Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering
Fondation 2IE

newTree

THEME DU STAGE :

Etude de la dynamique de la végétation sur les parcelles protégées en 2003 de l'ONG newTree par analyse de données d'inventaires d'arbres et traitement d'images satellite Landsat.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : ENVIRONNEMENT

Présenté et soutenu publiquement le 14 Juin 2011 par :

AKAFFOU YAPI FULGENCE WENCELAS

MASTER 2 ENVIRONNEMENT

Travaux dirigés par :

Dr. SOME CORENTIN STEPHANE

Ingénieur. SINA THIAM

UTER GVEA

Jury d'évaluation du stage :

Président du Jury: Dr. SOME CORENTIN STEPHANE

Membres et correcteurs :

- **URS BLOESCH**
- **FRANZISKA KAGUEMBEGA-MÜLLER**
- **SINA THIAM**
- **SEVERE FOSSI**
- **SANDRINE LALANNE**

Promotion (2010-2011)

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier l'ONG newTree et toute l'équipe de cette organisation, sans qui ce mémoire de Master en environnement n'aurait pas vu le jour. Une particularité est faite à la coordinatrice Franziska Müller pour son accueil, son soutien plus que positif pendant toute la durée de ce stage. Nos discussions scientifiques m'ont apportées beaucoup et j'espère que nous aurons encore l'occasion de partager de tels moments.

Je remercie mes maîtres de stage pour avoir acceptés de guider ce travail. En particuliers, Dr. SOME Corentin Stéphane et l'ingénieur Sina THIAM pour les orientations judicieuses qui ont contribué à l'avancé de ce projet.

Je remercie également Dr. David MASSON pour la formation en logiciel de programmation R, l'acquisition des scènes d'images satellite Landsat et sa disponibilité.

A mes proches et connaissances: **AKAFFOU ASHLEY, Patricia KOKRA, Abibou KABRE, ADOU OYA Marcellin, M'BEKOU SOPIE Célestine, Joseph Wognin et la famille Kouédan Ange.**

A tous ceux qui m'ont soutenu dans ce stage et dont je n'ai pu mentionner les noms.

RESUME

Le déficit hydrique auquel, s'ajoute une mauvaise répartition des pluies, contribue à la désertification dans les pays du sahel en particulier le Burkina Faso. L'impact de ces contraintes s'est manifesté d'une part par une modification de la structure des groupements des végétaux et une raréfaction voire une disparition de certaines espèces végétales. Consciente de cette problématique, l'ONG Suisse newTree a mis en place un programme de promotion de gestion durable des ressources végétales en permettant une régénération naturelle assistée de la végétation dans le temps sur des parcelles mises en défens depuis l'an 2003, au Burkina Faso. Cependant, l'insuffisance d'analyse de données d'inventaires phytomasses et l'exploitation des données d'images satellites au niveau des zones d'interventions du Nord et Centre de l'ONG est une contrainte majeure.

Le présent travail sur les analyses de données vise, à faire une étude floristique des parcelles mises en défens en 2003, à étudier la phytosociologie et à montrer l'impact de ces mises en défens par les images satellites dans les zones d'intervention Nord et Centre de newTree. Les résultats indiquent un état évolutif sur la diversité floristique (diversité générique à 1.25) avec au moins 128 espèces réparties dans 51 genres et 28 familles pour le Centre et 46 espèces réparties dans 15 genres de 10 familles pour le Nord ont été inventoriées en 2011, contrairement aux 81 espèces du Centre et 21 espèces du Nord inventoriées en années de référence (2003). La composition floristique des parcelles étudiées est constituée uniquement de Spermaphytes dont les familles appartenant à la classe des dicotylédones (essentiellement des phanérophytes) représentent 100% des espèces.

Les différents calculs NDVI effectués ont permis de visualiser un changement significatif en termes de superficie de terres récupérées sur les parcelles mises en défens. Ces terres occupées sont constituées de cinq (5) formations végétales dont les steppes (arborées et arbustives), les savanes (arborées et arbustives), les forêts claires, les sols nus (dégradé ou brûlés) et les zones de cultures.

Mots Clés : flore, végétation, phanérophytes, NDVI.

ABSTRACT

The hydrous deficit linked to the unequal distribution of rains contributes to intensification of dryness in Sahel countries particularly in Burkina Faso. This phenomenon of desertification manifests itself by a significant diminution of wooded surfaces, a modification of the structure of plants associations and progressive extinction vegetable species. Worried about these problems, the Swiss NGO named "newTree" had decide to carry out a program of sustainable management promotion of vegetable resources through assisted natural regeneration (ANR) of plants to determined time on fields put in reserve since 2003, in Burkina Faso.

However, there are some majors constraints liked the poverty of analysis of phytomass inventories data and the non exploitation of satellite images data of North and Centre activities areas of "newTree"

This work on data analysis aims to, thistly realize a floristic study of parcels put in reserve in 2003, then study the phytosociology and finally to show the effects of these natural reserves by satellite images of the North and Centre zones where intervenes "newTree".

The results indicate increasing of floristic diversity (generic diversity to 1.25) with more 128 species divide in 51 genders and 28 families for the centre and 46 species consisting of 15 genders and 10 families in North were inventoried in 2011, contrary to 81 species of Center and 21 species of North inventoried in 2003 (reference year)

The floristic composition of studied fields is only made up of *spermaphytes* including families of dicotyledonous (essentially *phanerophytes*) represent 100% of all species.

The various made calculation NDVI allowed to visualize (display) a significant change in terms of surface of lands got back on the plots of land put there defend. These busy lands are established (constituted) by five (5) vegetable trainings (formations) among which steppes (raised and arbustives), savannas (raised and arbustives), the clear forests, the naked grounds (degraded or burned) and the zones of cultures.

Key words: flora, vegetation, phanerophyts, NDVI

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP	Analyse en Composantes Principales
AGR	Activités Génératrices de Revenus
CHA	Classification Hiérarchique Ascendante
F3PA	Foyer Trois Pierres Améliorées en Banco
GPS	Système de Positionnement Global
ICD	Image Classée en Date
Ig	Indice de diversité générique
NDVI	Normalized Différent Vegetation Index (Indice de végétation)
ONG	Organisation Non Gouvernementale
RNA	Régénération Naturelle Assistée
RVB	Rouge, Vert et Bleu
TM	Thematic Mapper

Sommaire

REMERCIEMENTS II
RESUME III
ABSTRACT IV
LISTE DES ABREVIATIONS V
LISTE DES TABLEAUX VIII
LISTE DES FIGURES IX
LISTE DES PHOTOS X
LISTE DES GRAPHIQUES X
INTRODUCTION 1
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 2
1.1. Présentation de l'ONG suisse newTree 2
1.2. Choix des sites 4
1.3. Ressources forestières de la zone d'étude 5
CHAPITRE II: OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE L'ETUDE 8
A. OBJECTIFS DE L'ETUDE 8
2.1.1. Objectif général 8
2.1.2. Objectifs spécifiques 8
B. HYPOTHESES DE L'ETUDE 8
2.2.1 Hypothèse I 8
2.2.2. Hypothèse II 8
- PROPORTION RELATIVE DU RECOUVREMENT MOYEN D'ESPÈCES 8

CHAPITRE III: METHODOLOGIE DE TRAVAIL 9
3.1. DEFINITION DE QUELQUES CONCEPTS CLES DE L'ETUDE 9
3.2. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES 10
3.2.1. Données satellites 10
3.2.2. Données terrains 10
3.2.3. Données bibliographiques 10
3.2.4. Logiciels et matériels de terrains 10
3.3. REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA METHODOLOGIE ADOPTEE 11
3.4. METHODES DE TRAITEMENTS 12
3.4.1. Méthode d'analyse de données d'inventaire phytomasse 12
3.4.2. Méthode d'analyse de données phytosociologique 14
3.4.3. Méthode d'analyse de données images satellite Landsat TM 17
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE 18
A- RESULTAS DE L'ETUDE 18
4.1. **RESULTATS DE L'ETUDE FLORISTIQUE** 18
4.1.1. Analyse de la richesse floristique 18
4.1.2. Analyse de la diversité générique (Ig) 19
4.1.3. Analyse du spectre biologique 23
4.1.4. Analyse de la structure des groupements végétaux 24
Conclusion partielle de l'étude floristique 27
4.2. **RESULTATS DE L'ETUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE** 28
4.2.1. Analyse en Composantes Principales (ACP) des zones d'intervention 28
4.2.2. Description de la végétation des deux zones d'intervention (Nord et Centre) 34

Conclusion partielle sur l'étude phytosociologique *35*
4.3. **RESULTATS DE L'ETUDE DE TRAITEMENTS D'IMAGE SATELLITE LANDSAT** 36
4.3.1. ***Interprétation visuelle des images Landsat*** *36*
4.3.2. ***Cartes d'occupation du sol*** *37*
4.3.3. ***Evolution de l'occupation du sol des zones extraites*** *41*
Conclusion partielle des résultats de l'étude de traitement d'images *43*
B- DISCUSSION 44
1. APPORT DE LA METHODOLOGIE PROPOSEE 44
2. SUIVI DE L'ETAT DE DIVERSITE FLORISTIQUE 44
CONCLUSION ET PERSPECTIVES **45**
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES **46**
LISTE RECAPITULATIVE DES ANNEXES **48**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I	Situation géographique des parcelles étudiées	4
Tableau II	Caractéristiques des images satellite	9
Tableau III	Etat de la diversité floristique	11
Tableau IV	Coefficient d'échelle d'abondance-dominance	13
Tableau V	Nombre d'espèces en genres et familles au Nord en 2011	20
Tableau VI	Nombre d'espèces en genres et familles au Centre en 2011	21
Tableau VII	Valeurs propres et Groupements des végétaux au Nord	27
Tableau VIII	Répartition des indices spécifiques au Nord	30
Tableau IX	Valeurs propres et Groupements des végétaux au Centre	30
Tableau X	Répartition des indices spécifiques au Centre	32
Tableau XI	Répartition des indices spécifiques au Nord	32
Tableau XII	Description de la végétation des zones d'étude	33
Tableau XIII	Interprétation visuelle des images de 1988, 2003 et 2011	35
Tableau XIV	Type de liaison des trois dates au Centre	40
Tableau XV	Type de liaison des trois dates au Nord	40

LISTE DES FIGURES

Figure n°1	Carte de la zone d'intervention	2
Figure n°2	Carte de situation de la zone d'étude	4
Figure n°3	Carte des domaines végétatifs au Burkina Faso	6
Figure n°4	Schéma de synthèse méthodologique	10
Figure n°5	Carte d'analyse des dispersions des phanérophytes en 2003	24
Figure n°6	Carte d'analyse des dispersions des phanérophytes en 2004	25
Figure n°7	Carte d'analyse des dispersions des phanérophytes en 2011	26
Figure n°8	Carte factorielle des groupements au Nord	28
Figure n°9	Classification Hiérarchique Ascendante au Nord	29
Figure n°10	Carte factorielle des groupements au Centre	31
Figure n°11	Classification Hiérarchique Ascendante au Centre	32
Figure n°12	Extraits de carte des NDVI des zones découpées	36
Figure n°13	Extraits de cartes de la végétation au Centre	38
Figure n°14	Extraits de cartes de la végétation au Nord	39

LISTE DES PHOTOS

Photo n°1	Installation de clôture d'une parcelle de 2003	3
Photo n°2	Mise en défens après un an et huit années (2004 et 2011)	3
Photos n°3	Foyers 3 Pierres Améliorées et Collectes de bois de cuissons	3
Photo n°4	AGR et Inventaire des espèces ligneuses	3
Photo n°5	Mise en défens en 2003	18
Photo n°6	Etat floristique en 2004	18
Photo n°7	Etat floristique en 2004	18

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique n°1	Evolution du nombre de taxons par site et par année	17
Graphique n°2	Nombre d'espèces par genres et familles au Nord 2011	19
Graphique n°3	Nombre d'espèces par genres et familles au Centre 2011	19
Graphique n°4	Proportion des familles des espèces au Centre	22
Graphique n°5	Proportion des familles des espèces au Nord	23

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering
Fondation 2IE

newTree

Etude de la dynamique de la végétation sur les parcelles protégées en 2003 de l'ONG newTree par analyse de données d'inventaires d'arbres et traitement d'images satellite Landsat.

INTRODUCTION

Les dernières décennies ont souvent revêtu dans les zones sahéliennes un caractère catastrophique dû à l'insuffisance des pluies. Ce déficit hydrique auquel, s'ajoute une mauvaise répartition des pluies, la pratique de l'agriculture sur brûlis et la divagation des animaux domestiques qui se nourrissent de jeunes pousses, constituent une forte pression sur les ressources naturelles. La végétation naturelle est une importante source pour l'alimentation et la satisfaction des besoins énergétiques des populations dans les pays du Sahel. L'impact de ces contraintes climatiques et anthropique s'est manifesté d'une part par une réduction sensible des superficies boisées, et d'autre part par une modification de la structure des formations végétales et une raréfaction, voire une disparition de certaines espèces (SAADOU M., 1984 et 2007). A certains endroits, ces facteurs ont presque compromis les possibilités de reconstitution de la végétation.

Au Burkina Faso, cette dégradation n'a pas épargné les formations végétales des petits sites protégés par des paysans. Conscientes de cette problématique, l'ONG newTree a mis en place un programme de mis en défens et de régénération naturelle assistée du couvert végétal en protégeant des terres dégradées avec des clôtures solides. Dans l'exécution du projet de la régénération naturelle assisté, des inventaires complets d'arbres sont réalisés régulièrement pour suivre l'évolution de la biodiversité et de la biomasse à l'intérieur et à l'extérieur des sites protégés.

La présente étude introduit l'analyse des données des inventaires d'arbres entiers à partir d'un mètre d'hauteur des années 2003, 2004 et 2011 dans les sites, et complétée avec les données d'images satellites Landsat ^{TM}. L'exploitation de ces données permet une analyse de tendance et permet de percevoir différents changements de la végétation au sein des zones d'étude. La particularité de cette étude, réside dans le suivi des changements dans le temps opérés au niveau du couvert végétal des parcelles mises en défens en 2003 au moyen de la télédétection.

Outre l'introduction, la conclusion et les recommandations, le présent rapport se subdivise en quatre (4) chapitres :

- Présentation des zones d'étude;
- Objectifs et hypothèses de l'étude;
- Méthodologie de l'étude;
- Résultats obtenus et discussion

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1. Présentation de l'ONG suisse newTree

NewTree-nouvelarbre, est une Organisation Non Gouvernementale (ONG) suisse reconnue au Burkina Faso depuis l'an 2003. Cette organisation a pour objectif général de sauvegarder l'environnement local et de contribuer à la réduction de la pauvreté en milieu rural à travers un programme composé de:

- Mise en défens des surfaces dégradées,
- Régénération Naturelle Assisté (RNA) du couvert végétal,
- Réalisation des Activités Génératrices de Revenus (AGR),
- Construction de foyers trois pierres améliorés en banco (F3PA).

La planification, la coordination et le suivi de ce programme sont assurés par une équipe dynamique composée de 21 personnes. La biologiste suissesse Franziska Kaguembèga-Müller qui dispose d'une expérience d'une dizaine d'années dans la coopération et développement et les techniques de reboisement, coordonne les activités de l'équipe. NewTree intervient dans deux stations dont une au Centre (basée à Ouagadougou) et l'autre au Nord du Burkina Faso (basée à Djibo) (figure n°1). Ces stations couvrent six provinces avec plus de 167 parcelles de trois (3) hectares en moyenne mise en défens. Les six provinces sont : *Boulkiemdé, Kadiogo, Kourwéogo, Oubritenga, Sanmatenga et Soum.*

Figure n°1 : Carte des zones d'intervention de newTree

L'approche méthodologique développée par newTree est participative, impliquant tous les acteurs concernés par le programme. La composante de la RNA est mise en œuvre grâce à l'exécution des activités suivantes : l'animation et information, le choix des partenaires et l'implantation des clôtures.

L'objectif recherché à travers l'implantation des clôtures métalliques de protection est de préserver le couvert végétal existant et de favoriser la régénération naturelle de la végétation à l'aide des actions de défense et de restauration des sols des sites protégés. Cette action de protection de couvert végétal est suivie par des plans de gestion et une série d'inventaires des espèces ligneuses chaque année pour voir l'évolution de la structure végétale (Série de photos d'illustration des étapes d'exécution du projet RNA de l'ONG).

Photos n°1 : Installation de clôture d'une parcelle en 2003

Photos n°2 : Mise en défens après 1 an et 8 ans (2004 et 2011)

Photos n°3 : Foyers 3 Pierres Améliorées et Collectes de bois de cuissons

Photos n°4: AGR et Inventaires des espèces ligneuses à l'intérieur du site

1.2. Choix des sites

La présente étude analytique des données phytomasses des inventaires d'arbres sur le terrain et des images satellites est une première au sein de la structure. Ainsi, pour mieux suivre l'évolution de la régénération naturelle de la végétation dans les zones d'interventions au Nord et au Centre, newTree a retenu les six (6) sites **(figure n°2)** de référence de l'an 2003 de son programme d'action. Ces parcelles constituent les premiers contacts avec ses partenaires paysans et sont reparties dans cinq (5) villages (Tableau I)**.**

Tableau I. Situation géographique des parcelles étudiées

Provinces	Villages	Codes Sites	Surface estimée en (Ha)	Localisations
Zone d'intervention Nord				
Soum	Baraboulé	01 N 03	1.0098	30 km, Nord-Ouest de la ville de Djibo, de coordonnées (-1.01414 X et 14.00318472 Y)
Soum	Tongomayel	02 N 03	1.0098	18 Km, Sud- Est de la ville de Djibo, axe Djibo- Dori, coordonnées (-1.007913889 X et 14.00119139 Y)
Soum	Tongomayel	03 N 03	1.0098	18 Km, Sud- Est de la ville de Djibo, axe Djibo- Dori, coordonnées (-1.007935833 X et 14.0012025 Y)
Zone d'intervention Centre				
Kadiogo	Dawélgué	01 C 03	1.0098	15 Km, Est de la ville de Ouagadougou, axe Ouagadougou-Fada N'gourma-Niger, coordonnées (-1.009768333 X et 12.00250056 Y)
Boulkiemdé	Guela	02 C 03	1.0098	52 Km, Ouest de la ville de Ouagadougou, axe Ouagadougou-Ouahigouya, coordonnées (-1.015316389 X et 12.00897083 Y)
Kadiogo	Gampéla	03 C 03	0.4100	35 Km, Sud de la ville de Ouagadougou, axe Ouagadougou-Léo, coordonnées (-1.006156111 X et 12.00704861 Y)
Total	**Cinq (05)**	**Six (06)**	**5.4590**	

N : Nord, C : Centre

Cette étude s'est déroulée dans trois provinces (**Soum, Kadiogo et Boulkiemdé**) plus particulièrement dans les communes de **Baraboulé, Tongomayel, Siglé, Komsilga et Saaba**. Ces communes sont localisées, comme l'indique les coordonnées des parcelles du tableau ci-dessus, entre la partie Nord et Centre du Burkina Faso.

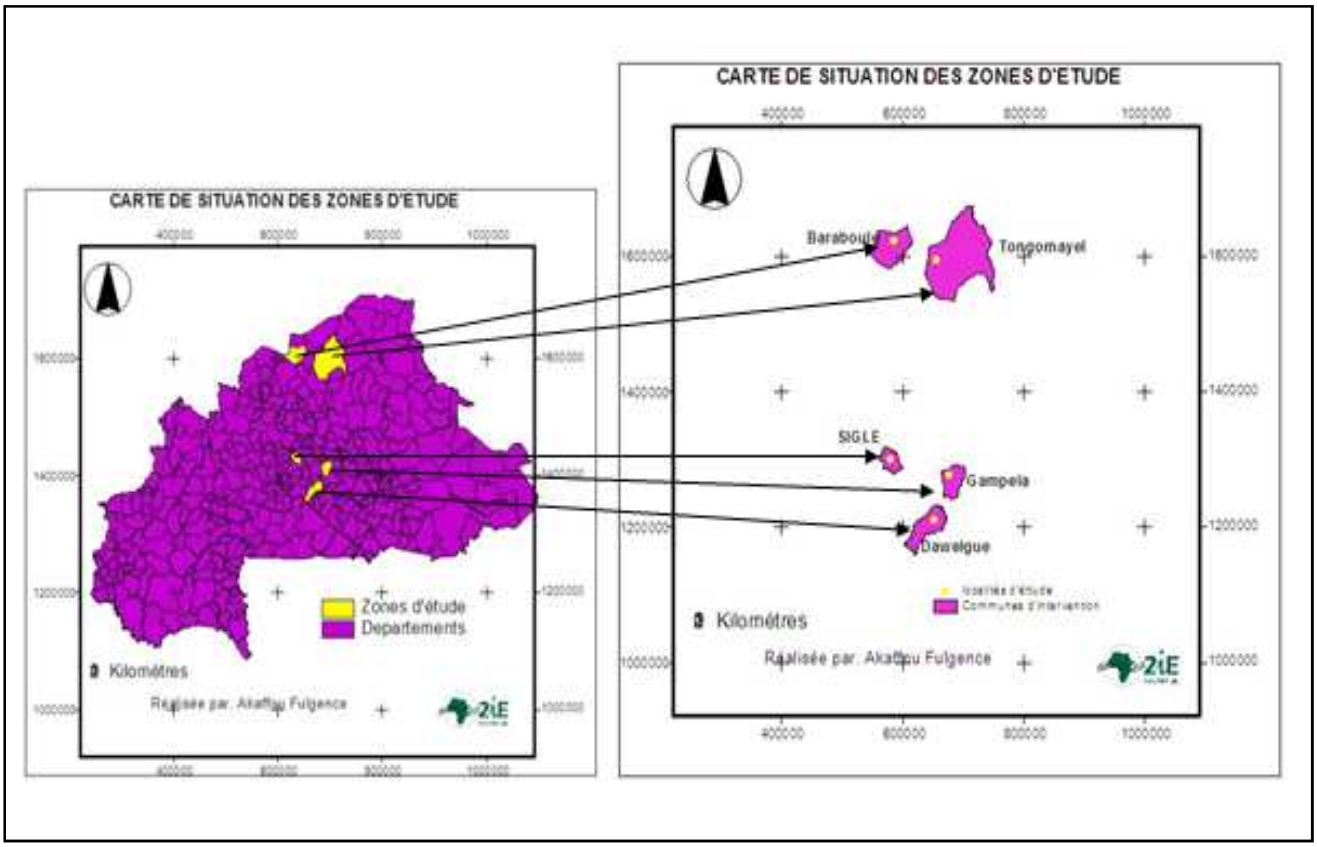


Figure n°2 : Carte de situation de la zone d'étude

1.3. Ressources forestières de la zone d'étude

Au Burkina Faso, les ressources forestières ont fait l'objet de peu d'évaluations (FAO, 2003 ; GUINKO, 1984). Ces évaluations montrent que de nos jours, il y a une régression du potentiel forestier. La composition floristique burkinabè compte 1 407 espèces dont 376 espèces de plantes ligneuses.

