



UNIVERSITÉ D'ABOMEY-CALAVI (UAC)  
FACULTÉ DES LETTRES, ARTS ET SCIENCES HUMAINES (FLASH)

Ecole Doctorale Pluridisciplinaire  
'Espaces, Cultures et Développement''

**THESE**

Présentée par

**TENTE Agossou Brice Hugues**

Pour l'obtention du Doctorat (Unique) de l'Université d'Abomey-Calavi

Option : **Géographie et Gestion de l'Environnement**

Spécialité : **Gestion des Ressources Naturelles, Aménagement du Territoire et Politique Environnementale**

TITRE :

**RECHERCHE SUR LES FACTEURS DE LA DIVERSITE FLORISTIQUE  
DES VERSANTS DU MASSIF DE L'ATACORA :  
*Secteur Perma-Toucountouna (Bénin)***

Sous la Direction de :

Brice Augustin SINSIN, **Maître de Conférences, FSA / UAC**

Jury :

**Président** : M. Koffi Ayéchoro AKIBODE, Professeur titulaire (Université de Lomé, Togo)

**Rapporteur** : M. Brice Augustin SINSIN, Maître de Conférences (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)

**Examineurs** : M. Michel BOKO, Professeur titulaire (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)

M. Benoît D. N'BESSA, Maître de Conférences (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)

M. Thiou T. Komlan TCHAMIE, Maître de Conférences (Université de Lomé, Togo)

**MENTION : Très Honorable avec les félicitations des membres du Jury**

## DEDICACE

Nous dédions ce travail à :

- Notre père Camille TENTE
- Notre mère Vincencia Caroline ADDA.

Pour vous exprimer notre gratitude et notre attachement filial.

- Notre épouse Félicité AGBO pour lui redire notre amour.
- Nos enfants Brifelle Mètogbé TENTE et Agossou Covinsky Sylvestre TENTE pour leur dire qu'ils ont le devoir de mieux faire.
- Aux frères et sœurs. Vous devez savoir qu'il n'est jamais tard pour mieux faire.

# SOMMAIRE

DEDICACES

AVANT-PROPOS

RESUME

ABSTRACT

LISTE DES ABREVIATIONS

## **INTRODUCTION GENERALE**

INTRODUCTION, PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS DE L'ETUDE, HYPOTHESES DE RECHERCHE, SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, LIMITE DE LA PRESENTE ETUDE

## **PREMIERE PARTIE : GENERALITES ET METHODOLOGIE**

**Chapitre 1** : MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES

**Chapitre 2** : MATERIEL ET METHODES

## **DEUXIEME PARTIE : RESULTATS**

**Chapitre 3** : STRUCTURE ET ANALYSE DE LA FLORE DES CHAINONS

**Chapitre 4** : DYNAMIQUE ET FONCTIONS DES FORMATIONS VEGETALES  
DES CHAINONS

## **TROISIEME PARTIE : DISCUSSION DES RESULTATS - CONCLUSION ET SUGGESTIONS**

**Chapitre 5** : DISCUSSION DES RESULTATS

## **CONCLUSION ET SUGGESTIONS**

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

QUESTIONNAIRES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

## **AVANT-PROPOS**

Depuis notre inscription en première année au Département de Géographie et Aménagement du Territoire à l'Université Nationale du Bénin, actuelle Université d'Abomey-Calavi, nous avons toujours éprouvé un intérêt particulier pour les thèmes liés à la gestion rationnelle des ressources naturelles. En effet, les écosystèmes sensibles tels que les chaînons et montagnes non exploités qui conservaient la plupart des espèces rares ou en voie de disparition sont de nos jours convoités à plusieurs fins : alimentaires, médicinales, touristiques, etc. Dans l'optique d'apporter notre modeste contribution aux problèmes de gestions des ressources naturelles, nous avons étudié dans le cadre du Diplôme d'Etude Approfondie (DEA) la dynamique actuelle des états de surface dans le massif de l'Atacora : Secteur Perma-Toucountouna. Cette préoccupation s'est poursuivie et orientée dans le cadre de la présente étude sur la recherche des facteurs de diversité floristique des versants du massif de l'Atacora : Secteur Perma- Toucountouna (Bénin).

Le présent travail a pu être réalisé grâce au soutien financier du Centre Béninois pour la Recherche Scientifique et Technique (CBRST), du Sonderforschungsbereich (SFB) de l'Université de Francfort (Allemagne) et de l'appui logistique du Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE). Nous sommes reconnaissant envers toutes ces Institutions qui nous ont aidé.

Nos remerciements s'adressent tout particulièrement à :

- Monsieur le Professeur Michel BOKO de l'Université d'Abomey-Calavi, Responsable du Laboratoire d'Etude des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Ecosystèmes de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (LECREDE/FLASH), Responsable Pédagogique de la formation doctorale Pluridisciplinaire "Espaces, Sociétés et Développement du Monde Négro-Africain", Secrétaire Permanent du Conseil

Scientifique. Ses remarques objectives et pertinentes, ses précieux conseils sont des références fondamentales dans l'élaboration de ce mémoire.

- Monsieur le Professeur Brice SINSIN de l'Université d'Abomey-Calavi, qui en dépit de ses multiples occupations, a accepté d'encadrer et de diriger avec attention et intérêt le présent travail. Nous lui exprimons toute notre reconnaissance et notre fidèle attachement pour sa sollicitude et son assistance constante.

- Monsieur le Professeur Lucien Marc OYEDE de l'Université d'Abomey-Calavi, Vice-Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST/UNB). Ses conseils sur notre méthodologie nous ont été très utiles durant la phase de collecte et de traitement des données de terrain. Ses remarques objectives, constructives, pertinentes et les indications bibliographiques dont nous avons bénéficié ont été une contribution heureuse à l'aboutissement du travail.

- Monsieur le Professeur Rüdiger WITTIG de l'Université de Francfort. Son assistance financière a contribué à la collecte des données sur le terrain.

- Monsieur Adjinan THONBIANO de l'Université de OUAGADOUGOU. Ses remarques et ses appuis techniques et financiers dans les échanges et la coopération entre les Universités d'Abomey-Calavi et de Ouagadougou, nous ont été d'un grand intérêt.

- Monsieur Cossi Jean HOUNDAGBA de l'Université d'Abomey-Calavi, Chef du Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (LABEE/FLASH). Il a été celui qui, depuis 1994, nous a initié et donné le goût de la recherche. Ses remarques objectives et constructives, ses encouragements et sa sympathie dans la manière de régler tous les problèmes à nous posés ont été très déterminants dans la finition du présent mémoire.

- Monsieur François C. TCHIBOZO, de l'Université d'Abomey-Calavi, membre du LABEE/FLASH. Il nous a prodigué des conseils méthodologiques fort utiles pour le

succès des travaux de terrain et de laboratoire. Ses encouragements et conseils nous ont soutenu dans nos efforts de rédaction.

- Monsieur Akpovi AKOEGNINOU, de l'Université d'Abomey-Calavi, responsable de l'Herbier National du Bénin. Ses conseils sur la méthodologie et surtout la facilité d'accès à son Institution, nous ont été d'une grande utilité dans l'accomplissement de ce travail.
- Monsieur Vincent J. MAMA, Ex-Directeur du CENATEL. Ses précieux conseils et l'assistance technique de son Institution ne nous ont pas fait défaut.

Nous ne saurions oublier d'adresser nos remerciements à :

- Monsieur Robert SIEGLSTETTER, botaniste allemand ayant fait un doctorat sur la flore de la chaîne de l'Atacora. Son dynamisme dans la coopération entre les Universités du Bénin et de Francfort nous a permis de disposer d'un appui financier pour l'inscription à la formation et la collecte des données sur le terrain.
- Mademoiselle Julia KROHMER, botaniste allemande ayant fait un doctorat sur les espèces fourragères de la chaîne de l'Atacora. Elle a bien voulu sacrifier quelques moments de son temps de repos pour participer à la réflexion sur ce travail.
- MM : M'Borinati N'TCHA KOUAGOU et Yacoubou BONI, personnes ressources. Ils nous ont toujours apporté leur concours en tant que guides sur le terrain.

Nous remercions également tous les membres de l'Herbier National du Bénin, particulièrement

- MM : Pierre AGBANI, Raoul ADJOBBO et Paul YEDOMONHAN. Ils nous ont apporté des aides matérielles et techniques pour le traitement de nos données de terrain.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude aux collègues de promotion, ainsi qu'aux amis qui, d'une manière ou d'une autre nous ont apporté leur soutien, notamment Mademoiselle Marielle AGBANI et Messieurs Jonas ADANHOUME, Vincent OREKAN, Florent S. HOUESSO, Adrien DOSSOU-YOVO, Placide OKE, Martin ADJASSE, Raïmi AGNIDE, Romuald KPOGUEH.

Nous témoignons également notre gratitude à tous les collègues chercheurs doyens et amis du Laboratoire d'Ecologie Appliquée de la FSA/UNB, du Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale de la FLASH/UNB, du Laboratoire d'Etude des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Ecosystèmes. Il s'agit particulièrement de Madjidou OUMOROU, Is-Haquou DAOUDA, Odile DOSSOU GUEDEGBE, José GNELE, Guillaume MONTCHO, Jean Bosco VODOUNOU, Moussa GIBIGAYE, Norbert AGOÏNON, Expédit VISSIN, Zacharie SEYIGONA, Euloge OGOUWALE, Fidèle YABI, Henri TOTIN. L'esprit d'ouverture et de coopération qui a caractérisé ces personnes nous a permis de bien finaliser le présent travail.

Nous exprimons enfin toute notre profonde gratitude à tous les enseignants qui ont assuré sans ménagement notre formation au cours de cette étude doctorale.

## Résumé :

La recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora (secteur Perma – Toucountouna) a été entreprise. La démarche utilisée comporte la recherche documentaire, l'analyse diachronique des photographies aériennes, les enquêtes ethnobotaniques, l'inventaire floristique et l'analyse des données. Les relevés phytosociologiques ont été effectués suivant la méthode de Braun-Blanquet (1932) dans des placeaux circulaires de 20 m de rayon. Au total, 127 relevés sont effectués sur les chaînons et 247 espèces (ligneuses et herbacées) appartenant à 180 genres regroupés en 66 familles sont inventoriées. Le traitement de ces relevés par Correspondence Analysis (CA) a permis la discrimination de 9 groupements végétaux : ce sont le groupement à *Ficus abutilifolia* et *Andropogon tectorum* identifié dès que les chaos rocheux laissent des fissures ; le groupement à *Isobertinia tomentosa* et *Andropogon tectorum* localisé sur les bas de versants à gros blocs dénudés à anfractuosités ; le groupement à *Detarium microcarpum* et *Hyparrhenia involucrata* localisé sur les versants à gros blocs dénudés à anfractuosités ; le groupement à *Burkea africana* et *Loudetia flavida* souvent perturbé par le pâturage ; le groupement à *Parinari curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp. localisé sur les rochers subaffleurants ; le groupement à *Daniellia oliveri* et *Loudetia* spp. ; le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Andropogon gayanus* situé sur les rochers subaffleurants ; le groupement à *Crossopteryx febrifuga* et *Cochlospermum planchonii* plus souvent observé sur les dalles de cuirasses à faible perméabilité ; le groupement à *Pteleopsis suberosa* et *Loudetia flavida* sur sols sablo-gravillonnaires cuirassés à faible diversité floristique.

L'aire basale au niveau des chaînons étudiés varie en fonction de la position topographique, de la nature du substratum géologique en place et du degré d'anthropisation des différents milieux. Elle varie entre 9,4 m<sup>2</sup>/ha et 13,2 m<sup>2</sup>/ha avec une moyenne de 11,3 m<sup>2</sup>/ha. Le diamètre de l'arbre à surface terrière moyenne varie également en fonction de la position topographique. La moyenne des densités toutes formations confondues est de 393 tiges/ha. Cette moyenne est de 665 tiges/ha au niveau des formations naturelles. La richesse spécifique varie de 10 à 97 espèces et décroît légèrement des bas de pente aux hauts de pente et aux sommets. Il en est de même pour l'indice de diversité spécifique de Shannon et l'équitabilité de Pielou. Ils varient respectivement de 2,3 à 3,7 bits puis de 0,7 à 0,9. Les différentes valeurs de richesse obtenues en fonction des expositions ne sont pas significativement différentes sur la base du test t. L'analyse statistique des valeurs d'éclaircissement obtenues en fonction de l'exposition Est ou Ouest n'a pas révélé de différence significative. Par ailleurs, il existe une corrélation positive entre richesse des relevés et pourcentage de terres cultivables. En moyenne 8,6 cm d'épaisseur de pré-sols s'érodent chaque année au niveau des chaînons de l'Atacora ce qui correspond à 860 m<sup>3</sup> / ha de perte de terre.

L'analyse des photographies aériennes de 1975, de la carte de végétation de 1994 et des photographies aériennes de 2003 a montré que les formations boisées du secteur d'étude ont connu une régression de 35 %. Les facteurs qui participent à la dégradation des formations boisées saxicoles sont d'ordre climatique, édaphique, topographique et anthropique. Parmi ces facteurs, ceux anthropiques paraissent les plus déterminants. Les populations locales, après avoir épuisé les espaces boisés des vallées, s'attaquent aux formations saxicoles. Elles détruisent ainsi ces milieux dont certaines espèces fauniques ou floristiques se trouvent menacées de disparition. Les différents chaînons prospectés jouent des rôles écologiques et socio-culturels très importants dans le secteur d'étude. Il est urgent de penser dans le contexte de la durabilité de ces écosystèmes et de ce fait les protéger contre la dégradation dont les effets et indices sont évidents sur le terrain.

**Mots clés :** Dynamique, espèces menacées, formations saxicoles, Atacora, Bénin



## Abstract :

Studies involving floristic diversity and exploitation of the sides of Atacora mountains (tract Perma – Toucountouna) were undertaken. The data collections included literature review, field reconnaissance, aerial photo-interpretation, ethnobotanical investigation, and floristic inventory. Phytosociological relevés were carried out following Braun-Blanquet approach within circular plots of 20 m radius. A total of 127 relevés were performed, which resulted in 247 plant species lumped into 180 genera and 66 families. Correspondence analysis of a matrix of 127 vegetation samples and 247 plant species led to the discrimination of 9 plant communities. These were the *Ficus abutilifolia-Andropogon tectorum* community set in rock cracks, the *Isobertia tomentosa-Andropogon tectorum* and *Detarium microcarpum-Hyparrhenia involucrata* characteristic of side with crevices with huge blocks, the *Burkea africana-Loudetia flavida* typical of pasture land, the *Parinari curatellifolia-Hyparrhenia spp.*, *Daniellia oliveri-Loudetia spp.* and *Vitellaria paradoxa-Andropogon gayanus* communities characteristic of open rock outcrops, the *Crossopteryx febrifuga-Cochlospermum planchonii* community often observed on cuirass paving-stone, and the *Pteleopsis suberosa et Loudetia flavida* characteristic of sandy gravelling soil with breastplate.

The basal area of the studied plant communities varied with the topography, nature of the substratum, and the degree of human disturbance. It ranged from 9.4 m<sup>2</sup>/ha to 13.2 m<sup>2</sup>/ha with an average of 11.3 m<sup>2</sup>/ha. Similarly, the diameter (dbh) of tree having the mean basal area varied according to the topography. Considering all the vegetation types, the mean density, was 393 trees/ha. This density was about 665 trees/ha in natural formation. The species richness (10-97 species), Shannon index (2.3-3.7), and Pielou equitability (0.7-0.9) fairly decreased from lower slopes to summits via upper slopes. The various values of species diversity in relation to exposition were not significantly different. Likewise, sun shining values observed for east-west exposition were not significantly different. Further more there was a positive correlation between the species richness of relevés and the proportion of cultivated land. In average 8.6 cm (deep) of soil erodes every year in Atacora mountains, which correspond to 860 m<sup>3</sup> / ha loss of land.

The analysis of aerial images dated 1975, vegetation map dated 1994, and aerial images dated 2003 showed that the woodlands of the study area regressed by 35%. The leading factors are climate, soil, topography, human activities. The latter factor turned out to be the most important one, which has been waning the vegetation out since immemorial times. Thus, local population has come up to inselberg after they had vanished the vegetation in valley. This led to the destruction and fragility of habitats, where plant and animal species has been ever more threatening of disappearance. The array of mountain units that were surveyed play key ecological and socio-cultural roles in the study area. It becomes imperative that resources be exploited in a sustainable way and the relevant ecosystems be protected against massive destruction, which effects have already been visible in the field.

**Key words :** Dynamic, threatened species, inselberg, Atacora, Benin.

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

ABE : Agence Béninoise pour l'Environnement

ACP : Analyse en Composante Principale

ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

BIDOC-FSA : Bibliothèque – Centre de documentation de la FSA

BU : Bibliothèque Centrale de l'Université d'Abomey-Calavi

CA : Correspondence Analysis

CENAP : Centre National d'Agro-Pédologie

CeRPA : Centre Régional pour la Promotion Agricole

CENATEL : Centre National de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier

DFRN : Direction des Forêts et des Ressources Naturelles

ETP : Evapotranspiration Potentielle

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FLASH : Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines

FSA : Faculté des Sciences Agronomiques

FAST : Faculté des Sciences Techniques

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique

IGN : Institut Géographique National

LABEE : Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale

LEA : Laboratoire d'Ecologie Appliquée

MEHU : Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme

OBEMINES : Office Béninois des Mines

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

UAC : Université d'Abomey-Calavi

UTM : Universal Transversal Mercator

## INTRODUCTION GENERALE

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'introduction générale a traité de la problématique, des objectifs, des hypothèses, de la synthèse bibliographique et des limites de la présente thèse.

### **1. INTRODUCTION**

L'Afrique en général et le Bénin en particulier sont confrontés au problème de plus en plus aigu et généralisé de dégradation de l'environnement. L'importance et les dimensions des problèmes environnementaux diffèrent selon le niveau de développement des pays voire à l'intérieur des pays (Tente, 2000 ; Arouna, 2002 ; Toko, 2002). Ces problèmes ont pour noms déforestation, dégradation des sols, désertification, etc. L'homme, qui n'a pas su trouver un équilibre entre son système d'exploitation et la résilience du milieu naturel, demeure l'agent principal de l'évolution régressive des écosystèmes. Par ses cultures, ses exploitations forestières, l'extension de l'élevage et de la chasse, il conquiert une partie toujours plus importante de l'espace. Ainsi, près de 11,3 millions d'hectares de forêt tropicale sont défrichés chaque année (FAO, 1985). On admettait en 1980 que 200 millions d'habitants des pays tropicaux vivent de l'agriculture itinérante sur brûlis, ce qui entraîne la destruction de plusieurs centaines de milliers d'hectares de formations naturelles (Gény *et al.*, 1992). Cette pression est d'autant plus importante que certaines espèces sont actuellement en voie de disparition de par le monde. On observe par endroits la persistance d'une mosaïque constituée de zones dénudées qui témoignent suffisamment de l'état de dégradation des sols.

Compte tenu de l'importance des dégâts causés par la pression humaine sur les ressources naturelles, le Bénin s'est associé à la réflexion au niveau mondial et a signé plusieurs accords et conventions sur les questions relatives à la protection de l'environnement. Nous pouvons citer la Convention Africaine sur la Conservation de la

Nature et des Ressources Naturelles de l'OUA en 1989 à Alger ; la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification en juin 1994.

De toute évidence, la croissance démographique actuelle et les demandes supplémentaires d'aliments exprimées par diverses communautés nécessitent bien plus de mobilisation de ressources naturelles. Malheureusement, le constat de destruction massive des formations végétales laisse planer des inquiétudes. Selon Mama & Houndagba (1991), près de 100 000 ha de végétation naturelle sont détruits chaque année au Bénin du fait des seuls défrichements avec pour conséquence la dégradation des sols par l'intensification de l'érosion. Selon CENAP cité par Toko (2002), les pertes annuelles de sols au Bénin atteignent 27 435 890 tonnes. Ces pertes énormes sont la conséquence de l'érosion et du lessivage des sols causés par les pratiques culturales et l'agressivité pluviométrique. Akpagana (1992) a noté que les reliefs accidentés, tels les monts et les collines qui constituent des lieux de refuge pour la sylvie ancienne, sont malheureusement convoités par les populations riveraines à la recherche de terres fertiles. La région du massif montagneux (la chaîne de l'Atacora) située au Nord-Ouest du Bénin en est un bel exemple.

La région du massif montagneux (la chaîne de l'Atacora), est devenue la cible privilégiée des exploitants de bois, des braconniers, des exploitants de pierres polies et taillées, des agriculteurs et des éleveurs d'origines diverses. Pour Tchibozo (1981), 98% des populations des chaînons de l'Atacora qui étaient autrefois des refuges vivent essentiellement des activités rurales, entraînant de fait une pression sans cesse croissante sur les ressources naturelles desdits milieux. Par ailleurs, les superficies emblavées augmentent de manière exponentielle d'année en année conduisant progressivement à une destruction continue des formations végétales. Dès lors, la surexploitation de la strate ligneuse (énergie, fourrage) est établie. Or ces formations jouent un rôle fondamental dans la remontée biotique et biologique des éléments fertilisants (Gény *et al.*, 1992). Cette occupation de l'espace ne restera pas sans conséquence néfaste sur ces écosystèmes

fragiles et marginaux surtout en ce qui concerne l'exploitation anarchique du bois, et des pierres polies et taillés, l'extension de l'agriculture et de l'élevage.

Les données floristiques sur ces écosystèmes fragiles, indispensables à l'élaboration d'un plan de gestion et d'aménagement durable, sont limitées et souvent incomplètes (Aubreville, 1937 ; Adjanohoun *et al.*, 1989).

Dans une perspective de bonne gestion, d'aménagement et de sauvegarde de la biodiversité en général et de la diversité floristique en particulier, il s'avère urgent de procéder à l'évaluation des ressources végétales et à l'étude de la dynamique des groupements végétaux. C'est ce qui justifie l'étude : «Recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora : Secteur Perma-Toucountouna (Bénin)» choisie comme thème du présent mémoire de thèse.

Cette étude permettra aussi de trouver les réponses à des questions de recherche scientifique portant sur le rôle de l'exposition des chaînons sur la diversité spécifique ou le niveau d'impact des perturbations d'origines anthropiques (structure et / ou diversité spécifique), etc.

## 2. PROBLEMATIQUE

De par le monde, plusieurs auteurs ont mis l'accent sur l'aggravation de la dégradation de l'environnement naturel en raison de la densité croissante de la population, de la mise en œuvre de nouvelles pratiques d'exploitation et enfin des changements climatiques. Selon Wittig *et al.* (2002), la question est de savoir, dans quelle mesure l'homme et le climat contribuent-ils à cette dynamique, et surtout si celle-ci est réversible.

Les effets de la pression croissante issue de l'exploitation des ressources naturelles exercée par l'homme dans le nord du Bénin sont nettement visibles. Plus des deux tiers des espèces inventoriées sur le massif de l'Atacora sont utilisées dans l'alimentation, dans la médecine traditionnelle, dans l'artisanat et comme bois de chauffe et de construction (Wittig *et al.*, 2002 ; Sieglstetter & Wittig, 2003).

Pour Guinko (1984), plus de 80 % de la population ont recours aux plantes pour le traitement des maladies fréquentes et communes. Ce qui témoigne du degré de perturbation des espèces végétales. Cette pression n'est pas sans conséquences sur le maintien en équilibre des écosystèmes qui sont déjà dans des états précaires.

