration des conditions de vie des habitants, dans le respect de leurs valeurs culturelles et traditionnelles (Beaucent et Fayolle, 2011). Les résultats de cette étude appellent donc à une orientation politique pour la gestion durable de cet écosystème forestier en particulier, ainsi que des écosystèmes forestiers du Bénin

en général. Étant donné que la disparition des forêts est immédiatement liée au changement climatique, un mécanisme alignant le développement sur REDD+ pourrait être nécessaire.

6.2. Structure spatiale et potentiel de régénération des formations de la FCP

Une manière simple de définir la structure d'un peuplement est de dire qu'elle représente l'organisation verticale et horizontale (spatiale) des différents éléments le constituant (Pommerening et Stoyan, 2006). La structure spatiale d'un peuplement forestier retrace l'organisation des arbres dans l'espace. Ainsi, l'analyse de la structure spatiale apparait comme une piste importante, préalable à l'étude, à la description et à la modélisation de la dynamique des peuplements forestiers (Hoshino *et al*., 2001). La forêt classée de Pénéssoulou a révélé l'existence de quatre (04) groupements végétaux avec une distribution en "J renversé". Cette distribution est une caractéristique des peuplements multispécifiques avec les individus de petit diamètre. Le diamètre des individus compris entre 10 et 40 cm est largement le plus dominant avec une relative dominance de ceux de la première classe de diamètre (10 cm $\leq$ d < 20 cm) pour ces différentes structures. Cette dominance des individus de la première classe montre clairement que la forêt est en reconstitution à la suite des pressions anthropiques qu'elle aurait subies à la fin des projets ayant intervenus dans ladite forêt. Bien que les forêts claires, savanes boisées, arborées et arbustives aient été les plus vulnérables à perdre leur superficie de 2005 à 2015 (Chapitre 2), elles regorgent actuellement la plus forte densité des arbres (223 pieds/ha pour les forêts claires et 179 pieds/ha pour les savanes arborées). Ce résultat pourrait s'explique par les actions rigoureuses de protection mise en place par l'Office National du Bois avec des exploits de surveillance.

Les résultats de l'évaluation de la régénération dans les groupements végétaux révèlent une différence significative de la densité entre les groupements végétaux. La plus forte densité de régénération est observée dans le groupement G3 (55163 tiges/ha) qui est caractérisé par les espèces forêts galeries alors que la plus faible densité de régénération est observée dans le groupement G4 établi sur les forêts denses (31000 tiges/ha). La forte densité de la régénération dans les forêts galerie suggère une bonne condition de la station pour l'émergence des plants. Aussi cette formation étant relativement humide, elle est moins affectée par le feu de végétation contrairement aux autres groupements. La faible régénération observer dans les forêts denses constitue une menace pour pérenniser les espèces qu'elles abritent. Pour Ouedraogo (1995) une faible régénération constitue une menace actuelle pour la conservation de l'intégrité du pool génétique de certains allèles rares. Alors une stratégie est de considérer ce groupement lors des

programmes de restauration en limitant un certain nombre de facteurs anthropiques susceptibles de rendre cet écosystème encore plus vulnérable. Mais globalement, dans la FCP, la régénération est importante au point où la restauration naturelle assistée pour permettre non seulement de reconstituer le couvert végétal dégradée mais également de conserver et d'enrichir la biodiversité du point de vue végétal.

6.3. Caractéristiques floristique et écologique de la FCP : importance pour la gestion durable

La nécessité de renforcer la préservation de la FCP est une véritable action nationale vers la conservation de la biodiversité. L'analyse floristique de la forêt classée de Pénéssoulou montre qu'elle renferme un potentiel floristique non négligeable en considérant la diversité non seulement de l'ensemble des epèces végétales inventoriées mais egalement celle des ligneux. En effet, cette forêt regorge 599 espèces réparties en 359 genres et 89 familles. Au nombre de ces espèces, 41 sont inscrits sur la liste rouge au Bénin comme étant menacées sur 280 (Adomou, 2005). Cette diversité représente relativement le double de celles rapportées dans la réserve d'Abdoulaye au Togo où 258 espèces ont été rapportées. L'effort d'échantillonnage de cette étude a permis de constater qu'elle regorge d'énorme potentiel ligneux largement supérieur à l'étude précédente dans cette même zone. La richesse rapportée par Adame *et al*., 2020) est de 234 espèces dans 51 parcelles des formations végétales de la FCP. La richesse spécifique totale obtenue par la présente étude correspond à 21,33% de la flore totale du Bénin (Akoègninou *et al.,* 2006), faisant ainsi de la FCP une référence qui nécessite une attention particulière. Aussi l'on remarque que la diversité floristique des ligneux de la FCP est moins prononcée que celle de la Forêt Classée de Lama constituée de cinq groupements végétaux avec 392 espèces végétales ligneuses (Folahan *et al*., 2018), que celle des forêts-galeries de la Réserve Biosphère de la Pendjari également constituée de cinq groupements végétaux renfermant 350 espèces ligneuses (Oumorou *et al*., 2011). Néanmoins, la FCP bénéficie d'un micro climat avantageux avec une pluviosité totale annuelle variant entre 1.165 à 1.300 mm (Adomou, 2011), largement au dessus de la moyenne de la zone soudano-guinéenne qui est d'au plus 1.100 mm (Sinsin *et al*., 2004). Les causes probables de cette situation pourraient être le relâchement, voire l'abandon de la surveillance de la FCP contre l'exploitation forestière illégale à la fin du Projet de Restauration des Ressouces Forestières (2004) (Chapitre 2). Ce qui a rendu vulnérables les formations ouvertes et celles situées le long des voies et pistes bordant la réserve (Chapitre 2).

La FCP est caractérisée par les familles des Fabaceae, Rubiaceae, Poaceae et Asteraceae. La forte représentativité des Fabaceae est une caractéristique des savanes guinéennes (Aubréville, 1950). La prédominance de ces familles n'est pas une particularité de la FCP, mais une caractéristique générale de la flore du Bénin. En effet, selon Akoègninou *et al.* (2006), les cinq familles les plus riches en espèces au Bénin sont les Fabaceae (14,8%), les Poaceae (9,3%), les Rubiaceae et les Cyperaceae (5% chacune) et les Asteraceae (4,6%). Le fractionnement et la dégradation des formations fermées de la FCP favorisent l'émergence de certaines familles de plantes telles que les Astéraceae et les Poaceae, la plupart anémochores. La présence des Rubiaceae indique un climat relativement humide. Ceci se confirme avec la nette dominance des espèces de transition guinéo-soudanienne. La présence des espèces guinéo-soudanienne est due à la densité du réseau hydrographique favorable au développement d'une flore relativement plus hydrophile. Les types biologiques ou formes de vie, traduisent fidèlement les conditions écologiques et permettent d'apprécier la dynamique des phytocénoses (Toko, 2008). La FCP présente une forte prédominance des Phanérophytes suivies des Thérophytes. Ces formes de vie suggèrent une dominance des ligneux dans les formations végétales. Cela constitue un atout pour l'amélioration de couverture forestière de la forêt (Moumouni *et al*., 2019) si les mesures de gestion adéquates sont mises en place. Par ailleurs la présence remarquable des thérophytes dans cette forêt est le signe évident de perturbation de ces formations naturelles (Gbesso *et al*., 2013; Arouna *et al*., 2016). Au sein des Phanérophytes, les types prépondérants sont les Microphanérophytes et les Mésophanérophytes. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Ahouandjinou *et al*. (2017) et Moussa *et al*. (2020) respectivement dans la réserve forestière de Ouoghi et les forêts-galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la Rivière Okpara en zone soudano-guinéenne et ceux de Soumah *et al.* (2018) dans une formation forestière en Guinée. Les phanérophytes sont connus pour être la principale forme de vie dans les écosystèmes forestiers (Natta, 2003). Bien qu'étant prédominant dans la FCP, le pourcentage global des phanérophytes est relativement le même (56,82%) que celui obtenu par Moussa *et al*. (2020) dans des forêts-galeries de la même zone phytogéographique.

Les « site potetiel » (Hotspots) de la biodiversité sont présents et doivent orienter des actions de conservation. En effet, ces sites concentrent dans un espace réduit plusieurs espèces végétales ou animales de valeur, subissant une forme de menace, espace à laquelle s'applique les principes de conservation que sont l'irremplaçabilité et la vulnérabilité (Mittermeier *et al*., 2011). Comme l'affirme Jepson et Canney (2001), ce sont des « balles d'argent » pour la conservation des espèces dans un environnement où les menaces sont permanentes et

constantes. Certes, ces « sites potentiels » assurent une conservation partielle et n'apportent pas la solution idéale à toutes les espèces présentes, mais selon ces auteurs, ils ont une valeur fondamentale et participent à la stratégie de conservation de biodiversité en même temps que d'enrichir le débat sur la pérennité des espèces menacées. C'est pour ainsi dire que la présence de 41 espèces dont les statuts de conservation au Bénin et dans la sous-région méritent une attention particulière doit orienter les interventions pour assurer à la FCP un statut particulier. Cela s'avère d'autant plus nécessaire au regard de la diversité de la faune notée dans cet espace.

6.4. Diversité de la communauté animale dans la FCP

Les inventaires fauniques et la perception locale sur les espèces animales rencontrées par la population locale riveraine de la FCP montre que cet écosystème dispose d'une importante diversité de la faune mammalienne. Au nombre des espèces inventoriées, plus de la moitié se trouve à des stades divers de menaces de la liste rouge de l'UICN au Bénin. Le Pangolin (*Phataginus tricuspis)* bénéficiant d'une préoccupation mondiale, est une espèce en danger mais qui est présente dans la FCP. Elle abrite également quatre espèces de primates sur dix signalées au Bénin. Puisque les primates jouent un rôle très important dans la dissémination des semences, leur présence un atout incontestable pour le maintien de l'intégrité de cet écosystème forestier. Au delà des primates, la FCP regorge de petites espèces de carnivores : *Civettictis civetta, Canis adustus, Crossarchus obscurus, Galerella sanguinea, Herpestes ichneumon, Genetta sp et Atilax paludinosus.* La presence de ces canivores montre clairement que l'écosystème regorge des rongeurs et des antilopes de petite taille qui constituent essentiellement leurs proies à l'intérieur de cette réserve. Un contact remarquable qui montre le niveau de richesse et la qualité actuelle de cette forêt classée est la présence des artiodactyles qu'ils sont les plus abondants il s'agit de *Syncerus caffer, Tragelaphus scriptus, Philantomba walteri, Cephalophus rufilatus, Ourebia ourebi, Sylvicapra grimmia* et *Phacochoerus africanus*. Cet ensemble de considération montre, une fois encore l'importance de la conservation stricte de cet écosystème. De ce fait, la FCP se présente comme étant aussi dans une certaine mesure un hotspot de biodiversité pour la faune dans un paysage largement dominé de toute part par les agrosystèmes et les habitations.

Les résultats de la présente étude relatifs aux pratiques de chasse autour de la FCP tirent ici tout leur sens dans les mesures de conservation suivant une approche écosystémique. S'il est vrai que la chasse est interdite dans la forêt classée qui est si bien surveillée, il n'en demeure pas moins vrai que les animaux n'ont pas de limites et surtout les plus mobiles tels les rongeurs

(aulacode, lièvre,…) et les primates, ne peuvent s'empêcher de franchir les limites de la forêt pour se nourrir dans les agrosystèmes riverains où ils sont en proie à la chasse. De ce fait, seule la mise application rigoureuse des textes relatifs à la faune et la mise en place de dispositif de gestion pacifique des conflits hommes-faune pourra renforcer la participation de la population (Nsonsi, 2018; Moumbock *et al*., 2020) qui trouverait ses avantages dans le partage des revenus issus d'activités génératrices de revenus à promouvoir ou d'activités de développement touristique.

Dans un contexte où le Bénin ne dispose pas jusqu'à présent de Réserve de faune dans la zone de transition phytogéographique, ériger la FCP en réserve de faune au regard de son potentiel serait un atout qui permettra de conserver non seulement la faune de la FCP mais également et surtout son habitat qui n'est rien d'autre que formations végétales qui regorgent un nombre impressionnant de végétaux. Ce changement de paradigme donnerait plus de visibilité et rehausserait les efforts de conservation de la faune par le CENAGREF. Dans cette même logique, la récupération de ce patrimoine permettra de libérer l'ONAB, structure à vocation commerciale qui ne trouvera d'ailleurs pas d'intérêt à conserver sans aucune marge bénéficiaire directe, une superficie de plus de 5000 ha. Il s'agit d'une stratégie qui milite dans les sens des discussions actuelles visant à ériger le bloc de forêts classées des Monts Kouffé et de Wari Maro en réserve de faune. De plus, quand on considère la position géographique de la FCP, dans la zone de transition et sur le circuit de la Réserve de Biosphère de la Pendjari qui est le parc le plus visité de la sous-région, érigé cette forêt classée en parc national contribuerait à marquer une pause de mi-parcours (Cotonou-Penjari) aux touristes en vue de leur faire visiter une des forêts naturelles bien conservée au Bénin.

Conlusion générale

Conlusion générale

La présente étude réalisée sur l'état de la biodiversité de la FCP a contribué à comprendre sa composition floristique et faunistique et le niveau de fragilité aussi bien de certaines espèces que des biotopes qui les abritent. L'étude permet également de fournir des données importantes aux acteurs de gestion et de la conservation de la biodiversité. Même si les actions des projets ont impacté positivement les éléments de la biodiversité, elles n'ont pas permis de relever dans le temps, le défi de restauration de la biodiversité. Au regard de la forte diversité de cette forêt malgré les perturbations anthropiques dans le passé, une attention particulière devrait être accord à celle-ci dans le but de la conservation de la biodiversité. Considérant l'état écologique et structural de la FCP et les statuts des espèces à statut particulier qu'elle abrite, des mesures protection intégrale et de régénération naturelle assistée semblent être les meilleures pour sa conservation.

Ainsi, pour une meilleure gestion de ce patrimoine, les gestionnaires, les acteurs et décideurs en charge de son aménagement des zones riveraines en concertation avec les populations doivent actualiser le plan d'aménagement en considérant les aspects clés ci-après :

- ériger cette aire protégée en statut de protection intégrale aux fins de mieux conserver ses espèces aussi bien végétales que animales notamment celles menacées ;
- suspendre les activités de reboisement et conduire les trouées et autres espaces à reconstituer en régénération naturelle assistée ;
- définir des stratégies de conservation en ce qui la gestion des feux de végétation (à éviter à tout prix), la création de zones tampons et l'amélioration de la qualité de l'habitat et la disponibilité des ressources en eau ;
- installer des placeaux permanents sur les sites de concentrations des espèces végétales menacées pour leur suivi et amenager ces sites en vue de la collecte de semences pour la production de plants d'essences autochtones ;
- faire un suivi écologique régulier des espèces de faune ;
- redéfinir l'ancrage institutionnel et confier la forêt à une instance pouvant la considérer et la gérer en tant que site de protection de la biodiversité ou réserve de faune ;
- maintenir ou renforcer le système de surveillance ;

Par ailleurs, la présente étude s'est limitée (en dehors de l'etude de la dynamique spatio temporelle) à une analyse statique des données indicatrices de la diversité. Ce qui ne permet pas d'apprécier les exploits ou tendances dans le temps, notamment après que la forêt ait été

confiée à la gestion de l'ONAB. Pour cela, il convient de réaliser la cartographie des formations végétales identifiées et d'approfondir les recherches sur (i) l'évaluation des données télédétection en 2025 pour mieux apprécier la dynamique en considérant les efforts de gestion et de surveillance de l'ONAB, (ii) l'etude des facteurs socioéconomiques et institutionnels de gestion durable de la FCP.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abdou, I. K., Abasse, T., Massaoudou, M., Rabiou, H., Soumana, I., & Bogaert, J. (2019). Influence des Pressions Anthropiques sur la Dynamique Paysagère de la Reserve Partielle de Faune de Dosso (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *13*(2), 1094. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.41

Abernethy, B., Kippers, V., & Hanrahan, S. J. (2013). *Biophysical foundations of human movement*. Human Kinetics.

Adame, M. S., Tente, B. A. H., & Gbibigaye, M. (2020). Caractérisation de la Dynamique Actuelle des Formations Végétales du Foret Classe de Penessoulou (Commune de Bassila, Nord Benin). *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, *21*(1), 272-285.

Adebisi, A. A. (2004). A case study of Garcinia kola nut production-to-consumption system in J4 area of Omo forest reserve, South-west Nigeria. *Forest products, livelihoods and conservation: case studies of non-timber forest product systems*, *2*, 115-132.

Adeyemi, O., Chirwa, P. W., Babalola, F. D., & Chaikaew, P. (2020). Detecting trade-offs, synergies and bundles among ecosystem services demand using sociodemographic data in Omo Biosphere Reserve, Nigeria. *Environment, Development and Sustainability*, 1-16.

Adjanohoun, E. (1964). Vegetation of savannas and bare rocks in the central Ivory Coast. *Vegetation of savannas and bare rocks in the central Ivory Coast.*

Ajakpa, J. B., Dassoundo, H. A., Yedomonhan, H., Weesie, P. D. M., & Akpo, E. L. (2011). Diversité du peuplement ligneux d'une forêt dense en zone sub-humide: Cas de la forêt de Sakété dans le sud-Bénin en Afrique de l'Ouest. *Int. J. Biol*. Chem. Sci. 5(6): 2291-2305.

Adjonou, K., Ali, N., Novigno, S. K., Kokou, K., Kokutse, A. D., Kokou, K., & Poir, P. E. (2010). Étude de la dynamique des peuplements naturels de Pterocarpus erinaceus Poir. (Fabaceae) surexploités au Togo *A STUDY OF THE DYNAMICS OF OVER-*. *306* (4), 45-56.

Adomou, A. C. (2005). *Vegetation patterns and environmental gradients in Benin : Implications for biogeography and conservation*. PhD Thesis. Wageningen University, Wageningen, 133p.

Adomou, A. C., Mama, A., Missikpode, R., & Sinsin, B. (2009). Cartographie et caractérisation floristique de la forêt marécageuse de Lokoli (Bénin). *International Journal of biological and chemical sciences*, *3*(3).

Adomou, A. C., Sinsin, B., & van der Maesen, L. J. G. (2006). Notulae florae beninensis 12 : Phytosociological and chorological approaches to phytogeography: a meso-scale study in Benin. *Systematics and geography of plants*, 155-178.

Adomou, A. C., Yedomonhan, H., Sinsin, B., & van der Maesen, L. J. G. (2007). Distribution des aires protégées et conservation de la flore en république du Bénin : Notulae Florae Beninensis 11.

Adomou, M. (2011). Étude expérimentale de l'utilisation des revêtements glaciophobes et/ou hydrophobes sur les pales d'éoliennes. Université du Québec à Chicoutimi.

Agassounon, T. M. D., Bada, F., Ahanhanzo, C., Toukourou, F., & de Souza, C. (2011). Effets des huiles essentielles sur les qualités hygiéniques et organoleptiques de la boisson" bissap. *Rev Microbiol Ind San Environn*, *5*, 1-23.

Agbo, I. R., Missihoun, A. A., Vihotogbe, R., Assogbadjo, E. A., Ahanhanzo, C., & Agbangla, C. (2017). Impacts des usages traditionnels sur la vulnérabilité de Detarium microcarpum Guill. & Perr. (Caesalpiniaceae) dans le district phytogéographique Zou au Bénin (en Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *11*(2), 730. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.16

Ahmadi, S., Maman, S., Zoumenou, R., Massougbodji, A., Cot, M., Glorennec, P., & Bodeau-Livinec, F. (2018). Hunting, Sale, and Consumption of Bushmeat Killed by Lead-Based Ammunition in Benin. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(6), 1140. https://doi.org/10.3390/ijerph15061140

Ahononga, F. C. (2020). *Affectations des terres et impacts sur les services écosystémiques des domaines soudanien et soudano-guinéen du Bénin.* [Thèse de doctorat, Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau]. Université de Parakou.

Ahononga, F. C., Awessou, B. K., Kouton, M. D., Plagbeto, H. A., Orékan, O. V., Toko Imorou, I., Pinet, C., & Mertens, B. (2021). Atlas cartographique de la dynamique de l'occupation du sol au Bénin entre 2005 et 2015 (338 p). *Dépôt légal*, *12881*.

Ahononga, F. C., Gouwakinnou, G. N., Biaou, S. S. H., & Biaou, S. (2020). Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, *346*, 35-50.