1.3.1. Découpage phytogéographique

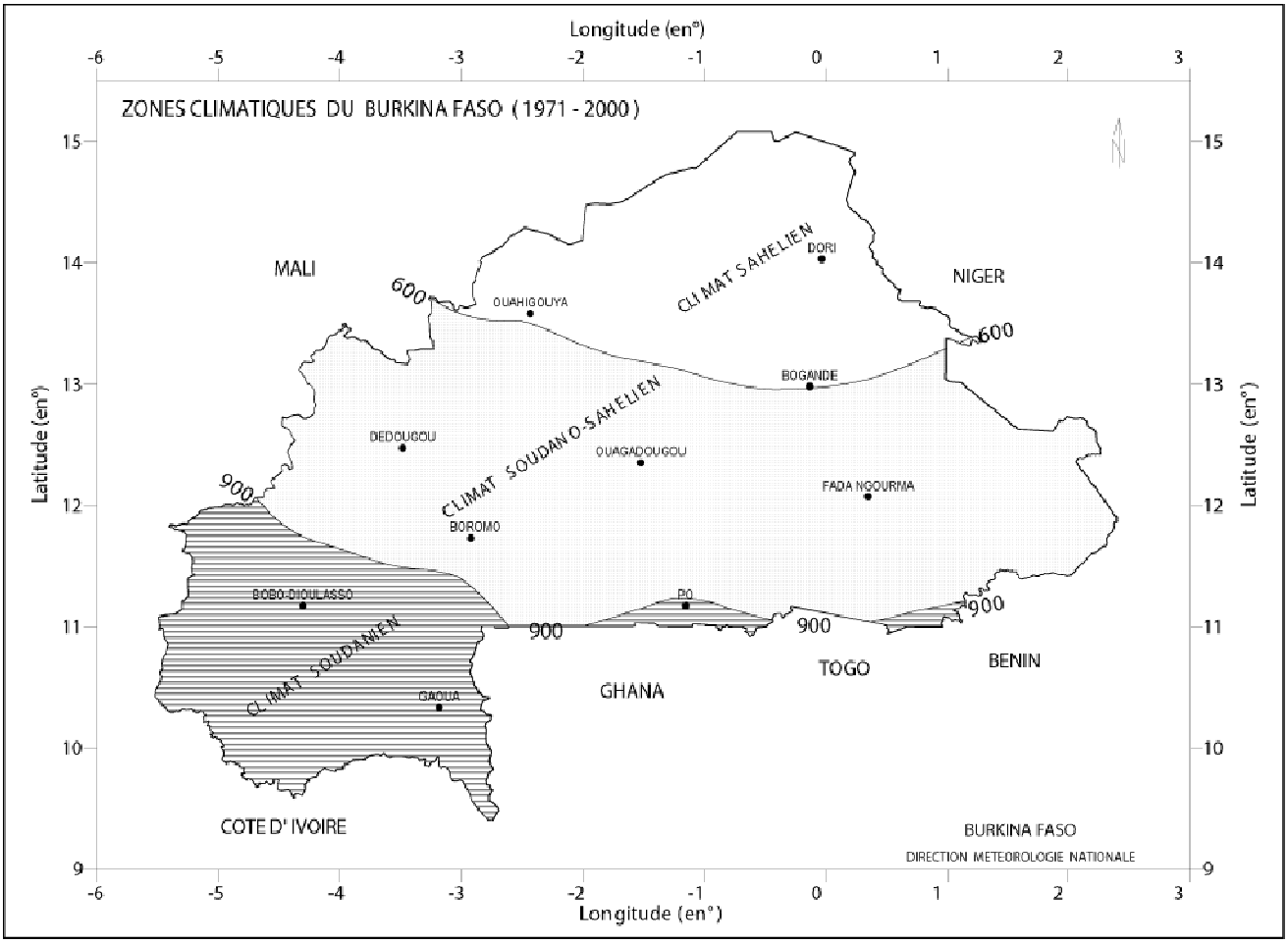
Dans le cadre notre étude, on distingue deux domaines phytogéographiques subdivisés en secteurs et districts sur la base de la trilogie climat-flore-végétation (GUINKO, 1984) : le domaine sahélien et le domaine soudano-sahélien dont la frontière se situe aux environs du 13ème parallèle nord **(figure n°3)**.

a) La végétation du domaine sahélien

La végétation d'ensemble de ce domaine est dominée par des steppes à plusieurs faciès (herbeuse, arbustive, arborée) dont la monotonie est rompue par des fourrés de densité croissante du nord vers le sud, et des galeries forestières. La physionomie et la composition floristique de la végétation permettent de situer une partie de nos zones d'étude (Baraboulé et Tongomayel) au niveau du secteur **Sud sahélien,** entre les 13ème et 14ème parallèles, qui est caractérisé par des ***steppes arbustives*** évoluant vers le sud en ***steppes arborées***.

b) <u>La végétation du domaine soudano-sahélien</u>

Le domaine soudano- sahélien constitue la zone d'extension des savanes. D'autres parties de nos zones d'étude (Siglé, Komsilga et Saaba) sont situées dans le secteur nord soudano-sahélien, entre les 13ème et 12ème parallèles, qui correspond à la zone la plus intensément cultivée du pays du fait de la forte poussée démographique. La végétation présente l'allure de ***paysages agricoles*** dominés par des espèces protégées comme le *Vitellaria paradoxa* (Karité), le *Parkia biglobosa* (Néré), l'*Adansonia digitata* (Baobab), qui témoignent de l'existence d'une végétation climatique constituée de ***forêts claires, savanes arbustives et savanes arborées***.



Source : Direction Météorologie Nationale

Figure n°3: Carte des domaines végétatifs du Burkina Faso

1.3.2. Types biologiques des végétaux

La végétation de nos zones d'étude est caractérisée par sa physionomie et ses variations qui sont les résultats des types biologiques qui la composent. Ils existent cinq (5) principaux types de végétaux en fonction de la position et du degré de protection des bourgeons et des jeunes pousses pendant les saisons favorables et défavorables à leur développement.

Il s'agit des:

- ***Phanérophytes*** sont représentées par des plantes (arbres, arbustes et arbrisseaux) dépassant 50 cm de hauteur.
- ***chaméphytes*** sont formées de sous arbrisseaux, herbes et plantes sub ligneuses ne dépassant pas 50 cm de hauteur.
- ***hemicryptophytes*** regroupent les plantes basses à bourgeons pérennants situés au ras du sol.
- ***géophytes*** constituent des plantes dont les organes de conservation sont souterrains (rhizomes, bulbes, tubercules).
- ***thérophytes*** ou plantes annuelles passent la mauvaise saison à l'état de graine.

CHAPITRE II: OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE L'ETUDE

A. Objectifs de l'étude

2.1.1. Objectif général

Cette étude a pour but, de quantifier, d'évaluer, d'analyser et de comparer la variation spatio temporelle des changements à l'intérieur des sites protégés en 2003, au moyen d'une analyse diachronique (2003 et 2011) de données satellites Landsat, couplées aux données d'inventaires entiers d'arbres.

2.1.2. Objectifs spécifiques

Pour ce travail de mémoire de Master d'ingénierie, il s'agit de:

- Etudier l'évolution de la diversité floristique des bosquets familiaux des sites;
- Caractériser l'évolution spatio-temporelle de la structure végétale des zones d'intervention au Nord et au Centre.

B. Hypothèses de l'étude

Dans le but de mener à bien cette étude, deux hypothèses sont formulées :

2.2.1 Hypothèse I

La mise en défens contribue à une augmentation de la diversité floristique des bosquets familiaux.

- **Indicateurs**

- Richesse floristique (nombre d'espèces)
- Indice générique (état de la diversité floristique)
- Spectre biologique (affinité sociologique)

- **Variables**

- Nombre d'espèce par site et par année
- Nombre de famille, de genre et d'espèces par site et par année
- Taille des espèces par site et par année

2.2.2. Hypothèse II

Les parcelles protégées ont contribué à la modification de la structure végétale des zones d'intervention au Nord comme au Centre du Burkina Faso.

- **Indicateurs**

- Indice du pourcentage de représentativité (contribution)
- Coefficient de similitude
- Indices de diversités spécifiques

- **variables**

- Moyenne des coefficients d'abondance-dominance
- Nombre d'espèces par groupement
- Proportion relative du recouvrement moyen d'espèces.

CHAPITRE III: METHODOLOGIE DE TRAVAIL

3.1. Définition de quelques concepts clés de l'étude

- **Végétation** : est l'ensemble des plantes (la flore) sauvages ou cultivées qui poussent sur une surface donnée de sol, ou dans un milieu aquatique. On parle aussi de "***couverture végétale***".

- **Espèce végétale :** est une population ou un ensemble de populations dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles.

- **Dicotylédones :** forment un groupe d'espèces végétales dans la classification classique présentent une plantule à deux cotylédons,
- **Genre d'espèce** : est un rang taxinomique qui regroupe un ensemble d'espèces ayant en commun plusieurs caractères similaires.

- **Famille d'espèce** : est un taxon qui regroupe les genres qui présentent le plus de similitudes entre eux.
- **La formation végétale** désigne une communauté d'espèces végétales, caractérisée par une certaine physionomie, et qui détermine un paysage caractéristique.

- **L'abondance** est la proportion relative des individus d'une espèce donnée.
- **La dominance,** la surface couverte par cette espèce.

- **NDVI :** Normalized Différent Vegetation Index (Indice de végétation), c'est la différence entre la valeur radiométrique dans le canal **proche infra rouge et** celle du canal Rouge (Bande 3), rapportée à la somme des deux canaux cités.
- **La Bande TM3 :** est la bande d'absorption des pigments chlorophylliens et dont l'image rehaussée en niveau gris présente la végétation verte et dense en sombre.
- **La Bande TM4 :** désigne l'image NDVI (en niveau gris) et traduit l'activité photosynthétique du couvert végétal à l'instant de la mesure.

- **La résolution spectrale :** désigne le nombre et la finesse des bandes spectrales dans les quelles le capteur enregistre les informations.

- **La résolution radiométrique :** désigne la capacité de reconnaître de petites différences d'intensité dans l'énergie électromagnétique. Le nombre maximal de niveau d'intensité disponible dépend du nombre de bits utilisés pour représenter l'intensité.

- **La composition colorée :** est la combinaison de trois bandes spectrale, donnant sur papier une synthèse soustractive des couleurs.

3.2. Données bibliographiques

Dans le cadre de ce mémoire de fin cycle d'ingénierie en environnement, un certain nombre de matériels et données ont été utilisés :

3.2.1. Données satellites

Toutes les images recueillies sont prises en **saison sèche** car nous avons été attentifs à ne pas comparer des images de saisons différentes, ce qui pourrait donner lieu à des résultats non comparables.

Tableau II. Caractéristiques des images Landsat

Capteurs	Résolution	Dates	Niveau de correction
Landsat TM (3,4,5,7)	30 m	Une série de 20 images de 1984 à Mai 2011	Brute (CN)

Chaque fichier image est compressé (.zip) et contient les données images (réflectance) dans les sept bandes spectrales choisies (B10, B20, B30, B40, B50, B70, B80) en format GeoTIFF.

3.2.2. Données terrains

Les données d'inventaires entiers d'arbre réalisées en 2003, 2004 et 2011 à l'intérieur des parcelles mises en défens en 2003. Deux Techniciens en Gestion des Ressources Naturelles (TGRN) ont été sollicités pour expliquer la démarche d'inventaire entier réalisé sur les parcelles de newTree. Le concours des deux chargés de programme des stations Nord et Centre a été très utile.

3.2.3. Données bibliographiques

Une recherche bibliographique a été réalisée, afin de mieux cadrer le thème d'étude. Ainsi, une synthèse des travaux antérieurs sur l'analyse des données d'inventaires phytomasse et d'images satellites LANDSAT a permis de mieux comprendre la problématique de notre thème d'étude et de définir l'approche méthodologique adéquate.

3.2.4. Logiciels et matériels de terrains

a) Logiciels utilisés

- ✓ le logiciel de traitement d'image : **Envi** version 4.2 et **chips 4.7** pour Windows
- ✓ le logiciel de SIG et de programmation: **ArcView** version 3.2, **R**
- ✓ les logiciels d'analyses de données : **Tanagra** version 1.4, **SPSS** version 12.0.1

b) Matériels de terrains

- ✓ un **GPS** (Système de Positionnement Global = Global Position System);
- ✓ un appareil photo numérique de type canon.

3.3. Représentation schématique de la méthodologie adoptée

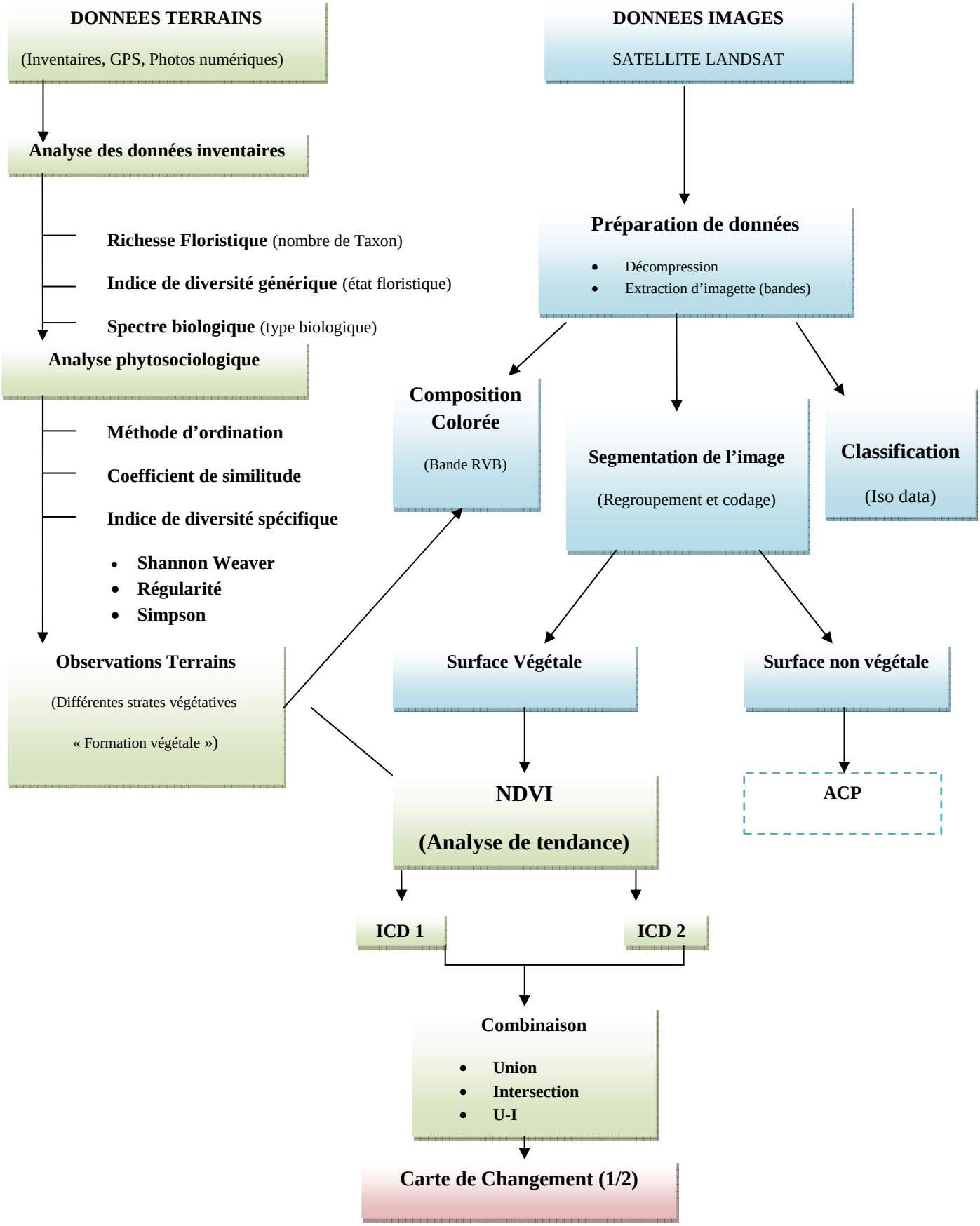


Figure n°4 : Diagramme de la méthodologie de travail

3.4. Méthodes de traitements

3.4.1. Méthode d'analyse de données d'inventaire phytomasse

L'étude de l'analyse des données de végétation des sites tests implique l'adoption d'une méthode d'investigation dont il est indispensable de préciser les principes et la démarche. La caractérisation des formations végétales est basée sur les résultats de relevés exhaustifs d'espèces floristiques réalisés entre Mars et Mai 2003, 2004 et 2011 à l'intérieur des sites par les TGRN de la structure newTree. Ce type de relevés d'espèces florales, permettra de faire un récapitulatif de la composition floristique par site test, a été utilisé par CHEVALIER (1998) et AKE ASSI (1998, 2001, 2002). Il consiste à inventorier l'entité d'une parcelle protégée et géo référencée en faisant la transcription des noms scientifiques de toutes les espèces végétales rencontrées (ANNE-C., HILDEGARD, MARIE M., 2006), ayant un (1) mètre et plus de hauteur, suivant une fiche technique d'inventaire entier **(**voir **annexe I** au tableau **I)**.

a- Richesse floristique spécifique (S) d'une parcelle

La richesse floristique d'une parcelle est le nombre d'espèces que compte cette parcelle. Elle est le **nombre d'espèces** qui compose nos zones d'études entre 2003, 2004 et 2011, sans prendre en compte la fréquence, l'abondance et la taille des espèces rencontrées. Dans cette étude, la mesure de la richesse floristique nous permettra de montrer l'évolution du nombre d'espèces que comptent nos différentes parcelles étudiées (CORTHAY R., 1996).

b- Diversité générique (Ig) d'une parcelle

A partir des données du nombre d'espèces floristiques de 2003, 2004, 2011 que comptent les six (6) parcelles, nous avons cherché à les classifier selon le **genre** et la **famille** (MICHEL A., 2002 et KABORE C. 1995 et 2008). Au sein d'une famille donnée, la diversité générique est le rapport du nombre total des espèces par celui des genres. Cette mesure basée sur des indices d'hétérogénéités nous donne une idée claire sur l'état de diversité florale de la parcelle étudiée (Tableau III).

Tableau III. Etat de la diversité floristique

	Formule mathématique	**Interprétations**
Ig *:* l'indice de diversité générique		Ig < 4, la flore est plus diversifiée
G : le nombre total de genres		Ig > 4, la flore est faiblement diversifiée
E : le nombre total d'espèces	Ig = E / G	Ig = 4, diversité moyenne

c- Spectre biologique

Le concept de groupement végétal change en fonction des auteurs selon l'état de connaissance disponible et le but visé par l'étude. Pour certains auteurs tels que ADJANOHOUN (1965), GUINKO (1984), la notion de groupement végétal s'identifie à celle de groupe écologique qui se définit comme un ensemble d'espèces ayant entre elles une certaine affinité sociologique plus ou moins grande. L'expression «affinité sociologique» résume toutes les tendances d'ordre écologique, géographique, climatologique ou biologique. D'autres auteurs utilisent la terminologie suivante: ***formation végétale*** pour toujours évoquer la notion de groupement végétal qui est employé pour ce présent mémoire de fin de cycle.

- ***Types biologiques***

Les types biologiques permettent de faire une appréciation qualitative de la végétation en rapport avec les conditions climatiques. Ils expriment, par le spectre biologique, l'adaptation aux divers milieux. Dans le cadre de notre étude, le type biologique adapté aux formations végétales des parcelles étudiées a été retenu. Il s'agit des ***phanérophytes*****(p)** qui sont des végétaux ligneux pérennes dont les bourgeons de rénovation sont situés à plus de 50 cm du sol. Ce type biologique se subdivise (SAADOU, 1984) en :

- ✓ *Nanophanérophytes* **(Np)** : 50 cm à 199 cm,
- ✓ *Microphanérophytes* **(mp)** : 2 m à 3,99 m,
- ✓ *Mésophanérophytes* **(mP)** : 4 m et plus.

Le résultat des données d'inventaires entiers disponible pour analyse, nous a emmené à combiner les *microphanérophytes* et les *mésophanérophytes*, ensuite à considérer au niveau des *nanophanérophytes* que les arbres de **100 cm à 199 cm**. Cette disposition nous permet d'avoir deux principales classes de hauteur [100 cm à 199 cm] et [2 m et plus]. Le but est de caractériser et comparer l'évolution des strates des parcelles en année de référence (2003), en année 2004 et 2011 au sein de chaque site. Le scatter plot de l'analyse de dispersion est utilisée dans ce mémoire pour détecter si l'âge de la parcelle est un facteur significatif du changement des paramètres structuraux durant les années de protection. Cette analyse a été effectuée avec le logiciel ***SPSS version 12.0.1 pour Windows***.

3.4.2. Méthode d'analyse de données phytosociologique

La méthode d'analyse phytosociologique consiste à traiter les données d'inventaires des deux zones d'intervention de newTree sur la base d'une matrice brute de **18 relevés et 46 espèces** au Nord (Annexes I, Tableau II) et une matrice brute de **18 relevés et 128 espèces** au Centre (Annexes I, Tableau III). L'objectif est de comparer les relevés issus des zones d'étude sur la base de leur composition floristique et de réduire la variabilité floristique entre ces relevés à un nombre réduit d'axes factoriels afin d'obtenir la carte factorielle de groupement (BOUXIN, G., 1987).

Nous avons opté pour **une méthode d'ordination particulière** spécifiquement adaptée au tableau de présence. Cette méthode consiste à utiliser l'Analyse en Composantes Principales (ACP) pour traiter des données floristiques indépendamment des variables environnementales. C'est une technique d'analyse qui repose sur une pondération de chaque cellule du tableau d'une part par les totaux marginaux de la ligne et d'autre part, par les totaux marginaux de la colonne correspondante. C'est sur ces deux matrices pondérées que nous allons rechercher ensuite les axes principaux en veillant à conserver les distances euclidiennes entre les lignes d'une part et les colonnes d'autre part. Ensuite, nous soumissions cette matrice à **une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA)** dont le principe est que les individus (qui correspondent aux relevés) soient regroupés progressivement selon leur degré de ressemblance (variable espèces) jusqu'à l'obtention de classes. Le critère d'agrégation de ces individus consiste à rechercher une partition telle que la variance interne des classes soit minimum alors que la variance externe est maximum. Le résultat final est sous forme de **classes de relevés regroupés** en fonction de leur affinité floristique. Pour chaque classe d'individus des indicateurs sont retenus. Il s'agit de l'indice de spécificité et du pourcentage de représentativité (contribution). Enfin, nous déterminons **le recouvrement moyen (RM)** au sein de chaque groupement. Un peuplement végétal peut être étudié en évaluant l'abondance des espèces constitutives à partir du pourcentage de la surface du sol couvert par les individus de chaque espèce. Ainsi, le recouvrement moyen des espèces sur une parcelle mise en défens est la moyenne des coefficients d'abondance - dominance de chaque espèce d'une parcelle (tableau IV).

Tableau IV. Coefficients de l'échelle d'abondance-dominance de Blanquet

Coefficients	**Significations**	**Recouvrement Moyen (**RM **%)**
+	Un individu	**0.5**
1	**RM ≤ 5%**, plusieurs individus	**3.0**
2	**RM** compris entre 6 et 25 %	**15.0**
3	**RM** compris entre 26 et 50 %	**37.5**
4	**RM** compris entre 51 et 75 %	**62.5**
5	**RM** compris entre 76 et 100 %	**87.5**

Ces analyses ont été menées avec le logiciel ***Tanagra version 1.4.***

a) Coefficient de similitude (CS) de Sorensen

Dans le but d'apprécier le degré de ressemblance des listes d'espèces des différents sites inventoriés pris deux à deux, nous utilisons le calcul de **coefficient de similitude**. Ce coefficient ne tient pas compte de l'effectif des espèces rencontrées, mais plutôt de la présence ou de l'absence des espèces. Parmi diverses formules valables les unes que les autres (GOUNOT, 1969), nous avons retenu celle proposée par SORENSEN parce qu'il donne deux fois plus de poids à la présence conjointe de deux espèces au même endroit qu'à la présence de l'une des deux. SORENSEN a défini: **CS= [(2C) / (A+B)] x 100**. Avec,

- **A et B** désignent les nombres respectifs d'espèces des deux groupements **n°1 et n°2**
- **C**, le nombre d'espèces communes aux deux groupements.

On obtient, **une matrice globale** à double entrée reliant les espèces ligneuses et les relevés de végétation exécutés sur le terrain (en ligne, les espèces et en colonne les relevés). Ainsi, deux sites comparés sont proches sur le plan de la composition floristique, si le coefficient de similitude est supérieur ou égal à **50 pourcent**.

b) Indices de diversités spécifiques des groupements

La mesure de la diversité spécifique d'une communauté biologique est un autre domaine où la théorie de l'information trouve une application en écologie (LEGENDRE L & LEGENDRE P., 1979 et MAHAMANE A., 2005).

- **Indice de diversité de Shannon-Weaver** (**H**)

C'est un indice qui varie en fonction du nombre d'espèces présentes et de la proportion relative du recouvrement des diverses espèces. Il s'exprime en « ***Bits/individu*** » et se formule ainsi : **H= -** $\sum$ ***Pi*** **Log2 (*Pi*).**

Avec ***Pi*** (compris entre 0 et 1) la proportion relative du recouvrement moyen de l'espèce i dans le regroupement et exprimant par : ***Pi***= ***n****i* / $\sum$**ni** où **n***i est le recouvrement moyen de l'espèce **i** et* $\sum$**ni** le recouvrement total de toutes ***i*** espèces.

La valeur de l'indice de diversité **H**, communément rencontrée dans les inventaires d'un groupe botanique étudié, est comprise entre ***1bit et 4,5 bits*** (OUMAROU, 2003). Ainsi, pour un effectif d'espèces données, **H** est plus faible lorsqu'un nombre réduit d'espèces assure le maximum de recouvrement.

Indice de régularité (R)

L'évaluation du poids de chaque espèce dans l'occupation d'une parcelle, est déterminée par un indice de régularité noté **R** qui correspond au rapport entre la diversité **H** et la richesse floristique **(S)** de la zone d'étude**.** Son expression générale est la suivante: **R = [H / log2(S)].** Avec : **H**, l'indice de Shannon-Weaver et **S**, la richesse spécifique.

L'indice de régularité varie entre 0 et 1, il **tend vers 0** quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, et **tend vers 1** lorsque chacune des espèces est représentées par le même nombre d'individus ou le même recouvrement. Les régularités courantes sont de l'ordre de ***0,8 et 0,9 bits***. Par ailleurs, pour qu'une espèce apporte une contribution maximale à l'entropie de l'ensemble, il faut que sa probabilité soit voisine de ***0,37 soit 0,53 bits***.

Indice de Simpson (D)

L'indice de Simpson mesure la probabilité pour que deux individus extraits au hasard du peuplement appartiennent à la même espèce. C'est un indice de dominance car d'une part sa valeur maximale est atteinte lorsqu'il n'y a qu'une seule espèce présente (dominance complète) et d'autre part, on obtient des ***valeurs qui tendent vers 0*** lorsqu'il y a un grand nombre d'espèces et que chacune de ces espèces ne représente qu'une très petite fraction du total (absence de dominance). Son expression est la suivante : $\mathbf{D} = \sum (\boldsymbol{Pi})^2$

Mais en terme de diversité, il est plus intéressant de calculer l'indice réciproque de manière à ce qu'un indice élevé puisse refléter une diversité élevée : $\mathbf{1\text{-}D = 1\text{-} \sum (\boldsymbol{Pi})^2}$

Les indices de diversité de **Shannon**, de **Simpson** et de **régularité** sont plus pratiques pour comparer et caractériser les groupements végétaux de la zone d'intervention. Ils permettent de spécifier les structures végétales en formation végétale (KOULIBALY A., 2008) selon les types.

3.4.3. Méthode d'analyse de données images satellite Landsat TM

Toutes les étapes suivies durant cette partie ont été programmées **sous R**, commençant par la préparation des données, de l'extraction des fenêtres des zones d'intervention Nord et Centre et la sélection des images, aux calculs statistiques sur les images extraites. Toutes les images (***Exemple d'Image Satellite Landsat TM*** en Annexes I) sont prises en **saison sèche** car nous avons été attentifs à ne pas comparer des images de saisons différentes, ce qui pourrait donner lieu à des résultats non comparables.

a) Préparation des données images satellite

- ***Décompression des fichiers zippés***

Dans le but d'avoir les données images dans leur propre format et pour faciliter la manipulation de ces données, nous avons décompressé tous les fichiers zippés.