Selon De Haan (1997), les conséquences écologiques des genres de vie des agriculteurs et des éleveurs au nord du Bénin sont telles que la dégradation de l'environnement a atteint un degré alarmant.

Oumorou (1998), à travers une étude phytosociologique de quelques phytocénoses du domaine soudanien du Bénin, fait remarquer que la combinaison des facteurs anthropozoïques a modifié et continue de modifier la physionomie et le sens de l'évolution de la végétation. Selon Dorst (1965), l'action combinée du pâturage et du piétinement entraîne une évolution régressive du couvert végétal.

Parlant des facteurs de perturbations Hahn-Hadjali *et al.* (1996), Guédou (2001), Tente & Sinsin (2002), ont souligné que les plus importants sont l'agriculture, le pâturage et les feux de végétation.

Frankenbreg & Anhuf cités par Wittig *et al.* (2002) ont montré que les longues sécheresses et la pression anthropozoogène ont également des effets néfastes sur la végétation. Dans le même ordre d'idée, Tchibozo (1981), Guinko cité par Guédou (2001) soulignent qu'en dehors des activités anthropiques, la dynamique des formations végétales est aussi liée à l'influence des facteurs climatiques tels le vent et l'humidité relative. Selon ces auteurs ces facteurs, par leur interaction façonnent le milieu.

Le secteur d'étude, le massif montagneux (la chaîne de l'Atacora), plus précisément le secteur Perma –Toucountouna retenu pour servir de cadre d'étude à la présente thèse est sujette de nos jours à une pression considérable de la part des populations riveraines. Les ressources naturelles de ladite zone sont exploitées à diverses fins. L'agriculture itinérante, les feux de végétation, le surpâturage, la surexploitation du bois énergie (bois de feu et charbon de bois) et du bois d'œuvre (les madriers pour divers travaux), l'exploitation anarchique du gravier, etc. font parties des pratiques qui perturbent le maintien en équilibre des écosystèmes du secteur d'étude.

A l'instar des formations édaphiques (mangrove, forêts galeries et forêts marécageuses), la végétation saxicole (formation des chaînon) est une formation azonale qui mérite une attention particulière, en d'autres termes des études écologiques spécifiques. Selon Houndagba *et al.* (2003), les rochers découverts ou subaffleurants des massifs anciens de l'Atacora sont à l'origine d'écosystèmes particuliers pouvant être qualifiés de saxicoles qui méritent une attention particulière.

Les descriptions des différents auteurs comme Houndagba (1997), Sinsin (1994), Akoègninou & Akpagana (1997), Oumorou (1998) et Yédomonhan (2002) indiquent une grande hétérogénéité des formations végétales saxicoles en rapport avec les conditions édaphiques et d'humidité.

Il urge donc de pallier un tant soit peu ce manque de données scientifiques face à la croissance démographique galopante qui soumet les écosystèmes saxicoles à une forte



pression anthropique. Les recherches sur ces milieux sont d'autant plus nécessaires et pertinentes que, d'une manière générale, les montagnes de même que les inselbergs constituent des écosystèmes spécifiques de par leur végétation (Adjanooun *et al.*, 1989 ; Achoundong, 1995 ; Parmentier, 1999 ; Avohou, 2003). Ainsi, toute intervention humaine dans ces milieux devra prendre des précautions pour ne pas y provoquer des processus de dégradation irréversible.

Pour faire face aux divers dégâts constatés sur l'environnement, le gouvernement béninois suivant les articles 82, 83, 84, 85 et 86 (de la loi n° 97-028 du 15 janvier 1999, relative à l'organisation de l'administration territoriale de la République du Bénin), responsabilise chaque commune dans la gestion de ses ressources naturelles. Ainsi, il revient aux différentes communes d'élaborer les règles relatives à l'usage et à l'affectation des sols de leurs territoires.

Mais la responsabilisation des acteurs à la base n'est pas encore efficiente sur le terrain et des questions se posent :

- comment préserver les intérêts des générations futures face aux besoins immenses d'une population croissante ?

- comment maîtriser la dynamique spatio-temporelle actuelle des formations végétales des écosystèmes fragiles comme le massif de l'Atacora ?

- comment concevoir et mettre en œuvre les plans locaux d'exploitation des ressources de ces massifs ?

- Quelles mesures mettre en place pour la résolution des conflits en matière de gestion des ressources fauniques et floristiques des chaînons de l'Atacora ?

Autant de questions qui doivent être prises en compte pour la préservation et la durabilité des ressources naturelles du massif de l'Atacora, secteur d'étude de la présente thèse.

### 3. OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif principal est d'étudier la diversité floristique et les formes d'exploitation des versants du massif de l'Atacora : Secteur Perma –Toucountouna (Bénin).

De façon spécifique il est question :

- de présenter l'état actuel des versants du massif de la chaîne de l'Atacora ;
- d'identifier et de décrire, les groupements végétaux rencontrés sur les versants du massif de l'Atacora ;
- d'inventorier les systèmes cultureux dans leur contexte socio-économique ;
- d'analyser les différents types d'activités et leur impact sur le milieu ;
- de faire la cartographie (par photos aériennes ou images de satellites) de l'évolution des formations végétales dans le temps ;
- de déterminer les principaux facteurs qui permettent l'individualisation des groupements végétaux.

Pour atteindre ces objectifs, le travail est envisagé en trois parties :

- la première partie concerne la présentation des généralités et la méthodologie adoptée ;
- la deuxième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus : flore et structure de la végétation des versants, formes d'occupation de l'espace, les activités et leurs impacts ;
- la troisième partie concerne la discussion des résultats, la conclusion et les suggestions.

#### **4. HYPOTHESES DE RECHERCHE**

Un ensemble de quatre hypothèses sous-tendent la présente étude :

**Hypothèse 1 :** Les formations végétales de la chaîne sont actuellement sous la dépendance des actions humaines.

**Hypothèse 2 :** La richesse floristique des versants des chaînons de l'Atacora varie en fonction de la nature du sol et des composantes édaphiques.

**Hypothèse 3 :** Il existe une diversité biologique et phytogéographique spécifique aux versants.

**Hypothèse 4 :** Les formations végétales du massif de l'Atacora subissent une dynamique spatio-temporelle.

## 5. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

La synthèse bibliographique prend en compte les différents ouvrages consultés sur la dégradation du couvert végétal et des sols.

Les écosystèmes naturels du domaine soudanien (secteur d'étude) connaissent de nos jours de graves régressions. Les facteurs de ces régressions sont d'ordre naturel et anthropique. Selon Tente (2002), la dégradation de l'environnement dans le secteur Perma-Toucountouna (Nord-Ouest du Bénin) est la conséquence d'une mauvaise pratique agricole, d'un système d'élevage rudimentaire, d'une exploitation forestière irrationnelle, etc. Toutes ces pratiques se traduisent par la dégradation du couvert végétal et des sols.

L'interaction des facteurs naturels et anthropiques entraîne une régression considérable des différentes formations végétales. Ainsi, l'harmattan, en accentuant les conditions d'aridité de la saison sèche, participe à la dégradation du couvert végétal. Jenik & Hall (1966) ont montré l'importance écologique de l'harmattan sur la répartition de la végétation dans la chaîne de l'Atacora. Ces observations ont été confirmées par Tchamié & Bouraïma (1997) qui ont remarqué que les versants nord du plateau Soudou-Dako (Togo) exposés à l'harmattan présentent une végétation rabougrie à *Euphorbia poissonii* et *Annona senegalensis*. Ces auteurs concluent et soulignent que la répartition des formations végétales est non seulement liée aux facteurs climatiques mais également à la nature des sols et à la topographie. Selon Boko (1988), la sécheresse qui est l'absence totale et durable de pluie contribue aussi bien que l'harmattan, à la régression des formations végétales. Pour Gény *et al.* (1992), une soixantaine d'espèces végétales (plantes médicinales, aromatiques, gommées, etc.) ont disparu ou sont sur le point de disparaître de la Mauritanie par les effets de la sécheresse

Defourny (1994) dans son étude de la végétation autour de Ouagadougou et Bobo Dioulasso a montré les évolutions régressives du couvert arboré au cours des deux dernières décennies et a souligné la part de l'action anthropique dans le processus de

désertification affectant la zone sahélienne. Toko & da Matha (1999), ont signalé la part des activités anthropiques dans la dégradation des écosystèmes. Pour ces auteurs, l'agriculture est en partie responsable de la dégradation des ressources naturelles. L'agriculture, était pratiquée pour la subsistance. Mais l'introduction des cultures industrielles comme le coton a considérablement et profondément modifié les pratiques culturelles. Cette transformation s'est traduite par l'augmentation des superficies emblavées, la multiplication des fermes agricoles, l'utilisation des produits phytosanitaires et l'occupation des terres marginales.

Selon la FAO (1985), près de 11,3 millions d'hectares de forêts sont défrichés chaque année dont 45 % sont imputables à la culture itinérante et à la jachère agricole de longue durée.

Pour Sinsin (1985), la déforestation n'est pas seulement synonyme d'abattage; elle peut être due à un écorçage sauvage des espèces ligneuses.

Selon Monnier (1981) et Ramade (1981), les feux de végétation largement pratiqués en Afrique font partie des facteurs déterminants dans l'évolution régressive de toute une série de paysages végétaux. Selon N'Douma (1996), la pratique des feux de végétation constitue la cause déterminante de la destruction du couvert végétal, de l'érosion des sols et du dessèchement général.

Akoègninou et Akpagana (1997) ont montré que l'impact des activités humaines sur l'aire classée des collines de Savalou (Bénin) se traduit par la raréfaction des grands arbres que sont : *Azelia africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Burkea africana*, *Pterocarpus erinaceus* et *Isobertia doka*. Ils soulignent que le bois de ces espèces est recherché comme combustible pour la fabrication de la farine de manioc et que les jeunes sujets n'atteignent plus l'âge adulte avant d'être coupés.

da Matha Sant'Anna (1986) a observé une augmentation de la pression humaine dans le secteur de Savalou au Bénin et a signalé les risques géomorphologiques liés aux

formes d'exploitation des ressources. Tchamié & Bouraïma (1997) ont signalé dans un article portant sur les formations végétales du plateau Soudou-Dako dans la chaîne de l'Atacora et leur évolution récente que : «la dynamique de reforestation observée dans certaines forêts classées est de plus en plus perturbée par les actions humaines. Ils concluent qu'actuellement l'équilibre de cette végétation est entièrement influencé par l'homme dont les agressions deviennent de plus en plus marquées du fait de l'accroissement démographique». Pour Haller cité par Sieglstetter et Wittig (2002), le manque de règlement ainsi que le non-respect des règles traditionnelles entraînent à long terme une surexploitation, voire la disparition de certaines espèces les plus utilisées. Dans le même sens, Wittig *et al.* cités par Wittig *et al.* (2002) ont fait remarquer que les formations rocheuses élevées (inselbergs) se trouvant près des habitations renferment nettement moins d'espèces que les zones plus éloignées des habitations, et par conséquent moins exploitées. Akpagana *et al.* (1998) considèrent la dégradation des milieux naturels comme la principale cause de la disparition de plusieurs espèces végétales au Togo et au Bénin.

Il ressort de tout ce qui précède qu'il existe plusieurs études sur les facteurs de dégradation des formations saxicoles dans le monde. Mais aucune étude n'existe de manière spécifique sur le massif de l'Atacora.

## 6. CLASSIFICATION DES CONCEPTS

Pour une meilleure compréhension des idées développées, les concepts clés utilisés ont été définis. Il s'agit entre autres, de la notion de diversité floristique et du concept de versant.

Selon Danais cité par Djégo (2000), la diversité floristique rend compte de la richesse et de la distribution de l'abondance spécifique des phytocénoses. Elle prend en compte la richesse spécifique, l'indice de Shannon-Wiener, l'équitabilité de Pielou, les types biologiques, les types phytogéographiques, les types de dissémination des diaspores et la surface terrière.

### - La richesse spécifique (R)

La richesse spécifique (R) est le nombre d'espèces sur une surface déterminée de la phytocénose considérée.

### - L'indice de Shannon-Wiener (H')

La diversité de Shannon-Wiener (H') a été calculée pour mesurer la diversité spécifique au niveau de chaque plateau. Elle est exprimée en bit et varie généralement de 0 à 5. Sa formule est :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

$P_i = (n_i / n)$  est la fréquence relative des individus de l'espèce (i) ;  $(n_i)$  est le nombre des individus de l'espèce (i) et  $(n)$  est le nombre total d'individus du groupement.

Lorsque l'indice de diversité de Shannon-Wiener est élevé, c'est le signe d'une grande stabilité du milieu et les conditions du milieu sont favorables à l'installation de nombreuses espèces (Dajoz, 1985).

## - Equitabilité de Pielou (1966)

L'indice d'équitabilité de Pielou  $E$  a été calculé pour traduire le degré de diversité atteint par rapport au maximum possible. Il varie de 0 à 1. Son expression est la suivante :

$$E = H' / \log_2 H' \text{ max}$$

$H' \text{ max} = \log_2(S)$ , avec  $S$  le nombre total d'espèces dans le placeau considéré.

L'équitabilité de Pielou élevée est le signe d'un peuplement équilibré (Dajoz, 1985).

## - Types biologiques

Dans l'étude, les types biologiques utilisés lors de l'élaboration des tableaux phytosociologiques sont ceux définis par Raunkiaer (Boudet, 1984). Ils comprennent :

Les Phanérophytes (Ph) : plantes caulinaires portant à plus de 40 cm du sol, des pousses et des bourgeons persistants visibles. On distingue parmi eux :

- Mégaphanérophytes (MgPh) : arbres de plus de 30 m de haut ;
- Mésophanérophytes (MsPh) : arbres de 10 à 30 m de haut ;
- Microphanérophytes (McPh) : arbustes de 2 à 10 m de haut ;
- Nanophanérophytes (NnPh) : sous-arbustes de 0,4 à 2 m de haut ;
- Phanérophytes lianescents (Phgr) : plantes volubiles, à vrilles, à racines crampons.

Les Chaméphytes (Ch) : plantes dont les bourgeons ou les extrémités des pousses persistantes sont situées à proximité du sol, sur des rameaux rampants ou dressés (0 à 40 cm de haut). Elles sont subdivisées en :

- Chaméphytes dressées (Chd) ;
- Chaméphytes prostrées (Chpr) ;
- Chaméphytes rampantes (Chrp) ;
- Chaméphytes grimpantes (Chgr).

Les Hémicryptophytes (H) : plantes se desséchant complètement pendant la mauvaise saison et, dont les pousses et les bourgeons persistants ou de remplacement sont situés au niveau du sol ou à demi caché.



Elles sont subdivisées en :

- Hémicryptophytes rhizomateuses (Hér) ;
- Hémicryptophytes bulbeuses (Héb).

Les Géophytes (G) : plantes possédant un appareil caulinaire caduque et dont les pousses ou bourgeons persistants sont abrités dans le sol. Elles sont subdivisées en

- Géophytes bulbeuses (Géb) ;
- Géophytes suffrutescentes (Gés) ;
- Géophytes rhizomateuses (Grh) ;
- Géophytes tubéreuses (Gét) ;

Les Thérophytes (Th) : plantes à cycle court, annuelles, qui passent la mauvaise saison sous forme de graine. Elles sont subdivisées en :

- Thérophytes dressées (Thd) ;
- Thérophytes prostrées (Thpr).

Les spectres biologiques sont élaborés à partir de ces types biologiques. Ces types biologiques ont un rôle important dans le milieu ne serait-ce que par le recouvrement du sol. Leur connaissance permet entre autres de reconnaître et de classer les climats.

### **- Types phytogéographiques**

Les types de distribution phytogéographique sont établis à partir des grandes subdivisions chorologiques admises pour l'Afrique (White, 1983). Les types de distribution retenus sont :

#### Espèces à large distribution :

Cos : cosmopolites ; espèces répandues dans les pays tropicaux et non tropicaux ;

Pan : pan tropicales ; espèces réparties dans toutes les régions tropicales ;

Pal : paléotropicales ; espèces présentes aussi bien en Afrique tropicale, en Asie tropicale, à Madagascar qu'en Australie ;

AA : afro-américaine ; espèces présentes en Afrique et en Amérique.

Espèces pluri-régionales africaines (espèces à distribution limitée au continent africain) :

AM : afro-malgache ; espèces distribuées en Afrique et à Madagascar.

AT : afro-tropicales ; espèces distribuées dans toute l'Afrique tropicale.

PA : plurirégionales ; espèces dont l'aire de distribution s'étend à plusieurs centres régionaux d'endémisme.

SZ : soudano-zambéziennes ; espèces distribuées à la fois dans les centres régionaux d'endémisme soudanien et zambézien.

GC : guinéo-congolaises ; espèces distribuées dans la région guinéo-congolaise.

SG : soudano-guinéennes ; espèces présentes à la fois dans la région guinéo-congolaise et distribuées dans le centre régional d'endémisme soudanien.

Elément base :

S : Soudaniennes ; espèces largement distribuées dans le centre régional d'endémisme soudanien.

**- Types de dissémination des diaspores**

Les types de dissémination des diaspores des différentes espèces ont été déterminés, grâce à la classification de Dansereau et Lems (1957), Evrard (1968), Mandango (1982).

On a :

Ptéro : ptérochore (diaspores munis d'appendices aliformes) ;

Pogo : pogonochore (diaspores à appendices plumeux et soyeux) ;

Sclero : sclérochore (diaspores non charnues relativement légères) ;

Desmo : desmochores (diaspores accrochantes ou adhésives) ;

Sarco : sarcochore (diaspores totalement ou partiellement charnues) ;

Baro : barochore (diaspores non charnues, lourdes) ;

Ballo : ballochore (diaspores expulsées par la plante elle-même) ;

Pleo : pléochore (diaspores ayant un dispositif de flottaison).

Les spectres des diaspores sont construits à partir des types de dissémination des diaspores.

### **- Surface terrière**

La surface terrière d'un plateau est la somme des sections des troncs des arbres du plateau à un niveau de référence (Duplat & Perrotte, 1981 ; Fonton, 1989).

Elle est obtenue à partir des diamètres ou des circonférences des arbres mesurés à 1,30 m au-dessus du sol ou à 30 cm au-dessus du contrefort. Ce niveau de référence varie en fonction des malformations des arbres ou de leur allure particulière (Duplat & Perrotte, 1981). Elle s'exprime en m<sup>2</sup>/ha et sa formule est la suivante :

$$G = \sum \Pi D^2 / 4 \text{ ou } G = \sum C^2 / 4 \Pi$$

G = surface terrière en m<sup>2</sup>/ha ; D = diamètre à hauteur de poitrine (m) et

C = circonférence à hauteur de poitrine (m).

Quant au concept de versant, il se résume à une surface inclinée d'un relief, se terminant souvent en bas dans une vallée, mais pas nécessairement (versants d'inselberg). Selon Pierre (1970), l'évolution des versants se fait selon de nombreux processus d'érosion. Les versants à escarpements peuvent évoluer par éboulement catastrophique (chute instantanée en grandes masses donnant un chaos de rochers) ou par éboulement continu (chute fractionnée de blocs de petite taille donnant un talus d'éboulis). Les matériaux meubles (roche en place ou formation superficielle) peuvent être mobilisés par le ruissellement des eaux de pluie, ce qui aboutit à une érosion pelliculaire ou à un ravinement. Dans le cas contraire, le glissement des matériaux meubles peut être rapide et massif et on assiste à un glissement de terrain.

Dans le cas de la présente étude, la notion de versant prend en compte le sommet de versant, ce qui permettra de mieux apprécier les facteurs inducteurs des perturbations de ces écosystèmes qui sont naturellement en équilibre précaire.

## **7. LIMITE DE LA PRESENTE ETUDE**

Dans le cadre de ce travail, la dynamique des formations végétales a été appréciée à travers trois périodes de prise de vues aériennes (1975, 1994 et 2003), ceci du fait de la non disponibilité des données planimétriques sur d'autres périodes. Ce qui limite quelque peu les investigations en ce qui concerne une modélisation d'évolution des formations végétales.

Sur le plan floristique, le nombre d'espèces recensées dénote des résultats d'investigations faites sur une trentaine de chaînons, nombre pratiquement difficile à dépasser vu le caractère complexe des données qui devaient être recueillies sur chaque site. Cette étude a pris en compte essentiellement les plantes vasculaires [Angiospermes, Gymnospermes (Spermaphytes) et Ptéridophytes (Cryptogames)].

Dans le souci de faire un bilan plus complet de la diversité du massif montagneux (la chaîne de l'Atacora), notamment en terme de richesse spécifique, il est souhaitable que la prospection entreprise puisse se poursuivre sur les plantes non vasculaires (Cyanophycées, Algues, Champignons, Lichens et Bryophytes).

La présente recherche, loin de revêtir une portée exhaustive, a plutôt une valeur analytique des différents facteurs de dégradation des écosystèmes marginaux (fragiles) qui conservaient les espèces menacées d'extinction ailleurs, sur les terres à vocation agricole.

Leur cartographie régulière et leur suivi écologique permanent, qui dépassent le cadre de ce travail, devront être effectués pour appuyer les divers programmes de gestion écologique et de conservation de la biodiversité nécessaire aux générations présentes et futures.

**PREMIERE PARTIE : GENERALITES ET METHODOLOGIE**

## **PREMIERE PARTIE : GENERALITES ET METHODOLOGIE**

### **Chapitre 1 : MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES**

Le premier chapitre présente les données physiques du secteur d'étude : le climat, le substratum géologique et pédologique, le paysage morphologique et le réseau hydrographique et les traits socio-économiques. Ces différents facteurs sont nécessaires pour la compréhension de la dynamique du secteur d'étude.

#### **1.1 MILIEU D'ETUDE**

##### **1.1.1 Localisation géographique**

Le secteur d'étude est situé au N-W du Bénin, dans le département de l'Atacora (figure 1). Il s'étend entre 10°07' et 10°30' de latitude nord, 1°15' et 1°30' de longitude est et couvre environ 107.500 ha. Il est dominé par un massif montagneux (la chaîne de l'Atacora) orienté NNE-SSW et d'altitude moyenne 400 – 600 m. Selon Mercier cité par Houssou (1998), ce massif prend naissance dans le Sud-Est du Ghana et, après avoir coupé en diagonale le rectangle togolais, traverse le Bénin pour aller buter dans le Moyen-Niger.