Ahouandjinou, S. T., Yédomonhan, H., Tossou, M. G., Adomou, A. C., & Akoègninou, A. (2017). Diversité floristique et caractérisation structurale de la réserve forestière de Ouoghi en zone soudano-guinéenne (Centre-Bénin). *European Scientific Journal*, *13*(12), 400-423.

Ahouangonou, S., & Bris, B. (1997). Afzelia africana. *Le Flamboyant*, *42*, 7-10.

Akobundu, I. O., & Agyakwa, C. W. (1989). *Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest*. IITA.

Akoègninou, A., Van der Burg, W. J., & Van der Maesen, L. J. G. (2006). *Flore analytique du Bénin*. Backhuys Publishers.

Akpado. (2020). Evaluation des ressources forestières mondiales 2000 *: Rapport principal—Google Livres*. h

Akpona, J. D. T., Assogbadjo, A. E., Fandohan, A. B., & Kakaï, R. G. (2017). Inventory and multicriteria approach to identify priority commercial timber species for conservation in Benin. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, *333*, 5-16.

Alassani, B. C., Biaou, G., Odounlami, A., & Ahodekon, C. (2016). Pratiques et fonctionnements des structures de gestion de la foret classee de Penessoulou (Benin). *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, *18*(4), 69-78.

Aleza, K., Wala, K., Bayala, J., Villamor, G. B., Dourma, M., Atakpama, W., & Akpagana, K. (2015). Population structure and regeneration status of Vitellaria Paradoxa (C. F. Gaertner) under different land management regimes in Atacora department, Benin. *Agroforestry Systems*, *89*(3), 511-523. https://doi.org/10.1007/s10457-015-9787-9

Amagnide, A. G., Salako, V., Hounsode, M. D., Sinsin, F., Orekan, V., Dan, C., & Kakai, R. G. (2015). Ecological consequences of anthropogenic pressure in Wari-Maro Forest Reserve (Benin, West Africa). *Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID), 109*(2), 271-290.

Amahowe, O. I., Azihou, A. F., Armand, N. K., Biaou, S. S. H., Séverin, B., Dieu-Donné, A., & Salomon, B. (2018). Constraints of seedling survival and recruitment under adult tree of a multi-use species Afzelia africana Sm and Pers in Sudanian region of Benin (West Africa). *Agroforestry Systems*, *93*(3), 1147-1156. https://doi.org/10.1007/s10457-018-0218-6

Amba, G. J. A., Gnahoré, É., Diomandé, S., & Bakayoko, A. (2021). Diversité floristique et structurale de la forêt classée de la Mabi au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE, 18*(1), 159-171.

Ancrenaz, M., Hearn, A., Ross, J., Sollmann, R., & Wilting, A. (2012). *Handbook for wildlife monitoring using camera-traps*.

Arbonnier, M. (2009). *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. Editions Quae.

Arita, H. T., Robinson, J. G., & Redford, H. K. (1990). Rarity in Neotropical forest mammals and its ecological correlates. *Conservation Biology*, *4*(2), 181-192.

Arouna, O., Etene, C. G., & Issiako, D. (2016). Dynamique de l'occupation des terres et état de la flore et de la végétation dans le bassin supérieur de l'Alibori au Benin. *Journal of Applied Biosciences*, *108*, 10543-10552. https://doi.org/10.4314/jab.v108i1.7

Assogbadjo, A. E., Kakaï, R. L. G., Sinsin, B., & Pelz, D. (2010). Structure of Anogeissus leiocarpa Guill., Perr. Natural stands in relation to anthropogenic pressure within Wari-Maro Forest Reserve in Benin. *African Journal of Ecology*, *48*(3), 644-653.

Atakpama, W. (2014). Structure and Natural Regeneration of Sterculia setigera Del. Plants Communities in Sudanian Zone of Togo (West Africa). *International Journal of Plant & Soil Science*, *3*(4), 330-346. https://doi.org/10.9734/IJPSS/2014/7252

Atakpama, W., Batawila, K., Gnamkoulaba, A., & Akpagana, K. (2015). Quantitative Approach of Sterculia setigera Del. (Sterculiaceae) Ethnobotanical Uses Among Rural Communities in Togo (West Africa). *Ethnobotany Research and Applications*, *14*, 063. https://doi.org/10.17348/era.14.0.063-080

Atindogbé, G. (2004). Analyse de la structure spatiale des arbres : Application à l'enrichissement des savanes boisées de la zone soudanienne au Bénin [PhD Thesis]. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, Bénin.

Aubreville, A. (1945). Les saisons sèches dans les régions forestières de l'AOF conséquences pour les programmes de protection des forêts et des plantations agricoles industrielles. Rev. Int. Bot. Appl. Agr. Trop. N°22 pp : 95-101.

Aubréville, A. (1950). *Flore forestière soudano-guinéenne : AOF-Cameroun-AEF*.

Avakoudjo, J., Mama, A., Toko, I., Kindomihou, V., & Sinsin, B. (2014). Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 8*(6), 2608-2625.

Avocèvou-Ayisso, C., Sinsin, B., Adégbidi, A., Dossou, G., & Van Damme, P. (2009). Sustainable use of non-timber forest products : Impact of fruit harvesting on Pentadesma butyracea regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. *Forest Ecology and Management*, *257*(9), 1930-1938. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.043

Ayena, A. C., Tchibozo, M. A. D., Assogbadjo, A. E., Adoukonou-Sagbadja, H., Mensah, G. A., Agbangla, C., & Ahanhanzo, C. (2016). Usages et vulnérabilité de *Pterocarpus santalinoides* L'her. Ex De (Papillionoidae), Une plante utilisée dans le traitement des gastro-enterites dans le Sud du Benin. *European Scientific Journal, ESJ*, 12(6), 218. https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n6p218

Ayivor, J. S., Gordon, C., Tobin, G. A., & Ntiamoa-Baidu, Y. (2020). Evaluation of management effectiveness of protected areas in the Volta Basin, Ghana : Perspectives on the methodology for evaluation, protected area financing and community participation. *Journal of Environmental Policy & Planning*, *22*(2), 239-255. https://doi.org/10.1080/1523908X.2019.1705153

Baker, T. R., Vela Díaz, D. M., Chama Moscoso, V., Navarro, G., Monteagudo, A., Pinto, R., Cangani, K., Fyllas, N. M., Lopez Gonzalez, G., Laurance, W. F., Lewis, S. L., Lloyd, J., ter Steege, H., Terborgh, J. W., & Phillips, O. L. (2016). Consistent, small effects of treefall disturbances on the composition and diversity of four Amazonian forests. *Journal of Ecology*, *104*(2), 497-506. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12529

Baptist, R., & Mensah, G. A. (1986). The cane rat. Farm animal of the future. World Animal Review 60: 2-6.

Barnier, G., Biondi, E., & Clapp, R. (2019). Waveform inversion by model reduction using spline interpolation. *SEG International Exposition and Annual Meeting*.

Bayle, A., Besse, B., Annereau, M., & Bonastre, J. (2019). Switch to anti-programmed cell death protein 1 (anti-PD-1) fixed-dose regimen : What is the economic impact? *European Journal of Cancer*, *113*, 28-31.

Beaucent, S., & Fayolle, M. (2011). Projet MAMIA (Manompana mikajy ny ala) : Étude, gestion et conservation des forêts de Manompana. Actions, bilan et perspectives. *Revue de primatologie*, *3*, Article 3. https://doi.org/10.4000/primatologie.749

Bennett, E. L., & Robinson, J. G. (2000). Hunting of wildlife in tropical forests : Implications for biodiversity and forest peoples.

Berthier, E., Arnaud, Y., Vincent, C., & Remy, F. (2006). Biases of SRTM in high-mountain areas : Implications for the monitoring of glacier volume changes. *Geophysical Research Letters*, *33*(8).

Bhuyan, P., Khan, M. L., & Tripathi, R. S. (2003). Tree diversity and population structure in undisturbed and human-impacted stands of tropical wet evergreen forest in Arunachal Pradesh, Eastern Himalayas, India. *Biodiversity and Conservation*, *12*, 1753-1773.

Bi, Z. G., Kouame, D., Kone, I., & Yao, C. A. (2013). Diversité végétale et valeur de conservation pour la Biodiversité du Parc National du Mont Péko, une aire protégée, menacée de disparition en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, *71*, 5753-5762.

Biaou, S., Gouwakinnou, G. N., Biaou, H. S. S., Tovihessi, M. S., Awessou, B. K., Ahononga, F. C., & Houéto, F. O. (2021). Identifying the land use and land cover change drivers : Methods and case studies of two forest reserves in Northern Benin. *Environment, Development and Sustainability*. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01849-4

Biaou, S., Houeto, F., Gouwakinnou, G., Biaou, S. S. H., Awessou, B., Tovihessi, S., & Tete, R. (2019b). Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol de la forêt classée de Ouénou-Bénou au Nord Bénin. *Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique*, 22. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02189367

Blomley, T., Pfliegner, K., Isango, J., Zahabu, E., Ahrends, A., & Burgess, N. (2008). Seeing the wood for the trees : An assessment of the impact of participatory forest management on forest condition in Tanzania. *Oryx, 42*(3), 380-391.

Bogaert, J., Barima, Y. S., Iyongo, W. M. L., Bamba, I., Mama, A., Toyi, M., & Lafortezza, R. (2011). Forest fragmentation : Causes, ecological impacts and implications for landscape management. *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation*, 273-296.

Bohle, H. G., Downing, T. E., & Watts, M. J. (1994). Climate change and social vulnerability : Toward a sociology and geography of food insecurity. *Global environmental change*, *4*(1), 37-48.

Bohoussou, K. H., Akpatou, K. B., Kouassi, Y. W. R., & Kpangui, K. B. (2018). Diversité des Mammifères et valeur pour la conservation des reliques forestières au sein d'une concession agro-industrielle au sud-ouest de la Côte d'Ivoire. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, *18*(1), 1-25. https://doi.org/10.4000/vertigo.19947

Bonou, W., Kakaï, R. G., Assogbadjo, A. E., Fonton, H. N., & Sinsin, B. (2009). Characterisation of Afzelia africana Sm. Habitat in the Lama forest reserve of Benin. *Forest ecology and management*, *258*(7), 1084-1092.

Botineau, M. (2010). Systematic and applied botany of flowering plants. *Systematic and applied botany of flowering plants.*

Bouchon, J. (1979). Structure des peuplements forestiers. *Annales des Sciences Forestières*, *36*(3), 175-209. https://doi.org/10.1051/forest/19790301

Bouko, B. S., Sinsin, B., & Soulé, B. G. (2007). Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin. *Tropicultura*, *25*(4), 221-227.

Bouquet, A. (1969). *Féticheurs et médecines traditionnelles du Congo (Brazzaville).*

Braun-Blanquet, J. (1932). Plant sociology. The study of plant communities. *Plant sociology. The study of plant communities. First ed.*

Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, *27*(4), 326-349.

Brockerhoff, E. G., Barbaro, L., Castagneyrol, B., Forrester, D. I., Gardiner, B., González-Olabarria, J. R., Lyver, P. O., Meurisse, N., Oxbrough, A., Taki, H., Thompson, I. D., van der Plas, F., & Jactel, H. (2017). Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, *26*(13), 3005-3035. https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2

Brondizio, E. S., Settele, J., Díaz, S., & Ngo, H. T. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *IPBES Secretariat: Bonn, Germany*.

Buckland, S. T., & Elston, D. A. (1993). Empirical Models for the Spatial Distribution of Wildlife. *Journal of Applied Ecology*, *30*(3), 478-495. https://doi.org/10.2307/2404188

Buenz, E. J., Parry, G. J., & Peacey, M. (2016). Consumption of wild-harvested meat from New Zealand feral animals provides a unique opportunity to study the health effects of lead exposure in hunters. *Ambio*, *45*(5), 629-631. https://doi.org/10.1007/s13280-016-0798-1

Burkill, H. M. (1985). The useful plants of West Tropical Africa. Vol. 1. *Families AD. Royal Botanic Gardens.*

Cao, M., Peng, L., & Liu, S. (2015). Analysis of the Network of Protected Areas in China Based on a Geographic Perspective : Current Status, Issues and Integration. *Sustainability*, *7*(11), 15617-15631. https://doi.org/10.3390/su71115617

Chabi-Boni, D., Natta, A., Nago, S. G. A., & Mensah, G. (2019). Diversité des Espèces de Faunes Chassées et Impact sur la Biodiversité Animale (Nord-Ouest du Bénin)—Diversity of Hunted Fauna Species and Impact on Animal Biodiversity (Northwest of Benin). *European Scientific Journal, Volume 15*, 263-283. https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n9p263

Chabi-Boni, D. S., Natta, A. K., Nago, S. G. A., & Mensah, G. A. (2018). Circuits de distribution de viandes et trophées braconnés autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin. *Annales de l'Université de Parakou Série «Sciences Naturelles et Agronomie*, *8*(1), 23-35.

Chausson, A. M., Rowcliffe, J. M., Escouflaire, L., Wieland, M., & Wright, J. H. (2019). Understanding the Sociocultural Drivers of Urban Bushmeat Consumption for Behavior Change Interventions in Pointe Noire, Republic of Congo. Hum. Ecol. 47, 179–191. https://doi.org/10.1007/s10745-019-0061-z

Chidumayo, E., & Marunda, C. (2010). Dry forests and woodlands in subSaharan Africa : Context and challenges. In *The dry forests and woodlands of Africa : Managing for products and services.* (p. 1-9).

Cimon-Morin, J. (2015). Développement d'une approche de planification systématique de la conservation des milieux humides intégrant les services écologiques.

Codjia, J. T. C., & Assogbadjo, A. E. (2004). Faune sauvage mammalienne et alimentation des populations holli et fon de la forêt classée de la Lama (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, *13*(4), 341-347.

Collins, S. L., Avolio, M. L., Gries, C., Hallett, L. M., Koerner, S. E., La Pierre, K. J., Rypel, A. L., Sokol, E. R., Fey, S. B., & Flynn, D. F. (2018). Temporal heterogeneity increases with spatial heterogeneity in ecological communities. *Ecology*, *99*(4), 858-865.

Correa Ayram, C. A., Mendoza, M. E., Etter, A., & Salicrup, D. R. P. (2016). Habitat connectivity in biodiversity conservation : A review of recent studies and applications. *Progress in Physical Geography*, *40*(1), 7-37.

Coulibaly, L., Kouassi, K. H., Soro, G. E., & Savane, I. (2016). Analyse du processus de savanisation du nord de la Côte d'Ivoire par télédétection : Cas du département de Ferkessédougou [Analysis of the savannization process by remote sensing method of northern Côte d'Ivoire: Case study of Ferkessedougou County]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, *17*(1), 136.

Crawley, M. (2007). Analysis of Variance (p. 449-488). https://doi.org/10.1002/9780470515075. ch11

Cristofoli, S., & Mahy, G. (2010). Restauration écologique : Contexte, contraintes et indicateurs de suivi. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, *14*(1), 203-211.

Cunningham, M. (2001). Parental influences on the gendered division of housework. *American Sociological Review*, 184-203.

Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, *32*(3), 476-496. https://doi.org/10.2307/1931725

Dadjo, C., Nyende, A. B., Salako, K. V., Hounkpevi, A., & Assogbadjo, A. E. (2020). Socio–economic factors determining conservation and cultivation of Garcinia kola Heckel—A medicinal plant extinct in the wild in Benin. *Economic Botany*, *74*, 115-125.

Danielsen, F., Burgess, N. D., Balmford, A., Donald, P. F., Funder, M., Jones, J. P. G., Alviola, P., Balete, D. S., Blomley, T., Brashares, J., Child, B., Enghoff, M., Fjeldså, J., Holt, S., Hübertz, H., Jensen, A. E., Jensen, P. M., Massao, J., Mendoza, M. M., & Yonten, D. (2009). Local Participation in Natural Resource Monitoring : A Characterization of Approaches. *Conservation Biology*, *23*(1), 31-42. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01063.x

da Silva Santos, F. M., Ribeiro, K., de Freitas, A. C. V., Júnior, de Carvalho, L. B., Júnior, Valenti, W. C., & de Souza Bezerra, R. (2014). Digestive Proteases from Wild and Farmed Male Morphotypes of the Amazon River Prawn (Macrobrachium Amazonicum). *Journal of Crustacean Biology*, *34*(2), 189-198. https://doi.org/10.1163/1937240X-00002215

Daw, T. M., Coulthard, S., Cheung, W. W., Brown, K., Abunge, C., Galafassi, D., Peterson, G. D., McClanahan, T. R., Omukoto, J. O., & Munyi, L. (2015). Evaluating taboo trade-offs in ecosystems services and human well-being. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(22), 6949-6954.

DGEFC. (2018). Rapport annuel d'activités 2018, DGEFC.

DGFRN. (2010). Plan d'aménagement participatif de la forêt classée de Pahou. *Projet bois de feu – Phase II. Cotonou : DGFRN.*

DGFRN. (2014). Stratégie Nationale et plan d'actions de valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) prioritaires du Bénin : Cas des fruitiers sauvages. Cotonou *: Projet d'Appui à la Promotion des Produits Forestiers Non Ligneux (PAP-PFNL)*. DGFRN/MECGCCRPRNF

Dibloni, O., Millogo, A., Ouedraogo, A., Guenda, W., & Vermeulen, C. (2012). Diversité faunique et distribution des activités de braconnage dans la Réserve de Biosphère de la Mare aux Hippopotames au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *5*(5), 1813. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i5.5

Dicko, A., Biaou, S. S. H., Natta, A. K., Aboudou Salami Gado, C., & Kouagou, M. (2016). Influence des pressions anthropiques sur la structure des populations de Pentadesma butyracea au Bénin. *Vertigo, Volume 16 numéro 3*. https://doi.org/10.4000/vertigo.18195

Djagoun, C. A., Kassa, B., Djossa, B. A., Coulson, T., Mensah, G. A., & Sinsin, B. (2014). Hunting affects dry season habitat selection by several bovid species in northern Benin. *Wildlife Biology*, *20*(2), 83-90. https://doi.org/doi.org/10.2981/wlb.12082

Djagoun, C. A., Sogbohossou, E. A., Kassa, B., Ahouandjinou, C. B., Akpona, H. A., & Sinsin, B. (2018). Effectiveness of Protected Areas in Conserving the Highly Hunted Mammal Species as Bushmeat in Southern Benin. *The Open Ecology Journal*, *11*(1), 14-24. https://doi.org/10.2174/1874213001811010014

Djègo, J., & Sinsin, B. (2006). Impact des espèces exotiques plantées sur la diversité spécifique des phytocénoses de leur sous-bois. *Systematics and Geography of Plants*, 191-209.

Djègo-Djossou, S. (2003). Détermination de l'aire de répartition de la population du colobe magistrat (Colobus vellerosus) et statut de conservation au Bénin. *Mémoire de DESS/FSA-Université d'Abomey Calavi, Bénin*, 97.

Djego-Djossou, S., Djego, J. G., Mensah, G. A., Huynen, M.-C., & Sinsin, B. (2014). Distribution du Colobe Vert Olive, Procolobus verus, au Bénin et Menaces Pesant sur sa Conservation. *African Primates*, *9*, 23-34.

Djidohokpin, D. (2019). *Etudes botanique et écologique de la végétation des Monts Atacora : Implications pour la conservation de la phytodiversité*. Mémoire de Master. Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 99p.

Djodjouwin, L. (2000). Aménagement participatif des formations naturelles au Bénin : Le cas de la sous-préfecture de Bassila dans le département de l'Atacora. *FAO (Hg.). Proceedings of the inter-Quellen-und Literaturverzeichnis, 343*.

Djogbenou, C. P., Glèlè Kakaï, R., Arouna, O., & Sinsin, B. (2011). Analyse des perceptions locales des aménagements forestiers participatifs au Bénin. *VertigO: la revue électronique en sciences de l'environnement*, *11*(1).

Djogbenou, C., Glèlè Kakaï, R., Arouna, O. & Sinsin, B. (2011). Analyse des perceptions locales des aménagements forestiers participatifs au Benin. VertigO, 11(1).

Donkpegan, A. S. L., Piñeiro, R., Heuertz, M., Duminil, J., Daïnou, K., Doucet, J.-L., & Hardy, O. J. (2020). Population genomics of the widespread African savannah trees Afzelia africana and Afzelia quanzensis reveals no significant past fragmentation of their distribution ranges. *American Journal of Botany*, *107*(3), 498-509. https://doi.org/10.1002/ajb2.1449

Dossou, L. E. (2008). Diversité biologique et modes d'utilisation des espèces ligneuses alimentaires de la forêt classée de Pénéssoulou. *Mémoire d'Ingénieur Agronome, 73p*.