- ***Sélection des images couvrant nos zones d'intervention***

L'utilisation d'images satellite requiert d'abord que certaines modifications soient apportées aux données brutes de sorte à ce que l'information qui sera éventuellement extraite soit fiable. Les images Landsat TM ont d'abord été géographiquement corrigées et projetées en coordonnées UTM zone 30, WGS 84. Ensuite, nous avons découpé dans chaque scène, une fenêtre d'étude de 1900 x 950 pixels centrée sur la zone d'étude et en se basant sur les valeurs des coordonnées géographique de chaque image décrites dans le fichier «*_MTL.txt* ».

b) Traitements des images satellite

La **figure n°4** montre un schéma qui résume la séquence des traitements que nous avons effectués sur les images satellites. On procède à une visualisation d'une image dans une composition colorée RVB (rouge, vert, bleu), ensuite on fait une classification automatique non dirigée (DEFOURNY Pierre, 1990).

- Si le résultat de cette classification ne permet pas d'identifier les classes recherchées, on a dans ce cas **des surfaces non végétales.** Cette situation nous renvoie au calcul d'Analyse en Composantes Principales (ACP) des parties de l'image qui présentent des confusions de classes,
- Si le résultat de cette classification permet d'identifier les classes recherchées, on a dans ce cas, **des surfaces végétales** (DAN JIMO B., 1997). Lorsque celles-ci ne sont pas bien séparées, on utilise donc, **un indice de végétation (NDVI)** pour mieux séparer ces classes.

En définitive, on obtient :

- **une carte d'occupation du sol** (N'GUESSAN K. E. et N'DA D., 2005) pour chaque date (1988, 2003 et 2011) analysée,
- les surfaces en progression, les surfaces en régression et,
- les surfaces invariantes.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION DE L'ETUDE

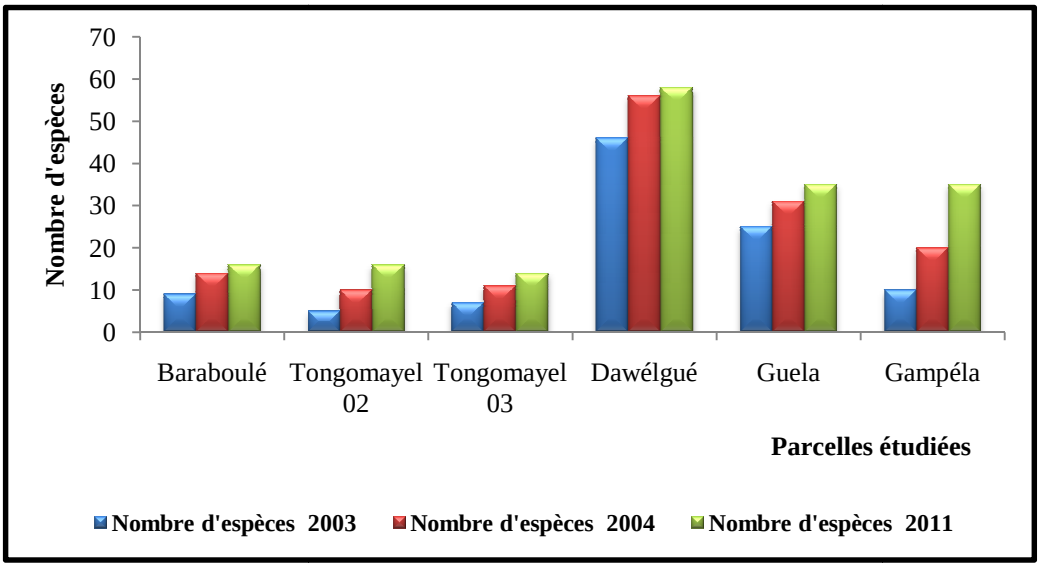
A- RESULTAS DE L'ETUDE

4.1. Résultats de l'étude floristique

L'exploitation des données d'inventaires entiers collectés, à travers une démarche adaptée, nous a permis de recueillir des résultats ci-après présentés.

4.1.1. Analyse de la richesse floristique

L'analyse des données des inventaires entiers réalisés en 2003, 2004 et 2011 ont révélé qu' il existe respectivement **12, 16 et 20** espèces ligneuses sur les trois (3) sites inventoriées au Nord et **54, 67 et 74** espèces ligneuses sur les trois (3) sites inventoriées au Centre. L'analyse de la richesse floristique des parcelles étudiées montre une constante évolution du nombre de taxons selon les années sur l'ensemble des sites mis en défens (***graphique n°1***). L'analyse comparative des zones d'intervention indique une nette différence des strates végétatives avec les parcelles du Centre où le nombre d'espèces en année de référence (2003) représente le triple de ceux localisés au Nord. L'état de la richesse floristique est plus détaillé par site test **(*Tableau I en annexe II*).** Cet état est récapitulé selon la zone d'intervention et les années dans des tableaux II et III en annexe, c'est une liste floristique globale d'évolution des espèces ligneuses.



Graphique n°1 : Evolution du nombre d'espèces par site et par année

Nous avons matérialisé cette évolution du nombre d'espèces par année avec une série de photo de la parcelle de ***Tongomayel 02*** dans la zone du Nord, où en 2011 une nette amélioration du couvert végétal est enregistré (Photos).

Photo n°5 : Mise en défens en 2003

Photo n°6 : Etat floristique de la parcelle en 2004

Photo n°7 : Etat floristique de la parcelle de ***Tongomayel 02*** en Mars 2011

4.1.2. Analyse de la diversité générique (Ig)

Les espèces ligneuses qui composent la richesse floristique des zones d'intervention appartiennent respectivement à un nombre variable de genres repartis au sein de familles d'espèces selon l'année de l'inventaire et la parcelle étudiée. Nous donnons dans le ***tableau V***, un récapitulatif des zones d'intervention en termes de genres et de nombre de familles. Ainsi,

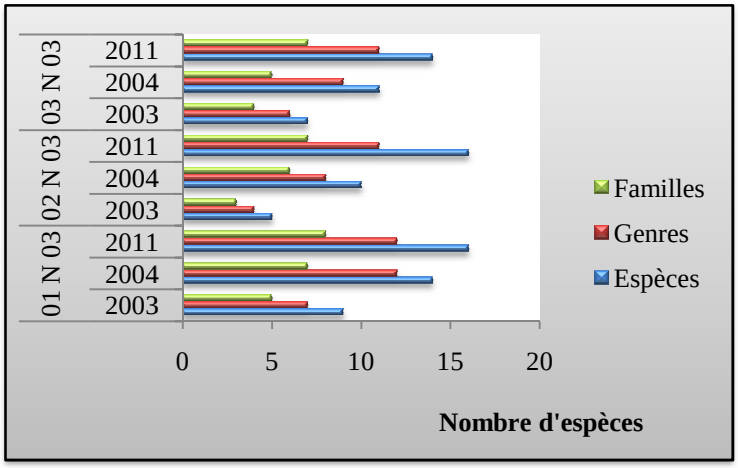
- ✓ la flore des parcelles de la station du Nord-est composée de **21 espèces réparties dans 9 genres et 5 familles** pour l'année 2003. Cette composition spécifique passe en 2011 à **46 espèces réparties dans 15 genres et 10 familles**, montre donc une évolution significative en nombre de genres et familles.
- ✓ la flore des parcelles de la station du Centre est composée de **81 espèces réparties dans 42 genres et 23 familles** pour l'année 2003. Cette composition spécifique passe en 2011 à **128 espèces réparties dans 51 genres et 28 familles** et montre une évolution positive en nombre de genres et familles.

Tableau V. Répartition des espèces du Nord et du Centre en fonction des genres et familles.

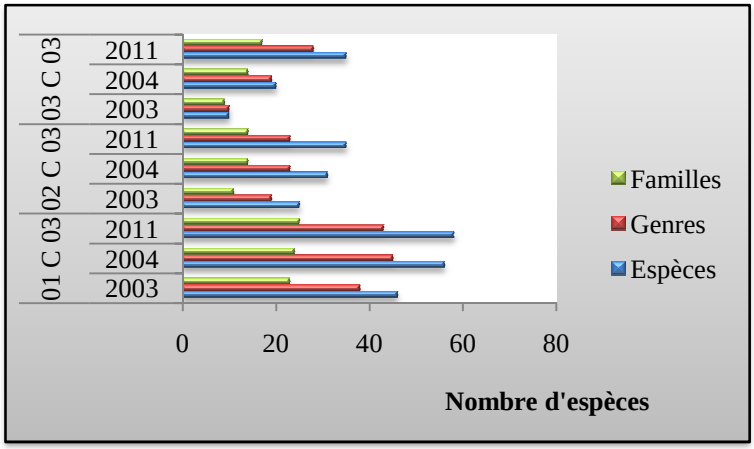
Zones	*Année 2003*			*Année 2004*			*Année 2011*		
	Nb espèces	Familles	Genres	Nb espèces	Familles	Genres	Nb espèces	Familles	Genres
Nord	**21**	**5**	**9**	**35**	**7**	**13**	**46**	**10**	**15**
Centre	**81**	**23**	**42**	**107**	**27**	**51**	**128**	**28**	**51**

Les détails sur la composition des noms des genres et familles des espèces pour les années 2003, 2004 et 2011 sont présentés ***en annexe II, sur les tableaux IV et V***.

Nous donnons les différents résultats des évolutions enregistrées par zone d'intervention (*graphiques n°2 et n°3),* par années et par sites.



Graphique n°2 : Nombre d'espèces par genres et familles de la zone Nord en 2011



Graphique n°3 : Nombre d'espèces par genres et familles de la zone Centre en 2011

Nous présentons à travers les *tableaux VI et VII*, un exemple d'analyse des résultats d'inventaires classés selon les familles et les genres par zone d'intervention pour l'année 2011.

Le *tableau VI* montre que sur les **15 genres** des espèces ligneuses du Nord en 2011, **05 genres** sont représentés par une seule espèce représentant **10,9%** de la diversité floristique ligneuse. Les autres comptent entre **3 et 11 espèces**.

Les genres les plus représentés dans la diversité spécifique ligneuse de cette zone sont : les *Acacia* **(23,9%)** et les *Maerua* **(13,0%)**. Ces genres regroupent **36,9%** de la diversité floristique ligneuse de la zone d'intervention du Nord.

Le regroupement par famille des espèces ligneuses met en relief la prépondérance des *Mimosacées* qui totalisent **18 espèces**. Cette famille représente **39,1%** de la diversité floristique ligneuse de la zone d'intervention du Nord. On a dénombré également **04 familles** comptant chacune **une seule espèce**. Ces familles « mono spécifiques » représentent **8,7%** de la diversité floristique ligneuse.

Tableau VI. Nombre d'espèces par genres et familles de la zone Nord en 2011

Familles	Nb espèces	Abondance	Genres	Nb espèces	Abondance
Mimosacées	**18**	**39,1**	***Acacia***	**11**	**23,9**
Capparacées	6	13,0	*Maerua*	6	13,0
Césalpiniacées	6	13,0	*Balanites*	3	6,5
Combrétacées	6	13,0	*Bauhinia*	3	6,5
Balanitacées	3	6,5	*Combretum*	3	6,5
Rhamnacées	3	6,5	*Dichrostachys*	3	6,5
Familles mono spécifiques	**4**	**8,7**	*Faidherbia*	3	6,5
			Guiera	3	6,5
			Ziziphus	3	6,5
			Piliostigma	3	6,5
			Genres mono spécifiques	**5**	**10,9**
Total	**46**	**100**		**46**	**100**

Le tableau VII indique que sur les **51 genres** des espèces ligneuses de la zone du Centre en 2011, **19 genres** sont représentés par une seule espèce représentant **14,8%** de la diversité floristique ligneuse. Les autres comptent entre **2 et 13 espèces**.

Les genres les plus représentés dans la diversité spécifique ligneuse de la zone sont les *Acacia* **(10,2%),** les *Combretum* **(7,0%)** et les *Lannea* **(4,7%).** Ces genres regroupent **21.9%** de la diversité floristique ligneuse de la zone d'intervention du Centre.

Le regroupement par famille des espèces ligneuses met en relief la prépondérance des taxons suivants qui totalisent chacun entre **15 et 22 espèces**: les *Mimosacées* **(17,2%)**, les *Combrétacées* **(11,7%)** et les *Césalpiniacées* **(11,7%)**. Ces familles totalisent **40,6%** de la diversité floristique ligneuse de la zone d'intervention du Centre. On a dénombré également **7 familles** comptant chacune **une seule espèce**. Ces familles « mono spécifiques » représentent **5,5%** de la diversité floristique.

Tableau VII. Nombre d'espèces par genres et familles de la zone Centre en 2011

Familles	Nb espèces	Abondance	Genres	Nb espèces	Abondance
Mimosacées	**22**	**17,2**	***Acacia***	**13**	**10,2**
Césalpiniacées	15	11,7	*Combretum*	9	7,0
Combrétacées	15	11,7	*Lannea*	6	4,7
Anacardiacées	10	7,8	*Cassia*	5	3,9
Rubiacées	9	7,0	*Gardenia*	5	3,9
Capparacées	7	5,5	*Grewia*	5	3,9
Méliacées	5	3,9	*Maerua*	5	3,9
Tiliacées	5	3,9	Piliostigma	4	3,1
Apocynacées	4	3,1	Ziziphus	4	3,1
Rhamnacées	4	3,1	Azadiratcha	3	2,3
Bombacacées	3	2,3	Dichrostachys	3	2,3
Ebénacées	3	2,3	Diospyros	3	2,3
Sapotacées	3	2,3	Feretia	3	2,3
Annonacées	2	1,6	*Guiera*	3	2,3
Balanitacées	2	1,6	*Sclerocarya*	3	2,3
Bignoniacées	2	1,6	*Vitellaria*	3	2,3
Fabacées	2	1,6	*Annona*	2	1,6
Moracées	2	1,6	*Balanites*	2	1,6
Moringacées	2	1,6	*Bombax*	2	1,6
Olacacées	2	1,6	*Detarium*	2	1,6
Polygalacées	2	1,6	*Entada*	2	1,6
Familles mono spécifiques	**7**	**5,5**	*Ficus*	2	1,6
			Holarrhena	2	1,6
			Khaya	2	1,6
			Maytenus	2	1,6
			Moringa	2	1,6
			Parkia	2	1,6
			Saba	2	1,6

Familles	Nb espèces	Abondance	Genres	Nb espèces	Abondance
			Securinega	2	1,6
			Sterospermum	2	1,6
			Tamarindus	2	1,6
			Ximenia	2	1,6
			Genres mono spécifiques	**19**	**14,8**
Total	**128**	**100**		**128**	**100**

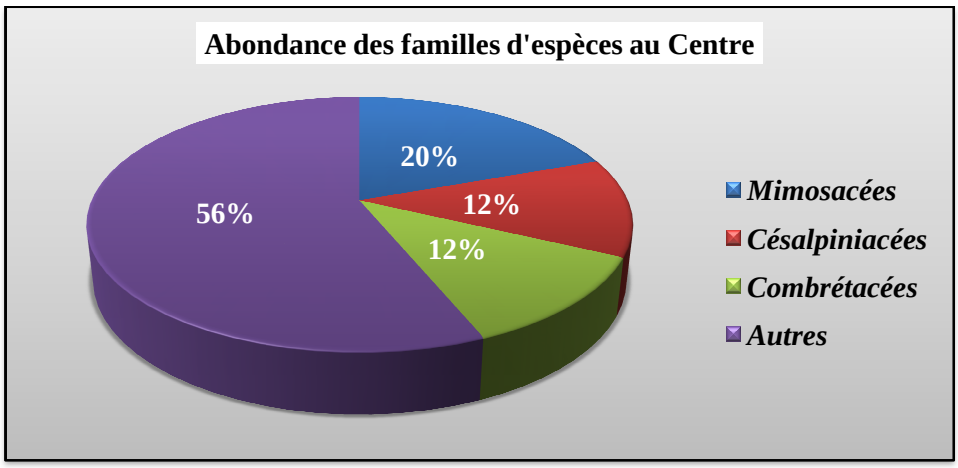
L'analyse de la richesse floristique des zones d'intervention nous permet d'obtenir des indices de diversité générique (Ig) moyens au Nord (**1,25)** et (**1,55)** au Centre. Ces indices sont largement inférieur au seuil requis (**Ig= 4**) cela confirme l'existence d'une **flore plus diversifiée.** *Les tableaux VI et VII en annexe II,* donnent les détails récapitulatifs de calcul d'indice par année et par parcelle.

4.1.3. Analyse du spectre biologique

La richesse floristique des parcelles mises en défens en 2003 dans la zone d'intervention Nord et au Centre est composée uniquement de **Spermaphytes** et toutes les familles d'espèces appartiennent à la classe des **dicotylédones.**

- ✓ Au niveau de la zone d'intervention du centre :

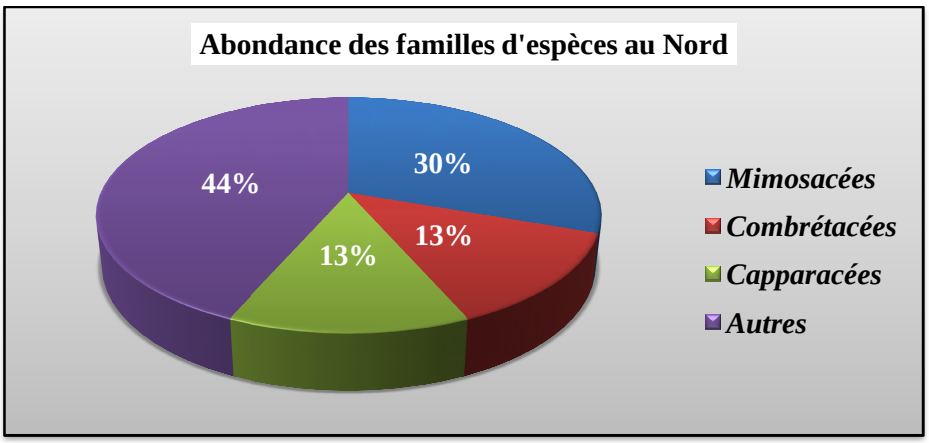
La famille des *Mimosacées* avec **25 espèces**, les Césalpiniacées avec **16 espèces** et les *Combrétacées* avec **15 espèces** forment à elles seules plus des **40%** des espèces inventoriées ***(graphique n°4),*** et l'ensemble des détails du tableau sur le spectre taxonomique de la zone Centre est en annexe I.



Graphique n°4 : Proportion des familles d'espèces au Centre

✓ Au niveau de la zone d'intervention du Nord :

La famille des *Mimosacées* avec **14 espèces**, les Capparacées avec **6 espèces** et les *Combrétacées* avec **6 espèces** forment à elles seules plus des **50%** des espèces inventoriées ***(graphique n°5),*** et l'ensemble des détails du tableau sur le spectre taxonomique de la zone Nord est en annexe I.



Graphique n°5 : Proportion des familles d'espèces au Nord

4.1.4. Analyse de la structure des groupements végétaux

Cette partie de l'analyse intègre la taille relative des espèces, qui est un paramètre important pour détecter si l'âge des parcelles mises en défens est un facteur significatif du changement des paramètres structuraux.

a) Analyse du type biologique des formations végétales

Le groupe **des phanérophytes** regroupant les *microphanérophytes* et les *nanophanérophytes* totalise **100% des espèces** inventoriées, ce qui est logique car nous avons sélectionné que les espèces de 1 mètre et plus pour cette étude. Les figures ci après sont des représentations des différentes dispersions d'espèces des deux zones d'interventions selon le type biologique et l'âge des parcelles mises en défens.

La figure **n°5** est la présentation de l'état floristique en année de référence en 2003. Elle indique que les espèces ont été protégées selon deux niveaux de strates végétatives et deux types de parcelles.

- ✓ ***Les parcelles de type 1*** concernent deux parcelles du Centre (Dawélgué et Guela) où, on a enregistré en moyenne en année de référence la présence minimale de ***250*** individus d'arbres *microphanérophytes* et **550** individus d'arbres *nanophanérophytes*. La présence maximale d'espèces est donnée à **Dawélgué** avec plus de **750** individus d'arbres nanophanérophytes.
- ✓ ***Les parcelles de type 2*** concernent les quatre autres parcelles (Gampéla et ceux du Nord) où, nous enregistrons en 2003 la présence minimale de ***9*** individus d'arbres *microphanérophytes* et ***18*** individus d'arbres *nanophanérophytes* (figure **n°5**).

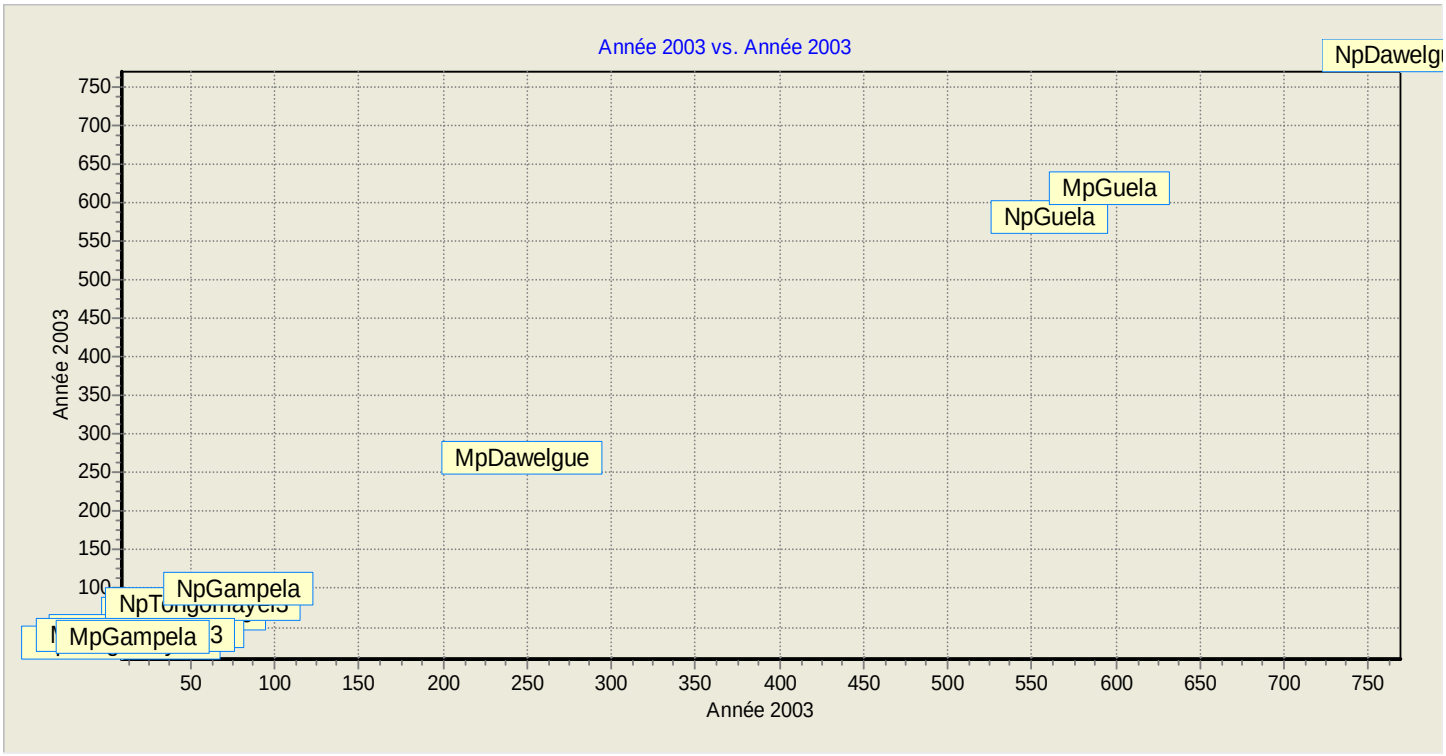


Figure n°5 : Carte d'analyse de dispersion des phanérophytes en 2003 par site

La figure **n°6** donne l'état de la végétation protégée en 2004. Elle montre une nette progression sur l'ensemble des deux types de parcelles.

- ✓ ***Sur les parcelles de type 1,*** on enregistre une présence minimale évolutive de ***600*** individus d'arbres *microphanérophytes* et de ***800*** individus d'arbres *nanophanérophytes*.

La présence maximale d'espèces est donnée à **Dawélgué** avec plus de **1100** individus d'arbres nanophanérophytes.

- ✓ ***Sur les parcelles de type 2,*** on a également une présence minimale évolutive de ***18*** individus d'arbres *microphanérophytes* et ***63*** individus d'arbres *nanophanérophytes*.