##### **1.1.2 Facteurs climatiques**

Les saisons sous les tropiques sont déterminées par le balancement du Front Inter Tropical (FIT). Ce front a une direction générale Sud – Nord et se déplace lentement suivant les saisons (figure 2). Ainsi,

- en saison sèche, les anticyclones des Açores et du Sahara occupent une position méridionale. Il est centré vers le 30<sup>ème</sup> parallèle. L'harmattan souffle en permanence du Nord – Est ou du Nord ;

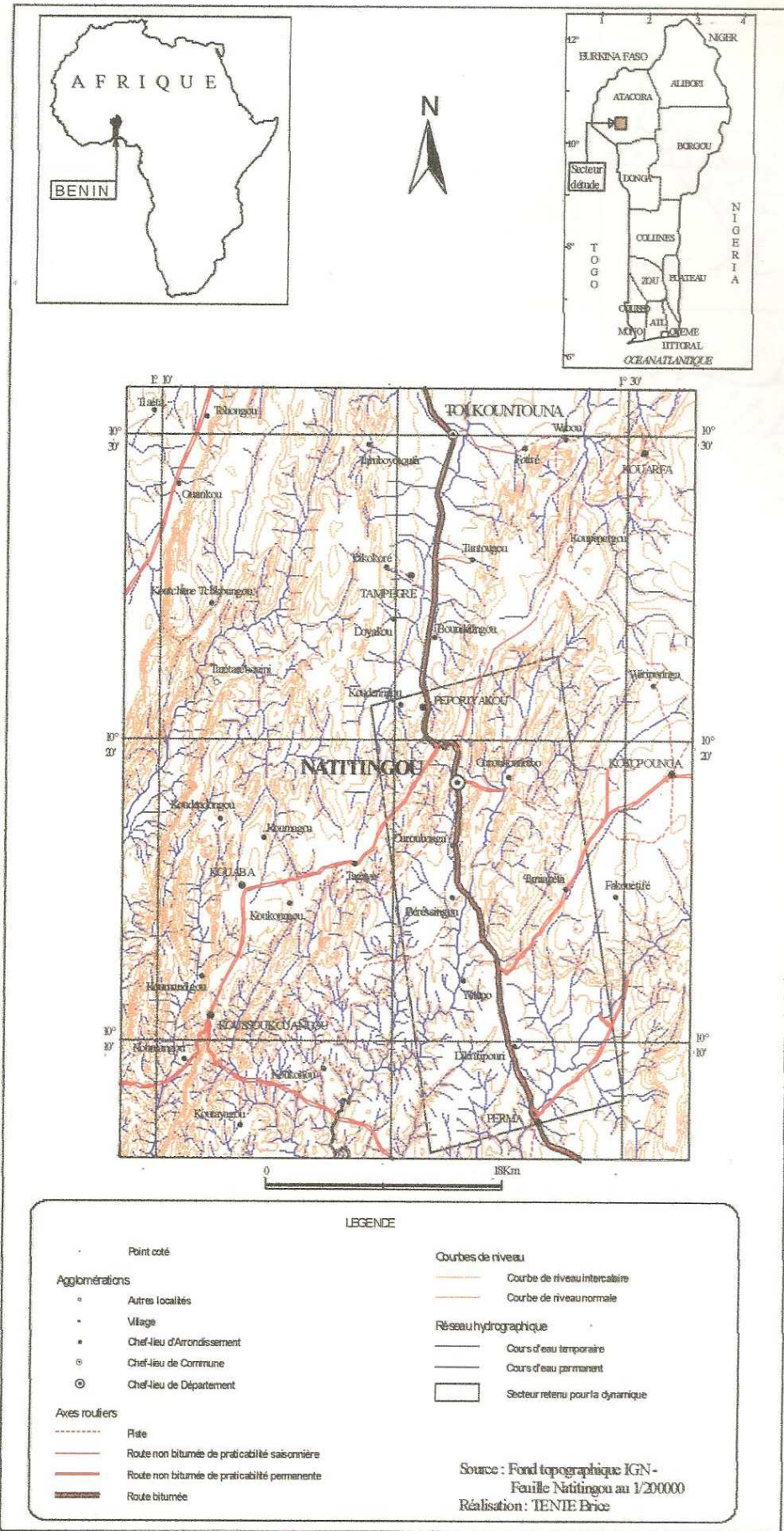
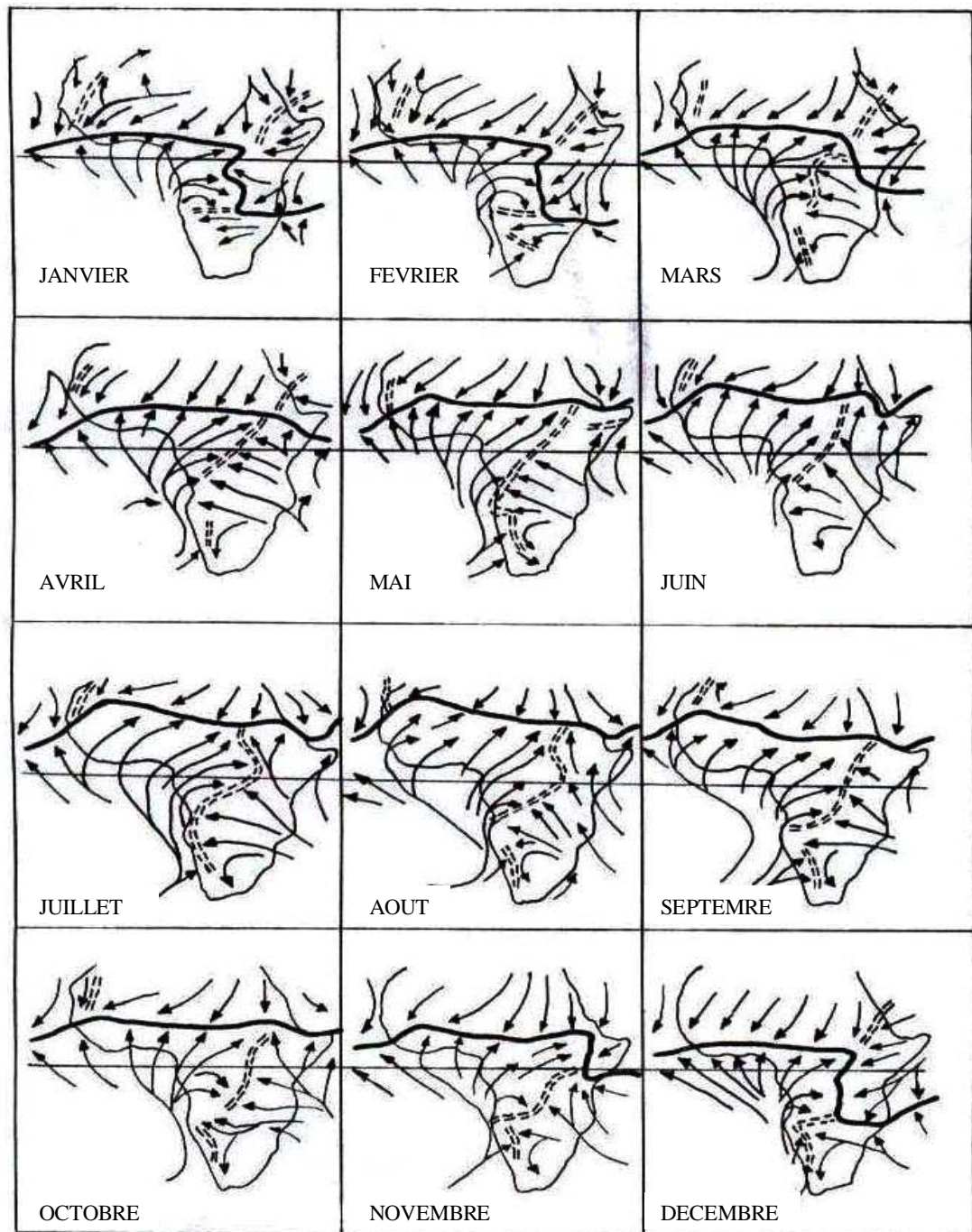


Figure 1 : Situation du secteur d'étude





Source : Fontaine cité par (Vissin, 1998 et Houssou, 1998)

Figure 2 : Mouvement oscillatoire annuel du FIT sur l'Afrique



- en saison pluvieuse, au contraire, les anticyclones des Açores et du Sahara font place à la dépression superficielle et l'anticyclone de Sainte Hélène, particulièrement puissant, est à l'origine d'une masse d'air qui remonte vers le nord. L'air maritime envahit les régions tropicales. On note de ce fait un balancement entre l'air équatorial maritime et l'air tropical continental. Ce cycle d'évolution suit le cycle solaire avec un léger retard.

Pendant le mois de janvier, le FIT occupe sa position la plus méridionale sur le littoral (vers 7° N) aux latitudes de Lokossa, Pobè (Houssou, 1998). Le secteur d'étude situé au Nord de cette position du FIT se trouve sous l'influence de l'harmattan. A partir de février ou mars, il remonte lentement, mais de façon irrégulière, vers le nord et occupe en août sa position la plus septentrionale qui correspond généralement au 20<sup>ème</sup> parallèle.

En dehors de ce cycle saisonnier, le FIT possède des mouvements propres liés :

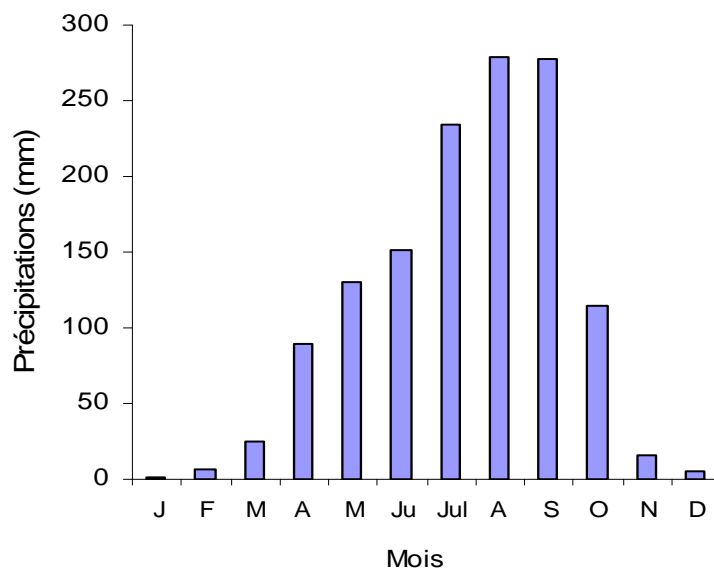
- au cycle diurne ; il peut se déplacer de 200 km en moyenne par jour ;
- à la situation générale, sous l'action de différents phénomènes : poussée de la mousson ou de l'alizé continental.

Ces différents mouvements du FIT font que, le secteur d'étude est sous l'influence du climat soudano-guinéen qualifié d'atacorien (Houssou, 1998). La chaîne de l'Atacora joue un rôle important sur les paramètres climatiques du secteur d'étude. Par les ascendances forcées d'air humide dues à l'élévation du relief, elle favorise l'augmentation des pluies de types orageux. Selon Boko (1988), les pluies orageuses au niveau du secteur d'étude représentent environ 70% des précipitations totales.

La saison des pluies, d'avril à octobre (figure 3) est dominée par les flux de mousson d'Ouest à Sud-Ouest mais aussi ceux liés aux lignes de grains, génératrices de fortes averses sur la région (Vissin, 1998 ; Houssou, 1998 ; Vissin, 2001). Selon ces derniers, la saison sèche de novembre à mars-avril est marquée dans les quatre premiers mois par des flux de Nord-Est et de Nord ou d'Est, secs, frais la nuit et relativement chauds le jour, desséchant et accélérant le dépérissement de la végétation. Elle est marquée par la

baisse, voire l'absence de précipitations. A la fraîcheur nocturne et matinale de l'harmattan succède la forte chaleur de l'intersaison, en mars-avril (Houssou, 1998).

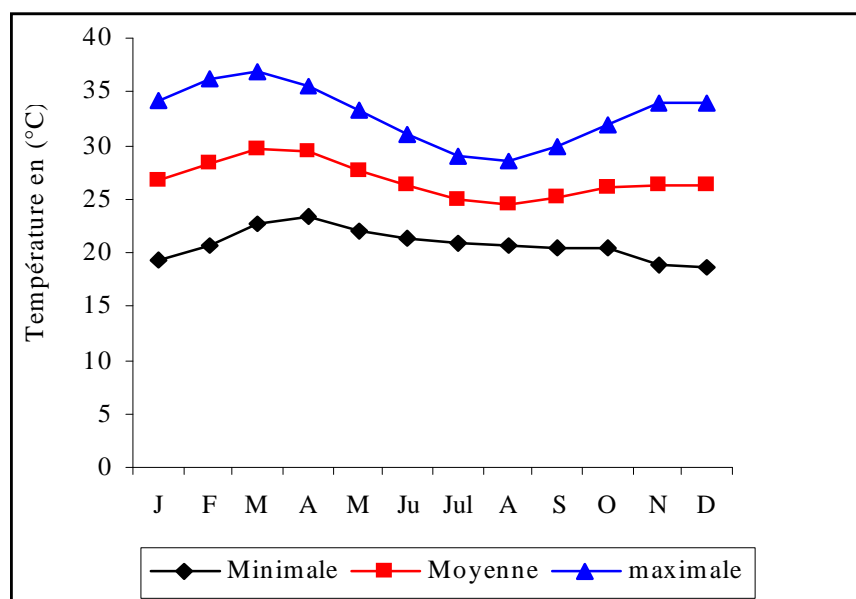
La pluviométrie moyenne à la station synoptique de Natitingou (1951-2000) est d'environ 1300 mm d'eau répartie en 90 jours. Mais certaines années paraissent déficitaires : c'est le cas des années 1953, 1955, 1959, 1980 et 1984. Les précipitations cumulées durant les mois de novembre à mars excèdent rarement 100 mm (tableau I en annexe).



Source : ASECNA, 2002

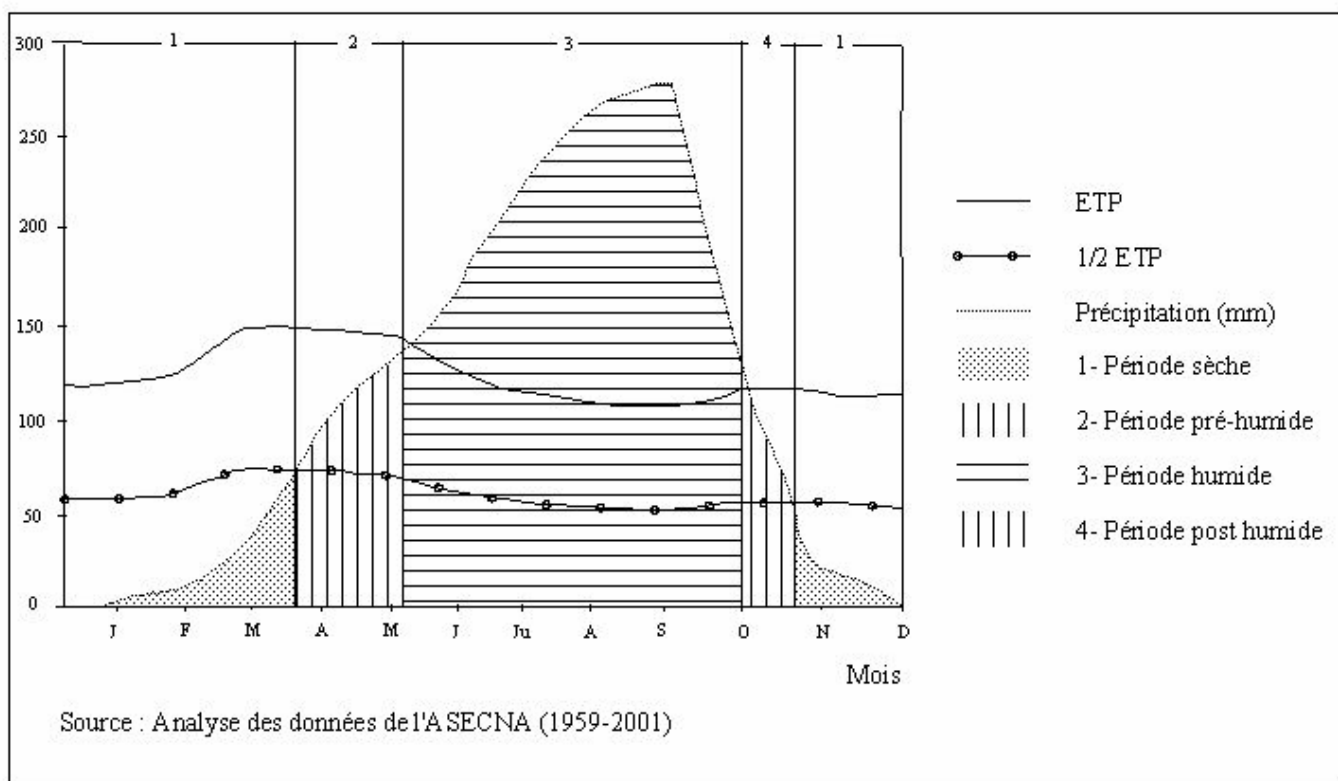
Figure 3 : Pluviosité moyenne mensuelle (Station synoptique de Natitingou 1951-2000)

En ce qui concerne les températures, elles subissent de grandes variations pendant l'année. La moyenne annuelle est d'environ 28°C. Les températures durant la période où souffle l'harmattan sont basses et peuvent descendre à 18°C. La figure 4 présente les variations mensuelles des températures de la zone d'étude.



**Figure 4** : Variations saisonnières des températures à la station synoptique de Natitingou (1951-2000)  
 Source : ASECNA, 2002

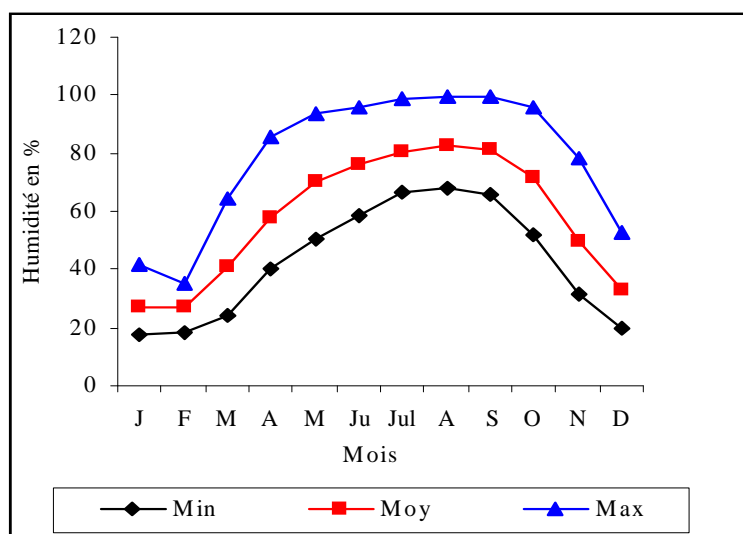
Le diagramme climatique présenté sur la figure 5 permet de scinder l'année en des périodes successives d'événements bioclimatiques. Selon Franquin (1969), on considère un mois comme humide lorsque son total pluviométrique est supérieur à l'évapotranspiration potentielle ( $P > ETP$ ), et un mois est sec quand son total pluviométrique est inférieur à la moitié de son ETP ( $P < 1/2 ETP$ ). Un mois est intermédiaire, lorsque son total pluviométrique se situe entre la moitié de l'ETP et l'ETP ( $1/2 ETP < P < ETP$ ). La moyenne interannuelle de l'évapotranspiration potentielle (ETP) est de l'ordre de 1465 mm à Natitingou (ASECNA, 2002).



**Figure 5** : Diagramme climatique de Natitingou (1959-2001)

L'axe des ordonnées porte la pluviosité et l'ETP (mm)

En ce qui concerne l'humidité relative de l'air, elle est maximale en saison pluvieuse (avril à octobre) et minimale en saison sèche. Elle varie de 17% à 99% suivant le mois et le moment de la journée (tableau II en annexe). Pendant l'harmattan, le pouvoir évaporant est fort et l'humidité relative moyenne est inférieure à 50% (décembre à mars). L'indice d'humidité de Manguet (1951) est de l'ordre de 2,37. La figure 6 présente les variations saisonnières de l'humidité relative de la zone d'étude.



Source : ASECNA, 2002

Figure 6 : Variations saisonnières de l'humidité relative à la station synoptique de Natitingou (1951–2000)

L'examen de la figure 6 montre que les valeurs d'humidité croissent avec l'arrivée de la mousson, puis restent sensiblement stationnaires de juin à septembre. Elles décroissent de novembre à décembre, période où beaucoup d'espèces végétales perdent leurs feuilles.

La durée annuelle de l'insolation au cours de la période 1951-2000 est en moyenne de 2740 h à Natitingou (10°14'N). Elle représente le paramètre essentiel du rayonnement global et joue un rôle important en fin de saison pluvieuse. Selon Carles (1973), le soleil constitue pour notre planète la principale source d'énergie et intervient pour 48,39 % dans la transpiration, 31,40 % dans le réchauffement de la plante et du sol et 20,21 % se perdent par rayonnement dans l'atmosphère.

### 1.1.3 Relief et unités géomorphologiques du secteur d'étude

Le secteur d'étude est dominé par un massif montagneux (chaîne de l'Atacora) non homogène marqué par d'importantes vallées très encaissées qui empruntent les cassures locales pour traverser les crêtes des quartzites plissés. Sa largeur varie entre 5 et 45 km et sa topographie est inclinée Ouest-Est dans l'ensemble (Houndagba *et al.*, 2003). Ce massif est constitué par une succession de petites collines à flancs raides et d'altitudes variant entre 200 et 550 m. Selon Boko (1988), ces collines sont en réalité des pointements rocheux. Pour Brochu cité par Houssou (1998), la chaîne de l'Atacora offre un relief adouci vers le Sud-Est et vraiment abrupt au Nord-Ouest dans les environs de Tanguiéta et de Boukoumbé. Selon Affaton (1987), trois grandes unités structurales s'identifient : le synclinorium de Toucountouna contenu dans l'unité structurale de l'Atacora, la zone monoclinale de Natitingou et l'anticlinorium de Kotopounga.

- le synclinorium de Toucountouna :

L'étude des affleurements répertoriés dans cette zone et des déblais de puits indiquent la présence des séricitoschistes plus ou moins chloriteux et quartzeux, des quartzoschistes séricito-chloriteux, des schistes ardoisiers et des quartzites sériciteux, fins à moyens ;

- la zone monoclinale de Natitingou :

Elle comprend une armature quartzitique supportant un ensemble schisteux à semelle conglomératique, le tout fortement écaillé. Trois groupes de faciès sont observés :

- des quartzites micacés, rarement ferrugineux ou feldspathiques, fins à moyens, parfois grossiers et saccharoïdes ;
- des micaschistes quartzeux et des quartzomicaschistes dont les caractéristiques microstructurales et pétrographiques sont peu différentes de celles des quartzites. Les quartzomicaschistes conglomératiques, aux graviers et galets aplatis de quartz, quartzite, granitogneiss et amphibolite, affleurent par endroits au dos des quartzites micacés ;

- des amphibolites schisteuses à grains fins généralement intercalées dans les micaschistes.

La synthèse des éléments structuraux mesurés fait apparaître des plans moyens  $S_0$  et/ou  $S_1$  de direction  $N30^\circ$  à  $45^\circ$ , généralement peu pentés mais dont le pandage atteint parfois  $68$  à  $80^\circ$  vers l'Est ou l'Ouest ; des axes de plis  $b_1$  ; des axes de plis  $b_2$ . Dans le détail, les axes de plis  $b_2$  semblent montrer une légère rotation senestre des structures antérieures à la seconde phase tectonique, rotation du NE vers le NW qui reflèterait un changement dans l'orientation des contraintes principales.

- L'anticlinorium de Kotopounga :

Il est composé essentiellement de quartzites micacés, fins, moyens, parfois grossiers et d'aspect saccharoïde. De nombreux filons de quartz blanc laiteux, de dimensions variées et parfois aurifères recourent les différentes composantes de cet anticlinorium.