Eloff, J. N., Katerere, D. R., & McGaw, L. J. (2008). The biological activity and chemistry of the southern African Combretaceae. *Journal of Ethnopharmacology*, *119*(3), 686-699.

Emrich, C. G. (1999). Context effects in leadership perception. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *25*(8), 991-1006.

Évrard, C. (1968). Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette centrale congloaise. *Institut pour l'étude agronomique du Congo*.

Fa, J. E., & Brown, D. (2009). Impacts of hunting on mammals in African tropical moist forests : A review and synthesis. *Mammal Review*, *39*(4), 231-264.

FAD (Fonds Africain de Développement), 2001 : Rapport d'évaluation ; Projet bois de feu phase II, BEN/PAAP/2001/01 ; République du Bénin ; 54 p.

Fahrig, L. (2002). Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold : A synthesis. *Ecological applications*, *12*(2), 346-353.

Fandohan, A. B., Chadare, L. J., Gouwakinnou, G. N., Tovissode, C. F., Bonou, A., Djonlonkou, S. F. B., Houndelo, L. F. H., Sinsin, C. L. B., & Assogbadjo, A. E. (2017). Usages traditionnels et valeur économique de *Synsepalum dulcificum* au sud-bénin. B*ois & Forets des Tropiques*, *332*, 17-30. https://doi.org/10.19182/bft2017.332.a31330

Fandohan, B., Glele, K. R., Sinsin, B., & Pelz, D. (2008). Caracterisation dendrometrique et spatiale de trois essences ligneuses medicinales dans la forêt classee de Wari-Maro au benin. 14.

Fantodji, A., & Mensah, G. A. (2000): Rôle et impact économique de l'élevage intensif de gibier au Bénin et en Côte d'Ivoire. In Actes Séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire à Libreville (Gabon), Projet DGEG/VSF/ADIE/CARPE/UE, pp. 25-42.

FAO. (1997). Rapport de la FAO « La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 1997 » https://www.fao.org/NOuvelle/1998/980201-f.htm

FAO. (1998). La production de cartes d'occupation du sol, comment ça marche? – *Séries Temporelles*. https://labo.obs-mip.fr/multitemp/la-production-de-cartes-doccupation-du-sols-comment-ca-marche/

FAO. (2005). *FAO - C 2005/RAPPORT*. https://www.fao.org/3/j6321f/j6321f00.htm

FAO. (2009). Situation des forêts du monde *2009*. https://www.fao.org/3/i0350f/i0350f00.htm

FAO. (2010). *FAO. 2010.* Évaluation des ressources forestières mondiales *2010, Rapport principal. Étude FAO Forêts n° 163, Rome.*

FAO. (2018). La situation des forêts du monde *2018 : Les forêts au service du développement durable*. FAO. http://www.fao.org/documents/card/fr/c/I9535FR/

FAO. (2020). *FAO - Nouvelles : Rapport de l'ONU :* La diminution des forêts mondiales souligne l'urgence de sauvegarder leur biodiversité. http://www.fao.org/news/story/fr/item/ 1276964/icode/

FAO and UNEP. (2020). La situation des forêts du monde 2020 *: Forêts, biodiversité et activité humaine*. FAO and UNEP. https://doi.org/10.4060/ca8642fr

FAO, & PNUE. (2020). Forêts, biodiversité et activité humaine. https://doi.org/10.4060/ ca8642fr

Farombi, E. O., Tahnteng, J. G., Agboola, A. O., Nwankwo, J. O., & Emerole, G. O. (2000). Chemoprevention of 2-acetylaminofluorene-induced hepatotoxicity and lipid peroxidation in rats by kolaviron—A Garcinia kola seed extract. *Food and Chemical Toxicology*, *38*(6), 535-541.

Ferrari, C., Pezzi, G., & Portanova, A. (2000). The northern slope of Mount Prado: a diversity hotspot within northern Apennine summit vegetation. Proceedings IAVS Symposium, pp. 198–202. LAVS, Opulus Press Uppsala, Sweden.

Folahan, S. O., Dissou, E. F., Akouehou, G. S., Tente, B. A., & Boko, M. (2018). Ecologie et structure des groupements végétaux des écosystèmes de la Lama au Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12*(1), 322-340.

Fox, J., Weisberg, S., Adler, D., Bates, D., Baud-Bovy, G., Ellison, S., Firth, D., Friendly, M., Gorjanc, G., & Graves, S. (2012). Package 'car'. *Vienna: R Foundation for Statistical Computing*, 16.

Franquin, P. (1969). Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. *Cah. ORSTOM, sér. Biol*, *9*, 65-95.

Ganglo, J. C., & De Foucault, B. (2006). Groupement végétaux, identification et classement des stations forestières dans la réserve de Toffo, Sud-Bénin. *Bois & Forets des Tropiques, 288*, 25-38.

Ganglo, J. C., & de Foucault, B. (2005). Le groupement végétal à *Icacina trichantha* Oliv. Dans le sous-bois naturel des plantations de Teck (*Tectona grandis* L. f.) du sud et du centre-Bénin : Composition et diversité floristique, valeurs indicatrices écologique et sylvicole. *Acta Botanica Gallica*, *152*(3), 389-402. https://doi.org/10.1080/12538078.2005.10515497

Gaoue, O. G., & Ticktin, T. (2007). Patterns of harvesting foliage and bark from the multipurpose tree Khaya senegalensis in Benin : Variation across ecological regions and its impacts on population structure. *Biological Conservation*, *137*(3), 424-436. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.02.020

Gbedahi, O. L. C., Biaou, S. S. H., Mama, A., Gouwakinnou, G. N., & Yorou, N. S. (2019). Dynamique du couvert végétal à Bassila au nord Bénin pendant et après la mise en

øeuvre d'un projet d'aménagement forestier. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 13*(1), 311-324.

Gbesso, F. H. G., Tente, B. H. A., Gouwakinnou, G. N., & Sinsin, B. A. (2013). Influence des changements climatiques sur la distribution géographique de Chrysophyllum albidum G. Don (Sapotaceae) au Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 7*(5), 2007-2018. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.18

Géhu, J.M. & Géhu, J. (1980). Essai d'objectivation de l'évaluation biologique des milieux naturels. Exemples littoraux. In: Géhu, J.M. (ed.), Séminaire de Phytosociologie Appliquée, pp. 75–94. *Amicale Francophone de Phytosociologie, Metz*.

Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2001). What drives tropical deforestation. *LUCC Report series, 4*, 116.

Gillet, F. (2000). La Phytosociologie synusiale intégrée. *Guide méthodologique*.

Gnahoré, É., Koné, M., Soro, Y., N'guessan, Y. J., & Bakayoko, A. (2020). Effets de l'anthropisation sur la diversité floristique à la périphérie du Parc National du Banco, Abidjan, Côte d'Ivoire. *Afrique Science, 16*(4), 167-180.

Gómez-Hinostrosa, C. & Hernández, H.M. (2000). Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega region, Mexico. Biodivers. & Conserv. 9: 403–418.

Goreaud, F., Coligny, F. de, Courbaud, B., Dhôte, J. F., Dreyfus, P., & Pérot, T. (2005). La modélisation : Un outil pour la gestion et l'aménagement en forêt. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 6 Numéro 2*, Article Volume 6 Numéro 2. https://doi.org/10.4000/vertigo.4260

Gouwakinnou, G. N., Biaou, S., Vodouhe, F. G., Tovihessi, M. S., Awessou, B. K., & Biaou, H. S. S. (2019). Local perceptions and factors determining ecosystem services identification around two forest reserves in Northern Benin. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 15*(1), 61. https://doi.org/10.1186/s13002-019-0343-y

Grime, J. P. (1973). Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature, 242*, 344-347.

Guidigan, M. L. G., Sanou, C. L., Ragatoa, D. S., Fafa, C. O., & Mishra, V. N. (2019). Assessing land use/land cover dynamic and its impact in Benin Republic using land change model and CCI-LC products. *Earth Systems and Environment, 3*(1), 127-137.

Haddad, N., Brudvig, L., Clobert, J., Davies, K., Gonzalez, A., Holt, R., Lovejoy, T., Sexton, J., Austin, M., Collins, C., Cook, W., Damschen, E., Ewers, R., Foster, B., Jenkins, C., King, A., Laurance, W., Levey, D., Margules, C., & Townshend, J. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Sci Adv*, 1:e1500052.

Hallett, M. T., Kinahan, A. A., McGregor, R., Baggallay, T., Babb, T., Barnabus, H., Wilson, A., Li, F. M., Boone, W. W., & Bankovich, B. A. (2019). Impact of Low-Intensity Hunting on Game Species in and Around the Kanuku Mountains Protected Area, Guyana. *Frontiers in Ecology and Evolution, 7*, 412. https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00412

Hassan, Z., Shabbir, R., Ahmad, S. S., Malik, A. H., Aziz, N., Butt, A., & Erum, S. (2016). Dynamics of land use and land cover change (LULCC) using geospatial techniques : A case study of Islamabad Pakistan. *SpringerPlus*, *5*(1), 812. https://doi.org/10.1186/s40064-016-2414-z

Hein, G. E. (2016). *Progressive museum practice : John Dewey and democracy*. Routledge.

Hembery, R., Jenkins, A., White, G., & Richards, B. (2007). Illegal logging cut it out ! The UK's role in the trade in illegal timber and wood products. *WWF-UK*, Surrey.

Heymans, J. C., & Mensah, G. A. (1984). Sur l'exploitation rationnelle de l'aulacode - Rongeur Thryonomyidé en République Populaire du BÉNIN. Données préliminaires. Tropicultura 2, 2 : 56-59.

Heywood, V. H., & Watson, R. T. (1995). *Global biodiversity assessment* (Vol. 1140). Cambridge university press Cambridge.

Hincourt, D. (1992). Carte pédologique de Bassila et sa notice explicative. PRRF/DGFRN, République du Bénin. *Transport*, *20*(13.3), 51 p.

Hockings, M., Stolton, S., Leverington, F., Dudley, N., & Courrau, J. (2008). Évaluation de l'efficacité : Un cadre pour l'évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées 2ème édition. Gland, Suisse: UICN. xiii+ 105pp.

Hounato, M. & Sinsin, B. (2001). Analyse phytogéographique de la région des Monts Kouffé au Bénin. Systematic and geography of plants 71(2): 889-910

Hoshino, M., Mukai, T., Terasawa, T., & Shinohara, I. (2001). Suprathermal electron acceleration in magnetic reconnection. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, *106*(A11), 25979-25997. https://doi.org/10.1029/2001JA900052

Houehanou, T. D., Houinato, M., Adandedjan, C., Gbangboche, A. B., Hounzangbe-Adote, M. S., & Sinsin, B. (2008). Gestion pastorale et structure des terroirs agricoles dans la périphérie de la Djona (Nord-Est Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *2*(4), 497-507.

Hurlbert, H. S. (1971). The non-concept of species diversity : A critique and alternative parameters. *Ecology*, *52*(4), 577-586.

Idohou, R., Assogbadjo, A. E., Fandohan, B., Gouwakinnou, G. N., Kakai, R. L. G., Sinsin, B., & Maxted, N. (2013). National inventory and prioritization of crop wild relatives : Case study for Benin. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *60*(4), 1337-1352.

Imorou, I. T., Arouna, O., Zakari, S., Djaouga, M., Thomas, O., Kinmadon, G., Imorou, I. T., Arouna, O., Zakari, S., Djaouga, M., & Thomas, O. (2019). Évaluation de la déforestation et de la dégradation des forêts dans les aires protégées et terroirs villageois du bassin cotonnier du Bénin To cite this version : *HAL Id : Hal-02189556*

Inoussa, R. A. (2013). *Approche statistique de calibration des systèmes bonus-malus en assurance automobile* [PhD Thesis]. Université du Québec à Montréal.

INSAE. (2004). Les villages échantillons de l'étude. Research Gate. https://www.researchgate.net/figure/Les-villages-echantillons-de-letude-INSAE-2004_fig2_301289913

INSAE. (2013). Cahier des villages et quartiers de ville du département *[...] (RGPH - 4, 2013) in SearchWorks catalog*.

IPBES. (2019). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES. http://www.ipbes.net/global-assessment

Islam, K. R., & Weil, R. R. (2000). Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *79*(1), 9-16.

Iwuji, M. C., Ibe, C. P., Njoku, J. D., Anyanwu, S. O., Amangabara, G. T., Ac-Chukwuocha, N., & Ukaegbu, K. O. E. (2017). *Analysis of Land Use and Land Cover Dynamics in Orlu, Nigeria*. *4*(1), 1-10. https://doi.org/10.9734/AJEE/2017/34144

Jaccard, P. (1926). Le coefficient generique et le coefficient de communaute dans la flore marocaine. Impr. Commerciale.

Janes, N. F., King, F. E., & Morgan, J. W. W. (1963). 261. The chemistry of extractives from hardwoods. Part XXXV. The constitution of Maesopsin (2-benzyl-2, 4, 6, 4′-tetrahydroxycoumaranone) and of its alkali fusion products. *Journal of the Chemical Society (Resumed)*, 1356-1363.

Jepson, P., & Canney, S. (2001). Biodiversity hotspots : Hot for what? *Global Ecology and Biogeography*, *10*(3), 225-227.

Jiagho, E. R., Zapfack, L., Banoho, L. P. R. K., Tsayem-Demaze, M., Corbonnois, J., & Tchawa, P. (2016). Diversité de la flore ligneuse à la périphérie du Parc national de Waza (Cameroun). *VertigO, Volume 16 Numéro 1*. https://doi.org/10.4000/vertigo.17249

Johnson, N. L., & Kotz, S. (1970). *Distributions in Statistics : Continuous Univariate Distributions. Vol 2.* (1st edition). Houghton Mifflin.

Joppa, L. N., & Pfaff, A. (2011). Global protected area impacts. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *278*(1712), 1633-1638.

Jori, F., Mensah, G. A., & Adjanohoun, E. (1994). Grasscutter production: an example of rational exploitation of wildlife. Biodiversity and conservation. 4: 257–265.

Jurish, K., Hahn, K., Wittig, R., & Bernhardt-Römermann, M. (2012). Population structure of woody plants in relation to land use in a semi-arid savanna, West Africa. *Biotropica*, *44*, 744-751.

Kakaï, R. G., & Sinsin, B. (2009). Structural description of two Isoberlinia dominated vegetation types in the Wari–Maro Forest Reserve (Benin). *South African Journal of Botany*, *75*(1), 43-51.

Kangas, A., Mehtatalo, L., & Maltamo, M. (2007). Modelling percentile based basal area weighted diameter distribution. *Silva Fennica, 41*(3), 425.

Kassa, B., & Sinsin, B. (2003). Détermination de l'abondance des mammifères de la forêt classée de la Lama. *Opuscula biogeographica basileensia*, *3*, 24.

Kassa, B., & Sinsin, B. (2007). La méthode des points de transects appliquée au dénombrement des grands mammifères dans la forêt dense semi-décidue de la Lama (Bénin).

Kébenzikato, A. B., Wala, K., Atakpama, W., Dimobé, K., Dourma, M., Woégan, A. Y., Batawila, K., & Akpagana, K. (2015). Connaissances ethnobotaniques du baobab (Adansonia digitata L.) au Togo (Afrique de l'Ouest). 19(3), 246-260.

Kingdon, J. (1997). The Kingdon Field Guide to African Mammals. Academic Press, San Diego, California, xviii + 464 pp. ISBN 0-12-408355-2, price (soft cover), $39.95. *Journal of Mammalogy*, *80*(2), 692-693. https://doi.org/10.2307/1383314

Kingdon, J., & Hoffmann, M. (2013). *Nesotragus moschatus Suni* (p. 214-219).

Koffi, J.-C., Claude-Victorien, K., Kpangui, B., Bi, V., Vroh, B. T. A., Djaha, K., & Adou Yao, Y. (2018). Diversité de la faune sauvage mammalienne dans les agroforêts à cacaoyer de la zone de contact forêt-savane au centre de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal and Plant Sciences*, *35*.

Kokou, K., & Sokpon, N. (2006). Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, *288*, 15-23.

Kouagou, M., Ahouandjinou, E. B. O., Biaou, S. S. H., Keita, N. T., & Natta, K. A. (2019). Impact of fragmentation on tree diversity, density and structure of Pentadesma butyracea Sabine Clusiaceae population in Benin (West-Africa). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *12*(5), 1965. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i5.1

Kouame, N. M., Kamagate, M., Koffi, C., Die-Kakou, H. M., Yao, N. A. R., & Kakou, A. (2016). Cymbopogon citratus (DC.) Stapf : Ethnopharmacologie, phytochimie, activités pharmacologiques et toxicologie. *Phytothérapie*, *14*(6), 384-392.

Kpetere, J., Oualiou, A., Nago, S. G. A., Natta, A., & Mensah, G. (2020). Diversité faunique au Bénin, statut de conservation et stratégies de préservation de la biodiversité faunique dans les plantations de bois de feu au Sud-Bénin. 30, 25-42.

Lacuna-Richman, C. (2002). The socio-economic significance of subsistence non-wood forest products in Leyte, Philippines. *Environmental conservation*, *29*, 253-262.

Lake, J. A., Quick, W. P., Beerling, D. J., & Woodward, F. I. (2001). Signals from mature to new leaves. *Nature*, *411*(6834), 154-154.

Lanly, J.-P. (1982). Les ressources forestières tropicales (Vol. 30). *Food & Agriculture Org*.

Le Saout, S., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T. M., Bertzky, B., Butchart, S. H., Stuart, S. N., & Badman, T. (2013). Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*, *342*(6160), 803-805.

Lilian, B., Olivier, F., Jean-François, M., Sylvie, G.-F., & Daniel, S. (2003). Diversité spécifique et regroupement d'espèces arborescentes en forêt guyanaise. *Revue Forestière Française*, *sp*, 131. https://doi.org/10.4267/2042/5767.

Lindsey, P.A., Balme, G., Becker, M., Begg, C., Bento, C., Bocchino, C., Dickman, A., Diggle, R.W., Eves, H., Henschel, P., Lewis, D., Marnewick, K., Mattheus, J., McNutt, J. W., McRobb, R., Midlane, N., Milanzi, J., Morley, R., …& Zisadza-Gandiwa, P. (2013). The bushmeat trade in African savannas: Impacts, drivers, and possible solutions. Biol. Conserv. 160, 80–96. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.12.020.

Luiselli, L., Dendi, D., Pacini, N., Amadi, N., Akani, G. C., Eniang, E. A., & Ségniagbeto, G. H. (2018). Interviews on the status of West African forest tortoises (genus Kinixys), including preliminary data on the effect of snail gatherers on their trade. *Herpetological Journal*, *28*(4), 171-177.

Luoga, E. J., Witkowski, E. T. E., & Baekwill, K. (2000). Differential utilization and ethnobotany of trees in Kitulanghalo forest reserve and surrounding communal cands, Eastern Tanzania. Economy Botany. *Economy Botany*, *54*(3). https://doi.org/Luoga, E.J., E.T.E. Witkowski & K. Balkwill. 2000. Differential utilization and ethnobotany of trees in Kitulanghalo forest reserve and surrounding communal cands, Eastern Tanzania. Economy Botany 54(3):328–343. dx.doi. org/10.1007/BF02864785

Mada, D., Roland, K. H., Augustin, A. A. S., Richard, N. G. J., & Edouard, N. K. (2020). Analyse De La Diversité De La Forêt Classée d'Orumbo-Boka (Centre De La Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal, ESJ*, *16*(24), 184-184. https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n24p184

Mama, A., Bamba, I., Sinsin, B., Bogaert, J., & De Cannière, C. (2014). Déforestation, savanisation et développement agricole des paysages de savanes-forêts dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Bois & Forêts des Tropiques*, *322*, 66-75.

Mama, A., Ismaila, T. I., Valentin, K., & Sinsin, B. (2015). *Dynamique de l ' occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin*. *November*. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.22

Mamane, B., Amadou, G., Barage, M., Comby, J., Marie, J., Ambouta, K., Jean, U., & Lyon, M. (2018). Dynamique spatio-temporelle d ' o ccupation du sol dans la Réserve Totale de Faune de Tamou dans un contexte de la variabilité climatique (Ouest du Niger) Spatio-temporal dynamics of land use in the Total Tamou Fauna Reserve in a context of climatic var. *12*(August), 1667-1687.

Maňourová, A., Leuner, O., Tchoundjeu, Z., Van Damme, P., Verner, V., Přibyl, O., & Lojka, B. (2019). Medicinal potential, utilization and domestication status of bitter kola (Garcinia kola Heckel) in West and Central Africa. *Forests*, *10*(2), 124.