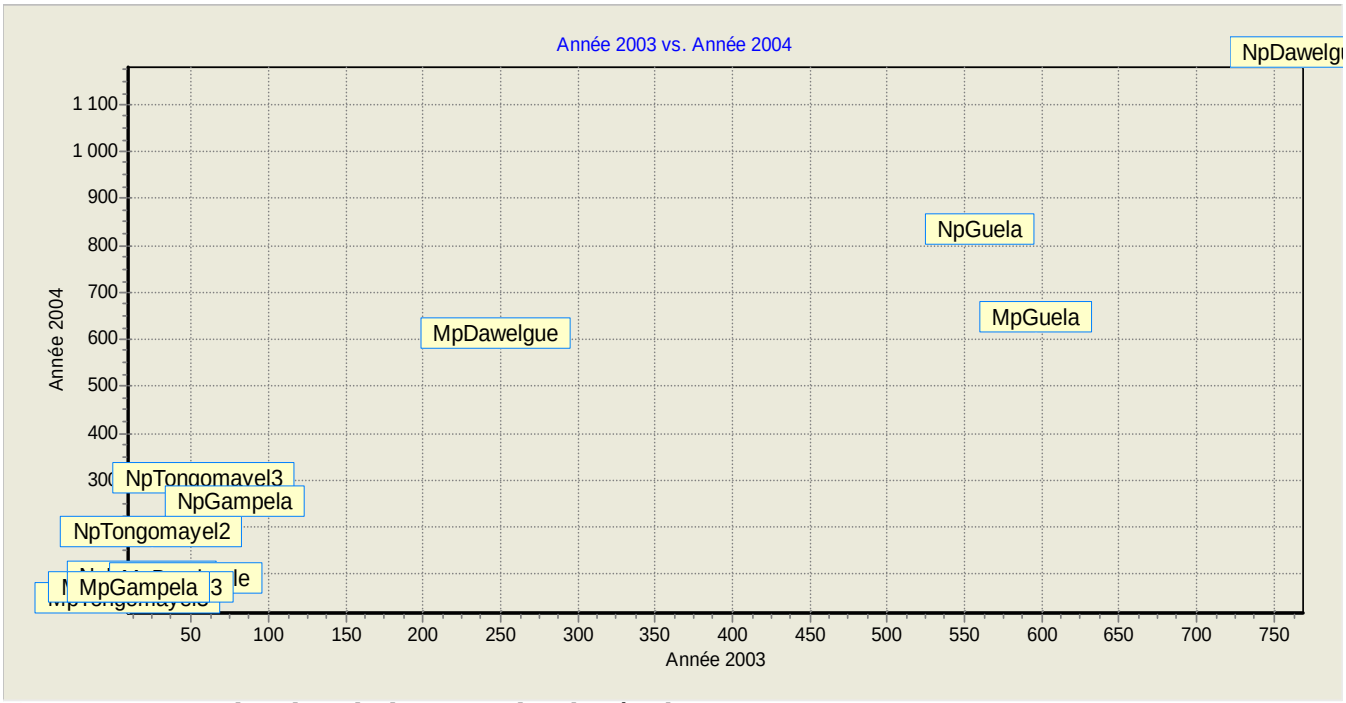


Figure n°6 : Carte d'analyse de dispersion des phanérophytes en 2004 par site

La figure **n°7** montre l'état de la végétation en 2011. On observe une progression significative sur l'ensemble des deux types de parcelles surtout ***les parcelles de types 2***.

- ✓ ***Sur les parcelles de type 1,*** la présence minimale évolutive est de ***904*** individus d'arbres *microphanérophytes* et de ***550*** individus d'arbres *nanophanérophytes*.

La présence maximale d'espèces enregistrées est donnée à **Dawélgué** avec plus de **1300** individus d'arbres *microphanérophytes*. En revanche, une baisse est enregistrée au niveau des nanophanérophytes et surtout à Dawélgué (moins de 600 individus).

- ✓ ***Sur les parcelles de type 2,*** on a également une présence minimale évolutive de ***450*** individus d'arbres *microphanérophytes* et ***167*** individus d'arbres *nanophanérophytes*.

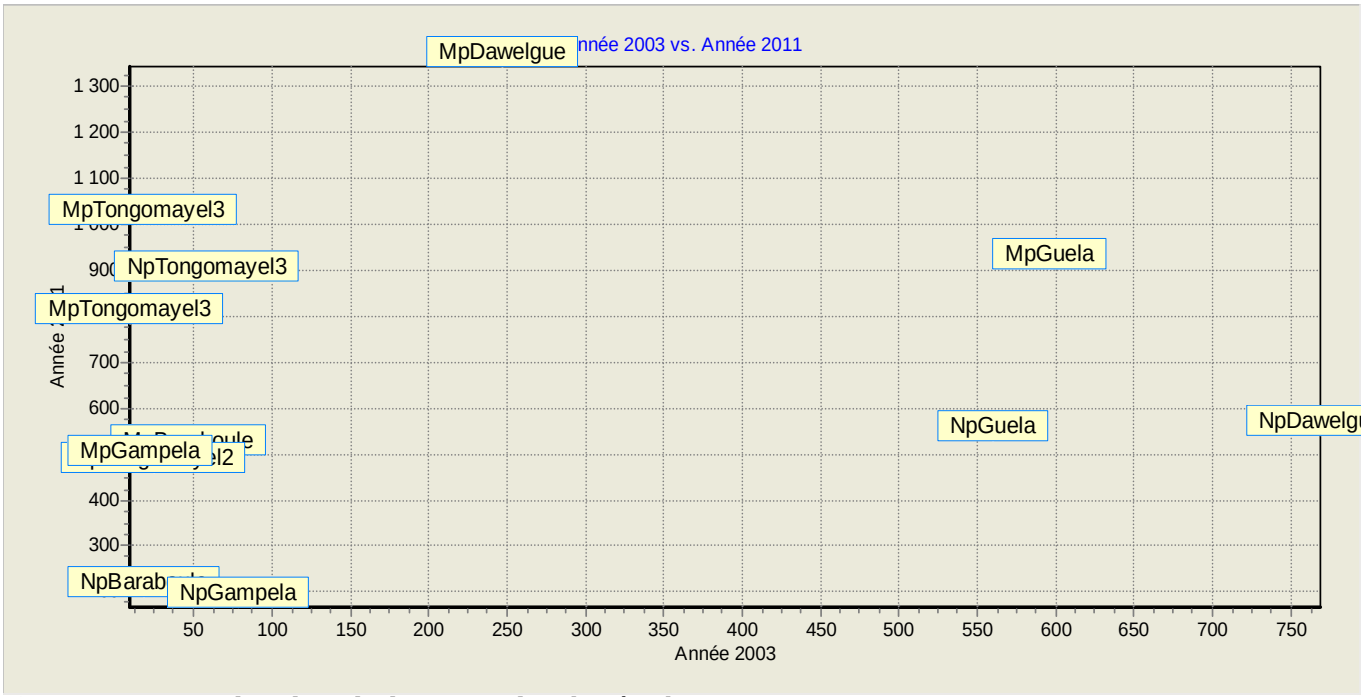


Figure n°7 : Carte d'analyse de dispersion des phanérophytes en 2011 par site

Conclusion partielle de l'étude floristique

Les résultats de ce travail montrent une amélioration de l'état de la végétation caractérisée pour une augmentation importante du nombre d'espèces ligneuses (77 nouvelles espèces) et du nombre d'individus (654 nouveaux individus).

La diversité générique est très bonne et atteint 1.25 par endroit. On note une nette différentiation entre les mises de défens au Nord et celles au centre. La diversité générique est de 1.25 au nord avec 46 espèces réparties en 15 genres et 10 familles. Au Centre, elle est de 1.55 avec 128 espèces réparties en 51 genres et 28 familles.

Cette amélioration est également remarquable niveau de structure verticale de la végétation avec une augmentation tendancielle de l'abondance des arbres par rapport aux arbustes. La conséquence est le passage progressif vers des sols nus ou steppes arbustives vers des formations savanicoles arborées à boisée.

La richesse floristique des parcelles mises en défens en 2003 dans la zone d'intervention Nord et au Centre est composée uniquement de **Spermaphytes** et toutes les familles d'espèces appartiennent à la classe des **dicotylédones** (annexes II aux tableaux VIII et IX). Ces résultats nous permettent donc de vérifier notre première hypothèse **(H1)** de l'étude.

4.2. Résultats de l'étude phytosociologique

Cette partie de l'étude va nous permettre de faire une répartition en groupements de végétaux à travers des analyses statistiques afin de vérifier l'impact de ces mises en défens.

4.2.1. Analyse en Composantes Principales (ACP) des zones d'intervention

a) *Analyse de la matrice brute de la zone Nord*

Les valeurs propres sont calculées à partir d'une matrice de corrélation. Le *tableau VIII* donne le résumé de l'**ACP** appliquée à la matrice de la zone Nord. Les quatre premiers axes factoriels retenus expliquent à **48,20 %** la **variance totale.**

Tableau VIII. Valeurs propres et Groupements de végétaux du Nord

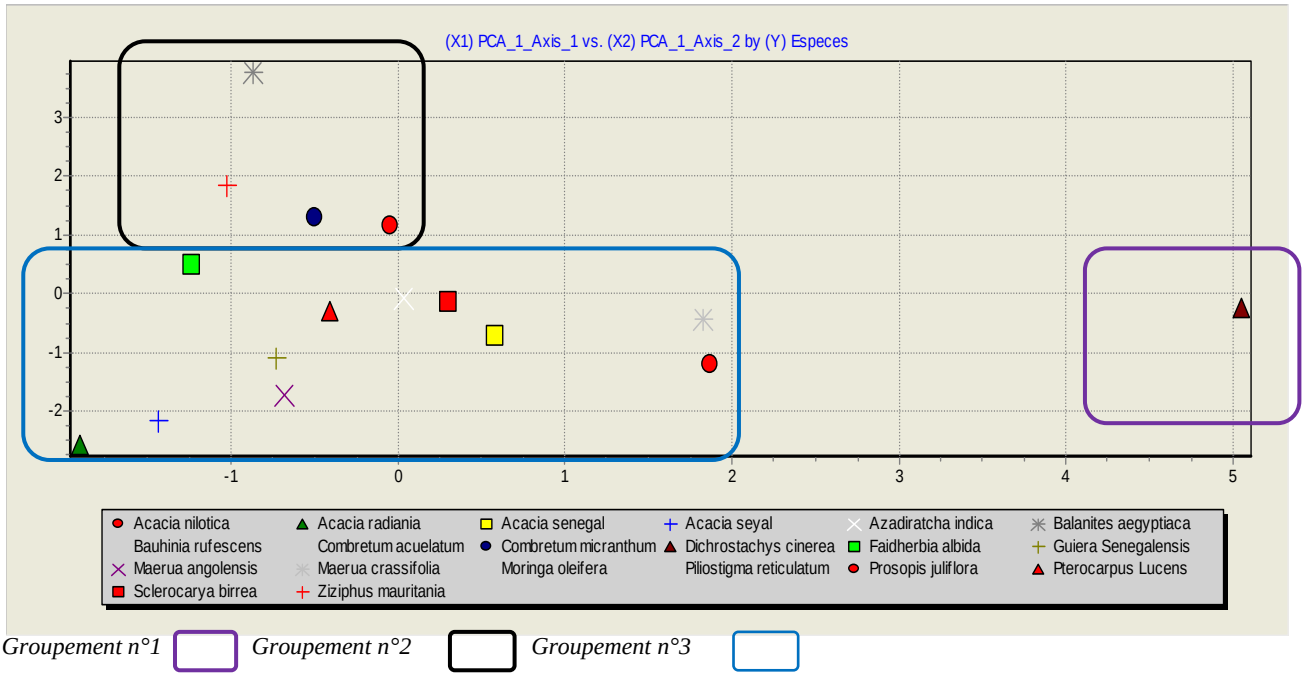
Valeurs propres

Axes	Valeurs propres	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	2.396582	13.31%	13.31%
2	2.309862	12.83%	26.15%
3	2.096725	11.65%	37.80%
4	1.872392	10.40%	**48.20%**

Groupements de végétaux

Groupements	Description	Tailles de groupe (espèces)
Groupement n°1	Groupement à *Dichrostachys cinerea*	**2**
Groupement n°2	Groupement à *Balanites aegyptiaca*	**7**
Groupement n°3	Groupement à *Acacia nilotica*	**11**

Les trois (3) groupements de végétaux dont les tailles respectives sont connues (**2 à 11 espèces/groupement)** se distinguent à travers une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA). Ce regroupement nous permis de séparer les groupes de relevés représentatifs des unités liées aux différentes zones d'intervention et d'obtenir **une carte factorielle** privilégiant les espèces les plus fréquentes (figure n°8).



Groupement n°1 *Groupement n°2* *Groupement n°3*

Figure n°8 : Carte factorielle des groupements des végétaux au Nord

La composition floristique et la structure de ces trois groupements sont récapitulées dans le tableau I de l'annexe III.

b) *Analyse des regroupements des végétaux des parcelles du Nord*

Cette partie sur les regroupements nous permet de montrer les différentes affinités qui existent entres les espèces du Nord.

Coefficient de similitude de Sorensen entre les groupements individualisés

Le coefficient de similitude de Sorensen pour les trois (3) groupements montre que les groupements dans leur majorité appartiennent à **des communautés végétales différentes deux à deux** (coefficient faible): G1 et G2 (**44,44 %),** G1 et G3 **(30,77 %)**. Les valeurs faibles obtenues n'indiquent pas nécessairement l'existence d'un caractère dissemblant. Seul le groupement (coefficient fort) G2 et G3 **(77,78 %)** appartient à une même communauté végétale (tableau III de l'annexe III). Ces résultats sont illustrés par l'arbre d'hiérarchie à travers la Classification Hiérarchique Ascendante **(**figure **n°9).**

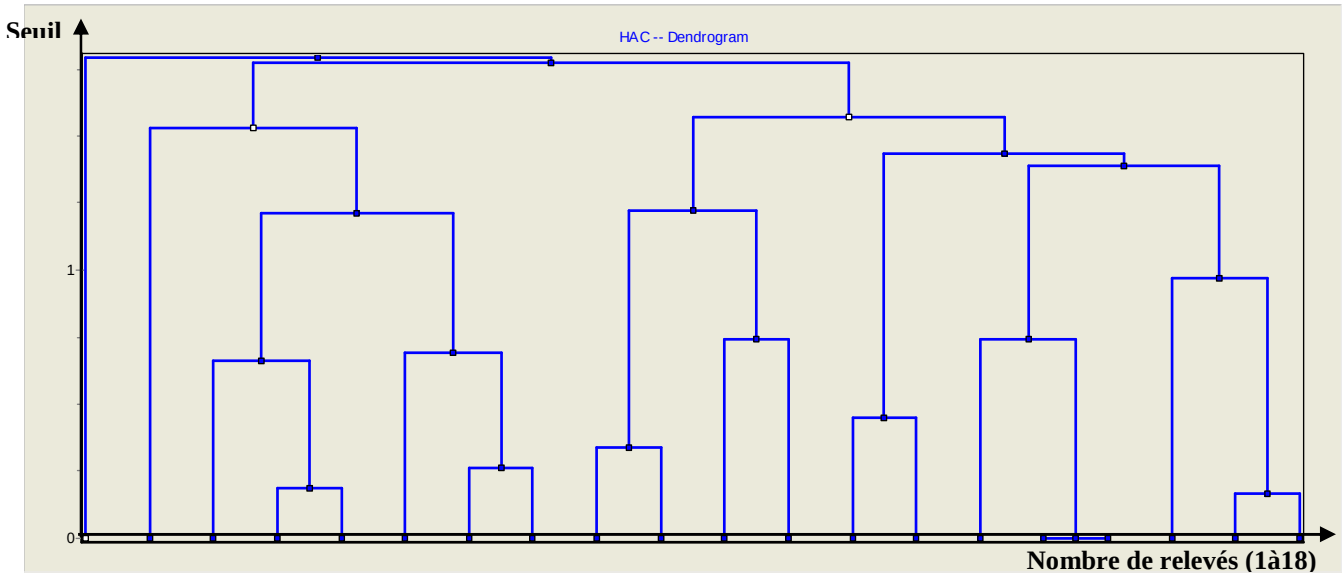


Figure n°9: Classification des groupements des végétaux du Nord

Indice de diversités spécifiques des trois groupements du Nord

Le groupement n°1 (Tableau IX) composé de 2 espèces, présente un indice de diversité de Shannon égale à **0.24 bits** pour un indice de régularité de 0.15 bits. L'indice réciproque (1-D), d'une valeur de 0,38 est déduit de l'indice de Simpson D calculé (0,63). Ainsi, la diversité du groupement n°1 équivaut à **15 %** (échelle de Shannon) et à **38 %** (échelle de Simpson) de toute la diversité maximale possible dans ce système à 2 espèces. Le faible indice de régularité permet de conclure qu'une seule espèce nouvelle (*Dichrostachys cinerea*) domine.

Le groupement n°2 (Tableau IX) composé de 7 espèces, présente un indice de diversité de Shannon (**H**) égale à**0.81 bits** pour un indice de régularité de 0.49 bits. L'indice réciproque (1-D), d'une valeur de **0,84** est déduit de l'indice de Simpson D calculé (0,16). Ainsi, la diversité du groupement n°2 équivaut à **49 %** (échelle de Shannon) et à **84 %** (échelle de Simpson) de toute la diversité maximale possible dans ce système à 7 espèces. Ces valeurs permettent de conclure que l'association de *Balanites aegyptiaca*, *Combretum acuelatum*, *Faidherbia albida* et du *Ziziphus mauritania* est bien à une limite de diversification avec une répartition régulière du recouvrement entre les espèces.

Le groupement n°3 (Tableau IX) composé de 11 espèces, présente un indice de diversité de Shannon égale à **1.0 bits** pour un indice de régularité de 0.60 bits. L'indice réciproque (1-D), d'une valeur de **0,90** est déduit de l'indice de Simpson D calculé (0,10). Ainsi, la diversité du groupement n°3 équivaut à **60 %** (échelle de Shannon) et à **90 %** (échelle de Simpson) de toute la diversité maximale possible dans ce système à 11espèces. Ces valeurs confirment très bien que l'association *d'Acacia nilotica*, *Acacia radiania*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Bauhinia rufescens*, *Maerua angolensis et de Maerua crassifolia* est diversifiée avec une répartition régulière du recouvrement entre les espèces.

Tableau IX. Récapitulatif des indices de spécificités dans la zone Nord

Indices	**Groupement n°1**	**Groupement n°2**	**Groupement n°3**
Shannon (en bits)	0.24	0.81	1.00
Régularité (en bits)	0.15	0.49	0.60
Simpson (en bits)	0.63	0.16	0.10
Réciproque (1-D)	0.38	0.84	0.90

c) *Analyse de la matrice brute de la zone Centre*

Les valeurs propres sont calculées à partir d'une matrice de corrélation. Le *tableau X* donne le résumé de l'**ACP** appliquée à la matrice de la zone Nord. Les quatre premiers axes factoriels retenus expliquent à **38,08 %** la **variance totale.**

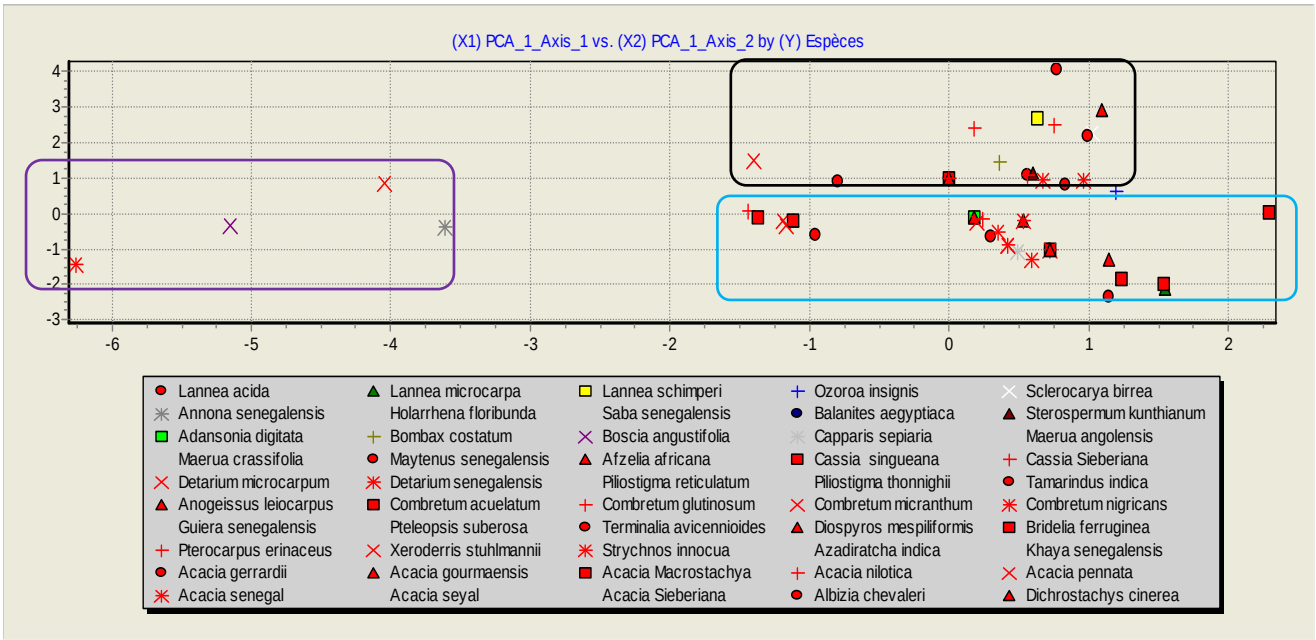
Tableau X. Valeurs propres et groupements de végétaux du Centre

Valeurs propres			
Axes	Valeurs propres	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	2.075855	11.53%	11.53%
2	1.761737	9.79%	21.32%
3	1.593416	8.85%	30.17%
4	1.424292	7.91%	**38.08%**

Groupements de végétaux		
Groupements	Description	Tailles de groupe (espèces)
Groupement n°1	Groupement à Combretum nigricans	**8**
Groupement n°2	Groupement à Maerua angolensis	**29**
Groupement n°3	Groupement à Cassia singueana	**36**

Les trois (3) groupements de végétaux dont les tailles respectives sont connues (**8 à 36 espèces/groupement)** se distinguent à travers une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA).

Ce regroupement nous permis de séparer les groupes de relevés représentatifs des unités liées aux différentes zones d'intervention et d'obtenir **une carte factorielle** privilégiant les espèces les plus fréquentes (figure **n°10**).



Groupement n°1 *Groupement n°2* *Groupement n°3*

Figure n°10: Carte factorielle des groupements des végétaux du Centre

La composition floristique et structure de ces trois groupements sont récapitulées dans le tableau IV de l'annexe III.

d) *Analyse des regroupements des végétaux de la zone du Centre*

Cette partie sur les regroupements nous permet de montrer les différentes affinités qui existent entres les espèces du Centre.

- **Coefficient de similitude de Sorensen entre les groupements individualisés**

Le coefficient de similitude de Sorensen pour les trois (3) groupements montre que les groupements dans leur majorité appartiennent à **des communautés végétales différentes deux à deux** (coefficient faible): G1 et G2 (**32,34 %),** G1 et G3 **(36,36 %)**. Les valeurs faibles obtenues n'indiquent pas nécessairement l'existence d'un caractère dissemblant. Seul le groupement (coefficient fort) G2 et G3 **(52,31 %)** appartient à une même communauté végétale (tableau V).

Ces résultats sont illustrés par l'arbre d'hiérarchie à travers la Classification Hiérarchique Ascendante (figure **n°11**).

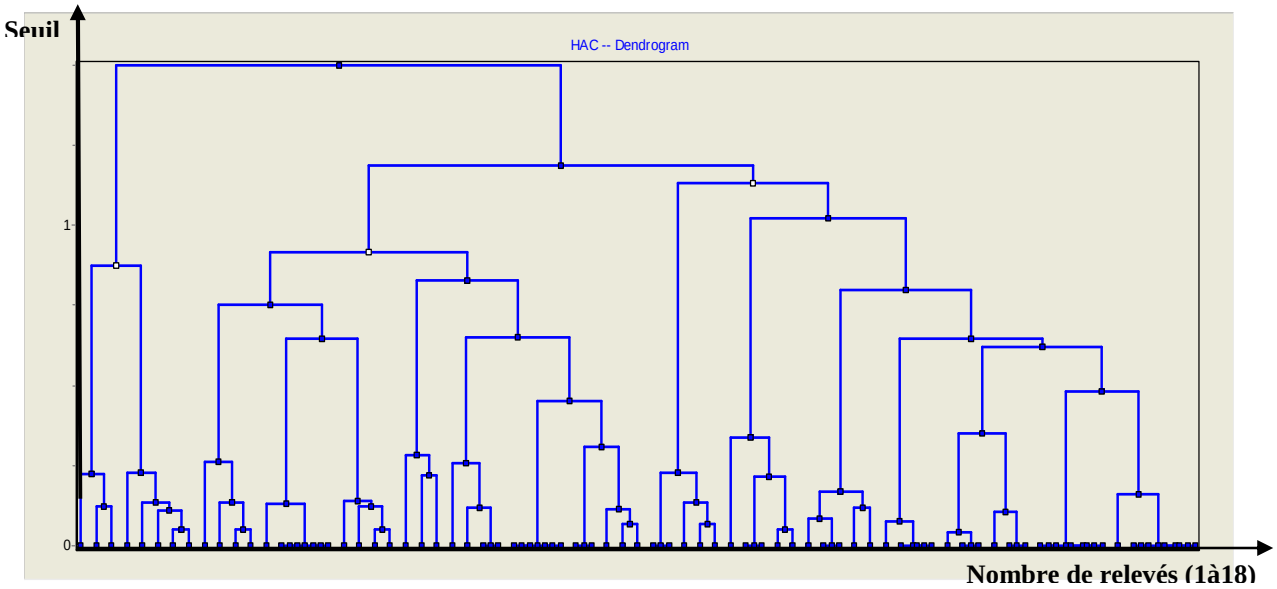


Figure n°11 : Classification des groupements des végétaux du Centre

Indices de diversités spécifiques des trois groupements

Le groupement n°1 (Tableau XI) composé de 8 espèces, présente un indice de diversité de Shannon égale à **0.84 bits** pour un indice de régularité de 0.45 bits. L'indice réciproque, d'une valeur de 0,83 est déduit de l'indice de Simpson calculé (0,17). Ainsi, la diversité du groupement n°1 équivaut à **45 %** (échelle de Shannon) et à **83 %** (échelle de Simpson) de toute la diversité maximale possible dans ce système à 8 espèces. Le faible indice de régularité permet de conclure qu'une seule espèce (*Combretum nigricans*) domine.