### **1.1.4 Substratum géologique et hydrographique**

Les travaux de OBEMINES (1995), soulignent l'existence de quatre grandes classes de formations dans le secteur d'étude : les roches sédimentaires, les roches métamorphiques, les roches volcaniques et les roches intrusives.

Les roches sédimentaires, les roches métamorphiques et les roches volcaniques occupent la majeure partie du secteur d'étude (figure 7 et 8). Parmi ces roches, on distingue : les grès, les quartzites, les grès quartzites, les siltstones, les argilites, les schistes quartzo-sériciteux, les conglomérats, les silexites, les dolomies, les micropoudingues, les gneiss à biotite, les gneiss à biotite et amphibole, les schistes à quartz et muscovite.

Quant aux roches intrusives on a : les gabbro-diabases, les granites pegmatoïdes, les granite-gneiss, les plagio-granites et les migmatites.

Les failles, les diaclases et les lignes de schistosité présentes par endroits, constituent les points de départ des processus d'altération qui diffèrent selon que la roche affleure ou est recouverte par des formations superficielles.

Les affleurements rocheux sont le siège des phénomènes d'altération mécanique, physico-chimique liés aux valeurs fortes des pentes (30 à 80% sur les flancs).

Le substratum géologique et la configuration du relief sont des facteurs déterminants pour le réseau hydrographique dont le rôle, dans la dynamique du milieu est considérable. Dans l'ensemble, ce réseau est dendritique et hiérarchisé. En saison pluvieuse, nombreux sont les cours d'eau qui submergent les terres, les rendant ainsi favorables à la riziculture. Les plus importants cours d'eau sont : Perma, Yéripao et Tiatiko.

Certains endroits des versants oriental et occidental de la chaîne atacorienne sont marqués par des accidents topographiques (failles et gorges d'origine tectonique, brutales ruptures de pente, topographie en escaliers). Ainsi, certaines rivières présentent, sur leur cours, des rapides et des cascades. C'est le cas de la cascade de Kota sur le versant Est.



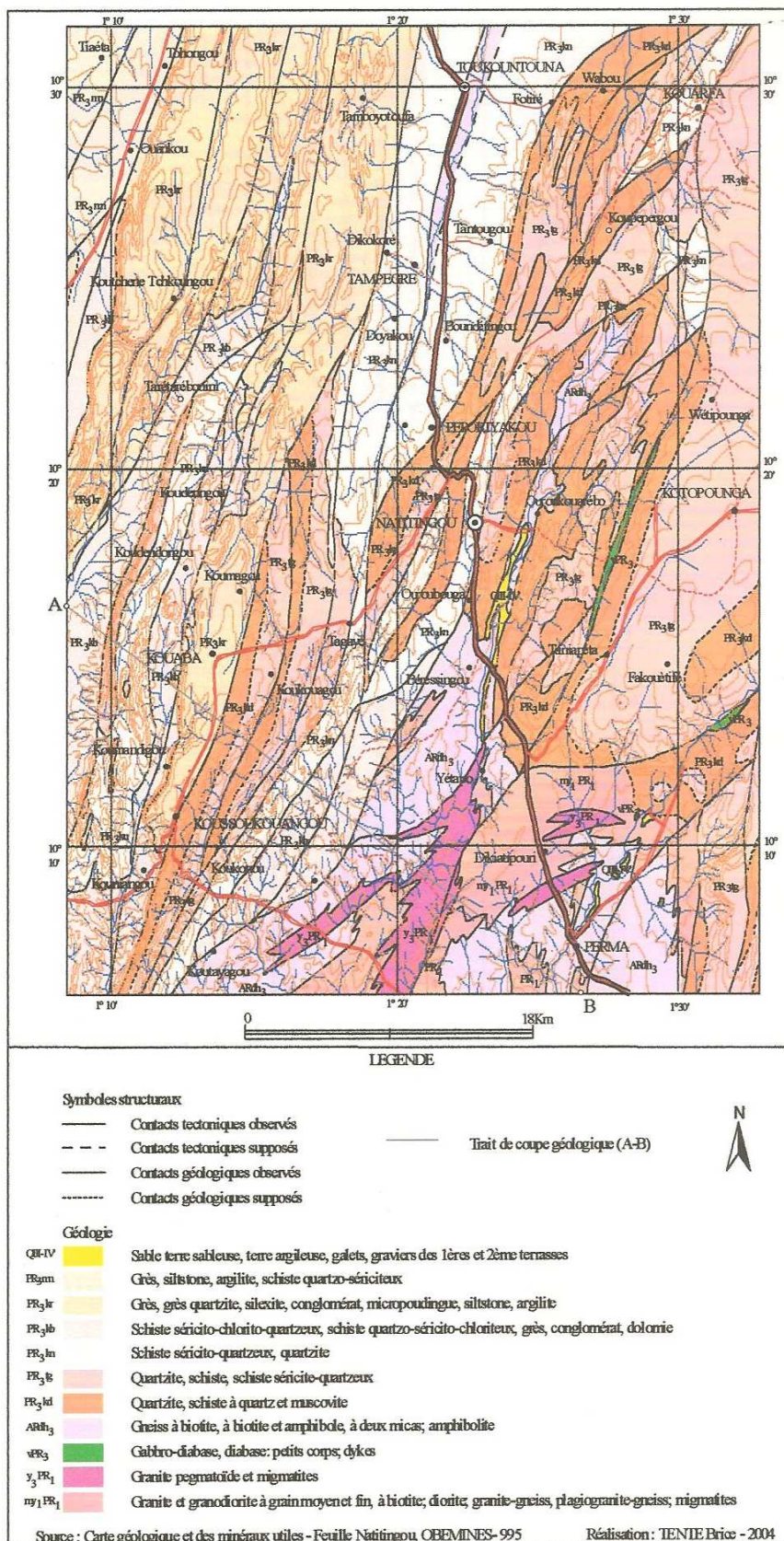


Figure 7 : Carte géologique du secteur d'étude

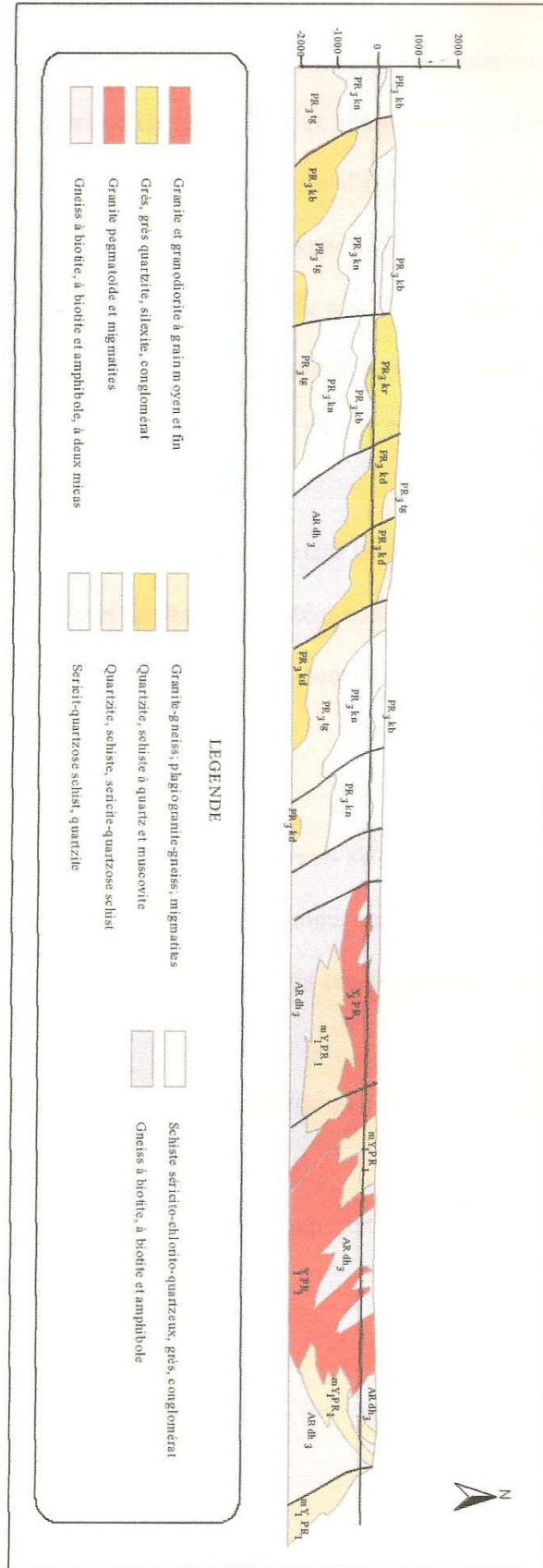


Figure 8 : Coupe géologique (Secteur A-B)

### 1.1.5 Types de sols

Les sols jouent un rôle important dans l'entretien et la dynamique du milieu à travers d'une part leurs caractéristiques physiques et chimiques et, d'autre part, les mutations qui peuvent les affecter. Les sols du secteur d'étude s'inscrivent en majorité dans le groupe des sols ferrugineux tropicaux à sesquioxydes de fer et de manganèse (figure 9). Il existe dans la région quelques enclaves de sols ferrallitiques. Les principales caractéristiques de ces sols ainsi que leur répartition dans le secteur d'étude ont été établies par Viennot & Faure (1976). Les principaux types de sol du secteur d'étude sont les suivants :

*Les sols peu évolués d'origine lithique sur quartzite et micaschiste atacoriens :*

Ce sont des sols de faible épaisseur et de forte pierrosité, peu fertiles. Ils sont localisés dans tout le secteur d'étude là où la pente et l'érodibilité sont fortes, où affleure la roche en place (relief rocheux).

*Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés en argile, lessivés en sesquioxydes sur gneiss à muscovite, sur quartzite et micaschiste atacoriens ou sur roche basique :*

Ce sont des sols ayant une profondeur utile plus ou moins importante, leur perméabilité et leur porosité sont généralement bonnes. Par contre, ils ont des réserves minérales et une acidité forte et une saturation réduite.

*Les sols ferrugineux tropicaux lessivés concrétionnés sur matériau kaolinique issu de quartzite et micaschiste atacoriens :*

Ce sont des sols dont la profondeur utile est parfois importante. La texture est sableuse en surface et les réserves minérales sont médiocres.

*Les sols ferrallitiques faiblement désaturés sur roche basique et gneiss à muscovite :*

Ce sont des sols profonds de bonne perméabilité et relativement fertiles, plus favorables aux cultures. Ce sont ces sols à bon drainage qui portent les formations végétales les plus évoluées (galeries forestières et savanes boisées) du secteur d'étude ;

*Les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes sur matériau colluvial sableux et sablo-argileux ou sur gneiss à muscovite :*

Ce sont des sols ayant des réserves minérales et une absence d'éléments grossiers ; par contre leur caractère très massif et leur perméabilité réduite les rendent très difficiles à travailler.



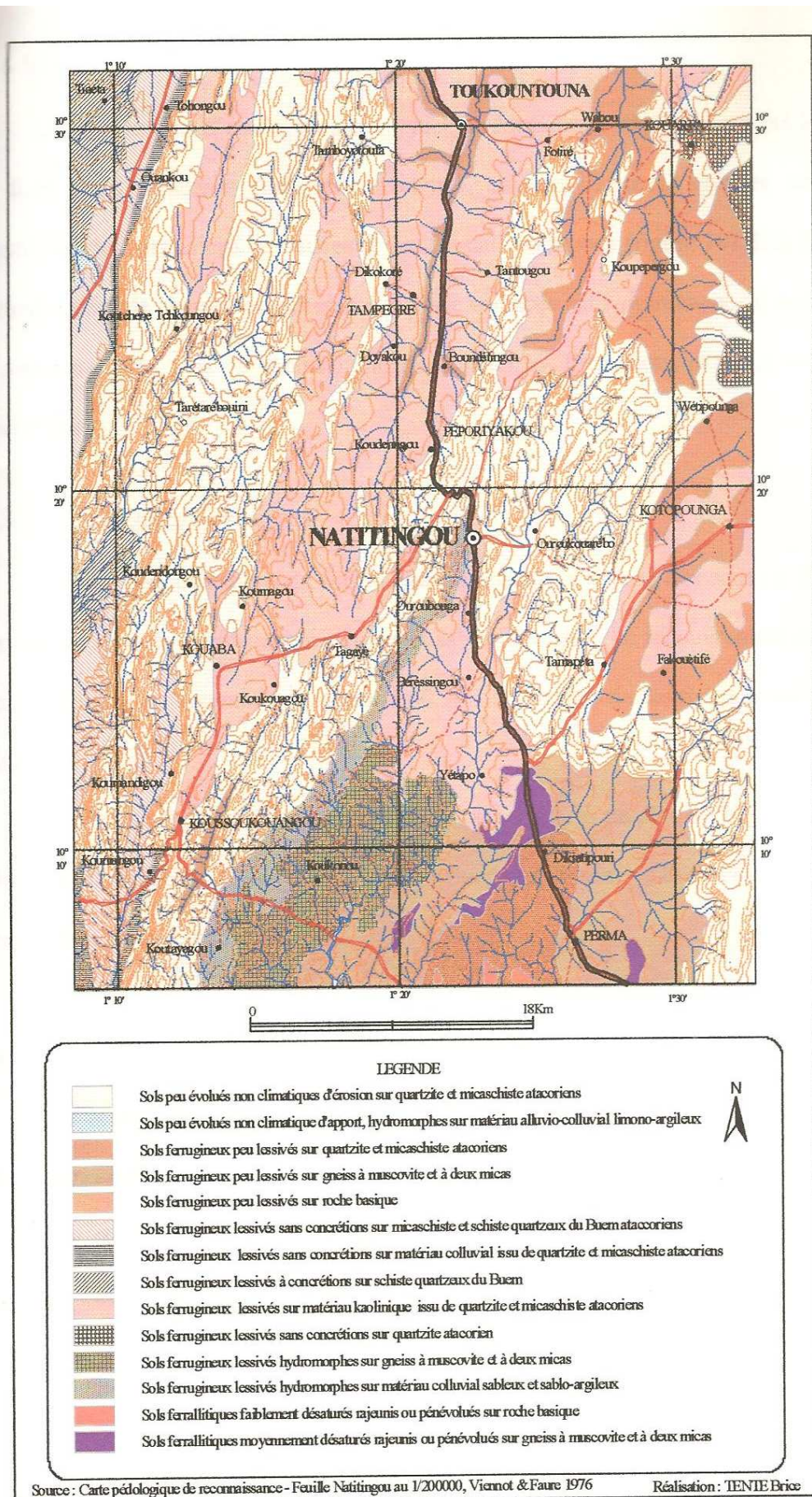


Figure 9 : Carte pédologique du secteur d'étude

## 1.1.6 Végétation

Dans le secteur d'étude, plusieurs types de formations végétales ont été identifiés : des formations ligneuses (galeries forestières, savanes boisées, savanes arborées et arbustives), des formations herbeuses et des formations mixtes (figure 10). Ces formations sont parsemées de champs et jachères. La strate herbacée est à dominance de poacées avec des recouvrements plus ou moins importants selon les formations et selon les activités anthropiques.

### 1.1.6.1. Les galeries forestières

Ce sont des formations de forme linéaire, installées le long des cours d'eau. On les retrouve sur les sols généralement sableux et sablo-limoneux. Le recouvrement des ligneux dans les galeries est nettement supérieur à 50 %. La structure de ces forêts laisse distinguer 4 strates :

- la strate arborescente supérieure composée d'arbres de plus de 20 m de haut droit et lisse, sans branches basses ; ses espèces dominantes sont : *Diospyros mespiliformis*, *Khaya senegalensis*, etc ;

- la strate arborescente inférieure composée d'arbres plus gros (15-20 m) : *Uapaca togoensis*, *Vitex doniana*, *Berlinia grandiflora*, etc ;

- la strate arbustive, plus riche en espèces, parmi lesquelles les palmiers comme : *Elaeis guineensis*, *Raphia sudanica*, etc ;

- la strate herbacée, développée surtout dans le lit majeur où s'accumulent des alluvions. Les essences dominantes recensées sont : *Pennisetum unisetum*, *Desmodium gangeticum*, *Indigofera paniculata*, etc.

### 1.1.6.2. Les savanes boisées

Ce sont des formations plus ou moins ouvertes à peuplement ligneux diversifié. On les retrouve sur des sols à structure très variable. Le recouvrement des ligneux au niveau de ces formations est très variable, 30 à 50 % voire 60 % par endroit. Trois strates sont distinguées :

- la strate arborée de 12 à 15 m de hauteur en moyenne constituée de : *Azelia africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Bombax costatum*, *Pterocarpus erinaceus*, *Uapaca togoensis*, etc ;

- la strate arbustive, composée d'arbustes de 4 à 7 m de hauteur en moyenne contenant les essences au tronc tortueux : *Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida*, *Pericopsis laxiflora*, etc ;

- la strate herbacée dominée par les graminées pouvant atteindre 2 m de hauteur en moyenne : *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum*, *Hyparrhenia rufa*, etc. Pendant la saison sèche, la végétation de cette strate est complètement consumée par les feux de brousse.

### 1.1.6.3. Les savanes arborées et arbustives de reconstitution

La savane arborée est une formation plus ou moins ouverte à peuplement ligneux peu diversifié qui se rencontre généralement dans les zones les moins cultivées. Le recouvrement des ligneux dans les savanes arborées est beaucoup plus faible : 5 à 20 %. Elle présente deux strates :

- la strate arborée de 5 à 12 m de hauteur en moyenne, composée des essences comme : *Azelia africana*, *Bombax costatum*, *Isobertinia doka*, *Lannea acida*, *Detarium microcarpum*, etc ;

- la strate herbacée, physionomiquement définie par les graminées est composée d'arbustes et arbrisseaux atteignant parfois 3 m de hauteur en moyenne. Les autres essences ligneuses sont : *Combretum collinum*, *Cussonia barteri*, *Grewia mollis*, etc. Les

principales espèces de la strate graminéenne sont : *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum*, etc.

Selon Akoègninou & Akpagana (1997), les savanes arbustives ont très souvent une origine soit anthropique, donc dérivant de la dégradation des formations précédentes, soit édaphique, dans les secteurs où les cuirasses latéritiques ou les roches-mères affleurent.

#### 1.1.6.4. Les savanes arborées et arbustives saxicoles

Il s'agit des formations qui occupent essentiellement les affleurements rocheux, aux sols peu évolués, gravéleux et peu profonds. Le recouvrement des ligneux dans les formations saxicoles est généralement faible : 5 à 15 %. On note la présence des arbustes aux troncs minces à frondaison lâche et quelques arbres. Les espèces fréquentes sont : *Combretum nigricans*, *Detarium microcarpum*, *Gardenia erubescens* et *Gardenia ternifolia*. Les sols de ces formations soumises aux pressions humaines et aux contraintes climatiques sont confrontés de nos jours au phénomène d'érosion de plus en plus accentuée.

La strate graminéenne, souvent dense, est composée des espèces comme *Andropogon tectorum*, *Andropogon gayanus*, *Andropogon schirensis*, *Hyparrhenia involucrata*, etc.

#### 1.1.6.5. Les champs et les jachères

Les champs et les jachères sont un autre aspect de l'expression de l'action anthropique. Les sols, quoique peu profonds, sont très souvent riches en éléments minéraux et, par conséquent, sont favorables aux cultures telles que l'igname (*Dioscorea* spp), le sorgho (*Sorghum bicolor*), etc.

Les espèces ligneuses rencontrées dans ces champs et ces jachères sont celles épargnées à cause de leur importance socio-économique. Il s'agit essentiellement du karité (*Vitellaria paradoxa*) et du néré (*Parkia biglobosa*).



Les recrûs ligneux rencontrés très souvent dans ces champs et ces jachères sont : *Daniellia oliveri*, *Parinari curatellifolia* et *Pteleopsis suberosa*. La composition floristique de la strate herbacée varie avec l'âge de la formation. Les espèces dominantes sont : *Pennisetum polystachion*, *Indigofera* spp et *Tephrosia pedicellata*.

#### 1.1.6.6. L'influence de l'harmattan sur les formations végétales

L'harmattan joue un rôle déterminant dans la dynamique des formations végétales de la zone d'étude. Ce vent d'origine continentale accentue les conditions d'aridité de la saison sèche. La perte des feuilles observée sur les ligneux serait moindre en l'absence de ce type de vent. En effet, lors des travaux de terrain (2000 à 2003), il a été constaté que la végétation des versants directement exposés à l'harmattan est plus défeuillée que celle des versants moins exposés. Ceci confirme les résultats obtenus par Jenik & Hall cités par Tchamié & Bouraïma (1997), qui ont observé sur les versants Nord de la partie togolaise de la chaîne qui reçoit les effets desséchants de l'harmattan, une végétation maigre à *Euphorbia* spp, alors que les versants Sud sont couverts de formations denses.

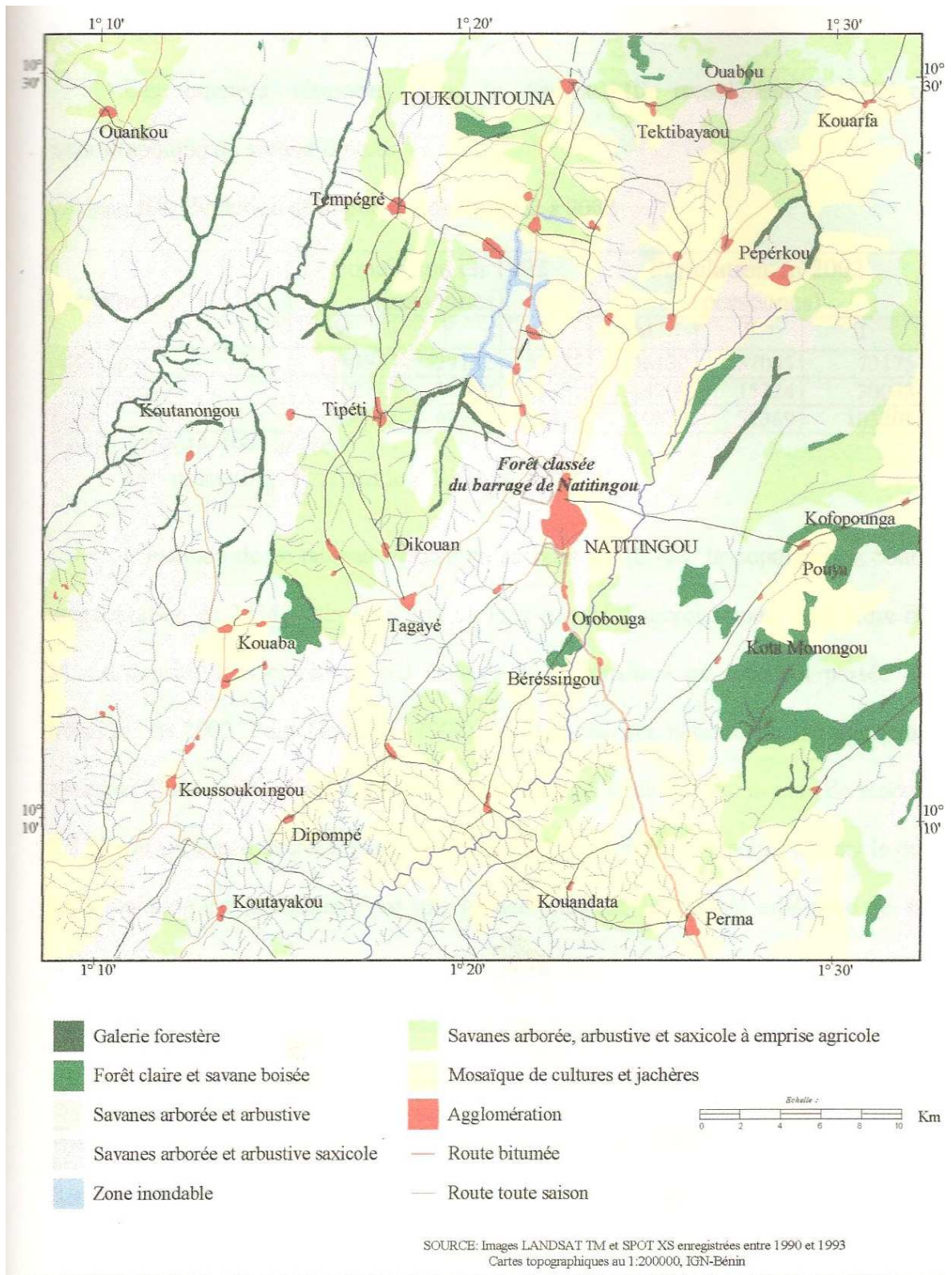


Figure 10 : Carte de végétation du secteur d'étude

## 1.2 TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES

### 1.2.1 Données démographiques

Les données résumées dans le tableau III renseignent sur l'évolution démographique du secteur d'étude.