MarcArthur. (1969). Minimization Principle : A Footnote. *The American Naturalist*, *115*(1), 133-138. https://www.jstor.org/stable/2460836

Marsch, W. C., & Nürnberger, F. (1979). Adenoma of the nipples. *Zeitschrift fur Hautkrankheiten*, *54*(24), 1067-1072.

Mawenda, J., & Watanabe, T. (2020). *Sustainability An Analysis of Urban Land Use / Land Cover Changes in Blantyre City , Southern Malawi (1994 – 2018)*. 1-18.

Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M., & Watson, J. E. (2016). Biodiversity : The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature News*, *536*(7615), 143.

Mbete, R. A., Banga-Mboko, H., Ngokaka, C., Bouckacka III, Q. F., Nganga, I., Hornick, J.-L., Leroy, P., & Vermeulen, C. (2011). Profil des vendeurs de viande de chasse et évaluation de la biomasse commercialisée dans les marchés municipaux de Brazzaville, Congo. *Tropical conservation science*, *4*(2), 203-217. https://doi.org/10.1177/194008291100400208

MCVDD. (2019). *REPUBLIQUE DU BENIN - Ministère du Cadre de vie et du Développement durable :Revue à fin juin 2019 du Plan de Travail Annuel du MCVDD*. https://www.cadredevie.bj/informations/actualites/item/187-revue-a-fin-juin-2019-du-plan-de-travail-annuel-du-mcvdd-le-ministre-jose-tonato-sacrifie-a-la-tradition

Mehta, J. N., & Kellert, S. R. (1998). Local attitudes toward community based conservation policy and programmes in Nepal : A case study in the Makalu–Barun conservation area. *environmental conservation*, *25*, 320-333.

MEHU. (2012). Ministère de l'Environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme (MEHU) (2012). Communication National sur les Changements Climatiques. *Journal on multimodal user interfaces*, *6*(3), 179-189.

Melo, F. P., Pinto, S. R., Brancalion, P. H., Castro, P. S., Rodrigues, R. R., Aronson, J., & Tabarelli, M. (2013). Priority setting for scaling-up tropical forest restoration projects : Early lessons from the Atlantic Forest Restoration Pact. *Environmental Science & Policy*, *33*, 395-404.

Melom, S., Mbayngone, E., Bechir, A. B., Ratnan, N., & Mapongmetsem, P. M. (2015). Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale). *Journal of Animal &Plant Sciences*, *25*(1), 3799-3813.

Mengue-Medou, C. (2002). Les aires protégées en Afrique : Perspectives pour leur conservation. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, *Volume 3 Numéro 1*, Article Volume 3 Numéro 1. https://doi.org/10.4000/vertigo.4126

Mensah, S., Houehanou, T. D., Assogbadjo, A. E., & Glele Kakaï, R. L. (2014). Effect of human disturbance and climatic variability on the population structure of Afzelia africana Sm. Ex Pers. (Fabaceae–Caesalpinioideae) at country broad-scale (Bénin, West Africa). *South African Journal of Botany*, *95*, 165-173.

Meyfroidt, P., & Lambin, E. F. (2008). Forest transition in Vietnam and its environmental impacts. *Global Change Biology*, *14*(6), 1319-1336.

Minitab, I. (1996). Minitab reference manual. State College, PA: Minitab, Inc.

Missa, K., Seguena, F., Soro, D., Piba, S. C., & Bakayoko, A. (2018). État actuel de la relique forestière de l'université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire : Impacte des pressions anthropiques sur sa flore et sa structure de la végétation. *Afrique Science*, *14*(5), 229-238.

Mittermeier, R. A., Turner, W. R., Larsen, F. W., Brooks, T. M., & Gascon, C. (2011). Global biodiversity conservation : The critical role of hotspots. In *Biodiversity hotspots* (p. 3-22). Springer.

Monzón, J., Moyer-Horner, L., & Palamar, M. B. (2011). Climate Change and Species Range Dynamics in Protected Areas. *BioScience*, *61*(10), 752-761. https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.10.5

Moumbock, E. M. A., Ngaba, M. J. Y., & Martial, M. L. (2020). États des lieux et perspectives d'atténuation des conflits homme-faune : Cas de la partie Sud-Ouest de la réserve de faune du Dja (Cameroun). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, *29*(3), 650-660.

Moumouni, Y. I., Imorou, I. T., & Moussa, A. D. (2019). Caractérisation de la Dégradation à Travers la Diversité Floristique et la Structure de la Végétation dans le Bassin Moyen de la Sota au Nord-Bénin. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 18*(1), 53-70.

Moussa, L., Boukpessi, T., Imorou, I. T., & Yabi, I. (2020). Diversité Floristique, Structure et Etat de la Flore des Forêts Galeries de la Zone de Confluence du Fleuve Ouémé et de la Rivière Okpara au Centre Bénin. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 23*(1), 163-176.

Nacoulma, B. M. I., Traoré, S., Hahn, K., & Thiombiano, A. (2011). Impact of land use types on population structure and extent of bark and foliage harvest of Afzelia africana and Pterocarpus erinaceus in Eastern Burkina Faso. *International Journal of Biodiversity and Conservation, 3*(3), 62-72.

Nago, S. G. A., Amahowe, I., Zannou, O., Houessou, L., Ahononga, F., N'Séra, P., Kouton, M., Kidjo, F., Sahilou, S., & Sinsin, B. (2016). Diversité, abondance et densité des populations de faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Nord Bénin). *Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron*, *6*(1), 10-25.

Nascimento, A. L. B., Lozano, A., Melo, J. G., Alves, R. R. N., & Albuquerque, U. P. (2016). Functional aspects of the use of plants and animals in local medical systems and their implications for resilience. *Journal of Ethnopharmacology, 194*, 348-357. https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.08.017

Natta, A.K. (2003). Ecological assessment of riparian forests in Benin: phytodiversity, phytosociology and spatial distribution of tree species, PhD Thesis Wageningen University, Wageningen, Netherlands, 215 p.

N'Da, H. D., N'Guessan, E. K., Wajda, M. E., & Affian, K. (2008). Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). Teledetection, 8 (1), pp.17-34.

Ndiaye, P. I., Sene, B., & Ba, C. T. (2018). Inventaire de la grande faune mammalienne dans la zone non protégée de Diaguiri (Kédougou, Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *12*(2), 902-914. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i2.22

Ndoye, O., Pérez, M. R., & Eyebe, A. (1997). The markets of non-timber forest products in the humid forest zone of Cameroon. London, UK: *Overseas Development Institute*.

Neuenschwander, P., Sinsin, B., & Goergen, G. (2011). Protection de la Nature en Afrique de l'Ouest : Une Liste Rouge pour le Bénin nature conservation in West Africa: Red list for Benin. *Ibadan: IITA.*

Ngueguim, J. R., Gatchui, H. C., Ayobami, S. T., & Orimoogunje, O. O. (2009). Evaluation of logging impacts on tropical rainforest in Eastern Cameroon using Remote Sensing and GIS techniques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *3*(4).

Nicolás-Ávila, J. A., Lechuga-Vieco, A. V., Esteban-Martínez, L., Sánchez-Díaz, M., Díaz-García, E., Santiago, D. J., Rubio-Ponce, A., Li, J. L., Balachander, A., & Quintana, J.

A. (2020). A network of macrophages supports mitochondrial homeostasis in the heart. *Cell*, *183*(1), 94-109.

Nobime, G., & Sinsin, B. (2003). Les stratégies de survie du singe à ventre rouge (Cercopithecus erythrogaster erythrogaster) dans la Forêt classée de la Lama au Benin. *Biogeographica (Paris)*, *79*(4), 153-166.

Nombine, G., Gaoué, O. G., & Sinsin, B. (2008). Distribution des espèces de primates au Bénin et ethnozoologie. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *2*(3), 346-354. https://doi.org/DOI: 10.4314/ijbcs.v2i3.39758

Nsonsi, F. (2018). Human-elephant conflicts (Loxodonta cyclotis) : A challenge to involve local communities in wildlife conservation. *Tropicultura*, *36*(3), 531-538.

Nunes, M. U. S., Hallwass, G., & Silvano, R. A. M. (2019). Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. *Hydrobiologia*, *833*(1), 197-215. https://doi.org/10.1007/s10750-019-3901-3

Økland, R. H. (1996). Are Ordination and Constrained Ordination Alternative or Complementary Strategies in General Ecological Studies? *Journal of Vegetation Science*, *7*(2), 289-292. https://doi.org/10.2307/3236330

Oksanen, J. (2016). Design decisions and implementation details in vegan. *Vignette of the package vegan. R package version*, 2-4.

Oldekop, J. A., Holmes, G., Harris, W. E., & Evans, K. L. (2016). A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *Conservation Biology*, *30*(1), 133-141. https://doi.org/10.1111/cobi.12568

ONAB, & DGFRN. (2014). Révision du plan d'Aménagement Participatif de la Forêt Classée de Pénéssoulou, période 2013-2032. Volume 1 : Plan d'Aménagement Participatif. *Agronomie Africaine*, *15*(2).

ONU. (1992). Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio 1992 | *Nations Unies*. https://www.un.org/fr/conferences/environment/rio1992

Onyekwelu, J. C., & Stimm, B. (2014). Garcinia kola. *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*, 1-16.

Ouedraogo, A.-S. (1995). *Parkia biglobosa (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest : Biosystématique et amélioration*. Wageningen University and Research.

Ouedraogo, I., Diouf, N. S., Ouédraogo, M., Ndiaye, O., & Zougmoré, R. B. (2018). Closing the gap between climate information producers and users : Assessment of needs and uptake in Senegal. *Climate*, *6*(1), 13.

Oumorou, M. (2003). Etudes écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. *Th. Doct., Fac. Sc., Lab. Bot. Syst. & Phyt., Uni. Lib. Bruxelles*.

Oumorou, M., Natta, A. K., Adomou, A. C., & de Foucault, B. (2011). Caractéristiques écologiques et phytosociologiques des galeries forestières de la Réserve de biosphère de la Pendjari (nord-ouest du Bénin). *Acta botanica gallica*, *158*(1), 125-139.

Oumorou, M., Sinadouwirou, T., Kiki, M., Kakaï, R. G., Mensah, G. A., & Sinsin, B. (2010). Disturbance and population structure of *Vitex doniana* Sw. In northern Benin, West Africa. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *4*(3), 4-21.

PAPFCP. (2014). Diversité floristique et valeur de la forêt sacrée Bokasso (Est de la Côte d'Ivoire) pour la conservation. https://journals.openedition.org/vertigo/13500

Patel, S. A., Dave, M. A., Bliss, S. A., Giec-Ujda, A. B., Bryan, M., Pliner, L. F., & Rameshwar, P. (2014). Treg/Th17 polarization by distinct subsets of breast cancer cells is dictated by the interaction with mesenchymal stem cells. *Journal of cancer stem cell research*, *2014*(2).

Pelliccioli, F., & Ferrari, C. (2014). The use of point-transects distance sampling to estimate the density of alpine marmot in the Gran Paradiso National Park. *Journal of Mountain Ecology*, *9*(0), Article 0. http://www.mountainecology.org/index.php/me/article/view/5

Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W., Fernandez-Manjarrés, J. F., Araújo, M. B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W. W. L., Chini, L., Cooper, H. D., Gilman, E. L., Guénette, S., Hurtt, G. C., Huntington, H. P., Mace, G. M., Oberdorff, T., Revenga, C., & Walpole, M. (2010). Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. *Science*, *330*(6010), 1496-1501. https://doi.org/10.1126/science.1196624

Peres, C. A., & Palacios, E. (2007). Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in Amazonian forests : Implications for animal-mediated seed dispersal. *Biotropica*, *39*(3), 304-315.

PGFTR (Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains), 2011: Recherche Google [WWW Document].

Pommerening, A., & Stoyan, D. (2006). Edge-correction needs in estimating indices of spatial forest structure. *Canadian Journal of Forest Research*, *36*(7), 1723-1739. https://doi.org/10.1139/x06-060

PRRF. (1998). Protocole d'aménagement des forêts du domaine protégé de l'Etat, *Bénin 11 p*. *7*.

R Core Team. (2020). A language and environment for statistical computing. R. *Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.* URL https://www.R-project.org/.

Rakotomalala, R. (2015). Analyse de corrélation. *Cours statistique à l'université de lumière Lyon*, *2*, 89.

Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.*

Reghezza-Zitt, M. (2013). Utiliser la polysémie de la résilience pour comprendre les différentes approches du risque et leur possible articulation. *EchoGéo*, *24*.

Reid, W. V. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment*. https://www.wri.org/millennium-ecosystem-assessment

RGPH-4, 2013. (2016). Principaux indicateurs socio demographiques et economiques (p. 27).

Rich, L. N., Beissinger, S. R., Brashares, J. S., & Furnas, B. J. (2019). Artificial water catchments influence wildlife distribution in the Mojave Desert. *The Journal of Wildlife Management*, *83*(4), 855-865. https://doi.org/10.1002/jwmg.21654

Rifai, N., Khattabi, A., Moukrim, S., Arahou, M., & Rhazi, L. (2018). Évaluation de la dynamique de l'occupation du sol dans la zone humide RAMSAR de Tahaddart (Nord-Ouest du Maroc). *Revue d'écologie*.

Ripple, W. J., Abernethy, K., Betts, M. G., Chapron, G., Dirzo, R., Galetti, M., Levi, T., Lindsey, P. A., Macdonald, D. W., & Machovina, B. (2016). Bushmeat hunting and extinction risk to the world's mammals. *Royal Society open science*, *3*(10), 160498.

Roberts, D. W., & Roberts, M. D. W. (2016). Package 'labdsv'. Ordination and Multivariate, *775*.

Rollet, B. (1974). L'Architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine. Nogent-sur-Marne: CTFT, 332p.

Rondeux, J. (1999). Forest inventories and biodiversity. *Unasylva*, *50*(196), 35-41.

Sagna, M. B., Niang, K. S., Guisse, A., & Goffner, D. (2014). Balanites aegyptiaca (L.) Delile : Geographical distribution and ethnobotanical knowledge by local populations in the Ferlo (north Senegal). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 9.

Sam, M. K., Lokko, K. O., Akom, E., & Nyame, J. (2007). A rapid survey of large mammals from the Atewa Range Forest Reserve, Eastern Region, Ghana. In *A Rapid Biological Assessment of the Atewa Range Forest Reserve, Eastern Ghana* (p. 99). BioOne.

Sanon, Z., Yameogo, J. T., Rabiou, H., & Hien, M. (2019). Pression anthropique et dynamique des peuplements de Isoberlinia doka Craib et Stapf et Isoberlinia tomentosa (Harms) Craib et Stapf dans le domaine soudanien du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *13*(2), 911. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.27

Santos, M. J., Smith, A. B., Dekker, S. C., Eppinga, M. B., Leitão, P. J., Moreno-Mateos, D., Morueta-Holme, N., & Ruggeri, M. (2021). The role of land use and land cover change in climate change vulnerability assessments of biodiversity : A systematic review. *Landscape Ecology*. https://doi.org/10.1007/s10980-021-01276-w

Schipper, A. M., Hilbers, J. P., Meijer, J. R., Antão, L. H., Benítez-López, A., Jonge, M. M. J. de, Leemans, L. H., Scheper, E., Alkemade, R., Doelman, J. C., Mylius, S., Stehfest, E., Vuuren, D. P. van, Zeist, W.-J. van, & Huijbregts, M. A. J. (2020). Projecting terrestrial biodiversity intactness with GLOBIO 4. *Global Change Biology*, *26*(2), 760-771. https://doi.org/10.1111/gcb.14848

Schwartz, M. W., Iverson, L. R., Prasad, A., Mathiewa, S. N., & O'Connor, R. J. (2006). Predicting extinctions as a result of climate change. *Ecology*, *87*, 1611-1615.

Schwartz, N. B., Uriarte, M., Defries, R., Gutierrez-Velez, V. H., & Pinedo-Vasquez, M. A. (2017). Land-use dynamics influence estimates of carbon sequestration potential in tropical second-growth forest. *Environmental Research Letters*, *12*(7). https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa708b

SER. (2004). *Restoration Resource Center The SER International Primer on* Ecological Restoration. https://www.ser-rrc.org/resource/the-ser-international-primer-on/

Shrestha, K. B., Måren, I. E., Arneberg, E., Sah, J. P., & Vetaas, O. R. (2013). Effect of anthropogenic disturbance on plant species diversity in oak forests in Nepal, Central Himalaya. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, *9*(1), 21-29. https://doi.org/10.1080/21513732.2012.749303

Sikuzani, Y. U., Boisson, S., Kaleba, S. C., Halleux, J., & Bogaert, J. (2020). Dynamique de l ' occupation du sol autour des sites miniers le long du gradient urbain-rural de la ville Density Estimation for Statistics and Data Analysis—1st Edition—Be.de Lubumbashi , *RD Congo*. *24*(1), 14-27.

Silverman, Bernard. W. (1998). https://www.routledge.com/Density-Estimation-for-Statistics-and-Data-Analysis/Silverman/p/book/9780412246203

Sinsin, B. (1998). Etude de la faune et de son habitat dans les forêts classées des trois rivières, de Ouénou-Bénou et de l'Alibori Supérieur. *Rapport de Mission, Ambassade Royale des Pays-Bas, Cotonou, Bénin*, 47.

Sinsin, B. A., Matig, O. E., & Assogbadjo, A. E. (2004). Dendrometric characteristics as indicators of pressure of Afzelia africana Sm. Dynamic changes in trees found in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, *13*, 1555-1570.

Sinsin, B., Daouda, I., & Ahokpe, E. (1998). Abondance et évolution des populations des mammifères des formations boisées de la région des monts Kouffé au Bénin. *Cahiers d'éthologie*, *18*, 261-281.

Sinsin, B., Daouda, I. H., Ahokpè, E., Tehou, A., Coubeou, P., Toko, I., & Koto Mity, B. (1997). *Programme de conservation des ressources fauniques dans les forêts classées de Goungoun et de la Sota.* [Document de synthèse].

Sinsin, B., & Kampmann, D. (2010). Biodiversity Atlas of West Africa, Volume I : Benin. *Cotonou and Frankfurt/Main*.

Sinsin, B., Kampmann, D., Thiombiano, A., & Konaté, S. (2010). Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. *Cotonou & Frankfurt/Main*, *1*.

Sinsin, B., Matig, O. E., Assogbadjo, A. E., Gaoué, O. G., & Sinadouwirou, T. (2004). Dendrometric characteristics as indicators of pressure of Afzelia africana Sm. Dynamic changes in trees found in different climatic zones of Benin. *Biodiversity & Conservation*, *13*(8), 1555-1570.

Sinsin, B., Tehou, A. C., Daouda, I., & Saidou, A. (2002). Abundance and species richness of larger mammals in Pendjari National Park in Benin. 66(3), 369-380. https://doi.org/10.1515/mamm.2002.66.3.369

Sogbohossou, E. A., Iongh, H. H., Sinsin, B., Snoo, G. R. de, & Funston, P. J. (2011). Human–carnivore conflict around Pendjari Biosphere Reserve, northern Benin. *Oryx*, *45*(4), 569-578. https://doi.org/10.1017/S0030605310001109

Sogbohossou, E. A., & Kassa, B. D. (2016). The bushmeat trade and livelihoods in southern Benin : An exploratory survey. *Nature & Faune*, *30*(2), 29-31.

Sokal, R. R., & Sneath, P. H. A. (1963). Principles of numerical taxonomy. *Principles of numerical taxonomy*. https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19650500385

Sokpon, N. (1995). Régénération naturelle dans les trouées de la forêt dense semi-décidue de Pobè, Sud-Est Bénin. *Belgian Journal of Botany*, 13-32.

Sokpon, N., & Biaou, H. S. S. (2002). The use of diameter distributions in sustained-use management of remnant forests in Benin : Case of Bassila forest reserve in North Benin. *Forest Ecology and Management*, *161*, 13-25.

Soulama, S., Kadeba, A., Nacoulma, B., Traore, S., Bachmann, Y., & Thiombiano, A. (2015). Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. *Journal of Applied Biosciences*, *87*(1), 8047. https://doi.org/10.4314/jab.v87i1.6

Soulé, M. E., & Orians, G. H. (2001). Conservation biology research : Its challenges and contexts. *Conservation biology. Research priorities for the next decade*, 271-285.

Soumah, F. S., Kaniewski, D., & Kokou, K. (2018). Les forêts sacrées de Guinée : Entre écologie et conservation. *Comptes Rendus Biologies*, *341*(9-10), 433-443.