Le groupement n°2 (Tableau XI) composé de 29 espèces, présente un indice de diversité de Shannon égale à **1.43 bits** pour un indice de régularité de 0.76 bits. L'indice réciproque, d'une valeur de **0,96** est déduit de l'indice de Simpson calculé (0,04). Ainsi, la diversité du groupement n°2 équivaut à **76 %** (échelle de Shannon) et à **96 %** (échelle de Simpson) de toute la diversité maximale possible dans ce système à 29 espèces. Ces valeurs permettent de conclure que l'association de *Maerua angolensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Terminalia avicennioides*, *Acacia gourmaensis* et de l'*Acacia pennata* est bien diversifiée avec une répartition régulière du recouvrement entre les espèces.

Le groupement n°3 (Tableau XI) composé de 36 espèces, présente un indice de diversité de Shannon égale à **1.49 bits** pour un indice de régularité de 0.80 bits. L'indice réciproque, d'une valeur de **0,97** est déduit de l'indice de Simpson calculé (0,03). Ainsi, la diversité du groupement n°3 équivaut à **80 %** (échelle de Shannon) et à **97 %** (échelle de Simpson) de toute la diversité maximale possible dans ce système à 36 espèces. Ces valeurs permettent de conclure que l'association de *Cassia singueana*, *Lannea microcarpa*, *Dichrostachys cinerea*, *Piliostigma thonnighii et de l'Eucalyptus camaldulensis* est bien diversifiée avec une répartition régulière du recouvrement entre les espèces.

Tableau XI. Récapitulatif des indices de spécificités dans la zone Centre

Indices	**Groupement n°1**	**Groupement n°2**	**Groupement n°3**
Shannon (en bits)	0.84	1.43	1.49
Régularité (en bits)	0.45	0.76	0.80
Réciproque (1-D)	0.83	0.96	0.97
Simpson (en bits)	0.17	0.04	0.03

4.2.2. **Description de la végétation des deux zones d'intervention (Nord et Centre)**

Les conclusions de l'étude précédente nous permettent de mettre en lumière la question du zonage par des observations terrains. En effet, ces résultats ne donnent pas une vue synoptique et synthétique de la zone d'étude mais au contraire, la plus ***petite unité de végétation, l'abondance relative et de la structure verticale de la végétation*.** Nous montrons dans le *tableau XII***,** la description de la végétation actuelle des parcelles étudiées.

Tableau XII. Description de la végétation des zones d'intervention

Grands types de végétaux		Structure de la végétation					Type de végétation	
		Structure verticale	Structure Horizontale					
	Code	Hauteur en (m)	H	R	S	RM (%)	Formations végétales	N°
Ligneux Bas	LBc	1 à 2	-	-	+	*< 25*	**Steppes arbustives**	1
			+	+	-	*25<RM<75*		2
			+	+	+	*> 75*		3
Ligneux Hauts	LHd	2 à 8	-	-	+	*< 25*	**Steppes arborées**	1
			+	+	-	*25<RM<75*	**Savanes arbustives**	2
			+	+	+	*> 75*		3
	LHe	8 et plus	-	-	+	*< 25*	**Savanes arborées**	1
			+	+	-	*25<RM<75*		2
			+	+	+	*> 75*	**Forêts**	1

(+) = Bon indice (-) = Mauvais indice, (N°1)= claire, (N°2) = moyen dense, (N°3) = dense

H, R, S *sont les indices de Shannon, de Régularité et Simpson*

Conclusion partielle sur l'étude phytosociologique

L'étude phytosociologie montre que la majorité des regroupements végétaux (trois dans chacune des zones d'intervention en 2003) appartiennent à des communautés végétales différentes pris deux à deux (faible coefficient de similitude).
L'association d'espèces dominantes à un ensemble différentes d'un même groupement végétal est très bien diversifiée avec des répartitions régulières du recouvrement entre les espèces.
L'ensemble des observations ont permis d'identifier et de caractériser **cinq unités de végétation sur les parcelles,** à cela s'ajoute les unités comme **les cultures, les sols nus et dégradés.**

Une telle classification très générale doit pouvoir être adaptée afin de permettre la description correcte de certaines situations particulières dont les seuils de couvert qui sont délicats à adopter.

4.3. Résultats de l'étude de traitements d'image satellite Landsat

4.3.1. Interprétation visuelle des images Landsat

Le parcours des sites, en se référant à l'analyse des images TM3 rehaussée, du NDVI et la composition colorée TM3, TM4 et TM5, a permis de retenir **cinq thèmes**. Sur le tableau XIII, on présente les résultats de l'interprétation visuelle des images extraites.

Tableau XIII. Interprétation visuelle des images de 1988, 2003 et 2011

Unités thématiques	**Images**		
	TM3 (en niveau de gis)	**NDVI** (en niveau de gis)	Composition colorée**, RVB** (TM3, TM4, TM5)
Formation forestière**: Forte activité photosynthétique**	Noir	Blanc	Vert 75%
Savanes arborées**: activité photosynthétique moyenne**	Gris légèrement sombre	Blanc et gris clair	Vert 50%
Steppes et savanes arbustives**: activité photosynthétique faible**	Gris clair	Gris sombre	Vert 25%, Marron
Sols nus ou dénudés, dégradés et Cultures **(faiblement herbeux)**	Blanc	Noir	Bleu, jaune
Zones brûlées	Noir	Noir	Noir

La composition colorée TM3, TM4 et TM5 présente toutes les surfaces boisées en vert. De même, l'image NDVI en niveaux de gris permet de bien discerner ces surfaces. Les extraits des cartes de la **figure n°12** donnent une illustration des NDVI calculés des zones d'étude.

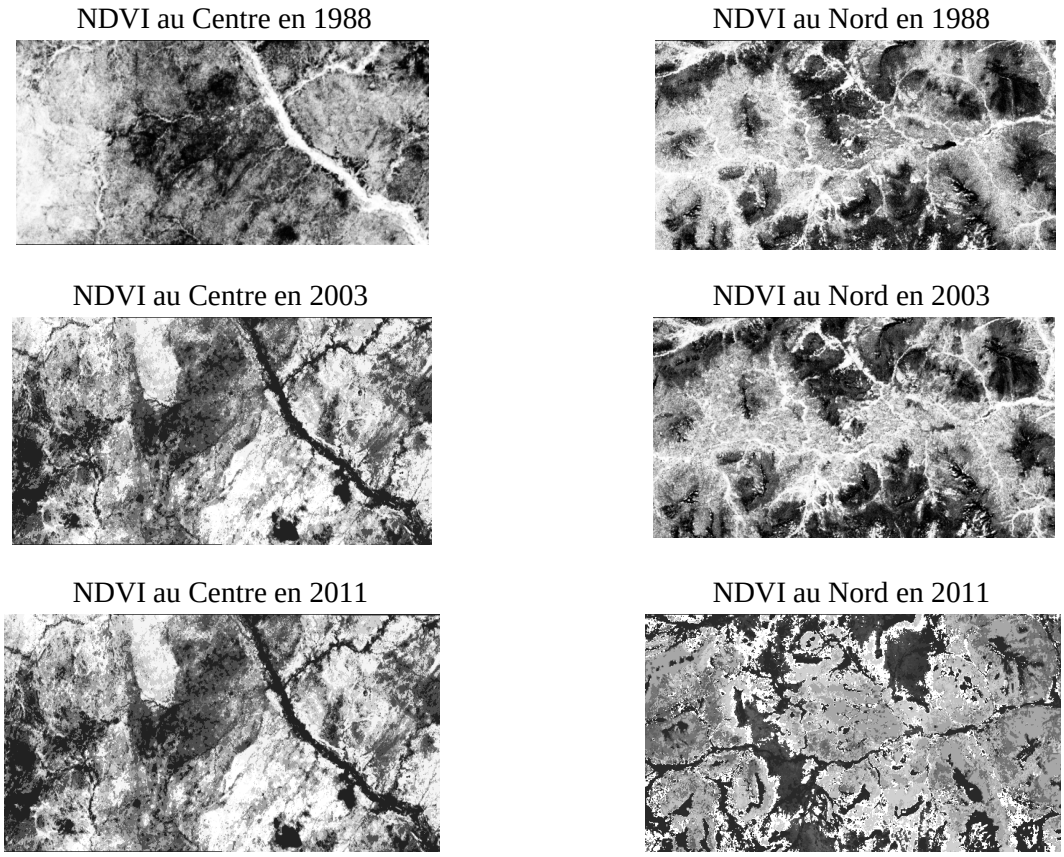


Figure n° 12: Extraits de cartes des NDVI calculés dans les zones d'intervention

4.3.2. Cartes d'occupation du sol

Les cartes résultantes du traitement par télédétection des deux zones d'intervention sont présentées sur la **figure n°13 et n°14.** Elles ont été obtenues à partir de l'analyse des scènes Landsat TM et, dans l'objectif de mener à bien nos évaluations nous avons utilisé comme matériel de référence, la carte de la végétation et d'occupation des terres du Burkina Faso.

a) Zone d'intervention du Centre (figure n°13)

Nous pouvons constater que les classes les plus répandues sont : **les sols nus, cultures et les savanes arborées** qui occupaient la majeure partie de la surface totale de la zone extraite.

L'analyse visuelle des trois cartes au niveau du Centre nous permet de constater que les principaux changements sont :

- l'augmentation des surfaces de savane arborée entre 1988 et 2011;
- le progrès des surfaces de cultures et
- la fluctuation des classes de forêts claires et de culture

La classe qui semble être la plus stable durant cette période, est la culture qui occupe la moitié de la surface pour les trois dates analysées.

b) Zone d'intervention du Nord (figure n°14)

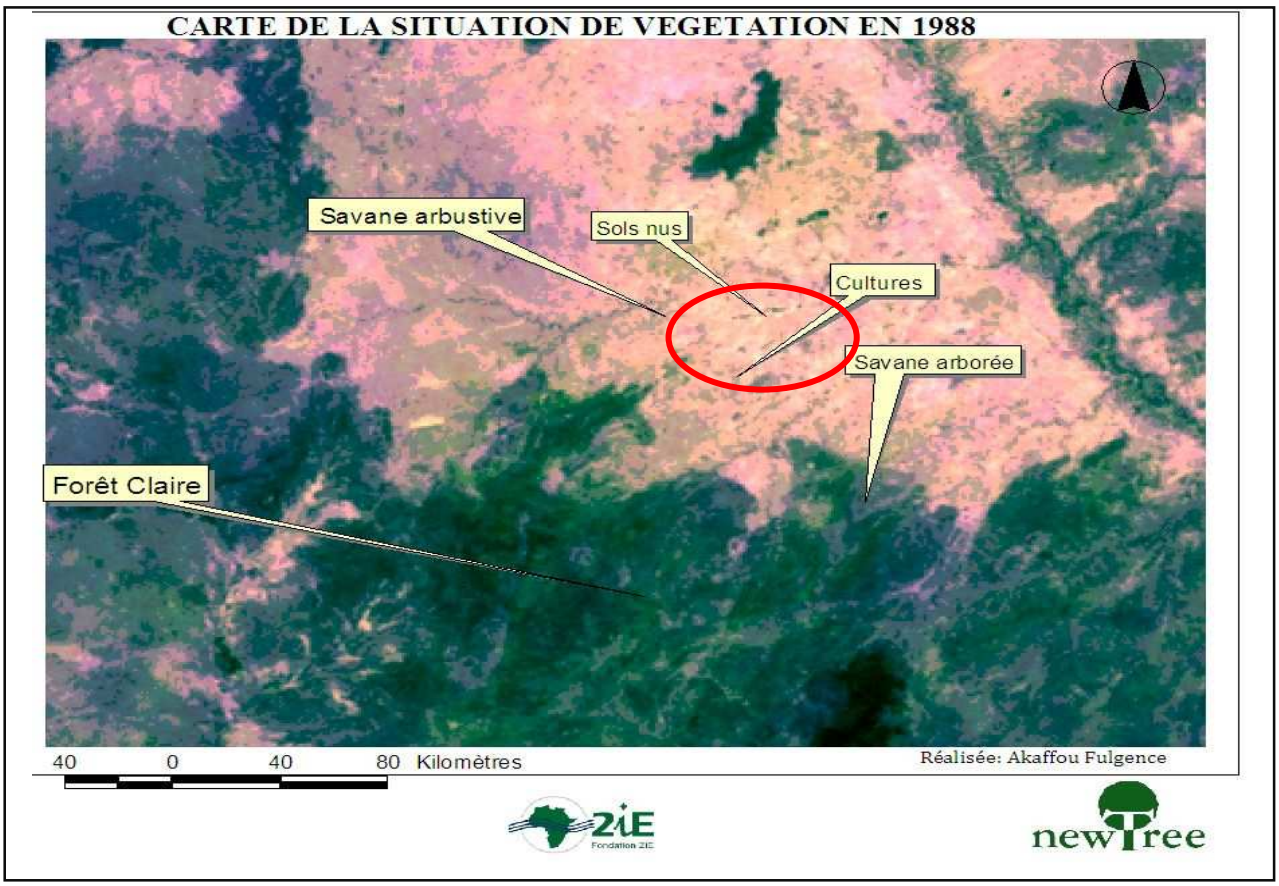
Nous pouvons constater que les classes les plus répandues sont : **les sols nus, cultures et les steppes arbustives** qui occupaient plus du **60%** de la surface totale de la zone extraite.

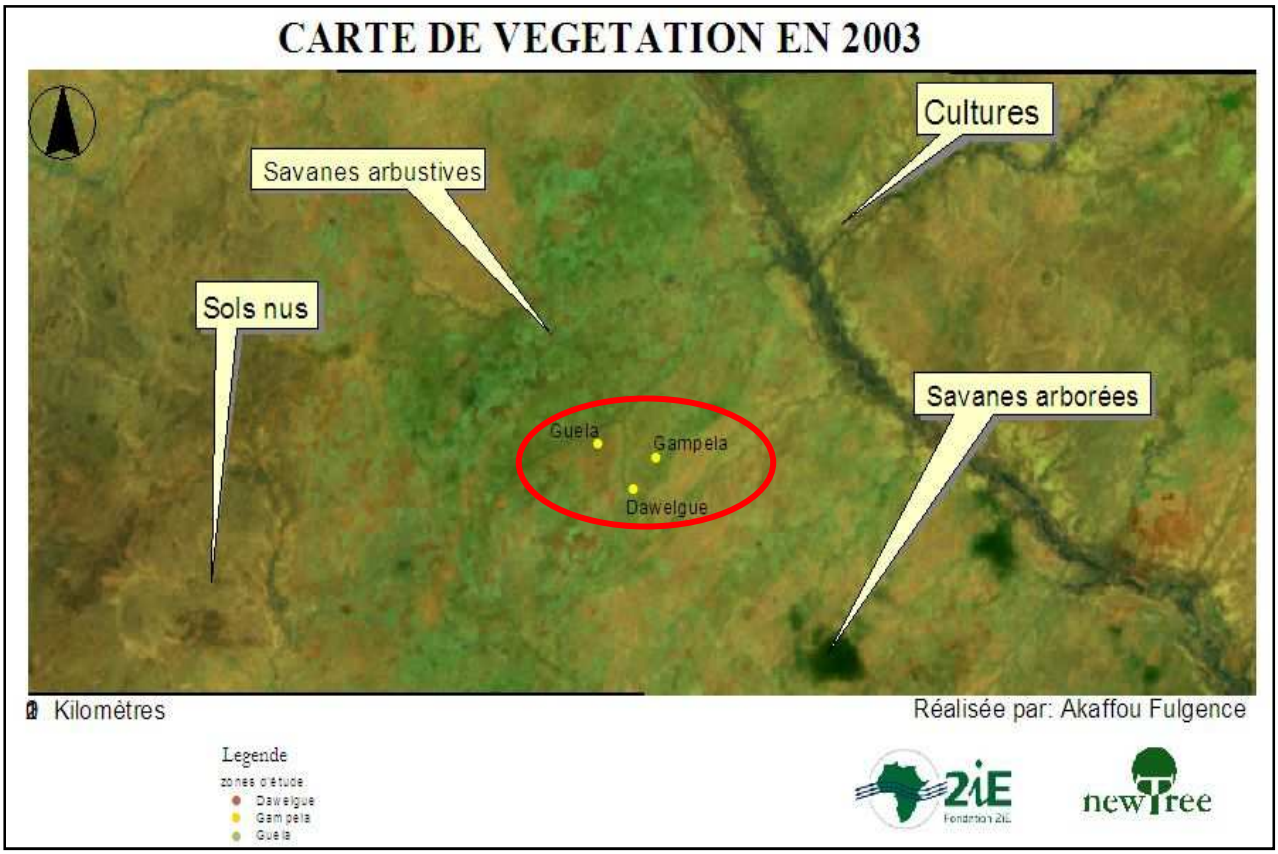
L'analyse visuelle des trois cartes au niveau du Nord nous permet d'observer que les principaux changements sont :

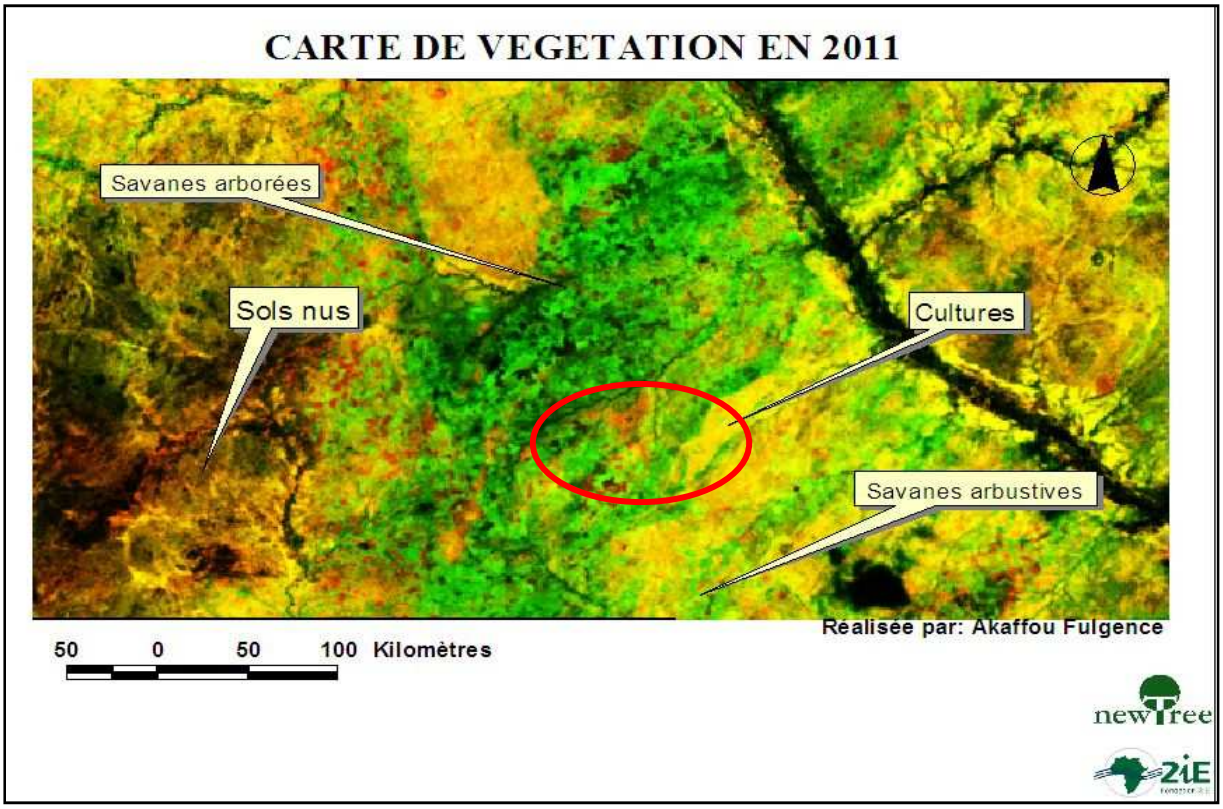
- l'augmentation des surfaces de steppes arbustives entre 1988 et 2011;
- le progrès des surfaces de cultures et
- la fluctuation des sols nus et dégradés.

La classe qui semble être la plus stable durant cette période, est la steppe arbustive qui occupe près de la moitié de la surface pour les trois dates analysées.

Ainsi, les extraits de cartes de végétation au Centre de 1988 à 2011sont présentées à la figure **n°13 et 14.**