Tableau III : Evolution de la population de 1992 à 2002

Commune	Population en 1992 (personnes)			Population en 2002 (personnes)		
	M	F	T	M	F	T
Natitingou	28393	29142	57535	36130	37045	73175
Toucountouna	10272	11059	21331	14709	15324	30033
Total	38665	40201	78866	50839	52369	103208

*Source* : INSAE 1994 et 2002

M= masculin ; F= femme ; T= total

L'examen de ce tableau montre qu'au bout de 10 ans, la population a connu une augmentation de 24342 habitants, soit un taux annuel d'accroissement de l'ordre de 3,85 %. La densité démographique qui était de 20,77 hbts/km<sup>2</sup> en 1992 est passée à 52,30 hbts/km<sup>2</sup> en 2002. Pour Houssou (1998), les mouvements naturels de la population sont typiques d'une région africaine avec un taux de natalité de 5,6 %, un taux de mortalité de 3,3 % soit un taux d'accroissement naturel de 2,3 % contre 2,9 % pour l'ensemble du pays. La population est caractérisée par une grande jeunesse, une faible espérance de vie à la naissance (46 ans en moyenne nationale) et un nombre élevé d'enfants par ménage (6 enfants en moyenne par ménage contre 4 en moyenne nationale).

Les groupes ethniques rencontrés dans le secteur d'étude sont : Bètamaribè, Waaba, Fulbé (peuls), Dendi, Naténi, Nago et Fon. Selon Sieglstetter et Wittig (2002), les Bètamaribès à tort souvent appelés «Sombas» sont les plus représentés. Ils occupent surtout les surfaces sommitales de la chaîne de l'Atacora et ont une organisation acéphale (inexistence de royauté). Leur activité principale est l'agriculture, exercée par cycles de culture-jachère.

### **1.2.2 Structure de la famille**

Elle est presque la même au sein des différents groupes. La famille est composée de : grands-parents, parents, frères des parents, fils mariés et des enfants. Il s'agit d'une grande famille qui vit dans une même concession. Cette grande famille est considérée comme cellule de base de la communauté.

Le chef de famille a pour mission d'assurer la gestion de tous les biens de la famille. Chez les Peuls par exemple, il est responsable du campement. La distribution des biens, surtout les biens de consommation et des ressources, est faite selon les besoins réels des membres de la famille.

Par ailleurs, il est à noter que de nos jours, les dépendants mariés et les jeunes célibataires qui vivent dans la concession, outre leur travail familial, mènent d'autres activités pour leur propre compte (culture du coton et exploitation du gravier). Ces activités sont entreprises dans le souci de chercher des sources de revenus complémentaires pour subvenir aux besoins de leur "petite famille" ou ménage (mari, femmes et enfants).

### **1.2.3 Organisations villageoises**

Dans chaque village, il existe des chefs traditionnels, des chefs de terre, etc. Ces chefs traditionnels jouent un rôle de juge de paix et de porte-parole pour toute la population du village. Ils sont généralement dépositaires de la coutume traditionnelle. Malgré les nombreuses mutations administratives, les chefs traditionnels sont respectés par les villageois, car ils sont considérés comme ceux qui disposent encore d'un pouvoir mythique pour la protection du village contre les mauvais esprits.

Depuis 1974, cette hiérarchie est relativement modifiée et il existe désormais un poste de délégué qui est le représentant administratif du village. Les décisions relatives à la vie quotidienne sont prises par ce délégué assisté des membres du conseil de village (conseillers) tout en demandant l'avis du chef traditionnel de village. Dans la plupart des cas, c'est la même personne qui cumule les deux fonctions.

En dehors de ces organes administratifs des villages, il existe au niveau du secteur d'étude d'autres organisations traditionnelles comme : les groupes des adeptes des cultes traditionnels, l'association de jeunes, l'association des femmes, le groupe des personnes âgées et la confrérie des chasseurs. De même, on note la présence des organisations modernes à savoir : les groupements villageois (GV), les groupements de femmes (GF), l'union communale des producteurs (UCPP), etc.

#### **1.2.4 Types d'habitat**

Trois types d'habitat sont distingués : l'habitat groupé, l'habitat dispersé et les campements peulhs.

L'habitat groupé est la caractéristique surtout du centre urbain de Natitingou, des localités comme Toucountouna et Perma. Cet habitat est constitué de regroupements de cases dans une concession rectangulaire. L'espace entouré par les différentes cases de la concession est l'endroit où se déroule l'essentiel des activités de ménage.

L'habitat dispersé est surtout la caractéristique des localités occupées par les Bètammaribès et les Waaba. L'organisation des concessions diffère selon les ethnies et les genres de vie. On distingue dans le secteur d'étude plusieurs types d'habitation communément appelée Tata somba (photo 1). Pour la construction de ces maisons, les populations se servent des espèces végétales collectées sur place. Les graminées (*Schizachyrium sanguineum*, *Loudetia togoensis* et *Loudetia simplex*) sous forme de paille, sont surtout utilisées dans la confection des toitures. Les ligneux (*Afzelia africana*, *Crossopteryx febrifuga*, *Daniellia oliveri*, *Erythrophleum africanum*, etc.) servent de poutres dans l'agencement des charpentes.

L'utilisation de ces différentes espèces pour les besoins d'habitat entraîne une pression permanente sur ces dernières au niveau du secteur d'étude.

Le campement est principalement le type d'habitat des Peuls. Ce sont les habitations peu étendues souvent à l'écart des villages ou des autres peuples. La toiture est généralement constituée de chaume. Dans ces campements d'éleveurs (photo 2), un espace est réservé au parcage des animaux. Ces espaces servent aux cultures pendant la saison des pluies. C'est la seule technique de maintien de la fertilité du sol chez les peuls. Cette pratique sédentarise l'agriculture qui ne nécessite pas une longue jachère.



Photo 1 : Tata Somba entouré de culture de Sorgho à Koussoukouengou

On observe au premier plan un champ de case et en second plan l'habitation à deux niveaux surplombée de 7 chapeaux qui indiquent les chambres. La chambre du chef de ménage est souvent en face dès la montée, suivie de part et d'autre des chambres de ses épouses ; après viennent la chambre des enfants et enfin le grenier pour la conservation des produits de récoltes. Le bas est très souvent réservé au bétail et à la cuisson des aliments.

*Cliché TENTE, B. août 2002*





Photo 2 : Vue d'un campement peul dans le village Kounadorgou au Sud-Ouest de Natitingou

En arrière plan, se trouve le champ de case pratiqué par les peuls. Au premier plan, on observe un troupeau de bœufs parqués, cette partie servira aux cultures l'année suivante. *Cliché TENTE, B. août 2002*

### **1.2.5 Aspects économiques**

Les activités économiques au niveau du secteur d'étude sont essentiellement rurales. Les plus importantes sont l'agriculture et l'élevage qui utilisent plus de 85 % de la population. Les autres activités comme le commerce, l'artisanat, la chasse et la pêche sont de moindre importance, mais méritent une certaine attention à cause de leur impact sur le milieu naturel.

#### **1.2.5.1 Activités agricoles**

Les considérations économiques et alimentaires jouent un rôle important dans le développement de cette activité. Il s'agit d'une agriculture vivrière itinérante sur brûlis qui prend en compte la production des tubercules et des céréales.

Les tubercules cultivés sont : l'igname (*dioscorea spp*), la patate douce (*Ipomea batatas*), le manioc (*Maniot exculenta*). Les céréales regroupent le sorgho (*Sorghum bicolor*), l'Arachide (*Arachis hypogea*) etc. Les fibres de (coton) *Gossypium herbaceum*

rentrent aussi dans les exportations nationales. La culture du tabac (*Nicotina tabacum*) est pratiquée à proximité des agglomérations.

Cette production entretient un commerce national et international par l'intermédiaire des marchés de Natitingou, Parakou, Bohicon et Cotonou en territoire national, en direction du Togo et du Burkina-Faso.

### **1.2.5.2 Elevage**

L'élevage se présente sous trois formes, l'élevage sédentaire de bovins, l'élevage transhumant de bovins et l'élevage des ovins, caprins, et volaille.

L'élevage sédentaire des bovins est pratiqué par les peuls sédentaires qui gardent les troupeaux. Ils représentent le groupe socio-culturel le plus spécialisé dans la conduite des bovins. La satisfaction des besoins alimentaires du bétail dépend directement et presque exclusivement de l'existence de pâturages accessibles aux troupeaux.

Ensuite l'élevage transhumant est la migration saisonnière des troupeaux en quête de pâture. Il se fait dans la plupart du temps dans les régions où il y a souvent manque d'eau et de pâturage.

Enfin, l'élevage des ovins, caprins, et volaille est peu développé. C'est une activité qu'on observe dans la plupart du temps chez les agriculteurs, où les animaux sont livrés à eux-mêmes et viennent s'abriter les soirs dans les lieux aménagés ou simplement près des cases pour les mammifères et dans le feuillage des arbres pour les volailles.

### **1.2.5.3 Chasse et Artisanat**

Ces activités occupent une partie non négligeable de la population. Parmi les artisans, on retrouve les scieurs, les menuisiers, les vulcanisateurs, les tailleurs, les forgerons, etc.

La chasse se pratique surtout en saison sèche et la faune traquée est composée de : *Alectos sula* (Perdrix), *Numida meleagris galeata* (Pintade), *Tragelaphus scriptus* (Biche),



*Xérus erythropus* (Ecureuil fouisseur ), *Lepus crawshayi* (Lièvre à oreille de lapin), *Cricetomys gambianus* (Rat de gambie), *Hystrix cristata* (Porc-épic). Il convient de noter que les chasseurs professionnels sont rares.

### **1.3 Conclusion partielle**

La configuration de la chaîne de l'Atacora, les variations climatiques, les formations géologiques et pédologiques et les états de surfaces influencent le mode de vie des populations. La population à accroissement rapide exerce des pressions sur les ressources naturelles tant fauniques, floristiques que minières.

Les conditions difficiles d'utilisation du sol (outils de travail rudimentaires), les espaces de terres cultivables limitées, amènent les populations à s'orienter vers des activités comme l'exploitation des pierres polies et taillées ce qui en retour occasionne le déséquilibre des écosystèmes.

Pour une utilisation rationnelle des ressources, une étude sur les facteurs de la diversité floristique des versants s'avère nécessaire. Cette étude passe par l'élaboration de l'approche méthodologique qui fait l'objet du second chapitre.

## **Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES**

Ce chapitre concerne les différents outils utilisés, l'approche méthodologique adoptée sur le terrain et les travaux de laboratoire.

### **2.1 MATERIEL**

Plusieurs outils ont été utilisés aussi bien pour le choix des différents transects que pour la collecte des données sur le terrain et les travaux de laboratoire.

#### **2.1.1 Choix des transects**

Pour le choix des transects sont utilisés des matériels planimétriques :

- la carte topographique, feuille Natitingou NC-31-XIV au 1/200.000 (éditée en 1955) ;
- la carte de végétation, feuille 26 Natitingou au 1/100.000 établie par le CENATEL en 1993.

La superposition de ces cartes a permis d'avoir une vue couplée du paysage, ce qui a contribué dans un premier temps au choix des portions de chaînons moins perturbées du secteur d'étude. Dans un second temps, le choix des versants a été opéré compte tenu de l'exposition Est ou Ouest de ceux-ci. A la suite des investigations sur le terrain, 4 secteurs ont été identifiés et 32 transects de dimensions variables ont été réalisés à raison de 8 transects par secteur (figure 11). En fonction des caractéristiques du transect (longueur, états de surface, etc.), 5 à 7 placeaux en moyenne de 20 m de rayon chacun sont installés.

### **2.1.2 Installation des placeaux**

Pour l'installation des placeaux sont utilisés les matériels ci-après :

- une boussole de précision pour la prise des angles ;
- un ruban de 100 m pour la délimitation des placeaux ;
- des bandes fluorescentes pour la fixation des limites des placeaux ;
- un coupe-coupe pour creuser les trous pour l'implantation des piquets de coins.

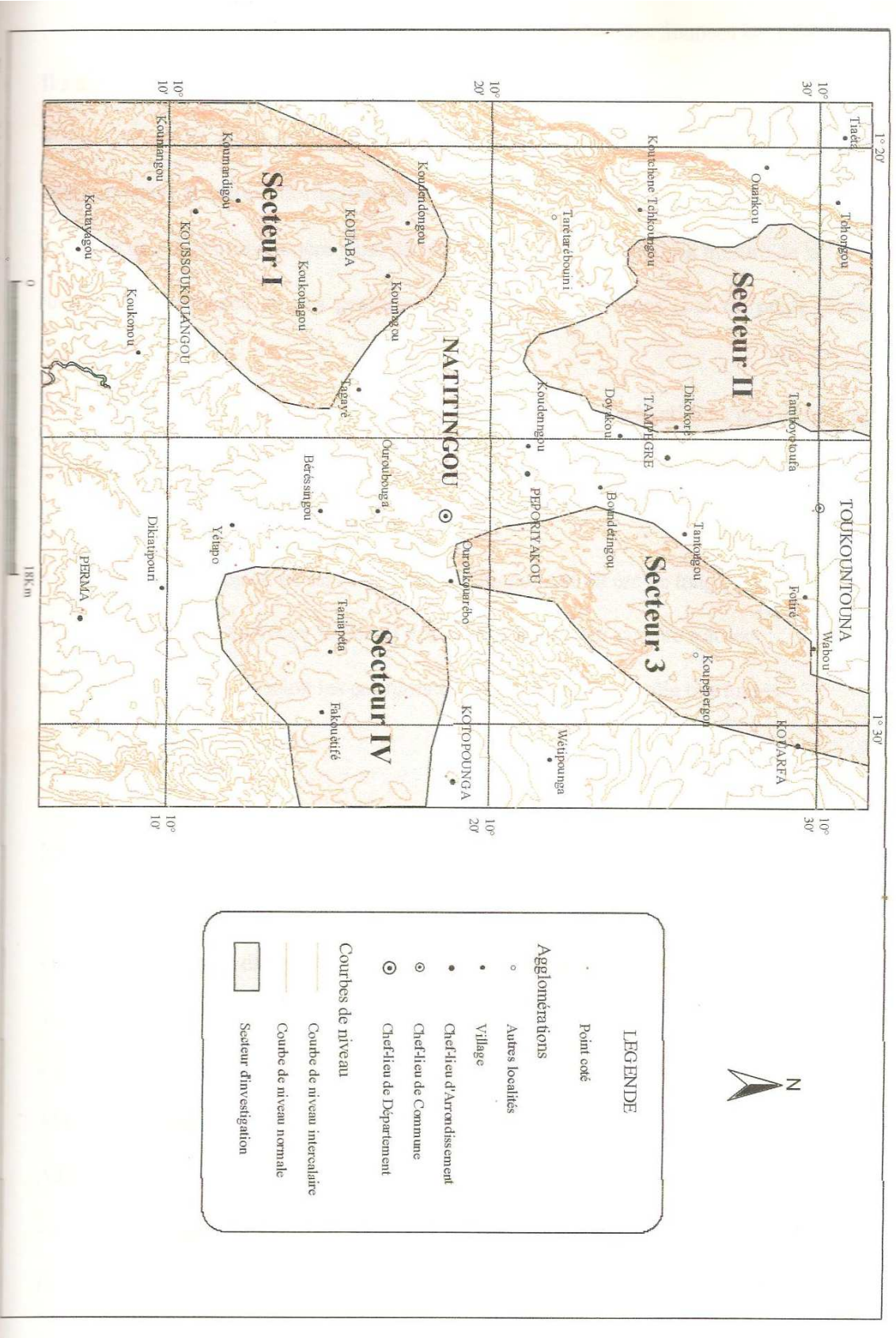


Figure 11 : Localités des secteurs d'investigation

### 2.1.3 Collecte des données sur les placeaux

Plusieurs outils de terrain sont utilisés pour la collecte des données sur les placeaux.

Il s'agit entre autres de :

- un GPS 12 XL (Global Positioning System) pour la prise des coordonnées géographiques et autres informations importantes ;
- deux luxmètres (instrument muni de cellule photosensible) pour la mesure de la luminosité simultanée en des positions topographiques données (bas de pente, haut de versant et sommet) ;
- un sécateur et des sachets en plastique pour la récolte des échantillons non identifiés ;
- un ruban II pour les mesures dendrométriques ;
- du matériel de confection d'herbier ;
- des piquets d'érosion en fer (de 50 mm de diamètre et 50 cm de long), chacun peint en blanc et rouge pour apprécier le départ des terres formées sur chaque transect ;
- une carte quadrillée selon les coordonnées UTM pour le contrôle des unités d'occupation sur le terrain ;

### 2.1.4 Identification des espèces végétales

Les espèces récoltées ont été identifiées :

- à partir des travaux de terrain réalisés avec Monsieur Robert Sieglestetter de l'Université de Francfort ;
- grâce au concours de systématiciens : le Professeur Brice Sinsin de la FSA/UAC, Dr. Akpovi Akoegninou de la FAST/UAC, Dr. Hadjali Karen de l'Université de Francfort, Dr. Adjiman Thombiano de l'Université de Ouagadougou ;
- à partir d'herbiers récoltés, identifiés par les chercheurs juniors de l'Herbier National du Bénin (Pierre Agbani, Hounnankpon Yédomonhan) ;

- à partir d'ouvrages botaniques tels que : Flora of West Tropical Africa (Hutchinson & Dalziel, 1954 ; 1972), Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest (Akobundu & Agyakwa, 1989) ; Flore illustrée du Sénégal, tomes 1 à 4 (Berhaut, 1971).

### **2.1.5 Réalisation des différentes cartes d'états de surface**

Pour la réalisation des différentes cartes d'états de surface sont utilisées les matériels ci-après :

- la carte topographique, feuille Natitingou NC-31-XIV au 1/200.000 pour l'élaboration du fond de base ;
- les photographies aériennes de la mission Kenting 1975 au 1/80.000 ;
- la carte de végétation, feuille 26 Natitingou au 1/100.000 établie par le CENATEL en 1993 ;
- les photographies aériennes du projet n° 7321-IGN Bénin, 2003 au 1/20.000 ;
- des papiers films ;
- un stéréoscope à miroir ;
- le planimètre EPSON P-40 pour le calcul des superficies des unités d'états de surface.

### **2.1.6 Les sources documentaires**

Dans le but de mieux cerner les contours du sujet, un recensement et une lecture des ouvrages généraux et ceux spécifiques existant sur le sujet et la région ont été faits. Ces phases ont permis de faire le point des connaissances relatives au thème et de saisir les différents concepts qui lui sont rapportés. A cet effet, plusieurs centres de documentation ont été consultés.

Le tableau IV présente les centres visités, la nature des documents consultés et le type d'informations recueillies.

**Tableau IV** : Centres de documentations et informations recueillies

<b>Centre de documentations</b>	<b>Nature des documents</b>	<b>Types d'informations recueillies</b>
Bibliothèque Centrale de l'Université du Bénin	Livres, Thèses, Mémoires, Rapports et Articles.	Informations générales et à caractère méthodologique
Centre de documentation de la FLASH	Thèses, Mémoires, Rapports et Articles.	Informations générales et à caractère méthodologique
Laboratoire de Biogéographie	Livres, Thèses, Mémoires, Rapports et Articles.	Informations générales et à caractère méthodologique
Laboratoire de Climatologie	Livres, Thèses, Mémoires, Rapports et Articles.	Informations générales et à caractère méthodologique
Laboratoire de Botanique à la FAST	Livres, Thèses, Rapports et Articles.	Informations sur les noms scientifiques des espèces végétales
Laboratoire de Géologie à la FAST	Livres, Thèses, Rapports et Articles.	Informations sur les formations géologiques du secteur d'étude
Laboratoire d'Ecologie Appliqué de la FSA	Livres, Thèses, Mémoires, Rapports et Articles.	Informations générales et à caractère méthodologique Informations sur les espèces végétales et fauniques (noms scientifiques) du secteur d'étude
L'Institut Géographique National (IGN – Bénin)	Cartes topographiques et photographies aériennes du secteur	Informations de base sur le secteur : voies, villages, occupation spatiale, toponymie etc.
Le Centre de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier (CNATEL)	Carte de végétation et photographies aériennes du secteur d'étude	Informations sur la spatialisation (états de surface et formations végétales)
L'Office Béninois de Recherches Géologiques et Minières (OBRGM)	Carte Géologique	Informations sur les formations géologiques du secteur d'étude
L'Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE)	Livres et Rapports d'études.	Informations générales et à caractère méthodologique
Le Centre National d'Agro-Pédologie (CENAP)	Carte Pédologique, Rapports et Articles	Informations générales et à caractère méthodologique Informations sur les formations pédologiques du secteur d'étude
L'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne (ASECNA)	Les données climatiques : température, pluviométrie, insolation, humidité relative, etc.	Statistiques climatiques du secteur d'étude
Le CARDER Atacora et le Secteur Agricole du RDR	Rapports d'activités mensuels et annuels	Statistiques agricoles
L'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE)	Les données sur la population du secteur d'étude	Statistiques démographiques
L'Organisation des Nations – Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)	Livres et Rapports d'études.	Informations générales sur les problèmes environnementaux

Dans les différents centres parcourus, une abondante documentation d'ordre général sur les problèmes de désertification, de l'occupation anarchique de l'espace et les conséquences néfastes sur l'environnement est disponible. Mais les travaux spécifiques sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora, secteur Perma-Toucountouna (Bénin) sont rares.

## **2.2 METHODE**

Plusieurs approches méthodologiques complémentaires ont été intégrées.

### **2.2.1 Périodes d'exécution des travaux sur le terrain**

La collecte des données a été faite sur trois ans (octobre 2000 – octobre 2003). La figure 12 présente la répartition des sites de relevés. Deux grandes périodes ont été retenues au cours de chaque année pour la collecte des données et les mesures sur le terrain.

Dans un premier temps, la période de juin à octobre qui correspond à la saison des pluies où on note la floraison et la multiplication de la majorité des espèces végétales.