Stoll-Kleemann, S. (2010). Evaluation of management effectiveness in protected areas : Methodologies and results. *Basic and Applied Ecology*, *11*(5), 377-382. https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.06.004

Stuart, C. (2013). Field Guide to Tracks & Signs of Southern, *Central & East African Wildlife*. Penguin Random House South Africa.

Su, K., Ren, J., Qin, Y., Hou, Y., & Wen, Y. (2020). Efforts of indigenous knowledge in forest and wildlife conservation : A case study on Bulang People in Mangba Village in Yunnan Province, China. *Forests*, *11*(11), 1178. https://doi.org/10.3390/f11111178

Tchatchou, B., Sonwa, D. J., Ifo, S., & Tiani, A. M. (2015). Déforestation et dégradation des forêts dans le Bassin du Congo : État des lieux, causes actuelles et perspectives (Vol. 120). CIFOR.

Team, R. C. (2019). *R :* A language and environment for statistical computing (3.5. 3). *R Foundation for Statistical Computing*.

Teka, O., Houessou, G. L., Oumorou, M., Vogt, J., & Sinsin, B. (2013). An assessment of climate variation risks on agricultural production : Perceptions and adaptation options in Benin. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*.

Temgoua, L. F., Allaissem, B., Tchamba, M., Saradoum, G., Osée, M. M., & Solefack, M. C. M. (2018). Spatio-Temporal Dynamic of Land Use and Land Cover in the Classified Forest of Djoli-Kera, South-Eastern, Chad. *Open Journal of Forestry*, *8*(3), 283-296.

Tepley, A. J., Thompson, J. R., Epstein, H. E., & Anderson-Teixeira, K. J. (2017). Vulnerability to forest loss through altered postfire recovery dynamics in a warming climate in the Klamath Mountains. *Global Change Biology*, *23*(10), 4117-4132. https://doi.org/10.1111/gcb.13704

Toko, I. I. (2008). *Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin.* Thèse de Doctorat. FLASH. Université d'Abomey-Calavi. Bénin. 178p.

Trekpo, P. (2003). Aménagement des forêts privées dans la région de Bassila au Nord-Bénin. *Projet Restauration des ressources forestières de Bassila, Bénin 72p*.

Tutin, C.E.G., Porteous, I.S., Wilkie, D.S., Nasi, R. (2001). Comment minimiser l'impact de l'exploitation forestière sur la faune dans le Bassin du Congo. *ADIE, Libreville*. 36 p.

UICN. (2012). *Module 2 NAPA 50 FR | PDF | Zone protégée* | Union internationale pour la conservation de la nature. Scribd. https://fr.scribd.com/document/485507398/Module-2-NAPA-50-FR-pdf

UICN. (2014). Gouvernance efficace des ressources naturelles et lutte contre la pauvreté *: Rapport annuel 2014*. UICN. https://www.iucn.org/fr/content/gouvernance-efficace-des-ressources-naturelles-et-lutte-contre-la-pauvrete-rapport-annuel-2014

UICN. (2020). *IUCN* World Conservation Congress 2020 | *IUCN World Conservation Congress 2020*. https://www.iucncongress2020.org/

UICN. (2021). *BIODEV2030*. IUCN. https://www.iucn.org/theme/science-and-economics/ our-work/other-work/biodev2030

UICN-PAPACO. (2009). Le patrimoine mondial naturel de l'Afrique de l'Ouest : État, valeurs du label et priorités de conservation. UICN. https://www.iucn.org/fr/content/le-patrimoine-mondial-naturel-de-lafrique-de-louest-etat-valeurs-du-label-et-priorites-de-conservation

UNEP-WCMC, I. (2016). Update on Global Statistics December 2016. *Cambridge, UK and Gland, Switzerland*.

UNEP-WCMC, I. (2018). NGS (2018). *Protected planet report*, 70.

Van Dijk, J. F. W. (1999). Non-timber forest products in the Bipindi-Akom 2 region, Cameroon : A socio-economic and ecological assessment.

Van Velden, J. L., Travers, H., Moyo, B. H. Z., & Biggs, D. (2020). Using scenarios to understand community-based interventions for bushmeat hunting and consumption in African savannas. *Biological Conservation*, *248*, 108676. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108676

Venter, O., Sanderson, E. W., Magrach, A., Allan, J. R., Beher, J., Jones, K. R., Possingham, H. P., Laurance, W. F., Wood, P., & Fekete, B. M. (2016). Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature communications*, *7*(1), 1-11.

Vitoékpon, I., Adomou, C. A., & Oumorou, M. (2018). Statut de conservation des peuplements à Mansonia altissima dans la forêt sacrée d'Ewè-Adakplamè au Bénin. Ivoir. Sci. Technol., 32 (2018), 350-370.

Volkoff, B., & Willaime, P. (1976). Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin à 1/200 000 : *Feuille de Porto-Novo*.

Voreux, C. (2015). La gestion durable des forêts tropicales. De l'analyse critique du concept à l'évaluation environnementale des dispositifs de gestion. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES, 325*, 85-87.

Wasseige, C. D., Devers, D., Marcken, R., Atyi, E., Nasi, R., & Mayaux, P. (2009). Les Forêts du Bassin du Congo : Etat des Forêts 2008.

White, F. (1983). The vegetation of Africa. (Vol. 20).

Wilkie, D. S., Bennett, E. L., Peres, C. A., & Cunningham, A. A. (2011). The empty forest revisited. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1223*(1), 120-128.

World Bank. (2020). World Development Report 2020 *: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020

World Bank Group. (2020). World Development Report 2020 *: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020

Wu, J., & Baldwin, I. T. (2010). New insights into plant responses to the attack from insect herbivores. *Annual review of genetics*, *44*, 1-24.

Wu, S., Mickley, L. J., Jacob, D. J., Rind, D., & Streets, D. G. (2008). Effects of 2000–2050 changes in climate and emissions on global tropospheric ozone and the policy-relevant background surface ozone in the United States. *Journal of Geophysical Research*, *113*(D18), D18312. https://doi.org/10.1029/2007JD009639

Yao, C. Y. A., & N'Guessan, E. K. (2006). Diversité floristique spontanée des plantations de café et de cacao dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire| Spontaneous floristic diversity of cocoa and coffee plantations in the classified forest of Monogaga, Côte d'Ivoire (reviewed paper). *Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen*, *157*(2), 31-36.

Yaoitcha, A. S., Aboh, A. B., Zoffoun, A. G., Houinato, M., Mensah, G. A., Sinsin, B., & Akpo, E. L. (2016). The potential of stumps obtained from the sites of charcoal production in Centre of Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *10*(4), 1702-1716.

Yehouenou Tessi, D., Akouehou, G., & Ganglo, J. (2013). Caractéristiques structurales et écologiques des populations de *Antiaris toxicaria* (Pers.) Lesch et de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn dans les forêts reliques du Sud-Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *6*(6). https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.24

Yue, S., Munir, I. U., Hyder, S., Nassani, A. A., Qazi Abro, M. M., & Zaman, K. (2020). Sustainable food production, forest biodiversity and mineral pricing : Interconnected global issues. *Resources Policy*, *65*, 101583. https://doi.org/10.1016/ j.resourpol.2020.101583

Zanvo, S., Gaubert, P., Djagoun, C. A. M. S., Azihou, A. F., Djossa, B., & Sinsin, B. (2020). Assessing the spatiotemporal dynamics of endangered mammals through local ecological knowledge combined with direct evidence : The case of pangolins in Benin

(West Africa). *Global Ecology and Conservation*, *23*, e01085. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01085

Zhang, J., Niu, J., Bao, T., Buyantuyev, A., Zhang, Q., Dong, J., & Zhang, X. (2014). Human induced dryland degradation in Ordos Plateau, China, revealed by multilevel statistical modeling of normalized difference vegetation index and rainfall time-series. *Journal of Arid Land*, *6*(2), 219-229.

Annexes

Annexe

Annexe 1 : Liste des espèces végétales de la FCP

ESPECES	FAMILLE	TB	TP	TM
Abrus fruticulosus Wall. ex Wight & Arn.	Fabaceae	Lnph	Pal	Arbuste
Abrus precatorius L.	Fabaceae	Lmph	Pt	Liane
Acacia ataxacantha DC	Fabaceae	mph	At	Arbuste
Acacia nilotica (L.) Willd. ex Delile ssp. *nilotica*	Fabaceae	mph	S	Arbre
Acacia pennata	Fabaceae	Lmph	At	Arbuste
Acacia polyacantha Willd. ssp. *campylacantha* (Hochst. ex A.Rich.) Brenan.	Fabaceae	mph	At	Arbre
Acacia sieberiana DC. var. *Villosa*	Fabaceae	mph	At	Arbre
Acalypha ciliata Forssk.	Euphorbiaceae	Th	Pt	Herbe
Achyranthes aspera L.	Amaranthaceae	Th	Pt	Herbe
Adenia cissampeloides (Planch. ex HooK) Harms	Passifloraceae	Lmph	GC	Liane
Adenia lobata (Jacq.) Engl.	Passifloraceae	LmPh	At	Liane
Adenia rumicifolia Engl. & Harms var. *rumicifolia*	Passifloraceae	Lmph	At	Liane
Adenodolichos paniculatus (Hua) Hutch. & Dalziel	Fabaceae	Ch	At	Arbuste
Adiantum lunulatum Burm.f. Syn *Adiantum philippense* L.	Pteridaceae	Hc	Pt	Herbe
Aedesia glabra (Klatt) O. Hoffm. Syn. *Aedesia baumannii* O. Hoffm.	Asteraceae	Hc	At	Herbe
Aeollanthus pubescens Benth.	Lamiaceae	Th	At	Herbe
Aeschynomene lateritia Harms	Fabaceae	Th	SZ	Arbuste
Aframomum alboviolaceum (Ridley) K.Schum.	Zingiberaceae	Gr	At	Herbe
Aframomum sceptrum (Oliv. & Hanb.)	Zingiberaceae	Gr	GC	Herbe
Afzelia africana Sm.	Fabaceae	mPh	SG	Arbre
Aganope stuhlmannii (Taub.) Adema. Syn: *Xeroderris stuhlmannii* (Taub.) Mendonça & Sousa syn	Fabaceae	mph	At	Arbre
Agelaea pentagyna Radlk. Syn. *Agelaea obliqua* (P.Beauv.) Baill.	Connaraceae	Lnph	GC	Liane
Ageratum conyzoides L.	Asteraceae	Th	Pt	Herbe
Alafia barteri Oliv.	Apocynaceae	Lmph	GC	Liane

Albizia adianthifolia (Schum.) W. Wight var. *adianthifolia*	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Albizia ferruginea (Guill. & Perr.) Benth.	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Albizia glaberrima (Schum. & Thonn.) Benth.	Fabaceae	mPh	At	Arbre
Albizia zygia (DC.) J.F.Macbr.	Fabaceae	mPh	At	Arbre
Alchornea cordifolia (Schumach. & Thonn.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	mph	At	Arbuste
Allophylus africanus P.Beauv.	Sapindaceae	mph	SG	Arbuste
Allophylus spicatus (Poir.) Radlk.	Sapindaceae	mph	SG	Arbuste
Alysicarpus glumaceus (Vahl) DC.	Fabaceae	Th	Pal	Herbe
Alysicarpus rugosus (Willd.) DC.	Fabaceae	Th	Am	Herbe
Amorphophallus abyssinicus (A. Rich.) N. E. Br	Araceae	Gt	SZ	Herbe
Amorphophallus baumannii (Engl.) N. E. Br.	Araceae	Gt	SG	
Amorphophallus dracontioides (Engl.) N.E.Br.	Araceae	Gt	SZ	Herbe
Amorphophallus johnsonii N.E.Br.	Araceae	Gt	SG	
Ampelocissus leonensis (Hook.f.)Planch.	Vitaceae	Lmph	SG	Herbe
Anacardium occidentale L.	Anacardiaceae	Cultivée	Cultivée	Arbuste
Anchomanes difformis (Blume) Engl.	Araceae	Gr	GC	Herbe
Ancylobotrys amoena Hua	Apocynaceae	Lmph	GC	Liane
Andira inermis (Wright)DC.	Fabaceae	mPh	SG	Arbre
Andropogon chinensis (Nees) Merr.	Poaceae	Hc	Pal	Herbe
Andropogon gayanus Kunth. var *gayanus*	Poaceae	Hc	S	Herbe
Andropogon tectorum Schumach. & Thonn.	Poaceae	Hc	At	Herbe
Aneilema aequinoctiale (P.Beauv.) Loudon	Commelinaceae	nph	GC	
Aneilema beniniense (P.Beauv.) Kunth	Commelinaceae	Hc	GC	Liane
Annona senegalensis Pers. ssp. *senegalensis*	Annonaceae	nph	SG	Arbuste
Anogeissus leiocarpa (DC.) Guill. & Perr.	Combretaceae	mph	At	Arbre
Anthocleista djalonensis A. Chev.	Gentianaceae	mPh	SG	Arbre
Anthocleista vogelii Planch.	Gentianaceae	mPh	GC	Arbre
Antiaris toxicaria Lesch. ssp. *Welwitschii* (Engl.) C.C.Berg	Moraceae	mPh	GC	Arbre
Antidesma venosum Tul.	Phyllanthaceae	mph	At	Arbuste

Aristolochia albida Duch.	Aristolochiaceae	Lnph	SZ	Herbe
Asparagus africanus Lam.	Asparagaceae	Ch	Pal	Herbe
Asparagus flagellaris (Kunth) Baker	Asparagaceae	Lnph	SZ	Herbe
Aspilia africana (Pers.) Adams.	Asteraceae	Ch	GC	Herbe
Aspilia bussei O.Hoffm. & Muschl.	Asteraceae	Gr	SG	Herbe
Aspilia rudis	Asteraceae	Ch	SG	Herbe
Asystasia gangetica (L.) T.Anderson	Acanthaceae	Ch	Pt	Arbuste
Azolla pinnata subsp. *africana* R. Br.	Azollaceae	Hyd	GC	
Barleria opaca (Vahl) Nees	Acanthaceae	nph	GC	Arbuste
Basilicum polystachyon (L.) Moench	Lamiaceae	Th	GC	Herbe
Berlinia grandiflora (Vahl) Hutch. & Dalziel	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Bidens biternata (Lour.) Merr. & Sherff	Asteraceae	Th	SZ	Herbe
Bidens pilosa L.	Asteraceae	Th	Pt	Herbe
Biophytum umbraculum Welw. Syn. *Biophytum petersianum* Klotzch	Oxalidaceae	Th	Pal	Arbuste
Blighia sapida König.	Sapindaceae	mPh	GC	Arbre
Blighia unijugata Bak.	Sapindaceae	mPh	GC	Arbre
Blumea crispata (Vahl) Merxm. & Roessler var. *crispata*	Asteraceae	Th	Pt	Herbe
Boerhavia diffusa L.	Nyctaginaceae	Th	Pt	Herbe
Bombax buonopozense P. Beauv.	Malvaceae	MPh	GC	Arbre
Bombax costatum Pellegr. & Vuillet.	Malvaceae	mph	S	Arbre
Borassus aethiopum Mart.	Arecaceae	MPh	At	Arbre
Brachiaria deflexa (Schumach.) Robyns	Poaceae	Th	Pal	Herbe
Brachiaria villosa (Lam.) A.Camus	Poaceae	Th	S	Herbe
Bridelia atroviridis Müll. Arg.	Phyllanthaceae	mph	GC	Arbuste
Bridelia ferruginea Benth.	Phyllanthaceae	mph	At	Arbuste
Bridelia scleroneura Müll.Arg.	Phyllanthaceae	mph	At	Arbuste
Bulbostylis hensii (C.B.Clarke) R.W.Haines. Syn: *Fimbristylis hispidula* (Vahl) Kunth subsp. *Brachyphylla* (Cherm.) Napper	Cyperaceae	Hc	At	Herbe
Bulbostylis pilosa Beetle	Cyperaceae	Hc	At	

Burkea africana Hook.	Fabaceae	mph	At	Arbre
Caesalpinia benthamiana (Baill.) Herend. & Zarucchi. Syn: *Mezoneuron benthamianum* Baill.	Fabaceae	Lmph	GC	Liane
Caldesia reniformis (D. Don) Makino	Alismataceae	Hyd	Pal	Herbe
Callichilia barteri (Hook.f.) Stapf Syn. *Hedranthera brateri* (Hook. f.) pichon	Apocynaceae	nph	GC	Arbuste
Calyptrochilum christyanum (Rchb.f.) Summerh.	Orchidaceae	Ep	SG	Arbuste
Calyptrochilum emarginatum (Afzel. ex Sw.) Schltr.	Orchidaceae	Ep	GC	Herbe
Cardiospermum halicacabum L.	Sapindaceae	Lnph	Pt	Liane
Cassia sieberiana DC.	Fabaceae	mPh	S	Arbuste
Cayratia debilis (Baker) Suess	Vitaceae	LTh	SZ	Liane
Cayratia gracilis (Guill. & Perr.) Suess.	Vitaceae	LTh	SZ	Liane
Cayratia ibuensis (Hook.f.) Suess.	Vitaceae	Lnph	S	Liane
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	Malvaceae	MPh	SG	Arbre
Celtis brownii Rendle. Syn: *Celtis prantlii* Priemer ex Engl.	Cannabaceae	mph	GC	Arbre
Celtis toka (Forssk) Hepper & Wood Syn. *Celtis integrifolia*	Cannabaceae	mPh	SZ	Arbre
Celtis zenkeri Engl.	Cannabaceae	MPh	GC	Arbre
Centrosema pubescens Benth.	Fabaceae	Lmph	GC	Liane
Ceratotheca sesamoides Endl.	Pedaliaceae	Th	SZ	Herbe
Ceropegia ledermannii Schltr.	Apocynaceae	Gt	SG	Herbe
Ceropegia rhynchantha Schltr.	Apocynaceae	Gr	SZ	Herbe
Chamaecrista absus (L.) H.S.Irwin & Barneby. Syn: *Cassia absus* (L.) H. S. Irwin & Barneby	Fabaceae	nph	SG	Herbe
Chamaecrista mimosoides (L.) Greene. Syn: *Cassia mimosoides* L.	Fabaceae	Ch	Pal	Herbe
Chassalia kolly (Schumach.) Hepper.	Rubiaceae	nph	GC	Arbuste
Chenopodium ambrosioides L.	Amaranthaceae	Th	Cos	Herbe
Chlorophytum blepharophyllum Schweinf. ex Baker	Asparagaceae	Hc	SZ	Herbe
Chlorophytum lancifolium Welw. ex Baker Syn: *Chlorophytum togoense* (Engl.) A.D. Poulsen & Nordal	Asparagaceae	Gt	SG	
Chlorophytum pusillum Schweinf. ex Baker	Asparagaceae	Gr	At	Herbe

Chlorophytum stenopetalum Baker	Asparagaceae	Gr	At	Herbe
Christiana africana DC.	Malvaceae	mPh	SZ	Arbre
Chromolaena odorata (L.) R.King & H. Robinson	Asteraceae	nph	Pt	Liane
Cissus aralioides (Welw. ex Baker) Planch.	Vitaceae	Lmph	SG	Liane
Cissus arguta Hook.f. Syn: *Vitis arguta* (Hook. f.) Baker	Vitaceae	Lmph	SG	Liane
Cissus cymosa Steud.	Vitaceae	Lmph	SZ	Liane
Cissus glaucophylla Hook.f.	Vitaceae	Lnph	GC	
Cissus palmatifida (Baker) Planch.	Vitaceae	Lnph	SZ	Liane
Cissus petiolata Hook.f.	Vitaceae	LmPh	GC	Liane
Cissus polyantha Gilg & Brandt	Vitaceae	Lmph	GC	Liane
Cissus populnea Guill. & Perr.	Vitaceae	Lmph	SG	Liane
Cissus quadrangularis L.	Vitaceae	Lmph	SG	Liane
Cissus rufescens (Guill. & Perr.) Miq.	Vitaceae	Lnph	SG	Herbe
Citrus reticulata Blanco	Rutaceae	mph	pt	Arbre
Clausena anisata (Willd.) Benth.	Rutaceae	mph	At	Arbuste
Cleistopholis patens (Benth.) Engl. & Diels	Annonaceae	mPh	GC	Arbre
Clematis hirsuta Guill. & Perr.	Ranunculaceae	Lmph	SZ	Liane
Cleome rutidosperma DC. Syn C. ciliata	Cleomaceae	Th	At	Herbe
Clerodendrum capitatum (Willd.) Schumach. & Thonn.	Lamiaceae	Ch	SG	Arbuste
Clerodendrum polycephalum Baker	Lamiaceae	mph	SG	Arbuste
Cnestis ferruginea Vahl ex DC.	Connaraceae	Lnph	GC	Liane
Coccinia grandis Forssk.	Cucurbitaceae	Lmph	Pal	
Cochlospermum tinctorium A.Rich.	Bixaceae	Gr	SZ	Liane
Cocos nucifera L.	Arecaceae	mPh	Pt	Arbre
Cola gigantea A. Chev.	Malvaceae	MPh	GC	Arbre
Cola laurifolia Mast.	Malvaceae	mPh	SG	Arbre
Cola millenii K. Schum.	Malvaceae	mPh	GC	Arbre
Combretum adenogonium Steud. ex A.Rich Syn: *Combretum fragrans* F. Hoffm.	Combretaceae	mph	SG	Arbre
Combretum collinum Fresen.	Combretaceae	mph	SZ	Arbre