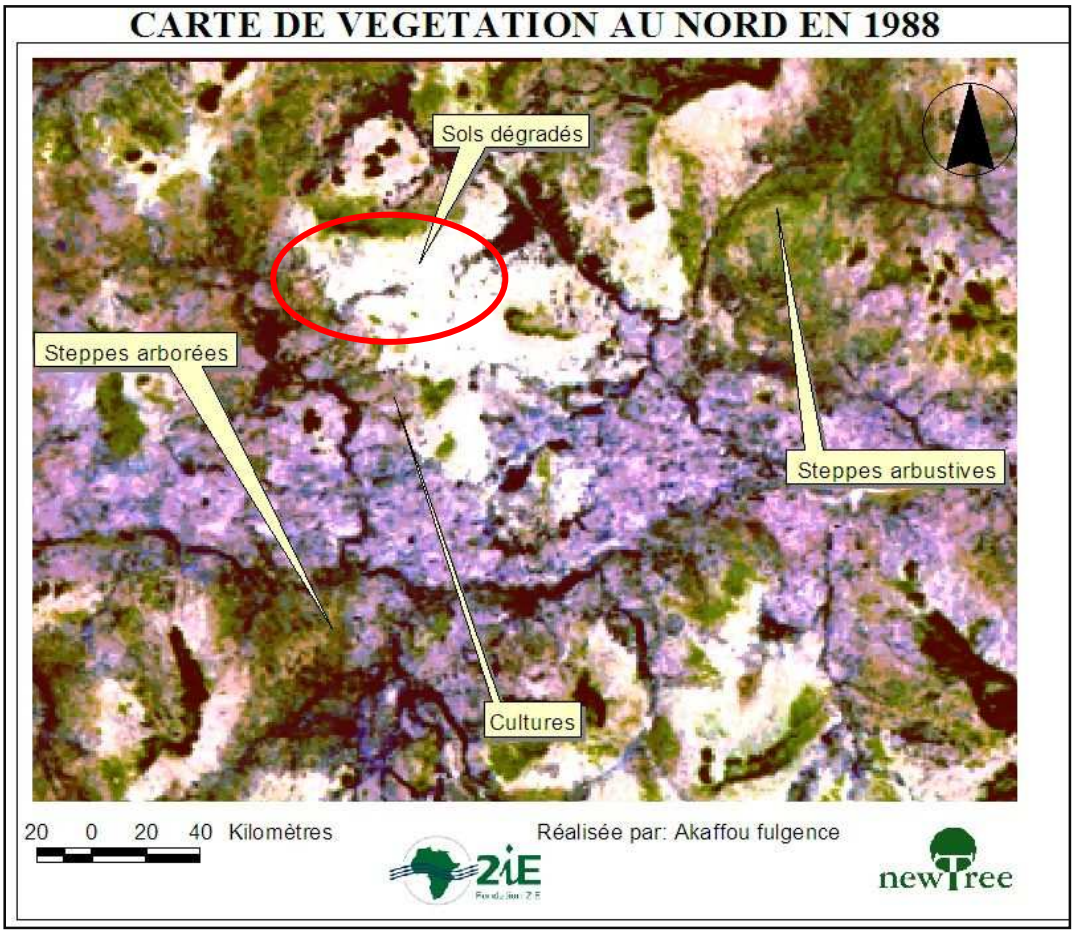


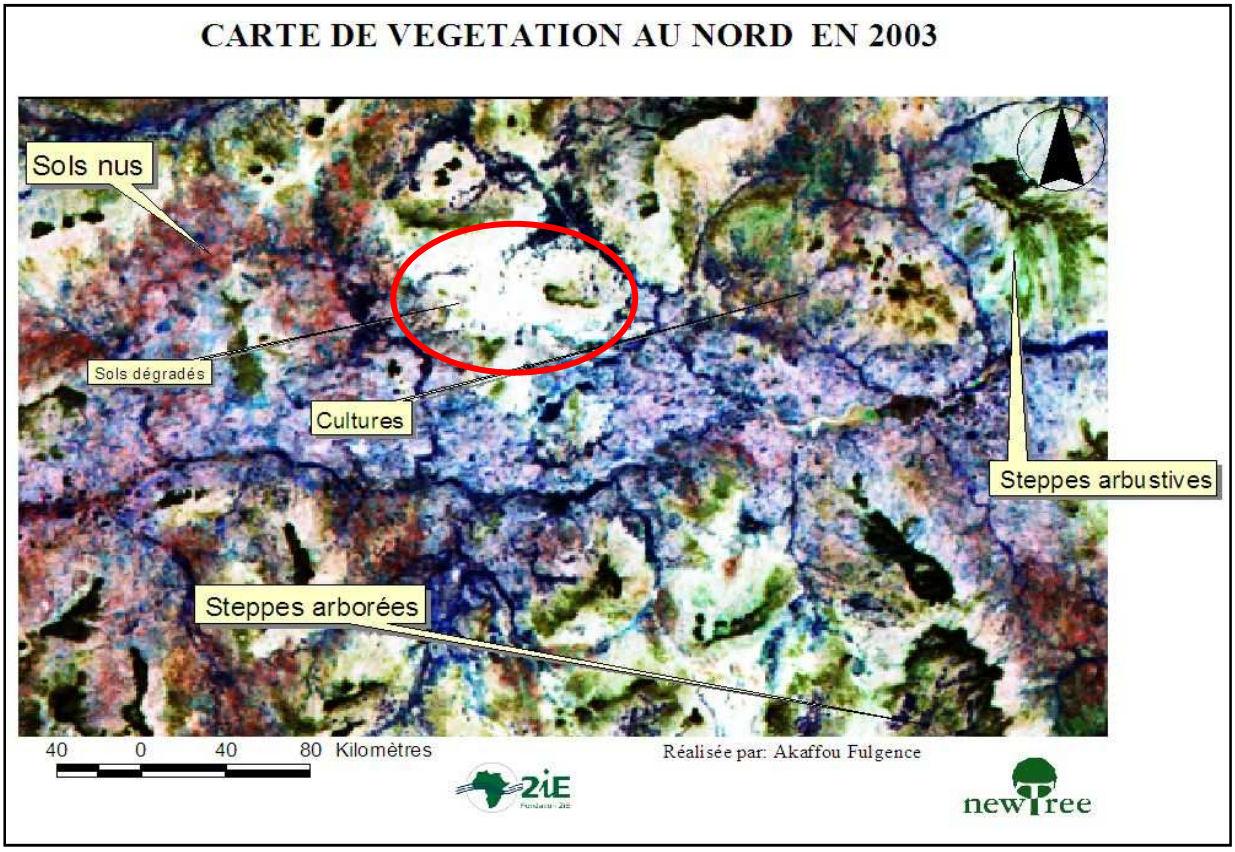


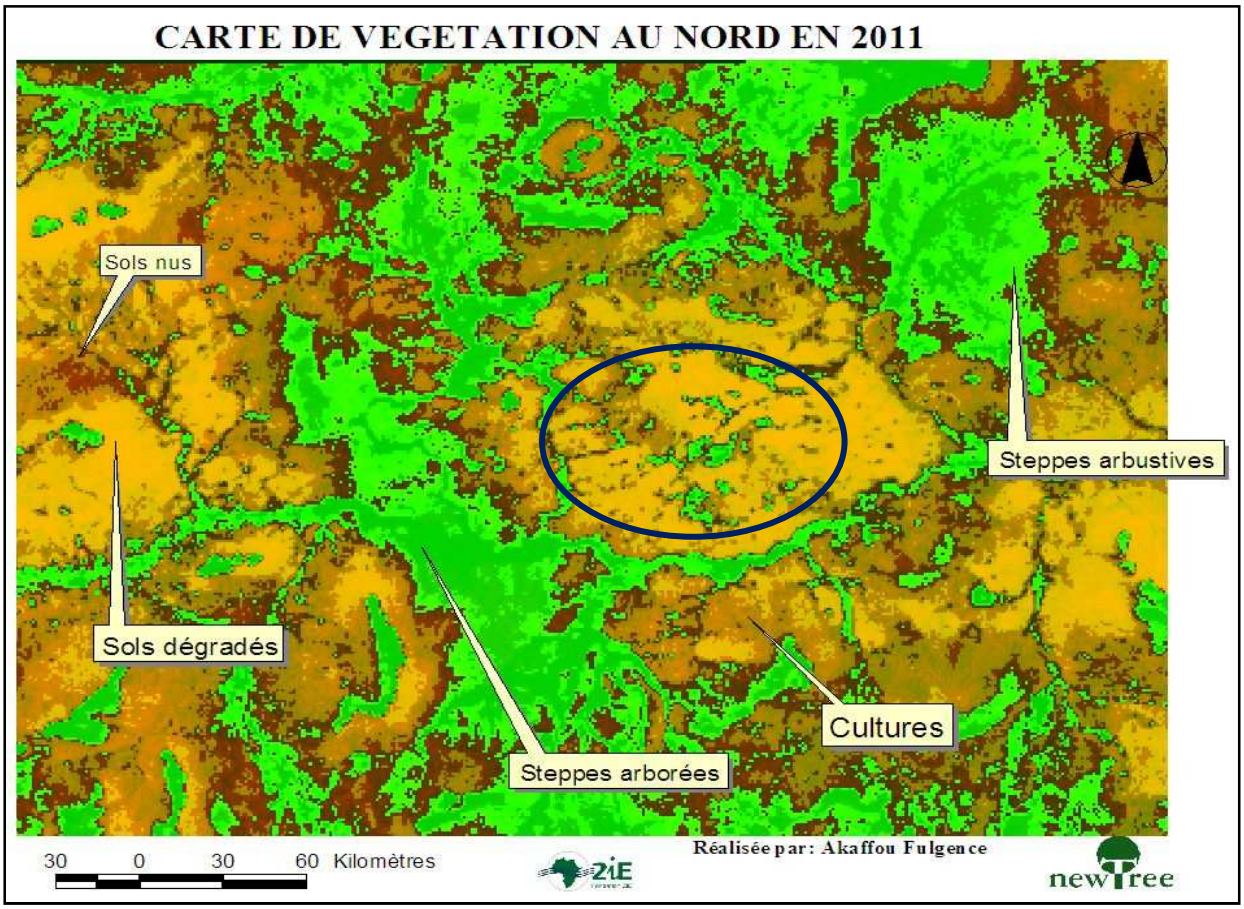


Zone d'intervention de l'ONG newTree

Figures n°13 **: Extraits de cartes d'occupation du sol en 1988, 2003 et 2011.**


CARTE DE VEGETATION AU NORD EN 1988
Sols dégradés
Steppes arborées
Steppes arbustives
Cultures
20 0 20 40 Kilomètres
Réalisée par: Akaffou fulgence
2iE
newTree


CARTE DE VEGETATION AU NORD EN 2003
Sols nus
Sols dégradés
Cultures
Steppes arbustives
Steppes arborées
40 0 40 80 Kilomètres
Réalisée par: Akaffou Fulgence
2iE
newTree



Zone d'intervention de l'ONG newTree

***Figures n°14* :** Extraits de cartes d'occupation du sol en 1988, 2003 et 2011.

4.3.3. Evolution de l'occupation du sol des zones extraites

Afin de montrer l'évolution de chaque classe d'occupation du sol au cours du temps, nous avons utilisé une série de transformations ensemblistes ; la relation entre la même classe à deux dates différentes, nous permet d'extraire **les zones « stables », de « régression » et de « progression »** de cette classe.

On considère que **T1** représente l'ensemble de pixels de l'année 1988, **T2** l'ensemble de pixels de l'année 2003 et que **T3** est l'ensemble de pixels pour l'année 2011.

Les valeurs positives représentent ***une progression de la surface*** de la classe pendant la période analysée et les valeurs négatives indiquent ***la perte de surface*** d'une classe entre les deux dates. Les valeurs proches de zéro nous indiquent que la classe ***reste relativement stable*** entre les deux dates. Ainsi, nous présentons dans les tableaux XIV et XV les types de liaisons entre les trois dates dans les zones d'intervention.

Tableau XIV. Type de liaisons entre les trois dates au Centre

	1988	**2003**	**2011**		
Classes	**Surface (Km²)**	**Surface (Km²)**	**Surface (Km²)**	**T1-T2**	**T2-T3**
Forêts Claires	2.5	0.295	0.103	2.205	0.192
Savanes arborées	1.048	1.806	2.573	-0.758	-0.767
Savanes arbustives	0.219	1.007	1.621	-0.788	-0.614
Cultures	1.492	2.854	3.098	-1.362	-0.244
Sols nus, dégradés	3.627	2.924	1.494	0.703	1.43
Total	**8.886**	**8.886**	**8.886**		

Tableau XV. Type de liaisons entre les trois dates au Nord

	1988	**2003**	**2011**		
Classes	Surface (Km²)	Surface (Km²)	Surface (Km²)	T1-T2	T2-T3
Steppes arborées	1.873	1.006	2.093	0.867	-1.087
Steppes arbustives	1.267	0.980	3.873	0.287	-2.893
Cultures	2.014	3.536	3.621	-1.522	-0.085
Sols nus, dégradés	4.892	4.524	0.459	0.368	4.065
Total	**10.046**	**10.046**	**10.046**		

a) Evolution de l'occupation du sol dans la zone du Centre

- **entre 1988 et 2003**

Sur la **figure n°13**, on observe que la classe dont la surface reste la plus stable dans le temps, est la classe des sols nus et dégradés, outre qu'il s'agit de la classe la plus étendue aux deux dates. En revanche, ce sont les classes de forêts claires et de cultures qui sont les plus fluctuantes. Les résultats du tableau XV entre 1988 et 2003 (T1-T2) montrent que la classe « cultures » présente une importante progression avec plus de **1362 km²** de croissance durant une période de 15 années (tableau XV). Nous avons perçu plus clairement d'autres changements importants tels que la diminution des surfaces des classes « forêt claire ».

- **entre 2003 et 2011**

Pendant cette période la classe culture présente une grande stabilité entre les deux dates, mais nous pouvons aussi observer un comportement similaire pour la classe « savanes arborées » qui présente un grand nombre de pixels. Dans le cas de cette dernière classe, sur la figure 13, il est clair qu'elle a perdu une proportion considérable. En regardant les cartes

de la figure n°13, nous pouvons donc établir que l'occupation du sol pendant la période compris entre 2003 et 2011 montre une stabilité globale, en particulier de la classe « culture » et des « savanes arborées ». Une grande proportion des surfaces de la classe des savanes arbustives est observée. La contribution de la mise en défens au niveau de la zone d'intervention est visible coroborant ainsi la stabilité au niveau des savanes arborées.

b) Evolution de l'occupation du sol dans la zone du Nord

- **entre 1988 et 2003**

Sur la **figure n°14**, on observe que la classe dont la surface reste la plus stable dans le temps, est la classe des sols nus et dégradés, outre qu'il s'agit de la classe la plus étendue aux deux dates. En revanche, ce sont les classes de cultures et de steppes arborées qui sont les plus fluctuantes. Les résultats du tableau XVI entre 1988 et 2003 (T1-T2) montrent que la classe «cultures» présente une importante progression avec plus de **1522 km²** de croissance durant une période de 15 années (tableau XVI). Nous avons perçu plus clairement d'autres changements importants tels que la régression des surfaces des classes « savanes arbustives».

- **entre 2003 et 2011**

Pendant cette période la classe culture présente une grande stabilité entre les deux dates, mais nous pouvons aussi observer un changement positif considérable de la classe « savanes arbustives » qui présente un grand nombre de pixels. Au niveau de la classe des sols nus, dégradés, sur la figure 14, il est clair qu'elle a perdu une nette proportion considérable. En regardant les cartes de la figure n°14, nous pouvons donc établir que l'occupation du sol pendant la période compris entre 2003 et 2011 montre une stabilité globale, en particulier de la classe « culture». La contribution de la mise en défens au niveau de la zone d'intervention est plus visible en terme de recupérartion des sols dégradés, avec la forte progression de la classe des savanes arbustives.

Conclusion partielle des résultats de l'étude de traitement d'images

Cette étude d'analyse d'images satellite nous permis d'observer et d'analyser cinq (5) formations végétales sur les images extraites dans les zones d'intervention. Au niveau de l'occupation des sols de ces zones nous avons pu conclure que :

- Les classes les plus répandues sont : **les sols nus, cultures et les savanes arborées** au Centre et **les sols nus, cultures et les steppes arbustives** au Nord
- Les principaux changements sont dans l'ensemble le progrès de surface de culture et l'augmentation des surfaces savanes arborées pour le Centre et les steppes arbustives pour le Nord.

Sur les zones mises en défens on a observé particulièrement des changements positifs en termes de récupération de terres et de contribution à l'évolution du couvert végétal de la zone d'intervention.

B- DISCUSSION

1. Apport de la méthodologie proposée

L'acquisition des scènes Landsat TM offre un avantage non négligeable dans le cadre d'un suivi de la végétation, par sa capacité à capter des données sur de plus grandes zones dans un plus court laps de temps et pour un moindre coût. La méthodologie d'analyse de données d'inventaire phytomasses combinée au traitement d'image ont permis de résoudre certains problèmes présents déjà il y a une dizaine d'année (GIRARD Michel-Claude et GIRARD Colette M., 1999) :

- ✓ Le suivi de l'évolution des espèces végétales en fonction des années et voir leur dispersion sur un espace (tendance d'évolution des phanérophytes).
- ✓ L'état floristique en rapport avec les formations végétales existantes et l'impact des mises en défens dans le temps sur les parcelles par analyse des images satellite Landsat TM est plus visible et rapide en interprétation.

L'analyse de données de végétation a montré qu'il existait un biais entre les deux approches proposées (données d'inventaires et d'images satellite). Car les deux jeux de données montrent une tendance générale avec une évolution d'espèces végétales. Les résultats restent donc satisfaisants et complémentaire. En ce qui concerne les calculs de NDVI des images extraites de chaque zone, les résultats sont globalement satisfaisants. La complication de traitement pour ces deux images est en effet importante et donnée: les bruits sur les bandes. Nous avons pu écrire un code sur le langage de programmation R pour faire des calibrations et des corrections. Ces résultats ont permis de réaliser des cartes d'occupation de sols entre l'intervalle d'année 1988, 2003 et 2011.

2. Suivi de l'état de diversité floristique

La classification réalisée à partir de fonctions statistiques d'appartenance amène à de bons résultats grâce à la double discrimination spectrale et spatiale. L'intérêt de cette classification réside dans le fait qu'elle soit reconductible. Tous les attributs et fonctions d'appartenance appliqués à chaque classe peuvent être utilisés pour une autre parcelle d'une même zone, où apparaissent les mêmes classes thématiques. La même hiérarchie de classes pourra lui être attribuée et la classification s'exécutera automatiquement. Cette technique peut être intéressante lorsqu'on a une série d'image à classer et que l'on veut employer les mêmes critères de discrimination pour chacune. Cela permet de comparer les classifications pour une analyse de l'état de diversité floristique rapide et pertinente ainsi que leur cartographie. Une autre approche permise par l'utilisation de cette méthode de classification orientée-objet est l'exportation des objets classés en « Shape » et leur intégration dans un logiciel de SIG (Arc view 3.2) afin de réaliser une étude diachronique de l'état de diversité floristique. En effet, l'utilisation d'objets pertinents et leur superposition sur une image de la même zone, à la même échelle et à des dates différentes, permettrait d'analyser son évolution (Exemple figure n°14). Le SIG doit en effet pouvoir répondre à ces questions : « A quel moment des changements dans l'état du couvert végétal sont-ils intervenus? Quels sont l'âge et l'évolution du phénomène ?». Cette analyse temporelle traduit que l'information apportée au SIG soit rattachée à des unités spatiales reproductibles.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le travail accompli dans le cadre de ce projet est considérable au regard des objectifs qui lui ont été assignés et au temps imparti pour sa réalisation. Il a été possible d'intégrer de façon effective des technologies (imagerie satellitaire, informatique) et méthodes de travail classique (inventaire forestier sur le terrain). Les analyses statistiques d'un grand nombre de données de végétation ont permis de réduire les inévitables erreurs d'interprétation ponctuelles.

La cartographie à l'aide de la télédétection a permis d'optimiser l'interprétation des limites entre les différents types de formations végétales. Ainsi, les résultats sur l'étude floristique indiquent qu'au moins **128 espèces** réparties dans **51** genres et **28** familles pour le Centre **et 46 espèces** réparties dans **15** genres de **10** familles pour le Nord ont été inventoriées en 2011. La richesse floristique des parcelles mises en défens en 2003 dans la zone d'intervention Nord et au Centre est composée uniquement de **Spermaphytes** et toutes les familles d'espèces appartiennent à la classe des **dicotylédones**. L'état de la végétation mise en défens jusqu'en 2011 montre bien l'évolution positive en nombre d'arbres sur l'ensemble des deux types de parcelles identifiées. L'étude phytosociologique a montré que la majorité des regroupements végétaux appartiennent à des communautés végétales différentes pris deux à deux. Il existe une diversité floristique avec de parfaites répartitions du recouvrement entre espèces et l'ensemble des observations conduisent à identifier **cinq formations de végétation,** auxquelles s'ajoutent les unités comme **les cultures, les sols nus et dégradés.** Cette assertion est confirmé par l'analyse d'images satellite qui nous a permis de réaliser des cartes d'occupation des sols et de conclure que :

- Les classes les plus répandues sont : **les sols nus, cultures et les savanes arborées** au Centre et **les sols nus, cultures et les steppes arbustives** au Nord
- Les principaux changements sont dans l'ensemble le progrès de **surface de culture** et **l'augmentation des surfaces** savanes arborées pour le Centre et les steppes arbustives pour le Nord.

Les zones mises en défens ont montré particulièrement des changements positifs en termes de récupération de terres et de contribution à l'évolution du couvert végétal de la zone d'intervention.

Les perspectives d'évolution de la méthode d'analyse de données d'inventaire et de traitement d'images satellite sont nombreuses, cette étude n'étant qu'une proposition visant à établir une méthode simple, rapide et automatisable pour y arriver. D'une part, l'acquisition de nouvelles images satellites (SPOT…) est à envisager car elle permettrait de réaliser une étude diachronique à l'intérieur des parcelles afin d'établir un suivi de l'évolution de l'état floristique sur le long terme. La réalisation d'une étude approfondie dans le cadre d'une thèse est souhaitée pour l'ensemble des sites newTree jusqu'en 2011. Elle permettra d'étudier les facteurs déterminants de régénération naturelle assistée intégrant la topographie, l'étude des sols, du climat et les ressources hydrogéologique (nappe phréatique).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADJANOHOUN E., 1965 : Etude phytosociologique des savanes de basse Côte d'ivoire (savanes lagunaires) vol XI, 38 pages.

AKÉ ASSI L., 1998. Impact de l'exploitation forestière et du développement agricole sur la conservation de la biodiversité biologique en Côte d'Ivoire. *Le flamboyant* N° 46 Déc. : pp. 20-21.

AKÉ ASSI L., 2001. Flore de la Côte d'Ivoire 1 : catalogue systématique, biogéographique et écologique. Conservatoire et Jard. Bot., Genève, Switzerland, *Boissera 57*, 396 p

AKÉ ASSI L., 2002. Flore de la Côte d'Ivoire 2 : catalogue systématique, biogéographique et écologique. Conservatoire et Jard. Bot., Genève, Switzerland, *Boissera 58*, 401 p.

ANNE-C., HILDEGARD, MARIE M., 2006. Arbres et Arbustes du Sahara, voyage au cœur de leurs usages, éditions Ibis presse Paris, 239 pages.

BOUXIN, G. (1987). Le traitement statistique des tableaux de végétation. II. Les ensembles de tableaux et les grands tableaux. Biom. Praximétrie 27 : 65-97.

CHEVALIER J. F., 1998. Evaluation de l'imagerie spatiale haute résolution pour la

Cartographie et le suivi du couvert végétal des aires protégées et leur zone périphériques : cas du parc national de la Marahoué (Côte d'Ivoire). Mémoire de DEA Université Cocody. 63p.

CORTHAY R., 1996. Analyse floristique de la forêt sempervirente de Yapo (Côte d'Ivoire). Mémoire, Diplôme Université de Genève. 152p.

DAN JIMO B., 1997. Contribution à l'étude floristique et écologique des formations naturelles et des agro systèmes au Sud du département de Dosso (Niger). DEA Faculté des sciences et Techniques (FAST). Université de Ouagadougou 76 Pages.

DEFOURNY Pierre, 1990. Méthode d'évaluation quantitative de la végétation ligneuse en région soudano-sahélienne à partir de données Landsat TM (Burkina Faso). In Télédétection et sécheresse. Ed. AUPELF-UREF : 63-74.

FAO., 2003. Atelier FAO/EC LNV/GTZ sur la gestion des forêts tropicales secondaires en Afrique.

GIRARD Michel-Claude et Girard Colette M., 1999. Traitement des données de Télédétection, Interprétation physique des données, les comportements spectraux. 529p

GOUNOT M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris 314 p.

GUINKO S., 1984 : La végétation de la haute volta. Tome I et II. Thèse présentée à l'université de Bordeaux III. Pour obtenir le grade de Dr. es- sciences naturelles.

KABORE C. 2008. Rapport d'inventaire forestier de la forêt classée du Koulbi Province du Noumbiel Région du Sud-ouest. Version provisoire. Direction du Suivi Ecologique.57p.

KABORE C. 1995. Inventaire forestier des forêts de Nabéré. Rapport d'inventaire – Rapport de consultation : DGF-Ugo/PNGT, Burkina Faso 66p.

KOULIBALY A., 2008. Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques Forêts-Savanes, des régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de l'Université de Cocody. 452 p.

LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1979. Ecologie numérique : le traitement multiple des données écologiques. Collection d'écologie 12. Masson : 197 pages.

MAHAMANE A., 2005. Etudes Floristique, Phytosociologique et Phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse de docteur en Sciences Agronomiques et ingénierie de L'Université Libre de Bruxelles, 516 Pages.

MICHEL A., 2002. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, deuxième édition, CIRAD, MNHN, 573 pages.

N'GUESSAN K. E. et N'da D. H., 2005. Caractérisation et cartographie par télédétection Satellitaire de la végétation de la forêt classée de Bouaflé (Côte d'Ivoire).

OUMAROU M., 2003. Etudes écologiques, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Benin. Thèse de Doctorat, Université libre de Bruxelles, facultés des sciences, Laboratoire de Botanique systématique, 210 pages.

SAADOU M., 1984. Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des milieux drainés de l'ouest de la république du Niger, de la longitude de Dogondoutchi au fleuve Niger, Thèse présentée devant les universités de Bordeaux III et de Niamey pour obtenir le titre de docteur de spécialité 175 Pages.

SAADOU M., 2007. Biodiversité végétale du Niger, 54 Pages.

ANNEXES SUR L'ANALYSE DE DONNEES DE L'ONG NEWTREE

LISTE RECAPITULATIVE DES ANNEXES

ANNEXES I : METHODES DE TRAITEMENTS

- **Tableau I.** Présentation d'une fiche technique d'inventaire entier
- **Tableau II.** Relevés de végétation de la zone d'intervention du Nord en 2011

ANNEXES II : RESULTATS DE L'ETUDE FLORISTIQUE

- **Tableau I.** Richesse floristique par site
- **Tableau II.** Liste floristique d'évolution des espèces ligneuses par année du Nord
- **Tableau III.** Liste floristique d'évolution des espèces ligneuses par année du Centre
- **Tableau IV**. Nombre d'espèces par genres et familles de la zone Nord en 2003 et 2004
- **Tableau V**. Nombre d'espèces par genres et familles de la zone Centre en 2003 et 2004
- **Tableau VI.** Récapitulatif des calculs d'indice de diversité générique au Nord
- **Tableau VII.** Récapitulatif des calculs d'indice de diversité générique au Centre
- **Tableau VIII.** Récapitulatif du spectre taxonomique de la zone du Centre
- **Tableau IX.** Récapitulatif du spectre taxonomique de la zone du Nord
- **Tableau X.** Types phytogéographies au niveau Mondial pour le Nord
- **Tableau XI.** Types phytogéographies au niveau Mondial pour le Centre

ANNEXE III : RESULTATS DE L'ETUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE

- **Tableau I.** Relevé phytosociologique des Groupements du Nord
- **Tableau II.** Coefficient de Sorensen pour le Nord
- **Tableau III.** Relevé phytosociologique des Groupements du Centre
- **Tableau IV.** Coefficient de Sorensen pour le Centre

ANNEXES I : METHODES DE TRAITEMENTS

Tableau I. Présentation d'une fiche technique d'inventaire entier

N°	Nom scientifique de l'espèce	Nombre des arbres par catégorie de taille		
		20 cm à < 1m	1m à 2m	2m
1				
2				
..				
n				

Tableau II. Relevés de végétation de la zone d'intervention du Nord en 2011

		RELEVES																				
Familles	**Espèces**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	Total
Anacardiacées	*Sclerocarya birrea*	0	0	0	0	0	0		2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	**4**
Balanitacées	*Balanites aegyptiaca*	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Capparacées	*Maerua angolensis*	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**3**
Capparacées	*Maerua crassifolia*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**3**
Césalpiniacées	*Bauhinia rufescens*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Césalpiniacées	*Piliostigma reticulatum*	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**3**
Combrétacées	*Combretum acuelatum*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	**3**
Combrétacées	*Combretum micranthum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	**2**
Combrétacées	*Guiera Senegalensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**
Fabacées	*Pterocarpus Lucens*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	**3**
Méliacées	*Azadiratcha indica*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	**3**
Mimosacées	*Acacia nilotica*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	**3**
Mimosacées	*Acacia radiania*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**3**
Mimosacées	*Acacia senegal*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**3**
Mimosacées	*Acacia seyal*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Mimosacées	*Dichrostachys cinerea*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**

		RELEVES																				
Familles	**Espèces**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	Total
Mimosacées	*Faidherbia albida*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Mimosacées	*Prosopis juliflora*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Moringacées	*Moringa oleifera*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
Rhamnacées	*Ziziphus mauritania*	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**3**
	Total	**2**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2**	**2**	**4**	**3**	**1**	**2**	**1**	**2**	**4**	**3**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**	**46**

Tableau III. Relevés de végétation de la zone d'intervention du Centre en 2011

		RELEVES																				
Familles	**Espèces**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**Total**
Anacardiacées	*Lannea acida*	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Anacardiacées	*Lannea microcarpa*	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Anacardiacées	*Lannea schimperi*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	**2**
Anacardiacées	*Ozoroa insignis*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	**2**
Anacardiacées	*Sclerocarya birrea*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	**2**
Annonacées	*Annona senegalensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		0	0	0	0	**2**
Apocynacées	*Holarrhena floribunda*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**
Apocynacées	*Saba senegalensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**
Balanitacées	*Balanites aegyptiaca*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Bignoniacées	*Sterospermum kunthianum*	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
Bombacacées	*Adansonia digitata*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Bombacacées	*Bombax costatum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Capparacées	*Boscia angustifolia*	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**3**
Capparacées	*Capparis sepiaria*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**2**
Capparacées	*Maerua angolensis*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**3**