Dans un second temps, la période de décembre à février qui correspond à la saison sèche où l'effet de l'exposition est plus remarquable sur les versants. Les enquêtes socioéconomiques ont été réalisées au cours de cette dernière période. La figure 13 indique les différentes localités enquêtées.



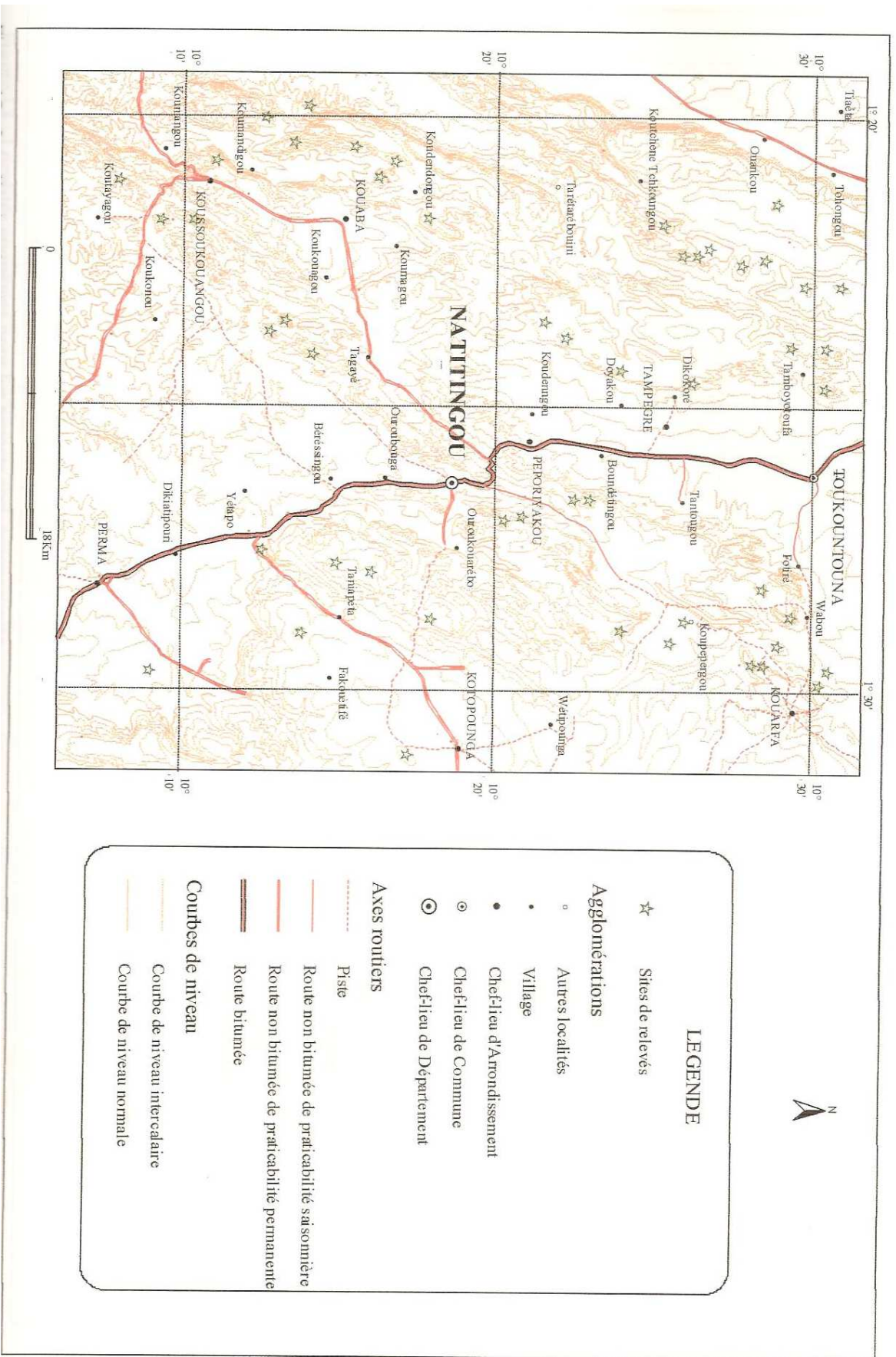


Figure 12 : Localisation des sites de relevés

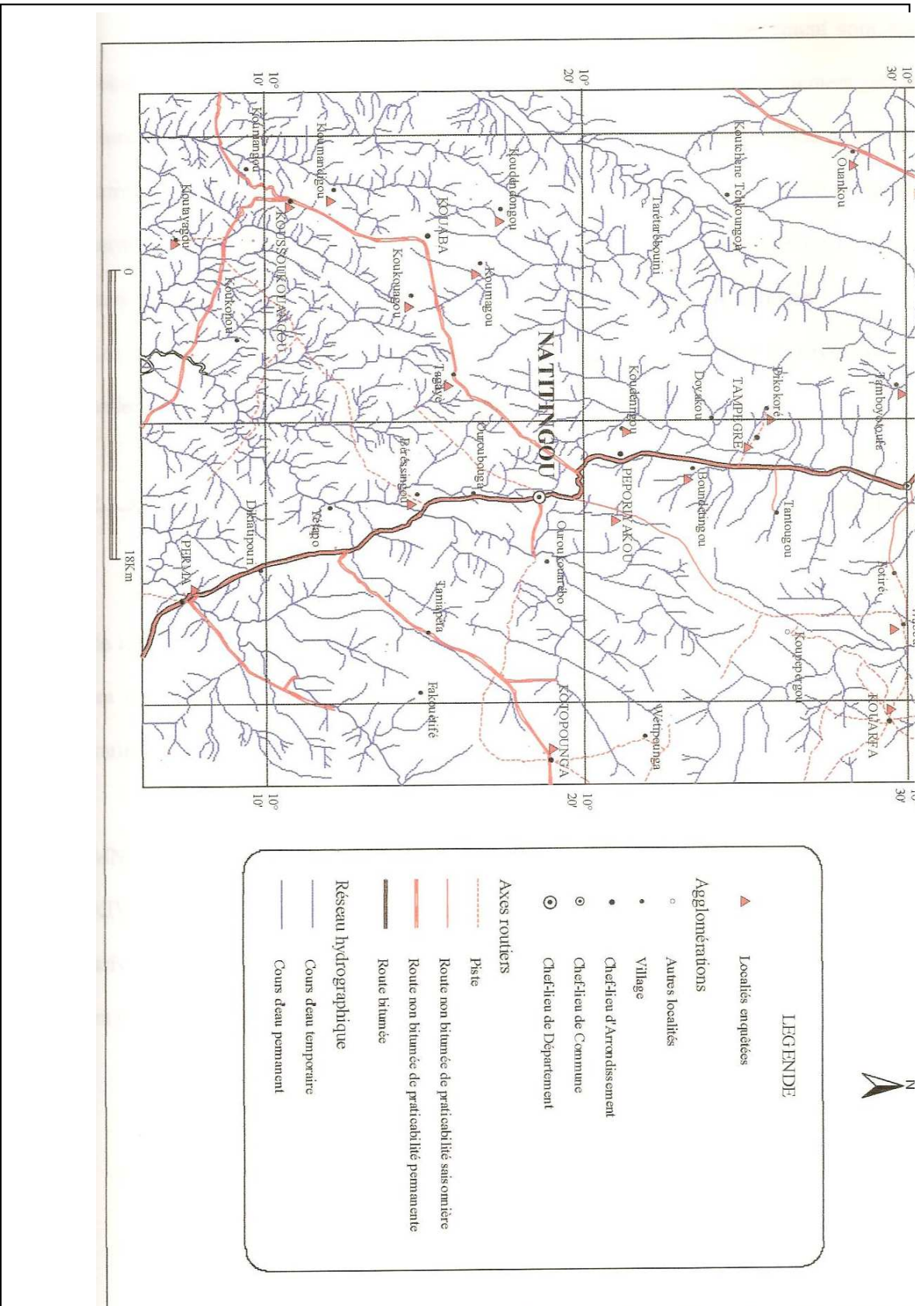


Figure 13 : Localités enquêtées pour les aspects socio-économiques

## **2.2.2 Données climatologiques**

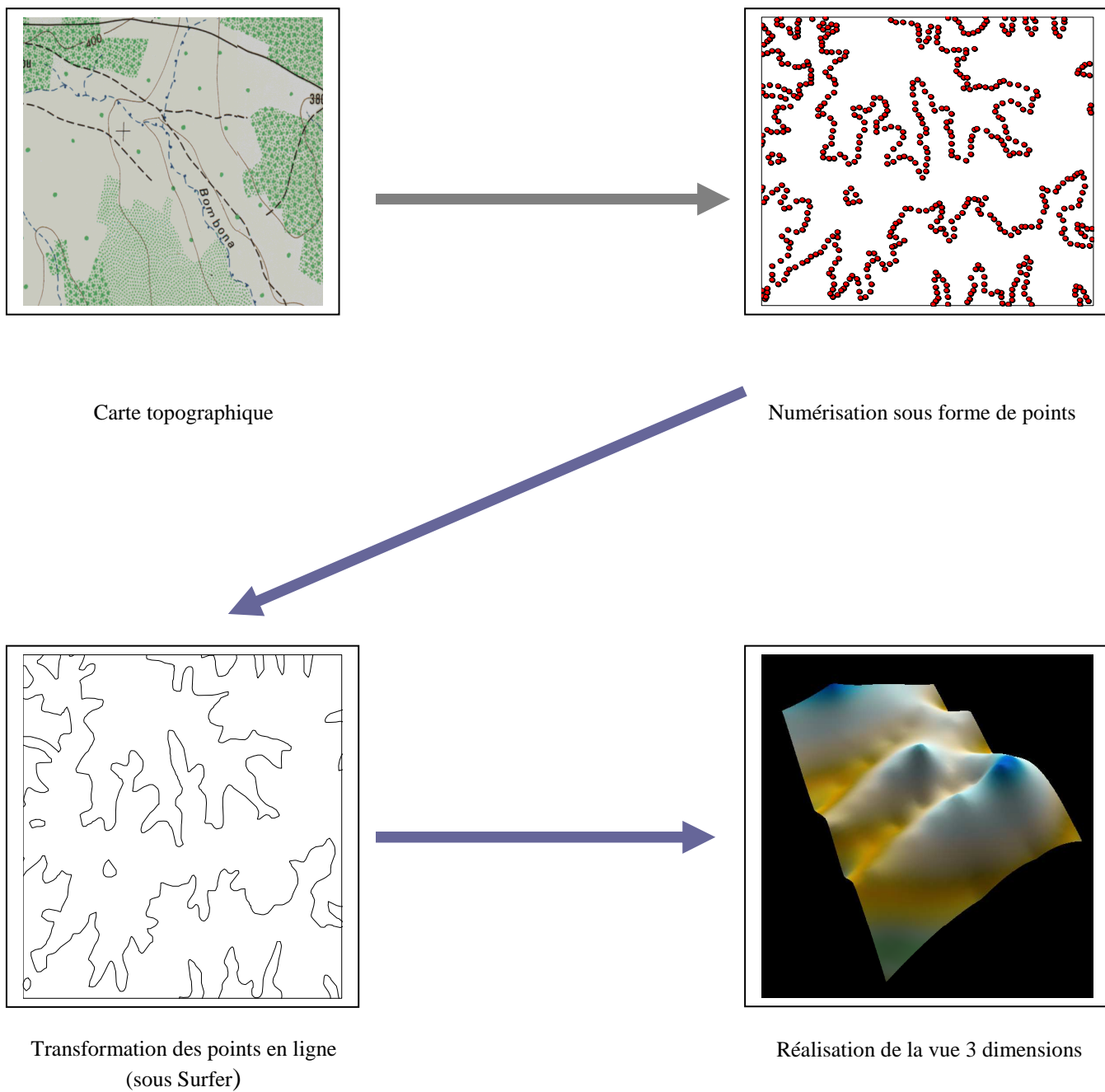
Au cours de la période d'étude, seules les mesures sur l'éclairement sont faites. Selon Trochain *et al.* (1980), la lumière est scientifiquement et économiquement parlante, d'une importance majeure puisqu'elle est indispensable à la photosynthèse et se trouve au carrefour de la vie. Pour ce dernier, c'est la seule source de création de matière organique à partir de substances minérales. Quant à Djégo (2000), la luminosité joue un rôle capital dans l'évolution des sols car elle intervient dans la décomposition de la litière.

Les autres informations climatologiques (précipitation, vent, humidité relative, etc.) sont collectées à la station synoptique de Natitingou et à l'ASECNA Cotonou.

## **2.2.3 Dispositifs expérimentaux d'installation des placeaux et appréciation des pertes de pré-sols**

Les sites d'expérimentation sont choisis en fonction de la densité de la végétation, de leur position par rapport à l'exposition (Est ou Ouest) et de leur degré d'utilisation par les riverains, de leur positionnement géomorphologique, ce qui permet d'apprécier les variations spatiales.

L'esquisse topographique des chaînons étudiés est obtenu à partir de l'extraction du MNT (modèle numérique de terrain) de la carte topographique feuille Natitingou NC-31-XIV au 1/200.000 de 1955 et des observations et mesures directes sur le terrain. Les étapes suivantes indiquent la démarche suivie (figure 14). La figure 15 présente la représentation en trois dimensions du secteur d'étude.



**Figure 14** : Les étapes de la réalisation de l'esquisse topographique des chaîons étudiés



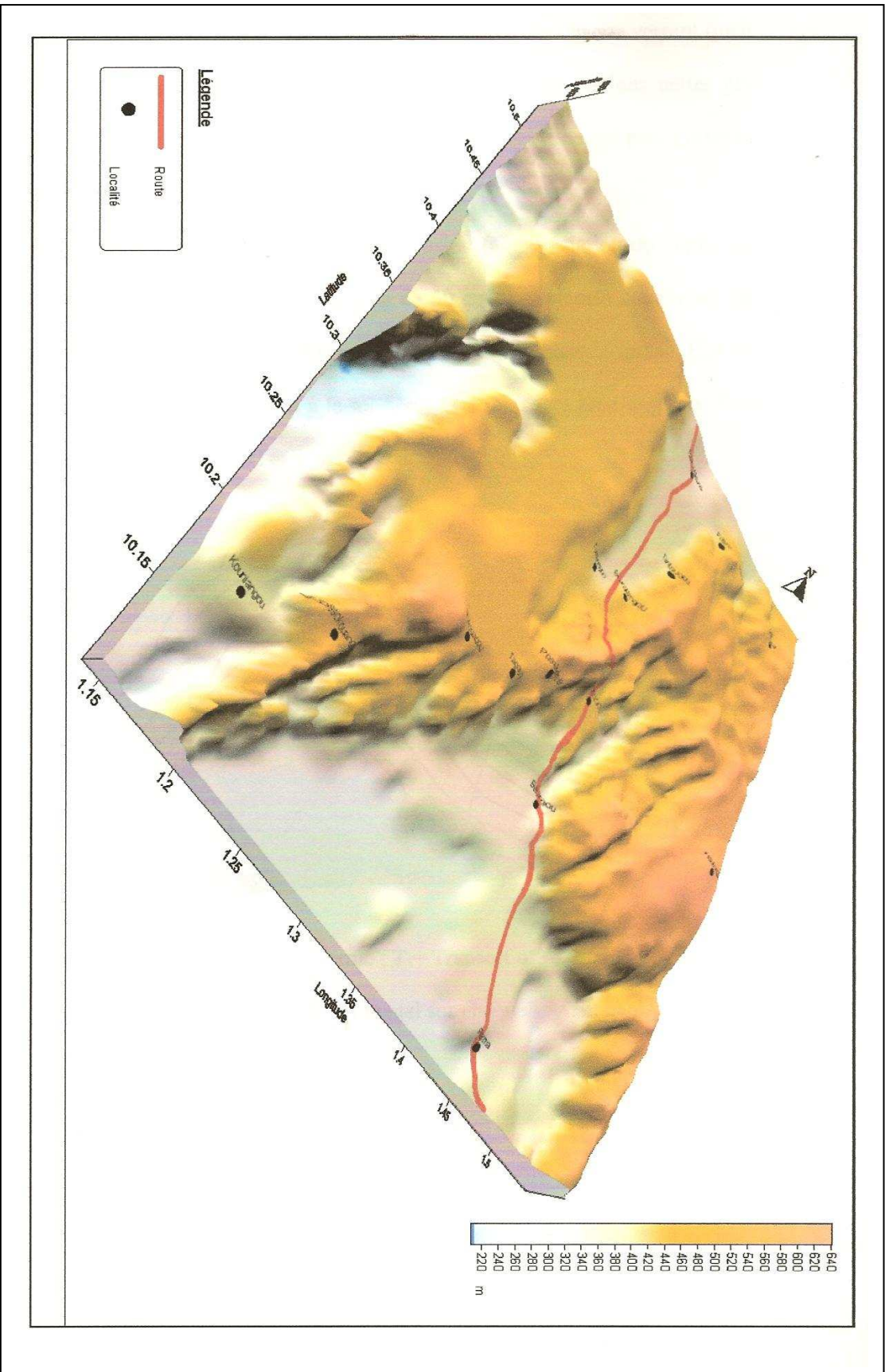
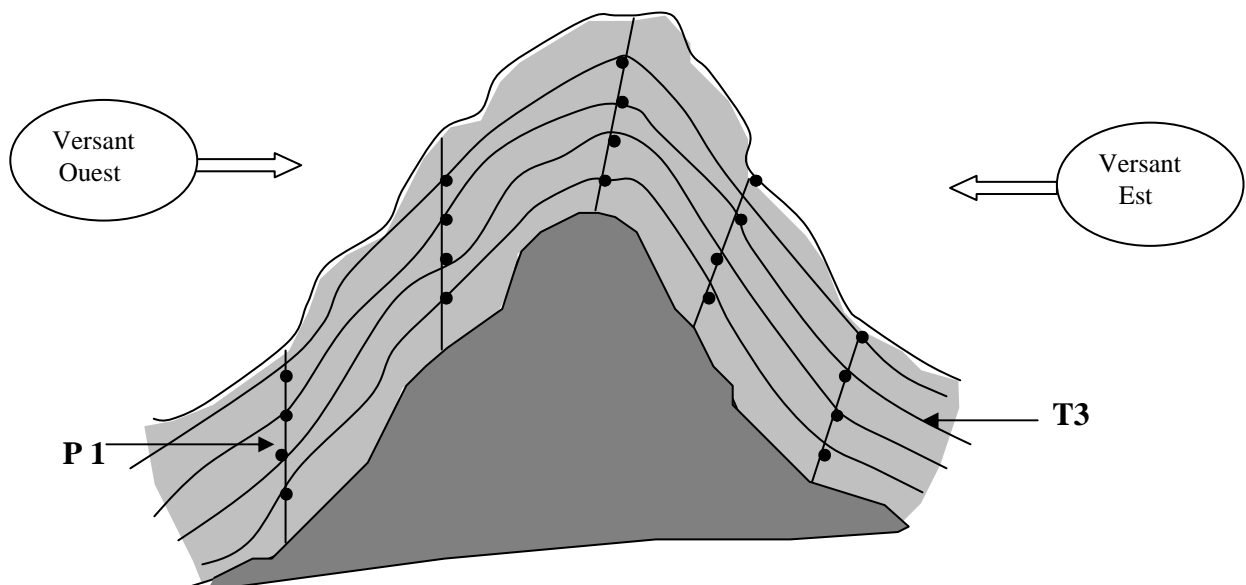


Figure 15 : Représentation en trois dimensions de la zone d'étude

De façon systématique, 5 placeaux circulaires de 20 m de rayon chacun sont installés le long du transect retenu : un placeau au sommet et deux sur chaque versant (un à mi-pente et un en haut de pente). Cependant, lorsqu'il existe des variations nettes par endroits sur les façades, des placeaux supplémentaires sont installés ; ce qui peut porter le nombre de placeaux à 8 (figure 16).

Sur chaque transect sélectionné, 4 piquets d'érosion (d'appréciation du départ du sol formé) distants de 20 m l'un de l'autre et long de 50 cm sont plantés dans le sol au sommet jusqu'à une profondeur de 20 cm. De la même manière, sur chaque versant (Est ou Ouest) du transect, 4 piquets sont plantés à la mi-pente et 4 autres au haut de pente. Ces piquets sont implantés en janvier 2002 et sont suivis jusqu'en 2003.



P1 = Piquet d'appréciation du départ du sol formé ; T = Transect n°3 ; ● = Placeau installé

**Figure 16** : Schéma illustrant le dispositif expérimental sur chaque versant choisi

### **2.2.4 Les étapes suivies pour l'élaboration des cartes d'états de surface**

La réalisation des cartes d'états de surface a nécessité plusieurs étapes :

- l'élaboration de la clé d'interprétation des photographies aériennes (tableau V en annexe). Cette clé a été établie à partir des observations directes effectuées lors des missions de reconnaissance sur le terrain d'une part et de la forme, le ton de gris, la texture et la structure des éléments des photographies aériennes d'autre part ;
- l'élaboration d'un fond de base topographique. Sur le papier film, les informations relatives aux cours d'eau, aux agglomérations et aux voies de communication existant sur les différentes cartes topographiques ont été reportées. Ce fond topographique a été ramené à l'échelle des photographies ;
- l'identification et la délimitation des unités d'états de surface à l'aide du stéréoscope à miroir ont conduit à l'établissement de la minute d'interprétation ;
- le contrôle terrain de la minute d'interprétation pour vérifier les zones d'ombres qui ont échappé à la clé d'interprétation.

### **2.2.5 Les enquêtes socio-économiques**

Ces enquêtes se sont déroulées suivant deux volets : les interviews structurées et les questionnaires. Ces enquêtes ont permis d'identifier les ressources naturelles du secteur d'étude, les modes et la fréquence d'utilisation de ces ressources, les raisons de leur exploitation et le niveau actuel d'évolution desdites ressources.

Les prospections sur le terrain et les séjours dans quelques hameaux ont permis d'apprécier l'importance et la part de chaque type de ressource.

En ce qui concerne l'exploitation des pierres ornementales, un suivi systématique des phases de l'activité a été réalisé sur l'axe Perma – Pouya, pendant une période d'un

mois. Ceci a permis de définir les différentes étapes du procédé et d'obtenir les quantités exploitées ainsi que les différents prix pratiqués pour les ventes.

### **2.2.5.1 Interview semi-structurée**

C'est l'un des outils du Diagnostic Rural Participatif (DRP) qui place les utilisateurs des ressources forestières au centre des débats (Martin, 1995 ; Raintree cité par Bio Sabi Tannon, 1999). Il a consisté au choix de quelques sous-thèmes (agriculture, élevage, braconnage, exploitation forestière dans le secteur étudié) autour desquels sont organisées des discussions avec des groupes socio-professionnels concernés. Cet outil a permis d'obtenir les informations d'ordre général sur l'utilisation des ressources, les informations spécifiques quantifiables dans un échantillon donné ou de mettre en évidence des diverses perceptions concernant une situation donnée.

### **2.2.5.2 Questionnaires**

Il s'agit d'un ensemble de questions assez claires et précises concernant l'exploitation des ressources naturelles. Au total, de façon aléatoire, l'échantillon testé est constitué de 100 personnes et prend en compte les différents groupes socio-professionnels tels que : les agriculteurs, les exploitants de pierres ornementales (pierres polies et graviers), les exploitants forestiers, les éleveurs et les chasseurs. Ces questionnaires ont permis de confronter les résultats obtenus au cours des interviews semi-structurées et de réaliser une synthèse sur l'exploitation des ressources naturelles.