Combretum comosum G. Don var. *dolichopetalum* (Engl. & Diels) Jongkind	Combretaceae	Lmph	GC	Arbuste
Combretum glutinosum Perr. ex DC.	Combretaceae	mph	SZ	Arbre
Combretum grandiflorum G. Don	Combretaceae	mPh	GC	
Combretum molle R.Br. ex G.Don	Combretaceae	mph	SZ	Arbre
Combretum mucronatum Schum. & Thonn. Syn: *Combretum smeathmannii*	Combretaceae	Lmph	GC	Liane
Combretum nigricans Lepr. ex Guill. & Perr. var. *elliotii* (Engl. & Diels) Aubrév.	Combretaceae	mph	SZ	Arbre
Combretum paniculatum Vent.	Combretaceae	Lmph	At	Liane
Combretum racemosum P. Beauv.	Combretaceae	LmPh	GC	Liane
Commelina benghalensis L. var. *benghalensis*	Commelinaceae	Th	SG	Herbe
Commelina diffusa Burm.f.	Commelinaceae	Th	SG	Herbe
Commelina erecta L. ssp. *erecta*	Commelinaceae	Th	SG	Herbe
Commelina nigritana Benth. var. *nigritana*	Commelinaceae	Th	At	Herbe
Commelina subulata Roth	Commelinaceae	Th	Pal	Herbe
Corchorus aestuans L.	Malvaceae	Th	SG	Herbe
Corchorus olitorius L.	Malvaceae	Th	Pal	Herbe
Corchorus tridens L.	Malvaceae	Th	SG	Herbe
Costus afer Ker-Gawl.	Costaceae	Hc	GC	
Costus spectabilis (Fenzl) K.Schum.	Costaceae	Gr	SZ	Herbe
Crassocephalum crepidioides (Benth.) S. Moore	Asteraceae	Th	Pal	Herbe
Crassocephalum rubens (Juss. ex Jacq.) S.Moore var. *rubens*	Asteraceae	Th	SG	Herbe
Crinum jagus (J.Thomps.) Dandy	Amaryllidaceae	Gb	SG	Herbe
Crinum nubicum Hannibal	Amaryllidaceae	Gb	S	Herbe
Crossopteryx febrifuga (G.Don) Benth.	Rubiaceae	mph	SG	Arbuste
Crotalaria bongensis Baker f.	Fabaceae	Th	SZ	Arbuste
Crotalaria cylindrocarpa DC.	Fabaceae	nph	SZ	Herbe
Crotalaria glauca Willd	Fabaceae	Th	At	Herbe
Crotalaria graminicola Baker f.	Fabaceae	Th	SG	Herbe
Crotalaria macrocalyx Benth.	Fabaceae	Th	SZ	Herbe
Crotalaria pallida Aiton var. *Pallida*	Fabaceae	Th	SG	Herbe

Crotalaria retusa L.	Fabaceae	Th	SG	Herbe
Ctenium newtonii Hack.	Poaceae	Hc	SG	Herbe
Culcasia scandens P. Beauv.	Araceae	Lmph	GC	
Curculigo pilosa (Schumach. & Thonn.) Engl	Hypoxidaceae	Gr	Pra	Herbe
Cussonia arborea Hochst. ex A. Rich.	Araliaceae	mph	SZ	Arbre
Cyanotis caespitosa Kotschy & Peyr.	Commelinaceae	Hc	SZ	Herbe
Cyanotis lanata Benth.	Commelinaceae	Th	SG	Herbe
Cyanotis longifolia Benth. var. *longifolia*	Commelinaceae	Gr	SG	Herbe
Cyathula prostrata (L.) Blume	Amaranthaceae	Th	Cos	Herbe
Cynometra megalophylla Harms	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Cyperus alternifolius L.	Cyperaceae	Gr	Cos	
Cyperus cyperoides subsp. *Cyperoide*	Cyperaceae	Hc	Pt	Herbe
Cyperus rotundus L.	Cyperaceae	Gr	SG	Herbe
Cyphostemma flavicans (Bak.) Descoings Syn. *Cissus dahomensis* A. Chev. & Cissus flavicans (Bak.) Planch.	Vitaceae	Gr	SG	Herbe
Cyphostemma adenocaule (Steud.) Desc.	Vitaceae	Lmph	SG	Herbe
Cyphostemma adenopodum (Sprague) Desc.	Vitaceae	Lmph	GC	Liane
Cyphostemma crotalarioides (Planch.) Desc. ex Wild & R.B.Drumm.	Vitaceae	Hc	SZ	Herbe
Cyphostemma jatrophoides (Welw. ex Baker) Desc.	Vitaceae	Hc	SZ	Herbe
Cyphostemma sokodense (Gilg & Brandt) Desc.	Vitaceae	Gr	At	Herbe
Cyphostemma vogelii (Hook.f.) Desc.	Vitaceae	Lmph	GC	
Dalbergia lactea Vatke	Fabaceae	Lmph	GC	Arbuste
Dalbergiella welwitschii (Baker) Baker.f.	Fabaceae	Lmph	SG	Arbuste
Daniellia oliveri (Rolfe) Hutch. & Dalziel.	Fabaceae	mPh	SZ	Arbre
Delonix regia (Boj. ex Hook.) Raf.	Fabaceae	mPh	Pt	Arbre
Desmodium adscendens (Sw.) DC.	Fabaceae	Ch	At	Herbe
Desmodium gangeticum (L.) DC. var. *Gangeticum*.	Fabaceae	Gr	SG	Arbuste
Desmodium ramosissimum G.Don.	Fabaceae	Gr	At	Herbe
Desmodium salicifolium (Poir.) DC.	Fabaceae	nph	SG	Arbuste

Desmodium tortuosum (Sw.) DC.	Fabaceae	nph	Pt	Herbe
Desmodium velutinum (Willd.) DC.	Fabaceae	Ch	SG	Herbe
Detarium microcarpum Guill. & Perr.	Fabaceae	mph	S	Arbre
Detarium senegalense J.F.Gmel.	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Dialium guineense Willd.	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Dichrostachys cinerea (L.) Wight & Arn.	Fabaceae	mph	SG	Arbuste
Dicoma sessiliflora Harv	Asteraceae	Hc	SZ	Herbe
Digitaria horizontalis Willd.	Poaceae	Th	Pt	Herbe
Dioscorea abyssinica Hochst. ex Kunth Syn: *Dioscorea sagittifolia* Pax	Dioscoreaceae	Gt	SG	Liane
Dioscorea bulbifera L.	Dioscoreaceae	Gt	SG	Liane
Dioscorea cayenensis Lam.	Dioscoreaceae	Gt	SG	Herbe
Dioscorea dumetorum (Kunth) Pax	Dioscoreaceae	Gt	SG	Liane
Dioscorea hirtiflora Benth. subsp. *hirtiflora*	Dioscoreaceae	Gt	SZ	Liane
Dioscorea lecardii De Wild.	Dioscoreaceae	Gt	SG	Liane
Dioscorea minutiflora Engl.	Dioscoreaceae	Gt	GC	Liane
Dioscorea praehensilis Benth.	Dioscoreaceae	Gt	SG	Liane
Dioscorea tomentosa J.König ex Spreng	Dioscoreaceae	Gt	Pal	Liane
Diospyros mespiliformis Hochst. Ex A.DC.	Ebenaceae	mPh	SG	Arbre
Diospyros monbuttensis Gürke	Ebenaceae	mph	GC	Arbuste
Diplazium sammatii (Kuhn) C. Chr.	Woodsiaceae	Hc	GC	Herbe
Dombeya ledermannii Engl.	Malvaceae	mph	SZ	
Dorstenia cuspidata Hochst.	Moraceae	GT	SZ	Arbuste
Dracaena arborea (Willd.) Link	Asparagaceae	mph	GC	
Drimia glaucescens (Engl. & K.Krause) H.Scholz	Asparagaceae	Gb	S	Herbe
Drypetes floribunda (Müll. Arg.) Hutch	Euphorbiaceae	mph	GC	Arbre
Echinops longifolius A.Rich.	Asteraceae	Gr	SZ	Herbe
Ectadiopsis oblongifolia (Meisn.) B.D.Jacks.	Apocynaceae	nph	At	Arbuste
Ekebergia capensis Sparrm.	Meliaceae	mPh	SG	Arbuste
Elaeis guineensis Jacq.	Arecaceae	mPh	GC	Arbre

Elephantopus mollis Kunth	Asteraceae	Ch	GC	Herbe
Elephantopus senegalensis (Klatt) Oliv. & Hiern.	Asteraceae	nph	SG	Herbe
Eleusine indica (L.) Gaertn.	Poaceae	Th	Pt	Herbe
Elytraria marginata Vahl	Acanthaceae	Ch	GC	Herbe
Embelia guineensis Baker	Primulaceae	Lmph	GC	Arbuste
Embelia rowlandii Gilg. E. dahomensis Chev.	Primulaceae	Lmph	SG	Arbuste
Englerastrum schweinfurthii Briq.	Lamiaceae	Th	SZ	Herbe
Englerophytum oblanceolatum (S. Moore) T. D. Penn. Syn. *Bequaertiodendron oblanceolatum*	Sapotaceae	mph	SG	Arbuste
Entada abyssinica Steud. ex A.Rich	Fabaceae	mph	At	Arbre
Entada africana Guill. & Perr.	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Eriosema glomeratum (Guill. & Perr.) Hook.f. var. *glomeratum*	Fabaceae	Ch	SG	Arbuste
Eriosema griseum Baker var. *griseum*	Fabaceae	Gr	SZ	Arbuste
Erythrina senegalensis DC.	Fabaceae	mph	SG	Arbuste
Erythrophleum africanum (Benth.) Harms	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Erythrophleum suaveolens (Guill. & Perr.) Brenan Syn: *Erythrophleum guineense* G. Don	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Eucalyptus camaldulensis Dehn.	Myrtaceae	Cultivée	Cultivée	Arbre
Eulophia gracilis Lindl.	Orchidaceae	Hc	GC	Herbe
Euphorbia hirta L.	Euphorbiaceae	Th	Pt	Herbe
Fadogia agrestis Schweinf. ex Hiern.	Rubiaceae	Ch	SZ	Arbuste
Fadogia cienkowskii Schweinf.	Rubiaceae	Ch	SZ	Arbuste
Fadogia erythrophloea	Rubiaceae	nph	SZ	Arbuste
Feretia apodanthera Delile ssp. *Apodanthera*	Rubiaceae	nph	SZ	Arbuste
Ficus asperifolia Miq.	Moraceae	mph	SZ	Arbuste
Ficus dicranostyla Mildbr.	Moraceae	mph	At	Arbre
Ficus exasperata Vahl.	Moraceae	mph	SG	Arbuste
Ficus glumosa Delile	Moraceae	mph	SZ	Arbre
Ficus lyrata Warb.	Moraceae	mph	GC	Arbre

Ficus ovata Vahl	Moraceae	mPh	GC	Arbre
Ficus polita subsp. *polita*	Moraceae	MPh	Am	Arbre
Ficus sur Forssk.	Moraceae	mph	SG	Arbre
Ficus thonningii Blume	Moraceae	mph	SG	Arbre
Ficus umbellata Vahl	Moraceae	mPh	SG	Arbre
Fimbristylis cymosa R. Br.	Cyperaceae	Hc	Pt	Herbe
Fimbristylis ferruginea (L.) Vahl	Cyperaceae	Hc	Pt	Herbe
Fimbristylis littoralis Gaudich.	Cyperaceae	Th	GC	
Fimbristylis scabrida Schumach.	Cyperaceae	Hc	SG	Herbe
Flabellaria paniculata Cav.	Malpighiaceae	Lmph	At	Arbuste
Flacourtia indica (Burm.f.) Merr.	Salicaceae	mph	SZ	Arbuste
Floscopa africana (P.Beauv.) C. B. Clarke	Commelinaceae	Hc	GC	Liane
Flueggea virosa (Roxb. ex Willd.) Voigt	Phyllanthaceae	nph	SG	Arbuste
Garcinia kola Heckel	Clusiaceae	mPh	GC	Arbre
Garcinia livingstonei T.Anders.	Clusiaceae	mph	SZ	Arbre
Gardenia aqualla Stapf & Hutch.	Rubiaceae	nph	SZ	Arbuste
Gardenia erubescens Stapf & Hutch.	Rubiaceae	nph	SZ	Arbuste
Gardenia ternifolia Schumach. & Thonn. ssp. *Ternifolia*	Rubiaceae	nph	SZ	Arbuste
Geophila obvallata Didr	Rubiaceae	Ch	GC	Herbe
Geophila repens (L.) I. M. Johnst	Rubiaceae	Ch	Pt	Herbe
Gloriosa superba L.	Colchicaceae	Gb	GC	Liane
Gmelina arborea Roxb.	Lamiaceae	Cultivée	Cultivée	Arbre
Grewia barteri Burret	Malvaceae	mph	SZ	Arbuste
Grewia cissoides Hutch. & Dalziel.	Malvaceae	nph	S	Arbuste
Grewia venusta Fresen. Syn. *Grewia mollis* Auct.; G. pubescens (DC.) O. Kuntze	Malvaceae	nph	SZ	Arbuste
Gymnanthemum amygdalinum (Delile) Sch. Bip. ex Walp.	Asteraceae	nph	At	Arbuste
Gymnanthemum coloratum (Willd.) H. Rob. & B. Kahn	Asteraceae	mph	SZ	Arbuste
Habenaria laurentii De Wild.	Orchidaceae	Hc	GC	Herbe
Habenaria occidentalis (Lindl.) Summerh	Orchidaceae	Hc	SG	Herbe

Haumaniastrum caeruleum (Oliv.) J.K. Morton	Lamiaceae	Ch	SG	Herbe
Hexalobus crispiflorus A. Rich.	Annonaceae	mPh	GC	Arbre
Hexalobus monopetalus (A.Rich.) Engl. & Diels	Annonaceae	mph	SZ	Arbuste
Hibiscus articulatus Hochst. ex A. Rich.	Malvaceae	Hc	Pra	Arbuste
Hibiscus asper Hook.f.	Malvaceae	Th	SG	Herbe
Hibiscus rostellatus Guill. & Perr.	Malvaceae	Lnph	At	Arbute
Hibiscus sidiformis Baill	Malvaceae	Ch	Am	Herbe
Hibiscus surattensis L.	Malvaceae	Lnph	Pal	Herbe
Hippocratea africana Syn. *Loeseneriella africana* Willd.	Celastraceae	Lmph	SZ	Liane
Hippocratea apocynoides (Welw. ex Oliv.) J. Raynal	Celastraceae	Lmph	GC	Liane
Holarrhena floribunda (G.Don) Durand & Schinz	Apocynaceae	mPh	SG	Arbuste
Holoptelea grandis (Hutch.) Mildbr.	Ulmaceae	MPh	GC	Arbre
Hoslundia opposita Vahl.	Lamiaceae	Ch	SG	Arbuste
Hybanthus enneaspermus (L.) F.Muell.	Violaceae	Ch	Pal	
Hymenocardia acida Tul.	Phyllanthaceae	mph	SG	Arbuste
Hyparrhenia involucrata Stapf var. *involucrata*	Poaceae	Th	SZ	Herbe
Hyparrhenia smithiana (Hook.f.) Stapf var. *major* W.D.Clayton	Poaceae	Hc	SG	Herbe
Hyparrhenia welwitschii (Rendle) Stapf	Poaceae	Th	SG	Herbe
Hypoestes verticillaris (L.f.) Sol. ex Roem. & Schult	Acanthaceae	nph	GC	Herbe
Hypselodelphys violacea (Ridl.) Milne-Redh	Marantaceae	Lnph	GC	Herbe
Hyptis suaveolens (L.) Poit.	Lamiaceae	Th	Pal	Herbe
Imperata cylindrica (L.) P.Beauv.	Poaceae	Gr	SG	Herbe
Indigofera capitata Kotschy	Fabaceae	Th	At	Arbuste
Indigofera dendroides Jacq.	Fabaceae	Gr	SG	Arbuste
Indigofera hirsuta L. var. *hirsuta*	Fabaceae	Ch	Pt	Herbe
Indigofera leprieurii Baker f.	Fabaceae	Th	SZ	Herbe
Indigofera microcarpa Desv.	Fabaceae	Th	SG	Herbe
Indigofera paniculata Vahl ex Pers. ssp. *Paniculata*.	Fabaceae	Th	SZ	Herbe
Indigofera pulchra Willd.	Fabaceae	Th	SG	Herbe

Indigofera trita var. *subulata* (Vahl ex Poir.) Ali	Fabaceae	Ch	GC	Herbe
Ipomoea argentaurata Hallier f.	Convolvulaceae	Lnph	SZ	Herbe
Ipomoea eriocarpa R.Br.	Convolvulaceae	LTh	Pal	Herbe
Ipomoea mauritiana Jacquin	Convolvulaceae	Lmph	Pt	Herbe
Isoberlinia doka Craib & Stapf.	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Ixora brachypoda DC.	Rubiaceae	mph	SG	Arbuste
Jasminum dichotomum Vahl	Oleaceae	Lmph	SG	Arbuste
Jasminum pauciflorum Benth.	Oleaceae	Lmph	GC	Arbre
Keetia cornelia (Cham. & Schltdl.) Bridson	Rubiaceae	Lmph	SZ	Arbuste
Keetia hispida (Benth.) Bridson	Rubiaceae	Lmph	GC	
Keetia mannii (Hiern) Bridson	Rubiaceae	Lmph	GC	Arbuste
Keetia multiflora (Schumach. & Thonn.) Bridson.	Rubiaceae	Lmph	GC	Arbuste
Keetia venosa (Oliv.) Bridson	Rubiaceae	Lmph	SG	Arbuste
Khaya grandifoliola C. DC.	Meliaceae	MPh	GC	Arbre
Khaya senegalensis (Desr.) A.Juss.	Meliaceae	mPh	SZ	Arbre
Kigelia africana (Lam.) Benth.	Bignoniaceae	mph	SG	Arbre
Kinghamia macrocephala (Oliv. & Hiern) C. Jeffrey	Asteraceae	nph	SG	Herbe
Kinghamia nigritana (Benth.) C. Jeffrey	Asteraceae	nph	SG	Herbe
Kyllinga erecta Schumach.	Cyperaceae	Gr	At	Herbe
Kyllinga pumila Michx.	Cyperaceae	Th	Pt	Arbuste
Landolphia hirsuta (Hua) Pichon	Apocynaceae	Lmph	GC	Liane
Landolphia owariensis P. Beauv.	Apocynaceae	LmPh	GC	Liane
Landolphia togolana (Hallier f.) Pichon	Apocynaceae	Lmph	GC	Liane
Lannea acida A.Rich. s.l.	Anacardiaceae	mph	SG	Arbre
Lannea barteri (Oliv.) Engl.	Anacardiaceae	mph	SG	Arbre
Lannea nigritana (Sc.Elliot) Keay var. *nigritana*	Anacardiaceae	mPh	GC	Arbre
Lantana trifolia L.	Verbenaceae	Ch	Pal	Herbe
Lantana ukambensis (Vatke) Verdc.	Verbenaceae	nph	SZ	Herbe
Laportea aestuans (L.) Chew	Urticaceae	Th	At	Herbe