		RELEVES																				
Familles	**Espèces**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**Total**
Capparacées	*Maerua crassifolia*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Célastracées	*Maytenus senegalensis*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Césalpiniacées	*Afzelia africana*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Césalpiniacées	*Cassia singueana*	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	**4**
Césalpiniacées	*Cassia Sieberiana*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Césalpiniacées	*Detarium microcarpum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**
Césalpiniacées	*Detarium senegalensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**
Césalpiniacées	*Piliostigma reticulatum*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**3**
Césalpiniacées	*Piliostigma thonnighii*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**3**
Césalpiniacées	*Tamarindus indica*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Combrétacées	*Anogeissus leiocarpus*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Combrétacées	*Combretum acuelatum*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Combrétacées	*Combretum Glutinosum*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Combrétacées	*Combretum micranthum*	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Combrétacées	*Combretum nigricans*	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	**5**
Combrétacées	*Guiera senegalensis*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Combrétacées	*Pteleopsis suberosa*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Combrétacées	*Terminalia avicennioides*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	**3**
Ebénacées	*Diospyros mespiliformis*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Euphorbiacées	*Bridelia ferruginea*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**

		RELEVES																				
Familles	**Espèces**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**Total**
Fabacées	*Pterocarpus erinaceus*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Fabacées	*Xeroderris stuhlmannii*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Loganiacées	*Strychnos innocua*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Méliacées	*Azadiratcha indica*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Méliacées	*Khaya senegalensis*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Mimosacées	*Acacia gerrardii*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Mimosacées	*Acacia gourmaensis*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	**3**
Mimosacées	*Acacia Macrostachya*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**2**
Mimosacées	*Acacia nilotica*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Mimosacées	*Acacia pennata*	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**3**
Mimosacées	*Acacia senegal*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**2**
Mimosacées	*Acacia seyal*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**1**
Mimosacées	*Acacia Sieberiana*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Mimosacées	*Albizia chevaleri*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
Mimosacées	*Dichrostachys cinerea*	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**3**
Mimosacées	*Entada africana*	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Mimosacées	*Leucena leucephala*	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**2**
Mimosacées	*Parkia biglobosa*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**2**
Moracées	*Ficus platyphyllia*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Moracées	*Ficus thonnighii*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Moringacées	*Moringa oleifera*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Myrtacées	*Eucalyptus camaldulensis*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**3**
Olacacées	*Ximenia americana*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Polygalacées	*Securinega virosa*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Rhamnacées	*Ziziphus mauritania*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Rhamnacées	*Ziziphus mucronata*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Rubiacées	*Crossopteryx febrifuga*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**2**

		RELEVES																				
Familles	**Espèces**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**Total**
Rubiacées	*Feretia apodanthera*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Rubiacées	*Gardenia erubescens*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Rubiacées	*Gardenia soketensis*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**2**
Rubiacées	*Gardenia ternifolia*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Rutacées	*Citrus limon*	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
Sapotacées	*Vitellaria paradoxa*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Sterculiacées	*Sterculia setigera*	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**3**
Tiliacées	*Grewia bicolor*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Tiliacées	*Grewia flavescens*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
Tiliacées	*Grewia mollis*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**2**
	Parkindibila	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
	Total	**9**	**8**	**7**	**8**	**9**	**9**	**7**	**7**	**5**	**6**	**5**	**6**	**6**	**6**	**4**	**5**	**4**	**5**	**6**	**6**	**128**

Annexe II : Résultats de l'étude floristique

Tableau I. Richesse floristique par site

N°ID SITE: 01N-03/BARABOULE				INVENTAIRE ENTIERS 2003		
Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	0	2	2
2	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	1	3	4
3	*Parkinsonia acuelatum*	*Césalpiniacées*	*Parkinsonia*	0	4	4
4	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	11	23	34
5	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	3	13	16
6	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	1	1
7	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	0	1
8	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	1	0	1
9	*Prosopis juliflora*	*Mimosacées*	*Prosopis*	1	0	1
Total	**9**	**5**	**7**	**18**	**46**	**64**

N°ID SITE: 01N-03/BARABOULE				INVENTAIRE ENTIERS 2004		
Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	0	2	2
2	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	6	5	11
3	*Bauhinia rufescens*	*Césalpiniacées*	*Bauhinia*	2	3	5
4	*Parkinsonia acuelatum*	*Césalpiniacées*	*Parkinsonia*	1	4	5
5	*Combretum aculeatum*	*Combrétacées*	*Combretum*	1	0	1
6	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	40	27	67
7	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	1	1	2
8	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	6	15	21
9	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	1	1
10	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	3	0	3
11	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	1	0	1
12	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	0	1	1
13	*Prosopis juliflora*	*Mimosacées*	*Prosopis*	0	1	1
14	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	2	0	4
Total	**14**	**7**	**12**	**63**	**60**	**125**

N°ID SITE: 01N-03/BARABOULE INVENTAIRE ENTIERS 2011

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	0	2	2
2	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	30	47	77
3	*Maerua crassifolia*	*Capparacées*	*Maerua*	0	3	3
4	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	1	0	1
5	*Bauhinia rufescens*	*Césalpiniacées*	*Bauhinia*	6	9	15
6	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	4	4	8
7	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	35	138	173
8	*Acacia radiania*	*Mimosacées*	*Acacia*	18	23	41
9	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	4	7	11
10	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	5	6
11	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	0	5	5
12	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	0	1	1
13	*Prosopis juliflora*	*Mimosacées*	*Prosopis*	0	1	1
14	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	84	243	327
15	*Moringa oleifera*	*Moringacées*	*Moringa*	1	0	1
16	*Ziziphus mauritania*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	6	11	17
Total	**16**	**8**	**12**	**190**	**499**	**689**

N°ID SITE: 02N-03 / TOGOMAYEL INVENTAIRE ENTIERS 2003

Nb	**Espèces**	**Familles**	**Genres**	**1 - 2m**	**> 2m**	**Total**
1	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	8	8	16
2	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	1	0	1
3	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	6	0	6
4	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	8	1	9
5	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	0	1
Total	**5**	**3**	**4**	**24**	**9**	**33**

N°ID SITE: 02N-03/TOGOMAYEL INVENTAIRE ENTIERS 2004

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	41	17	58
2	*Bauhinia rufescens*	*Césalpiniacées*	*Bauhinia*	2	1	3
3	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	1	0	1
4	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	11	0	11
5	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	2	0	2
6	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	89	0	89
7	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	0	1
8	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	9	0	9
9	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	1	0	1
10	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	1	0	1
Total	**10**	**6**	**8**	**158**	**18**	**176**

N°ID SITE: 02N-03/TOGOMAYEL INVENTAIRE ENTIERS 2011

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	81	77	158
2	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	1	2	3
3	*Maerua crassifolia*	*Capparacées*	*Maerua*	3	5	8
4	*Bauhinia rufescens*	*Césalpiniacées*	*Bauhinia*	3	8	11
5	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	18	10	28
6	*Combretum acuelatum*	*Combrétacées*	*Combretum*	7	11	18
7	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	4	2	6
8	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	31	40	71
9	*Azadiratcha indica*	*Méliacées*	*Azadiratcha*	0	1	1
10	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	141	457	598
11	*Acacia radiania*	*Mimosacées*	*Acacia*	2	5	7
12	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	4	17	21
13	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	39	67	106
14	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	24	5	29
15	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	1	2	3
16	*Ziziphus mauritania*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	102	75	177
Total	**16**	**7**	**11**	**461**	**784**	**1245**

N°ID SITE: 03N-03 / TOGOMAYEL (FRUITIER)				INVENTAIRE ENTIERS 2003		
Nb	**Espèces**	**Familles**	**Genres**	**1 - 2m**	**> 2m**	**Total**
1	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	9	16	25
2	*Bauhinia rufescens*	*Césalpiniacées*	*Bauhinia*	0	1	1
3	*Combretum aculeatum*	*Combrétacées*	*Combretum*	1	0	1
4	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	11	0	11
5	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	33	1	34
6	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	3	0	3
7	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	1	0	1
Total	**7**	**4**	**6**	**58**	**18**	**76**

N°ID SITE: 03N-03/ TOGOMAYEL (FRUITIER)				INVENTAIRE ENTIERS 2004		
Nb	**Espèces**	**Familles**	**Genres**	**1 - 2m**	**> 2m**	**Total**
1	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	19	25	44
2	*Bauhinia rufescens*	*Césalpiniacées*	*Bauhinia*	3	1	4
3	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	2	0	2
4	*Combretum aculeatum*	*Combrétacées*	*Combretum*	4	0	4
5	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	21	2	23
6	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	114	9	123
7	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	7	0	7
8	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	95	2	97
9	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	1	0	1
10	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	1	1	2
11	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	6	0	6
Total	**11**	**5**	**9**	**273**	**40**	**313**

N°ID SITE: 03N-03/ TOGOMAYEL (FRUITIER) INVENTAIRE ENTIERS 2011

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	184	94	278
2	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	0	4	4
3	*Maerua crassifolia*	*Capparacées*	*Maerua*	9	6	15
4	*Bauhinia rufescens*	*Césalpiniacées*	*Bauhinia*	11	8	19
5	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	9	8	17
6	*Combretum acuelatum*	*Combrétacées*	*Combretum*	2	6	8
7	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	11	35	46
8	*Pterocarpus Lucens*	*Fabacées*	*Pterocarpus*	0	1	1
9	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	205	483	688
10	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	14	16	30
11	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	180	205	385
12	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	94	17	111
13	*Faidherbia albida*	*Mimosacées*	*Faidherbia*	0	1	1
14	*Ziziphus mauritania*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	155	117	272
Total	**14**	**7**	**11**	**874**	**1001**	**1875**

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE INVENTAIRE ENTIERS 2003

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Anacardium occidentale*	*Anacardiacées*	*Anacardium*	10	1	11
2	*Lannea acida*	*Anacardiacées*	*Lannea*	29	9	38
3	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	3	2	5
4	*Lannea schimperi*	*Anacardiacées*	*Lannea*	0	1	1
5	*Ozoroa insignis*	*Anacardiacées*	*Ozoroa*	8	1	9
6	*Annona Senegalensis*	*Annonacées*	*Annona*	45	11	56
7	*Saba Senegalensis*	*Apocynacées*	*Saba*	9	1	10
8	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	1	0	1
9	*Stereospermum kunthianum*	*Bignoniacées*	*Stereospermum*	20	43	63
10	*Adansonia digitata*	*Bombacacées*	*Adansonia*	3	3	6
11	*Ceiba pentandra*	*Bombacacées*	*Ceiba*	4	2	6
12	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	10	7	17

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE INVENTAIRE ENTIERS 2003

13	*Maytenus Senegalensis*	*Célastracées*	*Maytenus*	31	14	45
14	*Cassia sieberiana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	2	0	2
15	*Cassia singueana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	34	3	37
16	*Detarium microcarpum*	*Césalpiniacées*	*Detarium*	51	17	68
17	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	37	6	43
18	*Piliostigma thonningii*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	50	22	72
19	*Tamarindus indica*	*Césalpiniacées*	*Tamarindus*	10	1	11
20	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	53	13	66
21	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	0	6	2
22	*Combretum nigricans*	*Combrétacées*	*Combretum*	4	0	4
23	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	1	1	2
24	*Pteleopsis suberosa*	*Combrétacées*	*Pteleopsis*	29	9	1
25	*Terminalia avicennioides*	*Combrétacées*	*Terminalia*	43	9	52
26	*Diospyros mespiliformis*	*Ebénacées*	*Diospyros*	19	0	19
27	*Bridelia ferruginea*	*Euphorbiacées*	*Bridelia*	7	5	12
28	*Xeroderris stuhlmannii*	*Fabacées*	*Xeroderris*	4	0	4
29	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	3	0	3
30	*Khaya Senegalensis*	*Méliacées*	*Khaya*	7	0	7
31	*Acacia albida*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	1	2
32	*Acacia gourmaensis*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	2	2
33	*Acacia pennata*	*Mimosacées*	*Acacia*	3	3	6
34	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	5	2	7
35	*Entada africana*	*Mimosacées*	*Entada*	28	2	30
36	*Eucalyptus sp.*	*Myrtacées*	*Eucalyptus*	10	5	15
37	*Ximenia americana*	*Olacacées*	*Ximenia*	19	0	19
38	*Securidaca longepedunculata*	*Polygalacées*	*Securidaca*	2	0	2
39	*Securinega virosa*	*Polygalacées*	*Securinega*	4	1	5
40	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	17	0	17
41	*Crossopteryx febrifuga*	*Rubiacées*	*Crossopteryx*	36	2	38
42	*Feretia apodanthera*	*Rubiacées*	*Feretia*	25	13	38
43	*Gardenia erubescens*	*Rubiacées*	*Gardenia*	31	5	36

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE				INVENTAIRE ENTIERS 2003		
44	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	58	18	76
45	*Sterculia setigera*	*Sterculiacées*	*Sterculia*	3	1	4
46	*Grewia bicolor*	*Tiliacées*	*Grewia*	0	5	5
Total	**46**	**23**	**38**	**769**	**247**	**1016**

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE				INVENTAIRE ENTIERS 2004		
Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Lannea acida*	*Anacardiacées*	*Lannea*	66	15	81
2	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	16	9	25
3	*Lannea schimperi*	*Anacardiacées*	*Lannea*	0	6	6
4	*Ozoroa insignis*	*Anacardiacées*	*Ozoroa*	10	2	12
5	*Annona Senegalensis*	*Annonacées*	*Annona*	29	17	46
6	*Saba Senegalensis*	*Apocynacées*	*Saba*	15	6	21
7	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	6	2	8
8	*Stereospermum kunthianum*	*Bignoniacées*	*Stereospermum*	21	12	33
9	*Adansonia digitata*	*Bombacacées*	*Adansonia*	1	0	1
10	*Bombax costatum*	*Bombacacées*	*Bombax*	2	1	3
11	*Ceiba pentandra*	*Bombacacées*	*Ceiba*	13	4	17
12	*Capparis corymbora*	*Capparacées*	*Capparis*	2	1	3
13	*Capparis sepiaria*	*Capparacées*	*Capparis*	3	0	3
14	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	2	1	3
15	*Maerua ablongifolia*	*Capparacées*	*Maerua*	2	1	3
16	*Maytenus Senegalensis*	*Célastracées*	*Maytenus*	18	32	50
17	*Afzelia africana*	*Césalpiniacées*	*Afzelia*	1	0	1
18	*Cassia singueana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	26	10	36
19	*Daniellia oliveri*	*Césalpiniacées*	*Daniellia*	3	1	4
20	*Detarium microcarpum*	*Césalpiniacées*	*Detarium*	113	59	172
21	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	20	10	30
22	*Piliostigma thonningii*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	78	27	105
23	*Tamarindus indica*	*Césalpiniacées*	*Tamarindus*	10	11	21
24	*Anogeissus leiocarpus*	*Combrétacées*	*Anogeissus*	1	0	1

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE INVENTAIRE ENTIERS 2004

25	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	78	66	144
26	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	13	20	33
27	*Combretum nigricans*	*Combrétacées*	*Combretum*	14	4	18
28	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	23	3	26
29	*Pteleopsis suberosa*	*Combrétacées*	*Pteleopsis*	64	20	84
30	*Terminalia avicennioides*	*Combrétacées*	*Terminalia*	57	25	82
31	*Diospyros mespiliformis*	*Ebénacées*	*Diospyros*	25	4	29
32	*Bridelia ferruginea*	*Euphorbiacées*	*Bridelia*	31	15	46
33	*Pterocarpus erinaceus*	*Fabacées*	*Pterocarpus*	15	2	17
34	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	14	4	18
35	*Khaya Senegalensis*	*Méliacées*	*Khaya*	2	2	4
36	*Acacia gourmaensis*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	2	2
37	*Acacia macrostachya*	*Mimosacées*	*Acacia*	5	4	9
38	*Acacia pennata*	*Mimosacées*	*Acacia*	7	8	15
39	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	11	0	11
40	*Entada africana*	*Mimosacées*	*Entada*	76	20	96
41	*Leucena leucephala*	*Mimosacées*	*Leucena*	2	1	3
42	*Parkia biglobosa*	*Mimosacées*	*Parkia*	2	1	3
43	*Ficus gnaphalocarpa*	*Moracées*	*Ficus*	3	1	4
44	*Ficus thonningii*	*Moracées*	*Ficus*	2	0	2
45	*Eucalyptus camaldulensis*	*Myrtacées*	*Eucalyptus*	0	5	5
46	*Eucalyptus sp.*	*Myrtacées*	*Eucalyptus*	13	7	20
47	*Ximenia americana*	*Olacacées*	*Ximenia*	10	4	14
48	*Securidaca longepedunculata*	*Polygalacées*	*Securidaca*	1	0	1
49	*Securinega virosa*	*Polygalacées*	*Securinega*	7	39	46
50	*Ziziphus mucronata*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	2		2
51	*Crossopteryx febrifuga*	*Rubiacées*	*Crossopteryx*	52	22	74
52	*Feretia apodanthera*	*Rubiacées*	*Feretia*	26	12	38
53	*Gardenia erubescens*	*Rubiacées*	*Gardenia*	46	18	64
54	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	110	35	145

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE				INVENTAIRE ENTIERS 2004		
55	*Sterculia setigera*	*Sterculiacées*	*Sterculia*	9	12	21
56	*Grewia bicolor*	*Tiliacées*	*Grewia*	2		2
Total	**56**	**24**	**45**	**1180**	**582**	**1763**

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE				INVENTAIRE ENTIERS 2011		
Nb	**Espèces**	**Familles**	**Genres**	**1 - 2m**	**> 2m**	**Total**
1	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	10	26	36
2	*Lannea acida*	*Anacardiacées*	*Lannea*	4	52	56
3	*Lannea schimperi*	*Anacardiacées*	*Lannea*	1	2	3
4	*Ozoroa insignis*	*Anacardiacées*	*Ozoroa*	11	2	13
5	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	1	0	1
6	*Annona Senegalensis*	*Annonacées*	*Annona*	12	1	13
7	*Saba Senegalensis*	*Apocynacées*	*Saba*	10	9	19
8	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	0	2	2
9	*Sterospermum kunthianum*	*Bignoniacées*	*Sterospermum*	14	27	41
10	*Bombax costatum*	*Bombacacées*	*Bombax*	0	3	3
11	*Boscia angustifolia*	*Capparacées*	*Boscia*	0	4	4
12	*Capparis sepiaria*	*Capparacées*	*Capparis*	0	2	2
13	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	0	1	1
14	*Maerua crassifolia*	*Capparacées*	*Maerua*	3	3	6
15	*Mayterus Senegalensis*	*Célastracées*	*Mayterus*	10	19	29
16	*Afzelia africana*	*Césalpiniacées*	*Afzelia*	0	3	3
17	*Cassia Sieberiana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	0	1	1
18	*Cassia singueana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	1	9	10
19	*Detarium microcarpum*	*Césalpiniacées*	*Detarium*	114	338	452
20	*Detarium Senegalensis*	*Césalpiniacées*	*Detarium*	1	3	4
21	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	18	14	32
22	*Piliostigma thonnighii*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	21	59	80
23	*Tamarindus indica*	*Césalpiniacées*	*Tamarindus*	1	9	10
24	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	65	40	105
25	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	0	40	40
26	*Combretum nigricans*	*Combrétacées*	*Combretum*	0	6	6

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE INVENTAIRE ENTIERS 2004

27	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	2	3	5
28	*Pteleopsis suberosa*	*Combrétacées*	*Pteleopsis*	47	66	113
29	*Terminalia avicennioides*	*Combrétacées*	*Terminalia*	23	37	60
30	*Diospyros mespiliformis*	*Ebénacées*	*Diospyros*	8	40	48
31	*Bridelia ferruginea*	*Euphorbiacées*	*Bridelia*	6	13	19
32	*Pterocarpus erinaceus*	*Fabacées*	*Pterocarpus*	0	10	10
33	*Xeroderris stuhlmannii*	*Fabacées*	*Xeroderris*	4	3	7
34	*Strychnos innocua*	*Loganiacées*	*Strychnos*	2	3	5
35	*Azadiratcha indica*	*Méliacées*	*Azadiratcha*	0	3	3
36	*Khaya Senegalensis*	*Méliacées*	*Khaya*	0	1	1
37	*Acacia gerrardii*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	4	4
38	*Acacia gourmaensis*	*Mimosacées*	*Acacia*	3	3	6
39	*Acacia Macrostachya*	*Mimosacées*	*Acacia*	2	6	8
40	*Acacia pennata*	*Mimosacées*	*Acacia*	2	19	21
41	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	1	2	3
42	*Entada africana*	*Mimosacées*	*Entada*	3	109	112
43	*Parkia biglobosa*	*Mimosacées*	*Parkia*	0	4	4
44	*Ficus platyphyllia*	*Moracées*	*Ficus*	0	1	1
45	*Ficus thonnighii*	*Moracées*	*Ficus*	0	1	1
46	*Eucalyptus camaldulensis*	*Myrtacées*	*Eucalyptus*	2	2	4
47	*Ximenia americana*	*Olacacées*	*Ximenia*	3	4	7
48	*Securinega virosa*	*Polygalacées*	*Securinega*	1	18	19
49	*Ziziphus mucronata*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	0	1	1
50	*Crossopteryx febrifuga*	*Rubiacées*	*Crossopteryx*	21	71	92
51	*Feretia apodanthera*	*Rubiacées*	*Feretia*	27	0	27
52	*Gardenia erubescens*	*Rubiacées*	*Gardenia*	57	6	63
53	*Gardenia ternifolia*	*Rubiacées*	*Gardenia*	1	1	2
54	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	15	215	230
55	*Sterculia setigera*	*Sterculiacées*	*Sterculia*	0	6	6
56	*Grewia bicolor*	*Tiliacées*	*Grewia*	0	3	3
57	*Grewia mollis*	*Tiliacées*	*Grewia*	1	0	1

N°ID SITE: 01C-03 / DAWEGUE				INVENTAIRE ENTIERS 2004		
58	*Parkindibila*			14	12	26
Total	**58**	**25**	**43**	**542**	**1342**	**1884**

N°ID SITE: 02C-03 / GUELA				INVENTAIRE 2003		
Nb	**Espèces**	**Familles**	**Genres**	**1 - 2m**	**> 2m**	**Total**
1	*Lannea acida*	*Anacardiacées*	*Lannera*	0	1	1
2	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannera*	0	7	7
3	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	1	21	22
4	*Holarrhena floribunda*	*Apocynacées*	*Holarrhena*	4	5	9
5	*Cassia sieberiana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	9	12	21
6	*Cassia singueana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	59	5	64
7	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	208	61	269
8	*Tamarindus indica*	*Césalpiniacées*	*Tamarindus*	1	1	2
9	*Anogeissus leiocarpus*	*Combrétacées*	*Anogeissus*	3	20	23
10	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	38	9	47
11	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	44	151	195
12	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	133	116	249
13	*Diospyros mespiliformis*	*Ebénacées*	*Diospyros*	3	34	37
14	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	0	4	4
15	*Acacia macrostachya*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	58	59
16	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	29	29
17	*Albizia chevaleri*	*Mimosacées*	*Albizia*	2	14	16
18	*Entada africana*	*Mimosacées*	*Entada*	0	1	1
19	*Ximenia americana*	*Olacacées*	*Ximenia*	30	25	55
20	*Feretia apodanthera*	*Rubiacées*	*Feretia*	7	3	10
21	*Gardenia erubescens*	*Rubiacées*	*Gardenia*	2	0	2
22	*Gardenia sokotensis*	*Rubiacées*	*Gardenia*	5	1	6
23	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	4	13	17
24	*Grewia bicolor*	*Tiliacées*	*Grewia*	2	1	3
25	*Grewia mollis*	*Tiliacées*	*Grewia*	4	4	8
Total	**25**	**11**	**19**	**560**	**596**	**1156**

N°ID SITE: 02C-03 / GUELA INVENTAIRE 2004

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Lannea acida*	*Anacardiacées*	*Lannea*	0	1	1
2	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	0	7	7
3	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	1	22	23
4	*Holarrhena floribunda*	*Apocynacées*	*Holarrhena*	22	8	30
5	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	0	1	1
6	*Cassia sieberiana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	8	13	21
7	*Cassia singueana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	49	9	58
8	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	249	45	294
9	*Piliostigma thonningii*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	1	0	1
10	*Tamarindus indica*	*Césalpiniacées*	*Tamarindus*	1	1	2
11	*Anogeissus leiocarpus*	*Combrétacées*	*Anogeissus*	7	25	32
12	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	36	7	43
13	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	118	159	277
14	*Combretum nigricans*	*Combrétacées*	*Combretum*	4	0	4
15	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	156	138	294
16	*Diospyros mespiliformis*	*Ebénacées*	*Diospyros*	14	29	43
17	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	4	4	8
18	*Acacia macrostachya*	*Mimosacées*	*Acacia*	6	53	59
19	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	9	30	39
20	*Albizia chevaleri*	*Mimosacées*	*Albizia*	6	14	20
21	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	1	0	1
22	*Entada africana*	*Mimosacées*	*Entada*	0	1	1
23	*Ximenia americana*	*Olacacées*	*Ximenia*	43	23	66
24	*Securinega virosa*	*Polygalacées*	*Securinega*	1	0	1
25	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	1	0	1
26	*Feretia apodanthera*	*Rubiacées*	*Feretia*	44	4	48
27	*Gardenia erubescens*	*Rubiacées*	*Gardenia*	2	0	2
28	*Gardenia sokotensis*	*Rubiacées*	*Gardenia*	5	2	7
29	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	3	14	17
30	*Grewia bicolor*	*Tiliacées*	*Grewia*	4	1	5