### **2.2.6 Relevés phytosociologiques**

Les relevés phytosociologiques ont été effectués au niveau de chaque placeau de 20 m de rayon installé suivant la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932). Les paramètres floristiques comme la structure de la végétation (stratification), l'abondance-dominance (l'abondance d'une espèce étant la proportion relative de ses individus tandis



que sa dominance est la surface qu'elle recouvre), la situation topographique, la nature du sol, le taux d'empiérement, les influences humaines ont été étudiées.

Deux grandes strates sont distinguées sur le terrain :

- Strate A ou strate arborée à arbustive : hauteur supérieure à 3 m ;
- Strate h ou strate herbacée : hauteur inférieure à 3 m.

Les coefficients d'abondance-dominance affectés aux espèces varient de 0 à 5 :

5 : espèces en nombre quelconque, couvrant 75 à 100 % de la surface du relevé (RM=87,5 %) ;

4 : espèces en nombre quelconque, couvrant 50 à 75 % de la surface du relevé (RM=62,5 %) ;

3 : espèces en nombre quelconque, couvrant 25 à 50 % de la surface du relevé (RM=37,5 %) ;

2 : espèces en nombre quelconque, couvrant 5 à 25 % de la surface du relevé (RM=15 %) ;

1 : espèces couvrant 1 à 5 % de la surface du relevé (RM=3 %) ;

+ : espèces rares, couvrant moins de 1 % de la surface du relevé (RM =0,5 %).

Les recouvrements moyens (RM) correspondent à chaque classe d'abondance-dominance.

Selon Girard *et al.* Cités par Guédou (2001), en fonction de leur recouvrement, les espèces vont contribuer à la physionomie de la végétation et sont responsables des comportements spectraux.

### **2.2.7 Traitement des données**

Le traitement des données prend en compte plusieurs volets. Il s'agit : de l'identification des différents groupements végétaux, de la description de ces groupements, de l'appréciation des différents documents planimétriques utilisés, de l'analyse des mesures d'éclairement des versants, de l'analyse des différentes mesures de pertes de présols et des données socio-économiques collectées sur les chaînons étudiés.

### **2.2.7.1 Individualisation des groupements végétaux**

La technique de traitement des données utilisée est celle de la «Correspondence Analysis» (CA) qui est une forme améliorée de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), méthode qui permet une ordination dans un espace réduit du nuage constitué par (r) relevés (objets) et de celui des (n) espèces (variables). Elle permet ainsi une compréhension plus facile des différentes structures (groupes de relevés, groupes d'espèces, etc.), grâce à l'examen des projections des nuages de relevés et espèces dans les différents plans factoriels. Les différents relevés sont encodés à l'aide du logiciel Excel.

L'ordination est réalisée par le logiciel Two Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN) mise au point par Mark Hill de «Institute of Terrestrial Ecology» en 1979 et révisé en 1994.

Le dendrogramme est obtenu à l'aide du logiciel STATISTICA<sup>®</sup> par la méthode Ward sur la base des distances euclidiennes.

Les plans factoriels sont obtenus avec le logiciel CANOCO sous Windows, sur la base d'une CA et / ou avec le logiciel STATISTICA<sup>®</sup> sur la base de l'ACP.

Dans un premier temps, une analyse globale sur la base de présence - absence des espèces a été réalisée sur l'ensemble des relevés, toutes strates confondues, et a permis d'isoler les groupements de base. Ensuite, des analyses partielles ont été réalisées pour mieux individualiser les groupements végétaux.

### **2.2.7.2 Description des groupements végétaux**

Pour mieux décrire les groupements végétaux des versants des chaînons étudiés, plusieurs variables ont été prises en compte. Il s'agit entre autres de la diversité spécifique, des types biologiques et phytogéographiques, des types de dissémination des diaspores, de la surface du sol et de la distribution par classe de diamètre des individus.

### 2.2.7.3 Répartition des arbres par classe de diamètre

Les arbres mesurés dans chaque groupement ont été répartis dans des classes de diamètre et représentés par des histogrammes soit sur la base des surfaces terrières, soit sur la base des fréquences. Ces distributions sont ajustées à des fonctions mathématiques appropriées (exponentielles, hyperboliques, etc.).

### 2.2.7.4 Etude de la variabilité pluviométrique

#### - *La moyenne arithmétique*

La moyenne arithmétique est employée pour étudier les régimes pluviométrique et hydrologique des différentes stations et dans les sous-bassins hydrologiques. Elle est le paramètre fondamental de tendance centrale et s'expriment de la façon suivante :

$$\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{avec } n = \text{le nombre de variable, } x_i = \text{hauteurs de pluie.}$$

La moyenne  $\overline{X}$  nous a permis de caractériser l'état hydro-climatique moyen et de mettre au point quelques indices de dispersion.

#### - *Les paramètres de dispersion*

Ils sont calculés à partir de la moyenne.

- le calcul de l'écart type permet d'évaluer la dispersion des valeurs autour de la moyenne. Il se détermine par le calcul de la racine carrée de la variance :

$$\sigma(x) = \sqrt{V} \quad \text{où } V \text{ est la variance.}$$

L'écart type est l'indicateur de la variabilité par excellence.

- A partir du calcul de l'écart type, l'étude des indices pluviométrique (anomalies)

interannuelles a été entreprise en standardisant les données. Les anomalies sur chaque station et sur les différents bassins se calculent par la formule suivante :

$$x'_i = \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma(x)} \text{ où } x_i = \text{la valeur de la variable, } \bar{X} = \text{la moyenne de la série.}$$

Toutefois, les paramètres de dispersion ne suffisent pas à eux seuls pour mesurer la variabilité proprement dite, car ils ne décrivent pas l'évolution temporelle des séries pluviométrique et hydrométrique.

#### ***- Le Bilan climatique potentiel***

Le bilan climatique potentiel ( $B_{cp}$ ) ou brut correspond au solde entre précipitations et demande en eau (Boko, 1988). Son expression mathématique est :  $B_{cp} = P - ETP$  avec :  $P$  = précipitation sur une période donnée et  $ETP$  l'évapotranspiration potentielle de la même période.

Ce bilan permet d'établir le régime d'humidité pour une région et d'expliquer la distribution des espèces en fonction des ambiances bioclimatiques dues à l'exposition des facettes topographiques. Ainsi, les espèces se retrouveraient soit dans une situation de confort si  $P - ETP > 0$  et de stress si  $P - ETP < 0$ .

#### **2.2.7.5 Traitement des documents planimétriques**

L'exploitation des missions de photographies aériennes disponibles a permis l'élaboration des différentes cartes d'états de surface. Une couverture aérienne périodique et continue du secteur d'étude aurait pu permettre de déboucher sur une carte de projection à long terme de l'évolution des différentes formations végétales. Néanmoins, plusieurs cartes ont été réalisées pour apprécier l'évolution des formations végétales sur les chaînons de 1975 à 2003.

### 2.2.7.5.1 Les cartes d'états de surface de 1975, 1994 et 2003

La carte d'états de surface de de 1975 (Zoom sur la zone de Tigninti) a été établie à partir des photographies aériennes de la mission Kenting au 1/80.000 ; celle de 1994 à partir de la carte de végétation, feuille 26 Natitingou au 1/100.000 établie par le CENEATEL et celle de 2003 à partir des photographies aériennes (Projet n° 7321-IGN Bénin) au 1/20.000. De ces différentes cartes, une synthèse d'évolution des formations végétales a été établie de 1975 à 2003. Les superficies des unités d'états de surface ont été calculées à l'aide des logiciels du Système d'Information Géographique notamment Arc View et Atlas GIS.

### 2.2.7.5.2 Bilan d'évolution des unités d'états de surface entre les différentes années

Pour apprécier l'évolution des différentes formations, les opérations suivantes ont été réalisées :

- soit U-1975, la superficie d'une unité d'état de surface en 1975 ;
- U-1994, la superficie de la même unité d'état de surface en 1994 ;
- U-2003, la superficie de la même unité d'état de surface en 2003 ;
- $\Delta U_1$  la variation de la superficie de ladite unité d'état de surface de 1975 à 1994.

$$\Delta U_1 = U-1975 - U-1994$$

- soit  $\Delta U_2$  la variation de la superficie de ladite unité d'état de surface de 1994 à 2003

$$\Delta U_2 = U-1994 - U-2003$$

Pour cette unité d'état de surface, on peut avoir l'un des trois cas suivants :

- $\Delta U_1 = 0$  ;  $\Delta U_2 = 0$  alors il y a stabilité ;
- $\Delta U_1 > 0$  ;  $\Delta U_2 > 0$  alors il y a évolution progressive
- $\Delta U_1 < 0$  ;  $\Delta U_2 < 0$  alors il y a une évolution régressive.

Cette méthode est utilisée pour faire les bilans d'évolution des différentes unités d'états de surface de 1975 à 1994 puis de 1994 à 2003.

### **2.2.7.5.3 Cartographie des changements d'états de surface**

Pour apprécier le changement d'état des différentes formations végétales, les cartes de synthèse sont établies. La superposition de deux cartes d'états de surface de deux années différentes permet de produire une nouvelle carte qui est obtenue par le report et le dessin de toutes les limites issues de cette superposition.

### **2.2.7.6 Mesures d'éclairement des versants**

Les mesures d'éclairement des versants ont permis d'apprécier la quantité de lumière qui touche simultanément ces derniers. Sur chaque chaînon choisi et en fonction de la position topographique (bas de pente, haut de pente et sommet), les mesures d'éclairement ont été effectuées à l'aide du luxmètre. Ces mesures sont effectuées de manière simultanée et à intervalle de temps de 15 minutes entre deux prises sur chaque versant. Dans chaque position topographique, trois prises de mesures ont été effectuées. Les données obtenues sont traitées à l'aide du logiciel Excel.

### **2.2.7.7 Différentes mesures de pertes de pré-sols sur les versants**

A la fin de chaque saison de pluies (novembre 2002 et novembre 2003), une mesure est faite sur chaque piquet d'érosion installé. Les épaisseurs atteintes actuellement par ces différents piquets sont prises. Plusieurs tableaux et graphiques sont réalisés et traduisent les variations observées sur une période de deux ans. Un tableau synthétique élaboré en fonction des différentes pentes mesurées a permis d'apprécier le départ des pré-sols formés à chaque saison.

Pour ce faire trois classes ont été retenues :

- classe des pentes faibles (0 à 5 %) ;
- classe des pentes moyennes (5 à 10 %) ;
- classe des pentes fortes (> 10 %).

Le traitement statistique des différentes données permet d'apprécier les épaisseurs de pré-sols qui disparaissent pendant chaque saison et en moyenne par an. L'extrapolation des valeurs de pré-sols érodées en volume de terre déplacé par hectare est réalisée. Pour ce faire la formule suivante est utilisée :  $V = \Pi R^2 \times h$  (avec  $h$  = l'épaisseur de pré-sols érodés par placeau et  $R$  = le rayon d'un placeau). Ainsi une perte de 1 cm d'épaisseur de pré-sols érodés correspond à un volume de  $100 \text{ m}^3 / \text{ha}$  de terre déplacé.

#### **2.2.7.8 Estimation des terres cultivables sur les chaînons de l'Atacora**

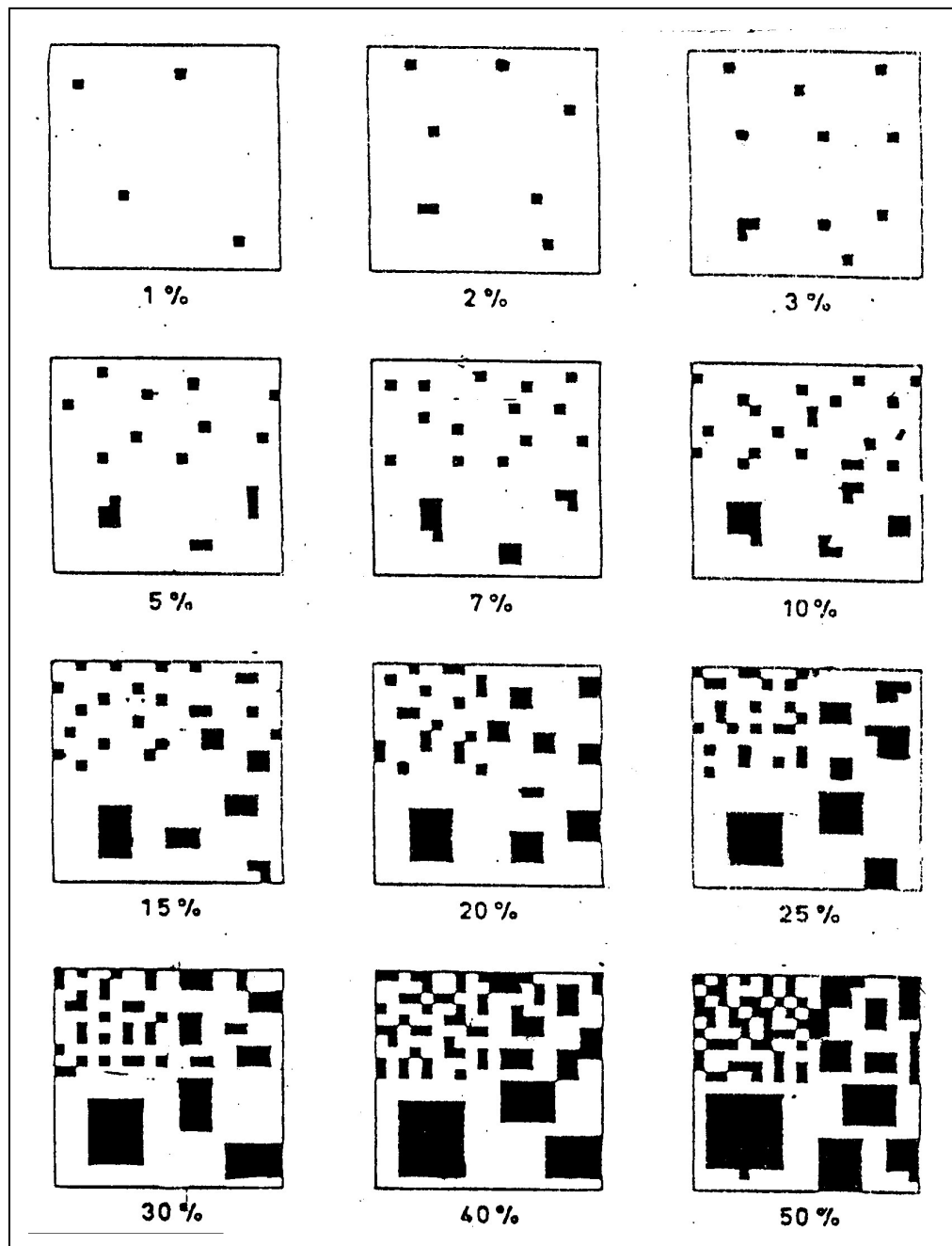
Pour estimer les proportions des terres cultivables dans le secteur d'étude, la charte pour l'estimation visuelle des rapports de surface de Folx citée par Tente (2000) a été utilisée (figure 17). Ladite charte comporte 12 grilles d'appréciation en pourcentage des rapports de surface entre les différentes composantes d'une portion de l'espace. Dans la présente étude, une grille est retenue compte tenu des spécificités de chaque placeau.

La proportion de terres non occupée (PN) par les blocs rocheux est calculée à partir de la formule suivante :  $PN = PG - PO$  avec PG, la proportion totale du placeau (100 %) ; PO, la proportion occupée par les blocs caillouteux.

La proportion des terres non occupée par les blocs rocheux étant connue, des sondages à la tarière ont été opérés au sein de ces dernières et par placeau pour apprécier la proportion réelle de terres cultivables. Pour ce faire, dix points de sondage ont été effectués pour évaluer l'épaisseur de sol meuble. Les points de sondage caractérisés par une

épaisseur inférieure ou égale à 15 cm sont considérés comme inutilisables à des fins agricoles.

Lorsque par exemple 2 points de sondage ont une épaisseur inférieure à 15 cm, il est considéré que 20 % de la proportion retenue dans la grille de Folx sont inutilisables. Et lorsque 3 points ont une épaisseur inférieure ou égale à 15 cm, cela correspond à 30 % de terres non inutilisables à des fins agricoles, ainsi de suite.



Source : d'après Folx, 1951

Figure 17 : Charte d'estimation visuelle des proportions d'états de surface



Une déduction entre la proportion de Folx préalablement retenue et celle résultant des points de sondage permet d'évaluer la proportion de terre réellement utilisable dans le plateau.

### **2.2.7.9 Activités humaines et érosion hydrique des sols**

L'érosion hydrique des pré-sols sur les chaînons résulte de l'interaction entre les facteurs statiques qui prennent en compte la vulnérabilité des terrains aux conditions très souvent non maîtrisables par l'homme (effet du climat et de la couverture végétale) et les effets anthropiques. Pour mieux apprécier l'impact humain, un bilan exhaustif des différentes activités humaines en rapport avec les processus d'érosion hydrique a été réalisé.

Les activités humaines néfastes qui dégradent plus les écosystèmes sont : les excavations de terrains pour l'exploitation des pierres, l'expansion urbaine actuelle (liée à la forte croissance démographique), la détérioration des formations relativement denses par les incendies répétés et les coupes abusives. Après ce bilan, une fiche de terrain détaillée (tableau VI en annexe) a été réalisée pour chaque plateau. Cette fiche prend en compte les variables de localisation spatiale, les critères analytiques, la description des aspects néfastes et les critères visuels d'érosion dominants.

La texture du sol a été estimée au toucher en humectant l'échantillon. Les types d'érosion observés dans chaque plateau ont été relevés. L'érosion linéaire est exprimée par tous les creusements linéaires qui entaillent la surface du sol suivant diverses formes et dimensions (rigoles, ravines, etc.). L'érosion aréolaire (diffuse ou en nappe) a été décelée sur le terrain par les observations de pédicules d'érosion : petites colonnes de terre demeurées en place sous des pierres qui les ont protégées. En ce qui concerne l'érosion en masse, on l'attribue à tout déplacement de terre selon les formes et dimensions non définies.

### 2.2.7.10 Traitement des données socio-économiques

Les questionnaires et fiches de terrain ont été manuellement et statistiquement dépouillés. Les données socio-économiques quantitatives ont été représentées sous forme de graphiques : diagrammes en camembert.

Pour mieux apprécier le système de culture pratiqué sur les chaînons étudiés, le coefficient de Rutemberg noté **R** a été calculé.

$R = \text{Nombre d'années de culture} \times 100 / \text{cycle d'utilisation de la terre}$

Cycle d'utilisation de la terre = durée de la jachère + durée d'utilisation de la terre. Ce coefficient indique la proportion de terre cultivée par rapport à la surface totale de terre utilisée dans le temps.

- si  $R > 66$ , on parlera d'un système de culture permanente ;
- si  $R < 33$ , on parlera d'un système de culture itinérante ;
- si  $33 < R < 66$ , on parlera d'un système de jachère.

## 2.3 Conclusion partielle

Les approches méthodologiques utilisées ont permis d'étudier les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora. Plusieurs indices de diversités sont utilisés pour l'appréciation de la diversité floristique. Le dispositif expérimental a favorisé l'évaluation des épaisseurs de pré-sols érodés en moyenne par an. L'approche diachronique qui combine l'utilisation des photographies aériennes ou images satellitaires de plusieurs périodes et les travaux de terrain a permis d'apprécier les changements d'états de surface de 1975 à 2003. Les aspects socio-économiques sont abordés à travers un échantillonnage sur la base des questionnaires.

Les différents résultats obtenus aussi bien sur la diversité des différents groupements, les pertes de sédiments et la dynamique des états de surface sont développés dans la deuxième partie.

**DEUXIEME PARTIE : RESULTATS**

## DEUXIEME PARTIE : RESULTATS

La présente partie rend compte des différents résultats obtenus par rapport au thème.

### Chapitre 3 : STRUCTURE ET ANALYSE DE LA FLORE DES CHAINONS

#### 3.1 Structure et nature des chaînons étudiés

Dans le secteur d'étude, la chaîne montagneuse en trois dimensions (figure 15) se présente sous forme d'une succession de chaînons d'altitude variant de 200 m à 500 m. Les chaînons sont formés par la succession de crêtes aux versants abrupts individualisés par l'érosion.

Sur les chaînons étudiés, plusieurs types de sommets, de versants et de bas de versants sont identifiés. Les photos 2 à 9 illustrent ces différentes positions topographiques.

- **Nature des sommets**

En ce qui concerne les sommets, quatre types ont été identifiés sur le terrain.

Type 1 (Sommets plats) : Ce type regroupe les sommets plus ou moins plats aux rochers subaffleurants. Ces rochers sont constitués de roches métamorphiques pour la plupart et couverts à la surface par un sol meuble d'épaisseur variant entre 1 et 50 cm. Les pentes sur ces types de sommets varient entre 0,5 et 1 %. La roche mère est visible par endroits et les anfractuosités sont presque absentes. Ces types de sommets sont essentiellement occupés pour l'installation des champs selon l'épaisseur du sol meuble exploitable.

Type 2 (Sommets à anfractuosités) : Les sommets de ce type sont formés essentiellement de chaos rocheux entre lesquels existent de profondes anfractuosités. Sur ces types de

sommets, la couche du sol meuble fait défaut. L'utilisation de ces sommets à des fins agricoles est presque impossible.

Type 3 (Sommets à galets) : Le troisième type correspond aux sommets ayant de larges portions dénudées. Dans ce cas, les chaos rocheux augmentent considérablement de dimensions et occupent dans certains cas plus de la moitié de la hauteur du chaînon. Ces types de sommets sont en partie utilisés par les cultivateurs qui créent les espaces cultivables en regroupant les blocs de pierres et libérer des espaces pour les cultures.

Type 4 (Sommets à dalles cuirassées) : Ce quatrième type regroupe les sommets généralement plats occupés par des dalles cuirassées. Le développement des espèces végétales est limité sur ces sommets. On note une couverture végétale herbacée dominée par *Loudetia togoensis* et *Andropogon chinensis*, et une couverture ligneuse dominée par les essences comme *Burkea africana* et *Crossopteryx febrifuga*. L'utilisation de ces sommets se trouve donc limitée.

- **Nature des hauts de versant**

De façon générale, les hauts de versants (Est ou Ouest) des chaînons sont de plusieurs ordres. On distingue les hauts de versants à pente faible (0 à 5 %), moyenne (5 à 7 %), forte (> à 7 %). La nature géologique de ces versants est également variable. Trois variantes sont distinguées.

Type 1 (Versants à ravins) : Les hauts de versants présentant un taux élevé de chaos rocheux et des anfractuosités considérables. Sur ces versants, le processus géomorphologique se traduit par l'infiltration des eaux pluviales pendant la saison des pluies et la désagrégation rapide des roches. En fonction de la pente, les éléments

détritiques issus des hauts de versants vont s'accumuler dans les lits des cours d'eau situés en bas de pente.

Type 2 (Versants cuirassés) : Ce type regroupe les hauts de versants recouverts de dalles cuirassées. Ces hauts de versants sont généralement à pente forte. Ils sont essentiellement occupés par une végétation herbacée avec la présence de quelques pieds isolés de ligneux d'aspect rabougri, composés des espèces comme *Crossopteryx febrifuga* et *Annona senegalensis*. Ces versants ne sont généralement pas utilisés et présentent une physionomie rocailleuse en saison sèche après le passage des feux de végétation.