Launaea rarifolia (Oliv. & Hiern) Boulos	Asteraceae	Hc	Am	Herbe
Lecaniodiscus cupanioides Planch. Ex Benth	Sapindaceae	mph	GC	Arbuste
Leea guineensis G. Don	Vitaceae	mph	SG	Herbe
Leonotis nepetifolia Schimp. ex Benth.	Lamiaceae	Ch	GC	Herbe
Lepidagathis alopecuroides (Vahl) R.Br. ex Griseb.	Acanthaceae	Ch	SG	Herbe
Lepidagathis anobrya Nees.	Acanthaceae	Th	SZ	Herbe
Lepidagathis collina (Endl.) Milne-Redh.	Acanthaceae	Ch	SZ	Herbe
Leptoderris brachyptera (Benth.) Dunn	Fabaceae	Lmph	GC	Arbuste
Leucaena leucocephala (Lam.) De Wit	Fabaceae	Cultivée	Cultivée	Arbuste
Leucas martinicensis (Jacq.) R.Br.	Lamiaceae	Th	SG	Herbe
Linociera nilotica Oliv.	Oleaceae	mph	GC	Arbuste
Lippia multiflora Moldenke.	Verbenaceae	Ch	SG	Herbe
Lippia rugosa A. Chev	Verbenaceae	Ch	SG	Herbe
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth	Fabaceae	mPh	Pra	Arbre
Lophira lanceolata Tiegh. ex Keay.	Ochnaceae	mPh	SZ	Arbre
Macrosphyra longistyla (DC.) Hiern.	Rubiaceae	Lmph	SG	Arbuste
Macrotyloma biflorum (Schum. & Thonn.) Hepper	Fabaceae	Lnph	SG	Herbe
Mangifera indica L.	Anacardiaceae	Cultivée	Cultivée	Arbre
Manihot glaziovii Müll. Arg.	Euphorbiaceae	mPh	Am	Arbuste
Manilkara multinervis (Baker ex Oliv.) Dubard	Sapotaceae	mph	SG	Arbre
Margaritaria discoidea (Baill.) Webster.	Phyllanthaceae	mph	SG	Arbre
Mariscus cylindristachyus Steud. Syn. *Mariscus alternifolius* auct.	Cyperaceae	Hc	Pt	Herbe
Markhamia tomentosa (Benth.) K.Schum. ex Engl.	Bignoniaceae	mph	GC	Arbuste
Melanthera elliptica O.Hoffm.	Asteraceae	Th	At	Herbe
Melanthera scandens (Schumach. & Thonn.) Roberty	Asteraceae	Th	At	Herbe
Melinis repens (Willd.) Zizka ssp. *repens*	Poaceae	Th	At	Herbe
Melochia corchorifolia L.	Malvaceae	Ch	SG	Herbe
Merremia umbellata Vahl	Convolvulaceae	Lnph	SZ	Herbe
Mikania cordata Hilliard	Asteraceae	mph	Am	Herbe

Milicia excelsa (Welw.) C.C.Berg	Moraceae	MPh	SG	Arbre
Millettia thonningii (Schumach. & Thonn.) Baker.	Fabaceae	mph	GC	Arbre
Mimosa pudica L.	Fabaceae	Lnph	Pt	Herbe
Mitragyna inermis (Willd.) Kuntze.	Rubiaceae	mph	SZ	Arbuste
Mnesithea granularis (L.) Koning & Sosef.	Poaceae	Th	SG	Herbe
Mollugo nudicaulis Lam	Molluginaceae	Th	Pal	Herbe
Momordica charantia L.	Cucurbitaceae	Lmph	Pt	Liane
Momordica cissoides Planch. ex Benth.	Cucurbitaceae	Lnph	GC	Liane
Mondia whiteii (Hook.f.) Skeels	Apocynaceae	Lnph	At	Liane
Monechma ciliatum (Jacq.) Milne-Redh.	Acanthaceae	Th	SG	Herbe
Monechma depauperatum (T. Anders.) C.B.CI.	Acanthaceae	Ch	At	Herbe
Monocymbium ceresiiforme (Nees) Stapf.	Poaceae	Hc	SG	Herbe
Monodora tenuifolia Benth.	Annonaceae	mPh	GC	Arbre
Monotes kerstingii Gilg.	Dipterocarpaceae	mph	SZ	Arbre
Morinda lucida Benth.	Rubiaceae	mPh	GC	Arbre
Moringa oleifera Lam	Moringaceae	mph	Pt	Arbuste
Motandra guineensis (Thonn.) A.DC.	Apocynaceae	Lmph	SG	Liane
Mucuna pruriens (L.) DC. var. *pruriens*	Fabaceae	Th	SG	Liane
Mukia maderaspatana (L.) M.Roem.	Cucurbitaceae	LTh	Pt	Liane
Murdannia simplex (Vahl) Brenan	Commelinaceae	Gr	SZ	Herbe
Mussaenda elegans Schumach. & Thonn.	Rubiaceae	Lmph	GC	Arbuste
Napoleonaea imperialis P. Beauv.	Lecythidaceae	mph	GC	Arbre
Napoleonaea vogelii Hook. & Planch. Syn *Napoleonaea leonensis*	Lecythidaceae	mph	GC	Arbuste
Nauclea latifolia Blanco	Rubiaceae	Lmph	SZ	Arbuste
Nelsonia canescens (Lam.)Spreng.	Acanthaceae	Gr	Pt	Herbe
Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott.	Davalliaceae	Hc	Pt	Herbe
Nervilia bicarinata (Blume) Schltr.	Orchidaceae	Gt	SG	Herbe
Nervilia kotschyi (Rchb.f.) Schltr.	Orchidaceae	Gt	At	Herbe
Newbouldia laevis (P. Beauv.) Seem. ex Bureau	Bignoniaceae	mph	GC	Arbuste

Ochna rhizomatosa (Van. Tiegh.) Keay	Ochnaceae	nph	SZ	Arbuste
Ochna schweinfurthiana F.Hoffm.	Ochnaceae	mph	SZ	Arbuste
Olax subscorpioidea Oliv. var. *Subscorpioidea*	Olacaceae	mph	SG	Arbuste
Olyra latifolia L.	Poaceae	Hc	Pra	Herbe
Oncoba spinosa Forssk.	Salicaceae	mph	SG	Arbuste
Ophioglossum vulgatum L.	Ophioglossaceae	Ep	GC	Herbe
Opilia amentacea Roxb.	Opiliaceae	Lmph	SG	Liane
Oplismenus burmannii (Retz.) P. Beauv.	Poaceae	Th	Pt	Herbe
Oplismenus hirtellus (L.) P.Beauv.	Poaceae	Hc	SG	Herbe
Oxyanthus speciosus DC.	Rubiaceae	mPh	At	Arbuste
Oxyanthus unilocularis Hiern	Rubiaceae	mph	GC	Arbuste
Oxytenanthera abyssinica (A.Rich.) Munro	Poaceae	mph	SZ	Herbe
Pandiaka angustifolia (Vahl) Hepper	Amaranthaceae	Th	SG	Herbe
Pandiaka heudelotii (Moq.) Benth. & Hook.f. ex B.D.Jacks	Amaranthaceae	Th	SZ	Herbe
Pandiaka involucrata (Moq.) Hook.f.	Amaranthaceae	Th	SZ	Herbe
Panicum congoense Franch.	Poaceae	Hc	SZ	
Panicum maximum. Syn: *Urochloa maxima* (Jacq.) R.D. Webster	Poaceae	Hc	Aa	Herbe
Panicum pansum Rendle.	Poaceae	Th	SG	Herbe
Pararistolochia goldieana (Hook. f.) Hutch. & Dalz.	Aristolochiaceae	Lmph	GC	Liane
Parinari congensis F.Didr.	Chrysobalanaceae	MPh	GC	Arbre
Parinari curatellifolia Planch. ex Benth.	Chrysobalanaceae	mph	SZ	Arbuste
Parkia biglobosa (Jacq.) R.Br. ex Benth.	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Paspalum scrobiculatum L.	Poaceae	Hc	Pal	Herbe
Paullinia pinnata L.	Sapindaceae	Lmph	SG	Liane
Pavetta corymbosa Houtt. ex Roem. & Schult.	Rubiaceae	mph	SG	Arbuste
Pavetta crassipes K.Schum.	Rubiaceae	mph	SZ	Arbuste
Pennisetum pedicellatum Trin.	Poaceae	Th	SG	Herbe
Pennisetum polystachion (L.) Schult. ssp. *polystachion*	Poaceae	Th	SG	Herbe

Pennisetum unisetum Schinz	Poaceae	Hc	At	Herbe
Pentadesma butyracea Sabine.	Clusiaceae	mPh	SG	Arbre
Pericopsis laxiflora (Benth. ex Baker) Meeuwen.	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Periploca nigrescens Afzel. Syn. *Parquetina nigrescens*	Apocynaceae	LmPh	GC	Liane
Phaulopsis barteri (T. Anders.) Lindau	Acanthaceae	Ch	Pra	Herbe
Phaulopsis ciliata (Willd.) Hepper	Acanthaceae	Ch	SG	Herbe
Phaulopsis imbricata (Forssk.)Sweet.	Acanthaceae	Ch	At	Herbe
Philenoptera cyanescens (Schumach. & Thonn.) Roberty. Syn: *Lonchocarpus cyanescens* (Schum. & Thonn.) Benth.	Fabaceae	LmPh	SG	Arbuste
Phoenix reclinata Jacq.	Arecaceae	mph	SG	Arbuste
Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.	Phyllanthaceae	Th	Pt	Herbe
Phyllanthus muellerianus (Kuntze) Exell	Phyllanthaceae	nph	At	Arbuste
Physalis angulata L.	Solanaceae	Th	Pt	Herbe
Pierreodendron kerstingii (Engl.) Little	Simaroubaceae	mPh	GC	Arbre
Piliostigma thonningii (Schumach.) Milne-Redh.	Fabaceae	mph	SG	Arbuste
Platostoma africanum P.Beauv.	Lamiaceae	Th	Pal	Herbe
Platycerium elephantotis Schweinf.Syn: *Platycerium angolense* Welw. ex Hook.	Polypodiaceae	Ep	At	Herbe
Polysphaeria arbuscula K.Schum	Rubiaceae	mph	SZ	Arbuste
Pouteria alnifolia (Baker) Roberty var. *Alnifolia.*	Sapotaceae	mph	SG	Arbuste
Pouzolzia guineensis Benth.	Urticaceae	Ch	SG	Herbe
Premna angolensis Gürke	Lamiaceae	mph	At	Arbuste
Prosopis africana (Guill. & Perr.) Taub.	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Protea madiensis Oliv. ssp. *Madiensis*	Proteaceae	mph	SZ	Arbuste
Pseudarthria confertiflora (A.Rich.) Baker	Fabaceae	nph	SZ	Arbuste
Pseudarthria hookeri Wight & Arn. var. *hookeri*	Fabaceae	Gr	SZ	Herbe
Pseudocedrela kotschyi (Schweinf.) Harms	Meliaceae	mph	SZ	Arbre
Pseudospondias microcarpa (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa*	Anacardiaceae	mPh	At	Arbre

Psorospermum alternifolium Hook. f.	Clusiaceae	mph	GC	
Psorospermum febrifugum Spach.	Clusiaceae	mph	SG	Arbuste
Psorospermum glaberrimum Hochr.	Clusiaceae	mph	SG	Arbuste
Psychotria calva Hiern	Rubiaceae	nph	GC	Arbuste
Psychotria psychotrioides (DC.) Roberty.	Rubiaceae	mph	SG	Arbuste
Psychotria vogeliana Benth.	Rubiaceae	nph	SG	Arbuste
Psydrax acutiflora (Hiern) Bridson	Rubiaceae	nph	GC	
Psydrax horizontalis (Schumach. & Thonn.) Bridson	Rubiaceae	Lmph	SG	Arbuste
Pteleopsis suberosa Engl. & Diels.	Combretaceae	mph	SZ	Arbuste
Pterocarpus erinaceus Poir.	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Pterocarpus santalinoides L'Hér. ex DC.	Fabaceae	mPh	Pra	Arbre
Pupalia lappacea (L.) Juss.	Amaranthaceae	Ch	Pal	Herbe
Raphia sudanica A. Chev.	Arecaceae	mph	SZ	Arbre
Rauvolfia vomitoria Afzel.	Apocynaceae	mph	SG	Arbuste
Reissantia indica (Willd.) N. Hallé	Celastraceae	Lmph	GC	Liane
Rhaphiostylis beninensis (Hook.f. ex Planch.) Planch. ex Benth.	Icacinaceae	Lnph	GC	
Rhigiocarya racemifera Miers	Menispermaceae	Lmph	GC	Liane
Rhynchosia minima (L.) DC.	Fabaceae	Th	Pt	Herbe
Rhynchosia pycnostachya (DC.) Meikle	Fabaceae	Lmph	GC	Herbe
Rhynchosia viscosa (Roth) DC.	Fabaceae	Lnph	Pal	Herbe
Ritchiea capparioides (Andr.) Britten var. *capparoides*	Capparaceae	mph	SG	Arbre
Ritchiea erecta Hook. f. Syn. *Ritchiea pentaphylla* Gilg & Bened.	Capparaceae	nph	SG	Arbuste
Rothmannia longiflora Salisb.	Rubiaceae	mph	GC	Arbuste
Rottboellia cochinchinensis (Lour.) Clayton.	Poaceae	Th	SG	Herbe
Rourea coccinea (Thonn. ex Schumach.)Benth.	Connaraceae	nph	GC	Arbuste
Rourea thomsonii (Baker) JongKind Syn: *Jaundea pinnata* (P. Beauv.)	Connaraceae	Lmph	GC	Arbuste
Rytigynia canthioides (Benth.) Robyns	Rubiaceae	mph	GC	

Rytigynia nigerica (S.Moore) Robyns.	Rubiaceae	mph	GC	Arbuste
Saba comorensis (Boj.) Pichon	Apocynaceae	Lmph	SG	Liane
Saba senegalensis (A.DC.) Pichon	Apocynaceae	Lmph	SG	
Sabicea brevipes Wernham.	Rubiaceae	Lmph	SG	Liane
Salacia longipes (Oliv.) N.Hallé	Celastraceae	nph	GC	Arbuste
Salacia pallescens Oliv.	Celastraceae	nph	GC	Arbuste
Sansevieria liberica hort. ex Gerome & Labroy.	Asparagaceae	Gr	SG	Herbe
Sarcocephalus latifolius (Sm.) E.A.Bruce.	Rubiaceae	Lmph	SG	Arbuste
Scadoxus multiflorus (Martyn) Raf.	Amaryllidaceae	Gb	SG	Herbe
Schizachyrium brevifolium (Sw.) Nees var. *brevifolium*	Poaceae	Th	Pt	Herbe
Schizachyrium exile (Hochst.) Pilg.	Poaceae	Th	SG	Herbe
Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alston	Poaceae	Hc	SG	Herbe
Schrebera arborea A. Chev.	Oleaceae	mPh	GC	Arbre
Schwenckia americana L.	Solanaceae	Th	SG	Herbe
Scleria bulbifera Hochst. ex A. Rich.	Cyperaceae	Gr	At	Arbuste
Scleria depressa (C. B. Cl.) Nelmes	Cyperaceae	Gr	SG	Herbe
Scleria verrucosa Willd.	Cyperaceae	Gt	At	Herbe
Sclerocarpus africanus Jacq. ex Murr.	Asteraceae	Th	SZ	Herbe
Sclerocarya birrea (A.Rich.) Hochst.	Anacardiaceae	mph	SZ	Arbre
Scoparia dulcis L.	Plantaginaceae	Ch	Pt	Herbe
Secamone afzelii (Roem. & Schult.) K.Schum.	Apocynaceae	Lmph	SG	Liane
Securidaca longepedunculata Fresen.	Polygonaceae	mph	SZ	Arbuste
Senna occidentalis (L.) Link.	Fabaceae	Ch	SG	Herbe
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & Barneby.	Fabaceae	mPh	Pt	Arbre
Sericanthe chevalieri (K.Krause) Robbr. var. *velutina* Robbr.	Rubiaceae	mph	SZ	Arbuste
Setaria barbata (Lam.) Kunth	Poaceae	Th	Pt	Herbe
Setaria longiseta P. Beauv.	Poaceae	Hc	At	Herbe

Setaria megaphylla (Steud.)Th. Dur. & Schinz	Poaceae	Hc	Pt	Herbe
Sida acuta Burm.f. ssp. *acuta*	Malvaceae	Ch	Pt	Herbe
Sida cordifolia L.	Malvaceae	Ch	SG	Herbe
Sida linifolia Juss. ex Cav.	Malvaceae	Ch	SG	Herbe
Sida rhombifolia L. ssp. *alnifolia* (L.)	Malvaceae	Ch	SG	Herbe
Sida urens L. var. *urens*	Malvaceae	Gr	SG	Herbe
Siphonochilus aethiopicus (Schweinf.) B.L.Burtt	Zingiberaceae	Gr	SZ	Herbe
Smilax anceps Willd.	Smilacaceae	Lmph	SG	Liane
Solanum dasyphyllum Schumach. & Thonn	Solanaceae	nph	Am	Arbuste
Solenostemon monostachyus (P.Beauv.) Briq. ssp *monostachyus*	Lamiaceae	Th	SG	Herbe
Spermacoce filifolia (Schumach. & Thonn.) J.-P.Lebrun & Stork	Rubiaceae	Th	SZ	Herbe
Spermacoce octodon (Hepper)J.-P. Lebrun & Stork	Rubiaceae	Ch	SZ	Herbe
Spermacoce radiata (DC.) Hiern.	Rubiaceae	Th	SG	Herbe
Spermacoce stachydea DC. var. *stachydea*	Rubiaceae	Th	SG	Herbe
Spondias mombin L.	Anacardiaceae	mph	Pt	Arbre
Sporobolus festivus Hochst. ex A.Rich	Poaceae	Hc	Pra	Herbe
Sporobolus pyramidalis P.Beauv.	Poaceae	Hc	SG	Herbe
Steganotaenia araliacea Hochst.	Apiaceae	mph	SG	Arbre
Sterculia setigera Delile.	Malvaceae	mph	SZ	Arbre
Sterculia tragacantha Lindl.	Malvaceae	mPh	SG	Arbre
Stereospermum kunthianum Cham.	Bignoniaceae	mph	SZ	Arbre
Streptogyna crinita P. Beauv.	Poaceae	Hc	As	Herbe
Strophanthus sarmentosus DC.	Apocynaceae	LmPh	SG	Liane
Strychnos innocua Delile	Loganiaceae	mph	SZ	Arbuste
Strychnos nigritana Baker	Loganiaceae	Lmph	GC	Liane
Strychnos spinosa Lam.	Loganiaceae	mph	SZ	Arbuste
Strychnos splendens Gilg	Loganiaceae	Lmph	GC	Liane

Stylochiton hypogaeus Lepr.	Araceae	Gt	SZ	
Stylochiton lancifolius Kotschy & peyr.	Araceae	Gt	S	
Swartzia madagascariensis Desv. Syn: *Bobgunnia madagascariensis* (Desv.) J.H. Kirkbr. & Wiersema	Fabaceae	mph	SZ	Arbre
Synaptolepis retusa H.H.W.Pearson.	Malvaceae	Gr	SZ	Arbuste
Synedrella nodiflora (L.) Gaertn.	Asteraceae	Th	Pt	Herbe
Synsepalum brevipes (Baker) T.D.Penn.	Sapotaceae	mPh	At	
Syzygium guineense (Willd.) DC. var. *guineense*	Myrtaceae	mph	SG	Arbre
Tacca leontopetaloides (L.) Kuntze.	Dioscoreaceae	Gt	SZ	Herbe
Talinum triangulare (Jacq.) Willd.	Talinaceae	Ch	Pal	Herbe
Tamarindus indica L.	Fabaceae	mph	SG	Arbre
Tectona grandis L.f.	Lamiaceae	Cultivée	Cultivée	Arbre
Tephrosia bracteolata Guill. & Perr.	Fabaceae	Th	SG	Arbuste
Tephrosia nana Schweinf.	Fabaceae	Th	SZ	Herbe
Tephrosia pedicellata Baker	Fabaceae	Gr	SG	Herbe
Tephrosia platycarpa Guill. & Perr.	Fabaceae	Th	SG	Arbuste
Terminalia avicennioides Guill. & Perr.	Combretaceae	mph	SZ	Arbuste
Terminalia glaucescens Planch. Ex Benth.	Combretaceae	mph	SZ	Arbuste
Terminalia laxiflora Engl.	Combretaceae	mph	SZ	Arbuste
Terminalia macroptera Guill. & Perr.	Combretaceae	mph	SZ	Arbuste
Terminalia superba Engl. & Diels	Combretaceae	MPh	GC	Arbre
Tetracera alnifolia Willd.	Dilleniaceae	Lmph	SG	Liane
Tetrapleura tetraptera (Schum. & Thonn.) Taub.	Fabaceae	mPh	GC	Arbre
Thelepogon elegans Roth ex Roem. & Schult.	Poaceae	Th	Pal	Herbe
Tinnea barteri Gürke.	Lamiaceae	Ch	SZ	Herbe
Tragia senegalensis Müll.Arg.	Euphorbiaceae	Gr	SG	Liane
Trema orientalis (L.) Blume	Cannabaceae	mph	Pt	Arbuste
Tricalysia okelensis Hiern var. *Okelensis*.	Rubiaceae	mph	SG	Arbuste
Tricalysia reticulata (Benth.) Hiern	Rubiaceae	mph	GC	Arbuste