31	*Grewia mollis*	*Tiliacées*	*Grewia*	8	4	12
Total	**31**	**14**	**23**	**803**	**615**	**1418**

N°ID SITE: 02C-03 / GUELA INVENTAIRE ENTIERS 2011

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Lannea acida*	*Anacardiacées*	*Lannea*	0	1	1
2	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	2	7	9
3	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	1	23	24
4	*Holarrhena floribunda*	*Apocynacées*	*Holarrhena*	7	26	33
5	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	0	4	4
6	*Cassia singueana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	2	7	9
7	*Cassia sieberina*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	9	20	29
8	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	94	115	209
9	*Tamarindus indica*	*Césalpiniacées*	*Tamarindus*	0	3	3
10	*Anogeissus leiocarpus*	*Combrétacées*	*Anogeissus*	10	32	42
11	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	20	15	35
12	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	133	278	411
13	*Combretum nigricans*	*Combrétacées*	*Combretum*	24	15	39
14	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	67	163	230
15	*Diospyros mespiliformis*	*Ebénacées*	*Diospyros*	8	31	39
16	*Azadiratcha indica*	*Méliacées*	*Azadiratcha*	2	8	10
17	*Acacia macrostachya*	*Mimosacées*	*Acacia*	4	42	46
18	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	5	5	10
19	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	5	0	5
20	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	13	33	46
21	*Albizia chevaleri*	*Mimosacées*	*Albizia*	2	13	15
22	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	1	0	1
23	*Entada africana*	*Mimosacées*	*Entada*	0	1	1
24	*Moringa oleifera*	*Moringacées*	*Moringa*	0	2	2
25	*Ximenia americana*	*Olacacées*	*Ximenia*	28	30	58
26	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	3	0	3
27	*Ziziphus mucronata*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	0	1	1
28	*Feretia apodanthera*	*Rubiacées*	*Feretia*	43	5	48

29	*Gardenia erubescens*	*Rubiacées*	*Gardenia*	3	0	3
30	*Gardenia soketensis*	*Rubiacées*	*Gardenia*	33	1	34
31	*Gardenia ternifolia*	*Rubiacées*	*Gardenia*	1	0	1
32	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	2	17	19
33	*Grewia bicolor*	*Tiliacées*	*Grewia*	3	0	3
34	*Grewia flavescens*	*Tiliacées*	*Grewia*	2	0	2
35	*Grewia mollis*	*Tiliacées*	*Grewia*	4	5	9
Total	**35**	**14**	**23**	**531**	**903**	**1434**

N°ID SITE: 03C-03 / GAMPELA — INVENTAIRE ENTIERS 2003

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	1	2
2	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	3	6	9
3	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	0	1	1
4	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	1	0	1
5	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	4	0	4
6	*Holarrhena floribunda*	*Apocynacées*	*Holarrhena*	1	0	1
7	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	0	1	1
8	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	40	0	40
9	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	0	2	2
10	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	28	5	33
Total	**10**	**9**	**10**	**78**	**16**	**94**

N°ID SITE: 03C-03 / GAMPELA — INVENTAIRE ENTIERS 2004

Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Lannea microcarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	0	1	1
2	*Holarrhena floribunda*	*Apocynacées*	*Holarrhena*	6	0	6
3	*Calotropis procera*	*Asclépiadacées*	*Calotropis*	1	0	1
4	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	0	1	1
5	*Adansonia digitata*	*Bombacacées*	*Adansonia*	1	0	1
6	*Ceiba pentandra*	*Bombacacées*	*Ceiba*	4	0	4
7	*Commiphora africana*	*Burséracées*	*Commiphora*	5	0	5

8	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	72	3	75
9	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	3	2	5
10	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	1	0	1
11	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	31	2	33
12	*Diospyros mespiliformis*	*Ebénacées*	*Diospyros*	3	0	3
13	*Azadirachta indica*	*Méliacées*	*Azadirachta*	0	10	10
14	*Khaya Senegalensis*	*Méliacées*	*Khaya*	4	0	4
15	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	12	2	14
16	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	1	0	1
17	*Leucena leucephala*	*Mimosacées*	*Leucena*	3	0	3
18	*Moringa oleifera*	*Moringacées*	*Moringa*	1	2	3
19	*Ziziphus mauritiana*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	74	14	88
20	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	0	2	2
Total	**20**	**14**	**19**	**222**	**39**	**261**

N°ID SITE: 03C-03 / GAMPELA				INVENTAIRE ENTIERS 2011		
Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
1	*Lannea amicrocarpa*	*Anacardiacées*	*Lannea*	1	3	4
2	*Sclerocarya birrea*	*Anacardiacées*	*Sclerocarya*	1	2	3
3	*Annona Senegalensis*	*Annonacées*	*Annona*	1	0	1
4	*Holarrhena floribunda*	*Apocynacées*	*Holarrhena*	0	7	7
5	*Saba Senegalensis*	*Apocynacées*	*Saba*	1	2	3
6	*Balanites aegyptiaca*	*Balanitacées*	*Balanites*	0	3	3
7	*Sterospermum kunthianum*	*Bignoniacées*	*Sterospermum*	4	0	4
8	*Adansonia digitata*	*Bombacacées*	*Adansonia*	1	1	2
9	*Bombax costatum*	*Bombacacées*	*Bombax*	9	8	17
10	*Maerua angolensis*	*Capparacées*	*Maerua*	1	3	4
11	*Maerua crassifolia*	*Capparacées*	*Maerua*	0	3	3
12	*Cassia sieberiana*	*Césalpiniacées*	*Cassia*	23	5	28
13	*Maytenus Senegalensis*	*Césalpiniacées*	*Maytenus*	0	1	1
14	*Piliostigma reticulatum*	*Césalpiniacées*	*Piliostigma*	43	58	101
15	*Combretum acuelatum*	*Combrétacées*	*Combretum*	1	17	18

N°ID SITE: 03C-03 / GAMPELA				INVENTAIRE ENTIERS 2011		
Nb	Espèces	Familles	Genres	1 - 2m	> 2m	Total
16	*Combretum Glutinosum*	*Combrétacées*	*Combretum*	4	7	11
17	*Combretum micranthum*	*Combrétacées*	*Combretum*	0	2	2
18	*Guiéra Senegalensis*	*Combrétacées*	*Guiéra*	1	36	37
19	*Diospyros mespiliformis*	Ebénacées	Diospyros	0	4	4
20	*Azadiratcha indica*	*Méliacées*	*Azadiratcha*	2	38	40
21	*Khaya Senegalensis*	*Méliacées*	*Khaya*	0	4	4
22	*Acacia nilotica*	*Mimosacées*	*Acacia*	27	41	68
23	*Acacia pennata*	*Mimosacées*	*Acacia*	1	3	4
24	*Acacia senegal*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	1	1
25	*Acacia seyal*	*Mimosacées*	*Acacia*	12	49	61
26	*Acacia Sieberiana*	*Mimosacées*	*Acacia*	0	3	3
27	*Dichrostachys cinerea*	*Mimosacées*	*Dichrostachys*	6	18	24
28	*Leucena leucephala*	*Mimosacées*	*Leucena*	0	2	2
29	*Parkia biglobosa*	*Mimosacées*	*Parkia*	0	2	2
30	*Moringa oleifera*	*Moringacées*	*Moringa*	5	8	13
31	*Securinega virosa*	*Polygalacées*	*Securinega*	3	3	6
32	*Ziziphus mauritania*	*Rhamnacées*	*Ziziphus*	18	138	156
33	*Feretia apodanthera*	*Rubiacées*	*Feretia*	2	2	4
34	*Citrus limon*	*Rutacées*	*Citrus*	0	1	1
35	*Vitellaria paradoxa*	*Sapotacées*	*Vitellaria*	0	2	2
Total	**35**	**17**	**28**	**167**	**477**	**644**

Tableau II. Liste floristique d'évolution des espèces ligneuses par année du Nord

Espèces ligneuses en 2003	Espèces ligneuses en 2004	Espèces ligneuses en 2011
Acacia nilotica	*Acacia nilotica*	*Acacia nilotica*
Acacia seyal	*Acacia senegal*	*Acacia senegal*
Balanites aegyptiaca	*Acacia seyal*	*Acacia seyal*
Guiéra senegalensis	*Balanites aegyptiaca*	*Balanites aegyptiaca*
Sclerocarya birrea	*Bauhinia rufescens*	*Bauhinia rufescens*
Acacia senegal	*Faidherbia albida*	*Dichrostachys cinerea*
Bauhinia rufescens	*Guiéra senegalensis*	*Faidherbia albida*
Combretum aculeatum	*Ziziphus mauritiana*	*Guiéra senegalensis*
Combretum micranthum	*Azadirachta indica*	*Maerua angolensis*
Faidherbia albida	*Combretum aculeatum*	*Maerua crassifolia*
Parkinsonia acuelata	*Dichrostachys cinerea*	*Piliostigma reticulatum*
Prosopis juliflora	*Combretum micranthum*	*Ziziphus mauritania*
	Parkinsonia acuelata	*Acacia radiania*
	Piliostigma reticulatum	*Combretum acuelatum*
	Prosopis juliflora	*Sclerocarya birrea*
	Sclerocarya birrea	*Azadiratcha indica*
		Combretum micranthum
		Moringa oleifera
		Prosopis juliflora
		Pterocarpus Lucens
12	**16**	**20**

Tableau III. Liste floristique d'évolution des espèces ligneuses par année du Centre

Espèces ligneuses en 2003	Espèces ligneuses en 2004	Espèces ligneuses en 2011
Acacia albida	*Acacia gourmaensis*	*Acacia gerrardii*
Acacia gourmaensis	*Acacia macrostachya*	*Acacia gourmaensis*
Acacia macrostachya	*Acacia pennata*	*Acacia macrostachya*
Acacia pennata	*Acacia seyal*	*Acacia nilotica*
Acacia seyal	*Adansonia digitata*	*Acacia pennata*
Adansonia digitata	*Afzelia africana*	*Acacia senegal*
Albizia chevaleri	*Albizia chevaleri*	*Acacia seyal*
Anacardium occidentale	*Annona senegalensis*	*Acacia sieberiana*
Annona senegalensis	*Anogeissus leiocarpus*	*Adansonia digitata*
Anogeissus leiocarpus	*Azadirachta indica*	*Afzelia africana*
Azadirachta indica	*Balanites aegyptiaca*	*Albizia chevaleri*
Balanites aegyptiaca	*Bombax costatum*	*Annona senegalensis*
Bridelia ferruginea	*Bridelia ferruginea*	*Anogeissus leiocarpus*
Cassia sieberiana	*Calotropis procera*	*Azadiratcha indica*
Cassia singueana	*Capparis corymbora*	*Balanites aegyptiaca*
Ceiba pentandra	*Capparis sepiaria*	*Bombax costatum*
Combretum Glutinosum	*Cassia sieberiana*	*Boscia angustifolia*
Combretum micranthum	*Cassia singueana*	*Bridelia ferruginea*
Combretum nigricans	*Ceiba pentandra*	*Capparis sepiaria*
Crossopteryx febrifuga	*Combretum Glutinosum*	*Cassia singueana*
Detarium microcarpum	*Combretum micranthum*	*Cassia sieberiana*
Dichrostachys cinerea	*Combretum nigricans*	*Citrus limon*
Diospyros mespiliformis	*Commiphora africana*	*Combretum acuelatum*
Entada africana	*Crossopteryx febrifuga*	*Combretum Glutinosum*
Eucalyptus sp.	*Daniellia oliveri*	*Combretum micranthum*
Feretia apodanthera	*Detarium microcarpum*	*Combretum nigricans*
Gardenia erubescens	*Dichrostachys cinerea*	*Crossopteryx febrifuga*
Gardenia sokotensis	*Diospyros mespiliformis*	*Detarium microcarpum*

Espèces ligneuses en 2003	Espèces ligneuses en 2004	Espèces ligneuses en 2011
Grewia bicolor	*Entada africana*	*Detarium senegalensis*
Grewia mollis	*Eucalyptus camaldulensis*	*Dichrostachys cinerea*
Guiera senegalensis	*Eucalyptus sp.*	*Diospyros mespiliformis*
Holarrhena floribunda	*Feretia apodanthera*	*Entada africana*
Khaya senegalensis	*Ficus gnaphalocarpa*	*Eucalyptus camaldulensis*
Lannea acida	*Ficus thonningii*	*Feretia apodanthera*
Lannea microcarpa	*Gardenia erubescens*	*Ficus platyphyllia*
Lannea schimperi	*Gardenia sokotensis*	*Ficus thonnighii*
Maerua angolensis	*Grewia bicolor*	*Gardenia erubescens*
Maytenus senegalensis	*Grewia mollis*	*Gardenia soketensis*
Ozoroa insignis	*Guiera senegalensis*	*Gardenia ternifolia*
Piliostigma reticulatum	*Holarrhena floribunda*	*Grewia bicolor*
Piliostigma thonningii	*Khaya senegalensis*	*Grewia flavescens*
Pteleopsis suberosa	*Lannea acida*	*Grewia mollis*
Saba senegalensis	*Lannea microcarpa*	*Guiera senegalensis*
Sclerocarya birrea	*Lannea schimperi*	*Holarrhena floribunda*
Securidaca longepedunculata	*Leucena leucephala*	*Khaya senegalensis*
Securinega virosa	*Maerua ablongifolia*	*Lannea microcarpa*
Sterculia setigera	*Maerua angolensis*	*Lannea acida*
Stereospermum kunthianum	*Maytenus senegalensis*	*Lannea microcarpa*
Tamarindus indica	*Moringa oleifera*	*Lannea schimperi*
Terminalia avicennioides	*Ozoroa insignis*	*Leucena leucephala*
Vitellaria paradoxa	*Parkia biglobosa*	*Maerua angolensis*
Xeroderris stuhlmannii	*Piliostigma reticulatum*	*Maerua crassifolia*
Ximenia americana	*Piliostigma thonningii*	*Maytenus senegalensis*
Ziziphus mauritiana	*Pteleopsis suberosa*	*Moringa oleifera*
	Pterocarpus erinaceus	*Ozoroa insignis*
	Saba senegalensis	*Parkia biglobosa*
	Sclerocarya birrea	*Parkindibila*

Espèces ligneuses en 2003	Espèces ligneuses en 2004	Espèces ligneuses en 2011
	Securidaca longepedunculata	*Piliostigma reticulatum*
	Securinega virosa	*Piliostigma thonnighii*
	Sterculia setigera	*Pteleopsis suberosa*
	Stereospermum kunthianum	*Pterocarpus erinaceus*
	Tamarindus indica	*Saba senegalensis*
	Terminalia avicennioides	*Sclerocarya birrea*
	Vitellaria paradoxa	*Securinega virosa*
	Ximenia americana	*Sterculia setigera*
	Ziziphus mauritiana	*Sterospermum kunthianum*
	Ziziphus mucronata	*Strychnos innocua*
		Tamarindus indica
		Terminalia avicennioides
		Vitellaria paradoxa
		Xeroderris stuhlmannii
		Ximenia americana
		Ziziphus mauritania
		Ziziphus mucronata
Total espèces ligneuses sur les sites tests du Centre		
54	**67**	**74**

Tableau VI. Récapitulatif des calculs d'indice de diversité générique au Nord et Centre

Sites tests du Nord		Nombre			Etat de diversité florale
		2003	2004	2011	
BARABOULE 01 N	**Espèces**	9	14	16	Flore plus diversifiée
	Genres	7	12	12	
	Familles	5	7	8	
	Ig	**1.28**	**1.17**	**1.33**	
TONGOMAYEL 02 N	**Espèces**	5	10	16	Flore plus diversifiée
	Genres	4	8	11	
	Familles	3	6	7	
	Ig	**1.25**	**1.25**	**1.45**	
TONGOMAYEL 03 N	**Espèces**	7	11	14	Flore plus diversifiée
	Genres	6	9	11	
	Familles	4	5	7	
	Ig	**1.17**	**1.22**	**1.27**	
Total Sites tests Nord	**Espèces**	**21**	**35**	**46**	
	Genres	**17**	**29**	**34**	
	Familles	**12**	**18**	**22**	
Sites tests du Centre		Nombre			Etat de diversité florale
		2003	2004	2011	
DAWELGUE 01 C	**Espèces**	46	56	58	Flore plus diversifiée
	Genres	38	45	43	
	Familles	23	24	25	
	Ig	**1.21**	**1.24**	**1.34**	
GUELA 02 C	Espèces	25	31	35	Flore plus diversifiée
	Genres	19	23	23	
	Familles	11	14	14	
	Ig	**1.32**	**1.35**	**1.52**	
GAMPELA 03 C	**Espèces**	10	20	35	Flore plus diversifiée
	Genres	10	19	28	
	Familles	9	14	17	
	Ig	**1.0**	**1.05**	**1.25**	
Total Sites tests Centre	**Espèces**	**81**	**107**	**128**	
	Genres	**67**	**87**	**94**	
	Familles	**43**	**52**	**56**	

Tableau VIII. Récapitulatif du spectre taxonomique de la zone du Centre

Classe	Familles	Nb espèces	Proportion (%)
D	*Mimosacées*	25	19.53
D	*Césalpiniacées*	16	12.50
D	*Combrétacées*	15	11.72
D	*Anacardiacées*	10	7.81
D	*Rubiacées*	9	7.03
D	*Capparacées*	8	6.25
D	*Tiliacées*	5	3.91
D	*Bombacacées*	3	2.34
D	*Fabacées*	3	2.34
D	*Méliacées*	3	2.34
D	*Myrtacées*	3	2.34
D	*Rhamnacées*	3	2.34
D	*Sterculiacées*	3	2.34
D	*Moracées*	3	2.34
D	*Annonacées*	2	1.56
D	*Apocynacées*	2	1.56
D	*Loganiacées*	2	1.56
D	*Parkindibila*	2	1.56
D	*Rutacées*	2	1.56
D	*Balanitacées*	1	0.78
D	*Bignoniacées*	1	0.78
D	*Célastracées*	1	0.78
D	*Ebénacées*	1	0.78
D	*Euphorbiacées*	1	0.78
D	*Moringacées*	1	0.78
D	*Olacacées*	1	0.78
D	*Polygalacées*	1	0.78
D	*Sapotacées*	1	0.78
100%	Total	128	100.00

D = Dicotylédones

Tableau IX. Récapitulatif du spectre taxonomique de la zone du Nord

Classe	Familles	Nb espèces	Proportion (%)
D	*Mimosacées*	14	30.43
D	*Combrétacées*	6	13.04
D	*Capparacées*	6	13.04
D	*Césalpiniacées*	4	8.70
D	*Anacardiacées*	4	8.70
D	*Fabacées*	3	6.52
D	*Méliacées*	3	6.52
D	*Rhamnacées*	3	6.52
D	*Balanitacées*	2	4.35
D	*Moringacées*	1	2.17
100%	Total	46	100.00

D = Dicotylédones

Annexe III : Résultats de l'étude phytosociologique

Tableau I. Relevé phytosociologique des Groupements (RM= recouvrement moyen) du Nord

Groupement n°1	Relevés	RM	Groupement n°2	Relevés	RM	Groupement n°3	Relevés	RM
Dichrostachys cinerea	0.5+0.5+0.5	**1.5**	*Balanites aegyptiaca*	0.5+0.5+0.5	**1.5**	*Acacia nilotica*	0.5+0.5+0.5+0.5	**2**
Moringa oleifera	0.50	0.5	*Combretum acuelatum*	0.5+0.5+0.5	**1.5**	*Acacia radiania*	0.5+0.5+0.5	1.5
2		**2**	*Combretum micranthum*	0.5	0.5	*Acacia senegal*	0.5+0.5+0.5	1.5
			Faidherbia albida	0.5+0.5+0.5	1.5	*Acacia seyal*	0.5+0.5+0.5	1.5
			Piliostigma reticulatum	0.5+0.5	1.0	*Azadiratcha indica*	0.50	0.5
			Prosopis juliflora	0.50	0.5	*Bauhinia rufescens*	0.5+0.5+0.5	1.5
			Ziziphus mauritania	0.5+0.5+0.5	1.5	*Guiera Senegalensis*	0.5+0.5+0.5	1.5

Groupement n°1	Relevés	RM	Groupement n°2	Relevés	RM	Groupement n°3	Relevés	RM
			7		**8**	*Maerua angolensis*	0.5+0.5+0.5	1.5
						Maerua crassifolia	0.5+0.5+0.5	1.5
						Pterocarpus Lucens	0.50	0.5
						Sclerocarya birrea	0.50	0.5
						11		**14**

Tableau II. Coefficient de Sorensen pour le Nord

Groupement de végétaux (G)	G1	G2	G3
G1	**1.00**		
G2	44.44	**1.00**	
G3	30.77	77.78	**1.00**

Tableau III. Relevé phytosociologique des Groupements (RM= recouvrement moyen) du Centre

Groupement n°1	Relevés	RM	Groupement n°2	Relevés	RM	Groupement n°3	Relevés	RM
Combretum nigricans	0.5+0.5+0.5+ 0.5+0.5	**2.5**	*Maerua angolensis*	0.5+0.5 +0.5	**1.5**	*Cassia singueana*	0.5+0.5+0. 5+0.5	**2**
Boscia angustifolia	0.5+0.5+0.5	1.5	*Piliostigma reticulatum*	0.5+0.5 +0.5	**1.5**	*Lannea microcarpa*	0.5+0.5+0. 5	1.5
Sterculia setigera	0.5+0.5+0.5	1.5	*Terminalia avicennioides*	0.5+0.5 +0.5	**1.5**	*Piliostigma thonnighii*	0.5+0.5+0. 5	1.5
Guiera senegalensis	0.5+0.5	1	*Acacia gourmaensis*	0.5+0.5 +0.5	**1.5**	*Dichrostachys cinerea*	0.5+0.5+0. 5	1.5
Annona senegalensis	0.5+0.5	1	*Acacia pennata*	0.5+0.5 +0.5	**1.5**	*Eucalyptus camaldulensis*	0.5+0.5+0. 5	1.5
Cassia Sieberiana	0.5	0.5	*Lannea schimperi*	0.5+0.5	1.00	*Capparis sepiaria*	0.5+0.5	1
Detarium senegalensis	0.5	0.5	*Ozoroa insignis*	0.5+0.5	1	*Tamarindus indica*	0.5+0.5	1

Groupement n°1	Relevés	RM	Groupement n°2	Relevés	RM	Groupement n°3	Relevés	RM
Ziziphus mauritania	0.5	0.5	*Sclerocarya birrea*	0.5+0.5	1	*Azadiratcha indica*	0.5+0.5	1
8		**9**	*Combretum micranthum*	0.5+0.5	1	*Acacia Macrostachya*	0.5+0.5	1
			Pterocarpus erinaceus	0.5+0.5	1	*Acacia senegal*	0.5+0.5	1
			Strychnos innocua	0.5+0.5	1	*Entada africana*	0.5+0.5	1
			Acacia gerrardii	0.5+0.5	1	*Leucena leucephala*	0.5+0.5	1
			Acacia nilotica	0.5+0.5	1	*Parkia biglobosa*	0.5+0.5	1
			Ficus thonnighii	0.5+0.5	1	*Ziziphus mucronata*	0.5+0.5	1
			Crossopterix febrifuga	0.5+0.5	1	*Citrus limon*	0.5+0.5	1
			Feretia apodanthera	0.5+0.5	1	*Grewia mollis*	0.5+0.5	1
			Gardenia soketensis	0.5+0.5	1	*Parkindibila*	0.5+0.5	1
			Lannea acida	0.5	0.5	*Holarrhena floribunda*	0.5	0.5
			Adansonia digitata	0.5	0.5	*Saba senegalensis*	0.5	0.5
			Bombax costatum	0.5	0.5	*Balanites aegyptiaca*	0.5	0.5
			Maerua crassifolia	0.5	0.5	*Sterospermum kunthianum*	0.5	0.5
			Maytenus senegalensis	0.5	0.5	*Afzelia africana*	0.5	0.5
			Detarium microcarpum	0.5	0.5	*Combretum Glutinosum*	0.5	0.5
			Anogeissus leiocarpus	0.5	0.5	*Pteleopsis suberosa*	0.5	0.5
			Combretum acuelatum	0.5	0.5	*Diospyros mespiliformis*	0.5	0.5

Groupement n°1	Relevés	RM	Groupement n°2	Relevés	RM	Groupement n°3	Relevés	RM
			Xeroderris stuhlmannii	0.5	0.5	*Bridelia ferruginea*	0.5	0.5
			Albizia chevaleri	0.5	0.5	*Khaya senegalensis*	0.5	0.5
			Ficus platyphyllia	0.5	0.5	*Acacia seyal*	0.5	0.5
			Vitellaria paradoxa	0.5	0.5	*Acacia Sieberiana*	0.5	0.5
			29		**25.5**	*Moringa oleifera*	0.5	0.5
						Ximenia americana	0.5	0.5
						Securinega virosa	0.5	0.5
						Gardenia erubescens	0.5	0.5
						Gardenia ternifolia	0.5	0.5
						Grewia bicolor	0.5	0.5
						Grewia flavescens	0.5	0.5
						36		**30**

Tableau IV. Coefficient de Sorensen pour le Centre

Groupement de végétaux (G)	G1	G2	G3
G1	**1.00**		
G2	32.43	**1.00**	
G3	36.36	52.31	**1.00**