Trichilia emetica Vahl.	Meliaceae	mph	SZ	Arbre
Trichilia megalantha Harms	Meliaceae	mPh	GC	Arbre
Trichilia prieureana A. Juss. subsp. *Prieureana*	Meliaceae	mph	GC	Arbuste
Triclisia subcordata Oliv.	Menispermaceae	Lnph	At	Arbute
Tridax procumbens L.	Asteraceae	Th	SG	Herbe
Trilepisium madagascariense DC. Syn. *Bosqueia angolensis* Ficalho	Moraceae	MPh	Am	
Triumfetta cordifolia A.Rich.	Malvaceae	Ch	Pt	Arbuste
Triumfetta dubia De Wild.	Malvaceae	Ch	SG	Arbuste
Triumfetta pentandra A.Rich.	Malvaceae	Th	At	Arbuste
Tylophora dahomensis K.Schum.	Apocynaceae	Lmph	SG	Liane
Tylophora sylvatica Decne.	Apocynaceae	Lnph	SG	Liane
Uapaca guineensis Muell. Arg.	Phyllanthaceae	mPh	GC	Arbre
Uapaca heudelotii Baill.	Phyllanthaceae	mPh	GC	Arbre
Uapaca togoensis Pax.	Phyllanthaceae	mPh	SG	Arbuste
Uraria picta (Jacq.) DC.	Fabaceae	Gr	SG	Herbe
Usteria guineensis Willd.	Loganiaceae	Lmph	GC	Liane
Uvaria chamae P.Beauv.	Annonaceae	Lmph	SG	Arbuste
Vangueriella nigerica (Robyns) Verdc. Syn. *Vangueriopsis nigerica* Robyns	Rubiaceae	mph	SG	Arbuste
Vangueriella spinosa (Schumach. & Thonn.) Verdc.	Rubiaceae	mph	SG	Arbuste
Ventilago africana Exell	Rhamnaceae	Lmph	GC	Liane
Vernonia cinerea (L.) Less.	Asteraceae	Th	SZ	Herbe
Vernonia colorata (Willd.) Drake.	Asteraceae	mph	SG	Arbuste
Vernonia glaberrima Welw. Ex O.Hoffm.	Asteraceae	Gr	SZ	Arbuste
Vernonia guineensis Benth. var. *guineensis*	Asteraceae	Gr	SZ	Herbe
Vernonia nigritiana Oliv. & Hiern.	Asteraceae	Gr	SZ	Herbe
Vernonia pumila Kotschy & Peyr.	Asteraceae	Th	SZ	Herbe
Vernonia purpurea Sch.Bip. ex Walp.	Asteraceae	Gr	SZ	Herbe
Vigna multinervis Hutch. & Dalziel	Fabaceae	Lnph	SG	Herbe
Vigna racemosa (G.Don) Hutch. & Dalziel	Fabaceae	Lmph	SG	Herbe

Vigna reticulata Hook.f.	Fabaceae	Lmph	SG	Herbe
Vitellaria paradoxa C.F.Gaertn. ssp. *Paradoxa*	Sapotaceae	mph	SZ	Arbre
Vitex doniana Sweet.	Lamiaceae	mPh	SG	Arbre
Vitex grandifolia Gürke	Lamiaceae	mph	GC	Arbuste
Vitex madiensis Oliv. subsp. *Madiensis*.	Lamiaceae	mph	SZ	Arbuste
Voacanga africana Stapf	Apocynaceae	mph	At	Arbuste
Waltheria indica L.	Malvaceae	Gr	Pt	Herbe
Wissadula amplissima (L.) R.E.Fries var. *rostrata* (Schumach. & Thonn.) R.E. Fries.	Malvaceae	Ch	SG	Herbe
Xylopia parviflora (A. Rich.) Benth.	Annonaceae	mph	SG	Arbuste
Zanha golungensis Hiern.	Sapindaceae	mph	SG	Arbre
Zanthoxylum zanthoxyloides (Lam.) Zepernick & Timler.	Rutaceae	mph	SG	Arbre
Zapoteca portoricensis (Jacq.) H. M. Hern. syn. *Calliandra portoricensis* (Jacq.) benth.	Fabaceae	mph	SG	Herbe
Zehneria capillacea (Schumach. and Thonn.) C. Jeffrey	Cucurbitaceae	Lnph	At	Liane

Annexe 2 : Liste et poucentage des familles des espèces recensées

Familles	Pourcentage genres	Pourcentage espèces
Combretaceae	1,11	2,84
Cyperaceae	1,67	2,50
Moraceae	1,39	2,34
Acanthaceae	2,23	2,17
Commelinaceae	1,39	2,00
Phyllanthaceae	1,95	2,00
Dioscoreaceae	0,56	1,67
Asparagaceae	1,39	1,50
Anacardiaceae	1,67	1,34
Araceae	1,11	1,34
Sapindaceae	1,67	1,34
Amaranthaceae	1,39	1,17
Annonaceae	1,67	1,17
Meliaceae	1,11	1,17
Orchidaceae	1,11	1,17
Clusiaceae	0,84	1,00
Euphorbiaceae	1,67	1,00
Arecaceae	1,39	0,83
Celastraceae	0,84	0,83
Cucurbitaceae	1,11	0,83
Loganiaceae	0,56	0,83
Sapotaceae	1,39	0,83
Bignoniaceae	1,11	0,67
Cannabaceae	0,56	0,67
Connaraceae	0,84	0,67
Convolvulaceae	0,56	0,67
Oleaceae	0,84	0,67
Verbenaceae	0,56	0,67
Amaranthaceae	0,56	0,50
Ochnaceae	0,56	0,50
Passifloraceae	0,28	0,50
Rutaceae	0,84	0,50
Solanaceae	0,84	0,50
Zingiberaceae	0,56	0,50
Aristolochiaceae	0,56	0,33
Capparaceae	0,28	0,33
Chrysobalanaceae	0,28	0,33
Costaceae	0,28	0,33
Ebenaceae	0,28	0,33
Gentianaceae	0,28	0,33

Familles	Pourcentage genres	Pourcentage espèces
Lecythidaceae	0,28	0,33
Menispermaceae	0,56	0,33
Myrtaceae	0,56	0,33
Primulaceae	0,28	0,33
Salicaceae	0,56	0,33
Urticaceae	0,56	0,33
Alismataceae	0,28	0,17
Apiaceae	0,28	0,17
Araliaceae	0,28	0,17
Azollaceae	0,28	0,17
Bixaceae	0,28	0,17
Cleomaceae	0,28	0,17
Colchicaceae	0,28	0,17
Davalliaceae	0,28	0,17
Dilleniaceae	0,28	0,17
Dipterocarpaceae	0,28	0,17
Hypoxidaceae	0,28	0,17
Icacinaceae	0,28	0,17
Malpighiaceae	0,28	0,17
Marantaceae	0,28	0,17
Molluginaceae	0,28	0,17
Moringaceae	0,28	0,17
Nyctaginaceae	0,28	0,17
Olacaceae	0,28	0,17
Ophioglossaceae	0,28	0,17
Opiliaceae	0,28	0,17
Oxalidaceae	0,28	0,17
Pedaliaceae	0,28	0,17
Plantaginaceae	0,28	0,17
Polygonaceae	0,28	0,17
Polypodiaceae	0,28	0,17
Proteaceae	0,28	0,17
Pteridaceae	0,28	0,17
Ranunculaceae	0,28	0,17
Rhamnaceae	0,28	0,17
Simaroubaceae	0,28	0,17
Smilacaceae	0,28	0,17
Talinaceae	0,28	0,17
Ulmaceae	0,28	0,17
Violaceae	0,28	0,17
Woodsiaceae	0,28	0,17

Annexe 3: Liste des espèces végétales ligneuses (dbh≥10 cm) recensées

FAMILLES	GENRES	ESPECES
Anacardiaceae	Anacardium	*Anacardium occidentale* L.
	Lannea	*Lannea acida* A. Rich.
		Lannea barteri (Oliv.) Engl.
		Lannea nigritana (Sc.Elliot) Keay var. *nigritana*
	Mangifera	*Mangifera indica* L.
	Sclerocarya	*Sclerocarya birrea* A. Rich. (Hochst)
	Spondias	*Spondias mombin* L.
Annonaceae	Hexalobus	*Hexalobus crispiflorus* A. Rich.
		Hexalobus monopetalus (A. Rich.) Engl. & Diels
	Xylopia	*Xylopia parviflora* Spruce
Apocynaceae	Holarrhena	*Holarrhena floribunda* (G.Don) Durand & Schinz
	Voacanga	*Voacanga africana* Stapf
Araliaceae	Cussonia	*Cussonia arborea* Hochst. ex A. Rich.
Asparagaceae	Dracaena	*Dracaena arborea* (Willd.) Link
Bignoniaceae	Kigelia	*Kigelia africana* (Lam.) Benth.
	Newbouldia	*Newbouldia laevis* (P. Beauv.) Seem. ex Bureau
	Stereospermum	*Stereospermum kunthianum* Cham. Var. *kunthianum*
Cannabaceae	Celtis	*Celtis brownii* Rendle
		Celtis toka (Forssk.) Hepper & J. R. I. Wood Syn. *C. integrifolia*
		Celtis zenkeri Engl.
	Trema	*Trema orientalis* (L.) Blume
Celastraceae	Hippocratea	*Hippocratea africana* (Willd.) Loes. ex Engl.
Chrysobalanaceae	Parinari	*Parinari curatellifolia* Planch. ex Benth.
Clusiaceae	Garcinia	*Garcinia kola* Heckel
		Garcinia livingstonei T.Anders.
	Pentadesma	*Pentadesma butyracea* Sabine.
Combretaceae	Anogeissus	*Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr.
	Combretum	*Combretum collinum* Fresen
		Combretum fragrans F. Hoffm.
		Combretum glutinosum Perr. ex DC.
		Combretum molle R. Br. ex G. Don
		Combretum nigricans Lepr. ex Guill. & Perr.
	Pteleopsis	*Pteleopsis suberosa* Engl. & Diels
	Terminalia	*Terminalia avicennioides* Guill. & Perr.
		Terminalia glaucescens Planch. ex Benth.
		Terminalia laxiflora Engl.
		Terminalia macroptera Guill. & Perr.
		Terminalia superba Engl. & Diels
Dipterocarpaceae	Monotes	*Monotes kerstingii* Gilg
Ebenaceae	Diospyros	*Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. DC.
		Diospyros monbuttensis Gürke
Gentianaceae	Anthocleista	*Anthocleista djalonensis* A. Chev.
		Anthocleista procera Lepr. ex Bureau
		Anthocleista vogelii Planch.

FAMILLES	GENRES	ESPECES
Hypericaceae	Psorospermum	*Psorospermum glaberrimum* Hochr.
Lamiaceae	Clerodendrum	*Clerodendrum polycephalum* Baker
	Gmelina	*Gmelina arborea* Roxb.
	Tectona	*Tectona grandis* L. f.
	Vitex	*Vitex doniana* Sweet
		Vitex grandifolia Gürke
Lecythidaceae	Napoleonaea	*Napoleonaea imperialis* P. Beauv.
		Napoleonaea vogelii Hook. & Planch.
Fabaceae (Leg.-Caes.)	Afzelia	*Afzelia africana* Smith
	Berlinia	*Berlinia grandiflora* (Vahl) Hutch. & Dalziel
	Burkea	*Burkea africana* Hook.
	Cassia	*Cassia sieberiana* DC.
	Daniellia	*Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel
	Delonix	*Delonix regia* (Boj. ex Hook.) Raf.
	Detarium	*Detarium microcarpum* Guill. & Perr
		Detarium senegalense J. F. Gmel.
	Erythrophleum	*Erythrophleum africanum* (Benth.) Harms
		Erythrophleum guineense G. Don
	Isoberlinia	*Isoberlinia doka* Craib & Stapf
	Piliostigma	*Piliostigma thonningii* (Schum.) Milne-Redh.
	Senna	*Senna siamea* (Lam.) H. S. Irwin & Barneby
	Tamarindus	*Tamarindus indica* L.
Fabaceae (Leg.-Mim.)	Acacia	*Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Delile
		Acacia polyacantha Willd.
	Albizia	*Albizia adianthifolia* W. Wight var. adianthifolia
		Albizia ferruginea (Guill. & Perr.) Benth.
		Albizia glaberrima (Schum. & Thonn.) Benth.
		Albizia zygia J. F. Macbr.
	Entada	*Entada abyssinica* Steud. ex A.Rich
		Entada africana Guill. & Perr.
	Leucaena	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit
	Parkia	*Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex Benth
	Prosopis	*Prosopis africana* (Guill. & Perr.) Taub.
Fabaceae (Leg.-Pap.)	Andira	*Andira inermis* (Wright) DC.
	Lonchocarpus	*Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth
	Millettia	*Millettia thonningii* (Schumach. & Thonn.) Baker.
	Pericopsis	*Pericopsis laxiflora* (Benth. ex Baker) Meeuwen.
	Pterocarpus	*Pterocarpus erinaceus* Poir.
		Pterocarpus santalinoides L'Hér. ex DC.
	Aganope	*Aganope stuhlmannii* (Taub.) Adema.
Loganiaceae	Strychnos	*Strychnos innocua* Delile
		Strychnos spinosa Lam.
Malvaceae	Bombax	*Bombax buonopozense* P. Beauv.
		Bombax costatum Pellegr. & Vuillet.
	Ceiba	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.
	Christiana	*Christiana africana* DC.

FAMILLES	GENRES	ESPECES
	Cola	*Cola gigantea* A. Chev.
		Cola millenii K. Schum.
	Dombeya	*Dombeya ledermannii* Engl.
	Sterculia	*Sterculia setigera* Delile.
		Sterculia tragacantha Lindl.
Meliaceae	Ekebergia	*Ekebergia capensis* Sparrm.
	Khaya	*Khaya grandifoliola* C. DC.
		Khaya senegalensis (Desr.) A.Juss.
	Pseudocedrela	*Pseudocedrela kotschyi* (Schweinf.) Harms
	Trichilia	*Trichilia emetica* Vahl.
		Trichilia megalantha Harms
		Trichilia prieureana A. Juss.
Moraceae	Antiaris	*Antiaris toxicaria* Lesch.
	Ficus	*Ficus asperifolia* Miq.
		Ficus dicranostyla Mildbr.
		Ficus exasperata Vahl
		Ficus glumosa Delile
		Ficus ovata Vahl
		Ficus polita Vahl subsp. *polita*
		Ficus sur Forssk.
		Ficus thonningii Blume
		Ficus umbellata Vahl
	Milicia	*Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg
	Trilepisium	*Trilepisium madagascariense* DC.
Moringaceae	Moringa	*Moringa oleifera* Lam.
Myrtaceae	Syzigium	*Syzygium guineense* (Willd.) DC.
	Eucalyptus	*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.
Ochnaceae	Lophira	*Lophira lanceolata* Tiegh. ex Keay.
	Ochna	*Ochna schweinfurthiana* F.Hoffm.
Olacaceae	Linociera	*Linociera nilotica* Oliv.
	Olax	*Olax subscorpioidea* Oliv.
Oleaceae	Schrebera	*Schrebera arborea* A. Chev.
Phyllanthaceae	Bridelia	*Bridelia ferruginea* Benth.
	Hymenocardia	*Hymenocardia acida* Tul.
	Margaritaria	*Margaritaria discoidea* (Baill.) Webster.
	Uapaca	*Uapaca guineensis* Muell. Arg.
		Uapaca heudelotii Baill.
		Uapaca togoensis Pax
Polygalaceae	Securidaca	*Securidaca longepedunculata* Fresen.
Rubiaceae	Crossopteryx	*Crossopteryx febrifuga* (G. Don) Benth.
	Fadogia	*Fadogia erythrophloea* (K. Schum. & K. Krause) Hutch. & Dalziel
	Mitragyna	*Mitragyna inermis* (Willd.) Kuntze.
	Morinda	*Morinda lucida* Benth.
	Pavetta	*Pavetta corymbosa* Houtt. ex Roem. & Schult.
	Sarcocephalus	*Sarcocephalus latifolius* (Sm.) E.A.Bruce.
	Sericanthe	*Sericanthe chevalieri* (K.Krause) Robbr.

FAMILLES	GENRES	ESPECES
	Tricalysia	*Tricalysia okelensis* Hiern
Rutaceae	Zanthoxylum	*Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lam.) Zepernick & Timler.
Salicaceae	Flacourtia	*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.
Sapindaceae	Allophyllus	*Allophylus africanus* P.Beauv.
	Blighia	*Blighia sapida* König.
		Blighia unijugata Bak.
	Lecaniodiscus	*Lecaniodiscus cupanioides* Planch.
	Zanha	*Zanha golungensis* Hiern.
Sapotaceae	Manilkara	*Manilkara multinervis* (Baker ex Oliv.) Dubard
	Pouteria	*Pouteria alnifolia* (Baker) Roberty
	Vitellaria	*Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn.
Simaroubaceae	Pierreodendron	*Pierreodendron kerstingii* (Engl.) Little
Ulmaceae	Holoptelea	*Holoptelea grandis* (Hutch.) Mildbr.

Annexe 4: Liste des espèces menacées et rares recensées dans la FCP

Espèces	**Statut IUCN inter**	**Statut IUCN Bénin**	**TB**	**TP**	**IR**
Andira inermis (Wright)DC.	LC	VU	mPh	SG	99,573
Combretum grandiflorum G. Don		CR	mPh	GC	99,573
Garcinia livingstonei T.Anders.		CR	mph	SZ	99,573
Landolphia togolana (Hallier f.) Pichon		EN	Lmph	GC	99,573
Terminalia superba Engl. & Diels		EN	MPh	GC	99,573
Tricalysia reticulata (Benth.) Hiern		CR	mph	GC	99,573
Trichilia megalantha Harms		EN	mPh	GC	99,573
Vitex grandifolia Gürke	LC	VU	mph	GC	99,573
Christiana africana DC.		EN	mPh	SZ	99,145
Embelia guineensis Baker		EN	Lmph	GC	98,718
Hexalobus crispiflorus A. Rich.	LC	EN	mPh	GC	98,718
Kigelia africana (Lam.) Benth.	LC	VU	mph	SG	98,718
Oncoba spinosa Forssk.	LC	LR	mph	SG	98,718
Tetrapleura tetraptera (Schum. & Thonn.) Taub.	LC	EN	mPh	GC	98,718
Pentadesma butyracea Sabine.	LC	EN	mPh	SG	97,863
Manihot glaziovii Müll. Arg.		CR	mPh	Am	97,436
Rauvolfia vomitoria Afzel.	LC	EN	mph	SG	96,154
Borassus aethiopum Mart.	LC	VU	MPh	At	95,726
Khaya grandifoliola C. DC.	VU	EN	MPh	GC	95,299
Milicia excelsa (Welw.) C.C.Berg	NT	EN	MPh	SG	95,299
Detarium senegalense J.F.Gmel.	LC	VU	mPh	GC	93,59
Parinari congensis F.Didr.	LC	EN	MPh	GC	93,59
Phoenix reclinata Jacq.	LC	EN	mph	SG	93,59
Pseudospondias microcarpa (A. Rich.) Engl. var. *microcarpa*		EN	mPh	At	93,59
Raphia sudanica A. Chev.	NT	LR	mph	SZ	93,59
Ficus lyrata Warb.		EN	mph	GC	91,88
Pararistolochia goldieana (Hook. f.) Hutch. & Dalz.	VU	EN	Lmph	GC	91,88
Pierreodendron kerstingii (Engl.) Little	VU	EN	mPh	GC	91,88
Schrebera arborea A. Chev.		EN	mPh	GC	91,88

Espèces	Statut IUCN inter	Statut IUCN Bénin	TB	TP	IR
Streptogyna crinita P. Beauv.		EN	Hc	As	91,88
Ventilago africana Exell		CR	Lmph	GC	91,88
Voacanga africana Stapf		EN	mph	At	91,88
Zanha golungensis Hiern.	LC	VU	mph	SG	91,88
Mondia whiteii (Hook.f.) Skeels		EN	Lnph	At	91,026
Garcinia kola Heckel	VU	EW	mPh	GC	86,752
Ekebergia capensis Sparrm.	LC	EN	mPh	SG	84,188