Type 3 (Versants à galets) : Le type 3 regroupe les hauts de versants aux rochers subaffleurants. Ces versants sont très souvent utilisés pour l'installation des champs.

- **Nature des bas de versants**

Des études réalisées sur les chaînons étudiés, il ressort que les bas de versants (Est ou Ouest) sont de deux ordres de même que les pentes mesurées : pentes faibles (1 à 3 %) et pentes moyennes (3 à 8 %).

Type 1 (bas de Versants à galets) : Les bas de versants présentant un taux élevé de chaos rocheux et des anfractuosités. L'utilisation de ces bas de pente est limitée compte tenu du volume qu'occupent ces blocs, soit environ les 60 à 90 % de l'espace.

Type 2 (bas de Versants à sol épais) : Les bas de versants aux rochers subaffleurants. Ils sont très souvent utilisés pour l'installation des champs compte tenu de l'épaisseur du sol qui nettement supérieur à 15 cm.



Photo 3 : Aspect d'un haut de versant cuirassé

La photo 3 montre un haut de versant en exposition Ouest parsemé de cuirasses ferrugineuses dans la région de Perma. En dehors de quelques pieds isolés de *Pteleopsis suberosa* et *Crossopteryx febrifuga* qui se développent, les autres espèces végétales ont un aspect rabougri.

Source : Cliché Tente, novembre 2002



Photo 4 : Sommet à dalles cuirassées après le passage des feux de végétation

Le développement des espèces végétales est limité sur ces sommets. La strate herbacée dominée essentiellement pendant la saison pluvieuse par *Loudetia* spp.

et *Andropogon* spp. est totalement consommée après le passage des feux de végétation où on observe essentiellement les dalles de cuirasses ferrugineuses.

Source : Cliché Tente, décembre 2002





Photo 5 : Vue d'un versant à ravins dans la région de Kotamongo après la saison des pluies

Sur ce versant le travail de l'eau pendant la saison pluvieuse a contribué à la désagrégation rapide des roches en place et à l'installation des ravins avec des entailles considérables.

Source : *Cliché Tente, décembre 2002*



Photo 6 : Bas de versants cuirassé dans la région de Perma

Un bas de versant parsemé de cuirasses ferrugineuses dans la région de Perma. L'utilisation de ces espaces à des fins agricoles est presque impossible.

Source : *Cliché Tente, décembre 2002*





Photo 7 : Sommet à chaos rocheux dans la région de la chute de Kota

Ces types de sommets sont occupés par des espèces spécifiques. C'est le cas de *Euphorbia poissonii* qui arrive à enfoncer ses racines en profondeur. Les activités agricoles sont presque impossibles sur ces sommets compte tenu de la nature rocheuse du sol. Source : *Cliché Tente, Août 2002*



Photo 8 : Versant à chaos rocheux dans la région de Koussantikou

Le développement des espèces végétales et l'utilisation de ces espaces à des fins agricoles sont très limités à cause du taux d'empierrement. Source : *Cliché Tente, Août 2002*





Photo 9 : Vue d'un sommet plat aux rochers subaffleurants

On observe sur cette photo au premier plan un sommet plat à rochers subaffleurants (au sol profond) occupé par un pied d'*Adansonia digitata* et l'emplacement d'anciens tatas somba et en arrière plan, une végétation relativement fournie indiquant le versant d'un autre relief.

Source : Cliché Tente, septembre 2003



Photo 10 : Relief présentant un bas de versant et un versant en exposition Ouest

Au premier plan (1), on observe un bas de versant occupé pour l'installation des champs compte tenu de l'épaisseur de sol exploitable. Au second plan (2), le haut de versant à chaos rocheux occupé par une formation boisée.

Source : Cliché Tente, septembre 2003

### 3.2. Analyse de la flore totale sur les chaînons étudiés

Plusieurs paramètres ont permis d'apprécier la flore totale des chaînons : il s'agit de l'analyse de la flore, des types biologiques, des types phytogéographiques et des types de dissémination des diaspores.

#### 3.2.1. Analyse floristique

Les relevés floristiques effectués sur les différents chaînons étudiés ont permis l'élaboration de la liste des espèces recensées. Pour l'ensemble des relevés, un total de 247 espèces appartenant à 180 genres regroupés en 66 familles ont été inventoriées. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae (35 espèces, soit 14,2 %), les Poaceae (31 espèces, soit 12,6 %), les Rubiaceae (18 espèces, soit 7,3 %), les Caesalpiniaceae (12 espèces, soit 4,9 %), les Combretaceae (12 espèces, soit 4,9 %) et les Euphorbiaceae (11 espèces, soit 4,5 %).

Les 247 espèces apparaissent selon des fréquences très différentes. Seules 18 espèces (7,3 %) sont présentes dans plus de 50 % des relevés. En revanche, 87 espèces (35,2 %) ne sont présentes que dans 5 relevés ou moins et, parmi celles-ci, 47 espèces (19 %) ne sont présentes que dans un seul relevé. Entre ces extrêmes, 35 espèces (14,2 %) ont été recensées dans 6 à 10 relevés, et le plus grand nombre (107 espèces, soit 43,3 %) dans 11 à 63 relevés (Tableau VII et figure 18).

Le nombre moyen d'espèces par relevé est de 53 espèces. Néanmoins, il existe une grande hétérogénéité entre les relevés. Le nombre d'espèces par relevé varie de 11 à 100 espèces. 27 relevés sont relativement riches en espèces (40 en ont plus de 90, et 23 entre 70 et 90). Ces relevés ont été effectués pour la plupart dans les forêts claires et savanes boisées. A l'opposé, 67 relevés ont un nombre nettement inférieur à 50 espèces. Ceux-ci ont été effectués dans les savanes arbustives. Entre ces extrêmes, 33 relevés ont un nombre moyen d'espèces compris entre 50 et 70 espèces (figure 19). Ces derniers sont réalisés dans les savanes arborées et arbustives.

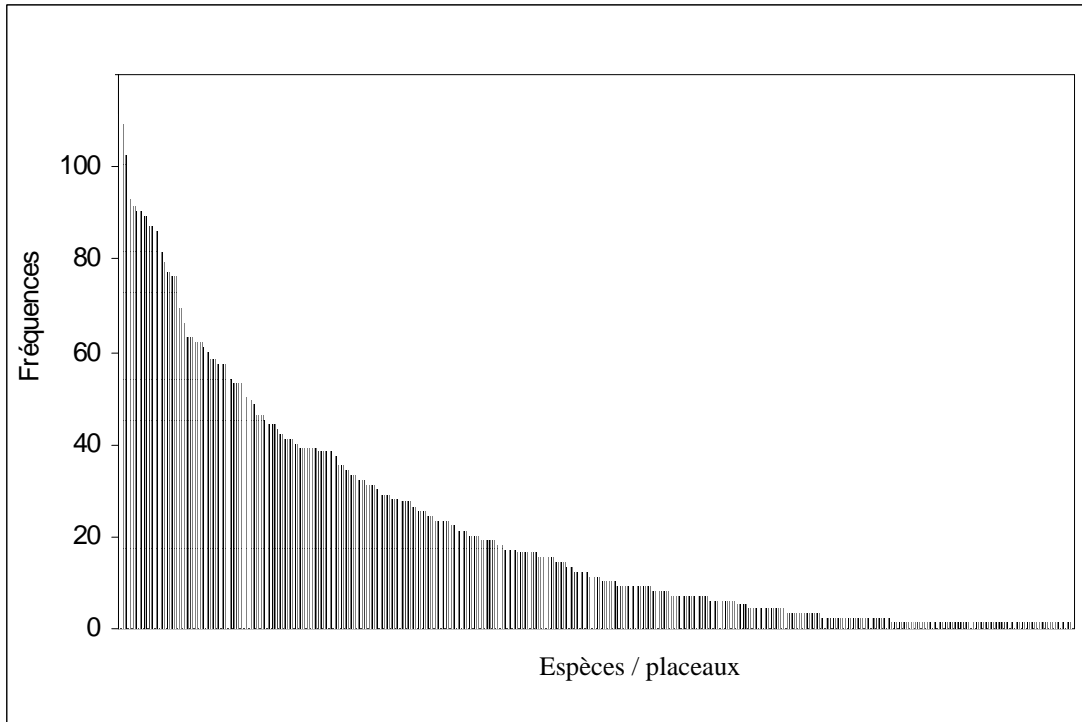


Figure 18 : Fréquences des espèces par placeaux

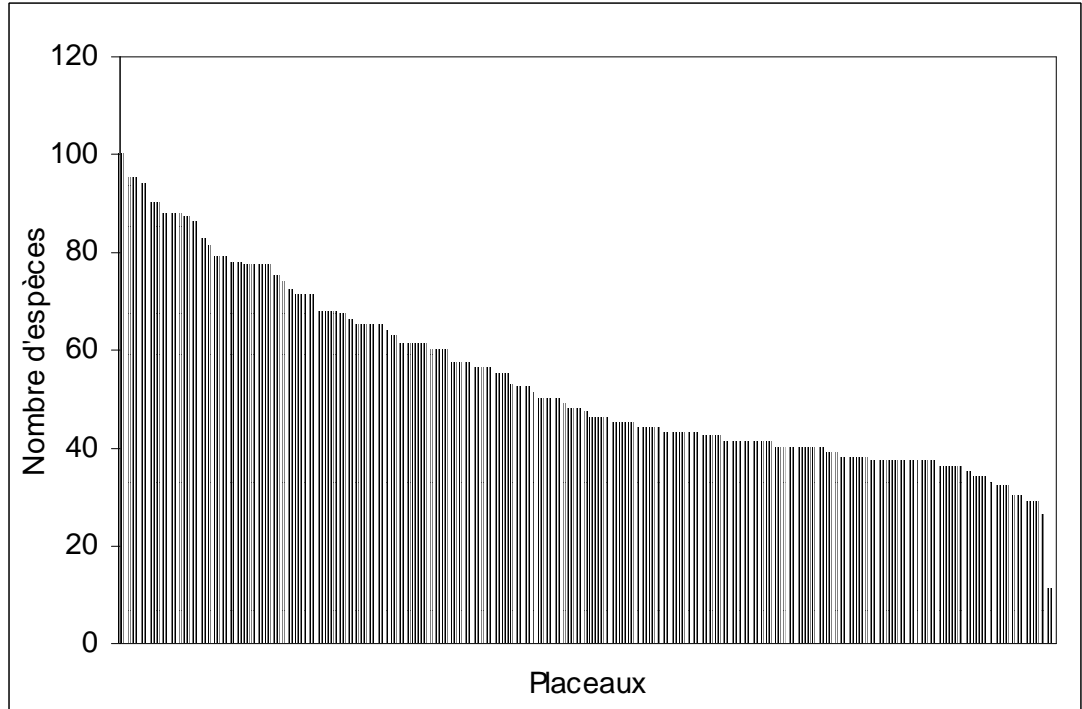


Figure 19 : Richesse des relevés (placeaux) en espèces

Tableau VII: Nombre d'espèces et de genres par famille

Famille	Genre	Espèces	%	Famille	Genre	Espèces	%
Fabaceae	19	35	14,2	Melastomataceae	2	2	0,8
Poaceae	22	31	12,6	Sapotaceae	2	2	0,8
Rubiaceae	11	18	7,3	Sterculiaceae	2	2	0,8
Caesalpinaceae	10	12	4,9	Thymelaeaceae	2	2	0,8
Combretaceae	6	12	4,9	Zingiberaceae	2	2	0,8
Euphorbiaceae	8	11	4,5	Apiaceae	1	1	0,4
Asteraceae	6	8	3,2	Araliaceae	1	1	0,4
Mimosaceae	5	7	2,8	Bignoniaceae	1	1	0,4
Lamiaceae	6	6	2,4	Bombacaceae	1	1	0,4
Acanthaceae	4	5	2,0	Burseraceae	1	1	0,4
Anacardiaceae	3	5	2,0	Celastraceae	1	1	0,4
Polygalaceae	2	5	2,0	Chrysobalanaceae	1	1	0,4
Meliaceae	4	4	1,6	Clusiaceae	1	1	0,4
Ochnaceae	3	4	1,6	Connaraceae	1	1	0,4
Vitaceae	2	4	1,6	Dipterocarpaceae	1	1	0,4
Apocynaceae	3	3	1,2	Ebenaceae	1	1	0,4
Malvaceae	3	3	1,2	Flacourtiaceae	1	1	0,4
Moraceae	1	3	1,2	Loranthaceae	1	1	0,4
Sapindaceae	3	3	1,2	Myrtaceae	1	1	0,4
Tiliaceae	1	3	1,2	Oleaceae	1	1	0,4
Verbenaceae	2	3	1,2	Ophioglossaceae	1	1	0,4
Fougère	3	3	1,2	Opiliaceae	1	1	0,4
Amaranthaceae	1	2	0,8	Oxalydaceae	1	1	0,4
Annonaceae	2	2	0,8	Proteaceae	1	1	0,4
Araceae	2	2	0,8	Ranunculaceae	1	1	0,4
Asclepiadaceae	2	2	0,8	Rhamnaceae	1	1	0,4
Asparagaceae	1	2	0,8	Rutaceae	1	1	0,4
Cochlospermaceae	1	2	0,8	Scrophulariaceae	1	1	0,4
Convolvulaceae	1	2	0,8	Selaginellaceae	1	1	0,4
Cyperaceae	2	2	0,8	Simaroubaceae	1	1	0,4
Dioscoreaceae	1	2	0,8	Smilacaceae	1	1	0,4
Liliaceae	2	2	0,8	Taccaceae	1	1	0,4
Loganiaceae	1	2	0,8				

### 3.2.2. Analyse d'ensemble des types biologiques

Le tableau VIII présente la répartition des diverses proportions centésimales du spectre biologique brut pour l'ensemble des espèces de la flore étudiée sur les chaînons retenus. De ce tableau, il ressort que les phanérophytes sont les plus représentées (44,9 % des types biologiques recensés), ensuite viennent les thérophytes (28,3 %). Ces deux

premiers types biologiques sont suivis par les chaméphytes, les géophytes, les hémicryptophytes qui forment respectivement 9,7 %, 8,9 % et 7,3 %. Enfin les épiphytes et les parasites faiblement représentés, occupent chacun 0,4 %.

Tableau VIII : Analyse d'ensemble des types biologiques

<b>Types biologiques</b>	<b>Nombre d'espèces</b>	<b>%</b>
Phanérophytes (Ph)	111	44,9
Thérophytes (Th)	70	28,3
Chaméphytes (Ch)	24	9,7
Géophytes (G)	22	8,9
Hémicryptophytes (H)	18	7,3
Epiphytes (Ep)	1	0,4
Parasite (Par)	1	0,4
<b>Total</b>	<b>247</b>	<b>100</b>

L'analyse détaillée des phanérophytes montre la répartition ci-après (tableau IX)

Tableau IX : Répartition des phanérophytes

<b>Répartition des sous-classes de phanérophytes</b>	<b>Nombre d'espèces</b>	<b>%</b>
Mésophanérophytes (MsPh)	28	25,23
Microphanérophytes (McPh)	48	43,24
Nanophanérophytes (NnPh)	21	18,92
Phanérophytes lianescents (Phgr)	14	12,61

De ce tableau IX, il ressort que les Microphanérophytes sont les plus représentées (43,24 %), suivis par les Mésophanérophytes (25,33 %), ensuite les Nanophanérophytes (18,92) et enfin les phanérophytes lianescents avec 12,61 %.

### 3.2.3. Analyse d'ensemble des types phytogéographiques

Les diverses proportions centésimales des spectres phytogéographiques de l'ensemble des taxons de la flore étudiée sont présentées dans le tableau X.

Les espèces à distribution continentale (EDC) sont les plus représentées avec 49,8 % du spectre brut de la flore totale des chaînons étudiées, ensuite viennent les espèces de l'élément base (EB) avec 31,6 % et enfin les espèces à large distribution (ELD) qui représentent 18,6 %.

De manière détaillée, les taxons les mieux représentés, c'est-à-dire avec au moins 20 espèces sont les espèces de l'élément base soudanien, les espèces de distribution soudano-zambézienne, les espèces à large distribution pantropicale et celles à distribution afro-tropicales. Leurs spectres bruts sont respectivement de 31,6 % pour les premières, 20,6 % pour les secondes, ensuite 13,4 % et enfin 10,9 %. Les espèces plurirégionales africaines, soudano-guinéennes, paléotropicales et guinéo-congolaises suivent avec respectivement 6,5 %, 6,1 %, 5,3 % et 4,9 %. Les espèces afro-malgaches sont les plus faiblement représentées avec 0,8 %.

**Tableau X** : Analyse d'ensemble des types phytogéographiques

	<b>Types phytogéographiques</b>	<b>Nombre d'espèces</b>	<b>%</b>
Elément base (EB)	Soudaniens (S)	78	31,6
	Soudano-zambéziens (SZ)	51	20,6
Types à distribution continentale (EDC)	Afro-tropicaux (AT)	27	10,9
	Plurirégionaux africains (PA)	16	6,5
	Soudano-guinéennes (SG)	15	6,1
	Guinéo-congolais (GC)	12	4,9
	Afro-malgaches (AM)	2	0,8
	<b>Total</b>	123	49,8
Types à large distribution (ELD)	Pantropicaux (Pan)	33	13,4
	Paléotropicaux (Pal)	13	5,3
	<b>Total</b>	46	18,6
	<b>TOTAL</b>	<b>247</b>	<b>100</b>

### 3.2.4. Analyse d'ensemble des types de dissémination

L'analyse globale des types de dissémination au niveau des espèces recensées se résume dans le tableau XI. La lecture de ce tableau montre l'abondance numérique de trois types de dissémination. Il s'agit des sarcochores, des sclérochores et des ballochores. Leurs spectres bruts sont respectivement de 34,4 %, 29,1 % et 20,6 %. Les ptérochores et les desmochores suivent avec respectivement 7,3 % et 4 %. Les autres types de dissémination (pogonochoire et barochoire), faiblement représentés occupent respectivement 2,4 % et 2 %.

**Tableau XI : Analyse d'ensemble des types de dissémination des diaspores**

<b>Types de dissémination des diaspores</b>	<b>Nombre d'espèces</b>	<b>%</b>
Sarcochores (Sarco)	85	34,4
Sclérochoire (Sclero)	72	29,1
Ballochoire (Ballo)	51	20,6
Ptérochoire (Ptéro)	18	7,3
Desmochore (Desmo)	10	4,0
Pogonochoire (Pogo)	6	2,4
Barochoire (Baro)	5	2,0
<b>TOTAL</b>	<b>247</b>	<b>100</b>

### 3.3. Analyse d'ensemble des données en fonction des différents paramètres de diversité étudiés

Les variables structurales des différentes formations végétales identifiées en fonction de la position topographique et de l'exposition (Est ou Ouest) se présentent dans le tableau XII.



**Tableau XII** : Variables structurales des formations identifiées (moyenne  $\pm$  écart type)

Position topographique	G (m <sup>2</sup> /ha)	Cv (%)	N (tiges/ha)	Dg (cm)	H' (bits)	E	R (espèces) sur 1256 m <sup>2</sup>
Bas de pente ouest	13,2 $\pm$ 6,4	48,5	397 $\pm$ 208	18,6 $\pm$ 2,7	3,7 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	50 $\pm$ 6,5
Bas de pente est	11,8 $\pm$ 6,8	57,6	359 $\pm$ 144	18,3 $\pm$ 4	3,6 $\pm$ 0,9	0,9 $\pm$ 0,1	48 $\pm$ 10
Haut de pente ouest	11,2 $\pm$ 6,3	56,2	484 $\pm$ 159	17,3 $\pm$ 1,3	2,7 $\pm$ 0,8	0,9 $\pm$ 0,1	47 $\pm$ 9
Haut de pente est	10,8 $\pm$ 7,4	68,5	325 $\pm$ 232	16,5 $\pm$ 2,9	2,4 $\pm$ 0,7	0,9 $\pm$ 0,1	46 $\pm$ 9,1
Sommet	9,4 $\pm$ 8,2	87,2	399 $\pm$ 213	16 $\pm$ 1,4	2,3 $\pm$ 0,6	0,7 $\pm$ 0,1	46 $\pm$ 9
<b>Moyenne</b>	<b>11,3 <math>\pm</math> 1,4</b>		<b>393 <math>\pm</math> 59</b>	<b>17,3 <math>\pm</math> 1,1</b>	<b>2,9 <math>\pm</math> 0,7</b>	<b>0,8 <math>\pm</math> 0,1</b>	<b>47 <math>\pm</math> 1,7</b>

G = surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) ; Cv = coefficients de variations des espèces ; N = densité du peuplement (tiges/ha) ; Dg = diamètre de l'arbre à surface terrière moyenne (cm) ; H' = Indice de Shannon (bits) ; E = équitabilité de Pielou ; R = richesse spécifique (espèces).

L'analyse du tableau XII permet de dire que l'aire basale des chaînons étudiés varie entre 9,4 m<sup>2</sup>/ha et 13,2 m<sup>2</sup>/ha avec une moyenne de 11,3 m<sup>2</sup>/ha. Elle varie en fonction de la position topographique, de la nature du substratum géologique et du degré d'anthropisation. De façon générale, les plus faibles valeurs sont obtenues sur les sommets alors que les bas de pente enregistrent la plus forte valeur (13,2 m<sup>2</sup>/ha pour les bas de pente Ouest et 11,8 m<sup>2</sup>/ha pour les bas de pente Est).

Les coefficients de variation sont dans l'ensemble élevés. Ces forts coefficients traduisent le caractère hétérogène de la structure des groupements végétaux des différentes formations végétales identifiées sur les chaînons étudiés. Cette dispersion est plus prononcée dans les champs et les jachères.

La moyenne des densités toutes formations confondues est de 393 tiges/ha :

- 397 tiges/ha pour les bas de pente Ouest ;
- 359 tiges/ha pour les bas de pente Est ;
- 484 tiges/ha pour les hauts de pente Ouest ;
- 325 tiges/ha pour les hauts de pente Est ;
- 399 tiges/ha pour les sommets.

Elle est de 665 tiges/ha dans les formations naturelles :

- 756 tiges/ha pour les bas de pente Ouest ;
- 573 tiges/ha pour les bas de pente Est ;
- 717 tiges/ha pour les hauts de pente Ouest ;
- 557 tiges/ha pour les hauts de pente Est ;
- 725 tiges/ha pour les sommets.

Le diamètre moyen est de 17,3 cm et varie en fonction de la position topographique :

- 18,6 cm pour les bas de pente Ouest ;
- 18,3 cm pour les bas de pente Est ;
- 17,3 cm pour les hauts de pente Ouest ;
- 16,5 cm pour les hauts de pente Est ;
- 16 cm pour les sommets.

La richesse spécifique décroît légèrement des bas de pente (50 espèces pour les bas de pente Ouest et 48 espèces pour les bas de pente Est) aux hauts de pente et aux sommets (47 espèces pour les hauts de pente Ouest, 46 espèces pour les hauts de pente Est et 46 espèces pour les sommets). Il en est de même pour l'indice de diversité spécifique de Shannon. Ce dernier est faible aux sommets (2,3 bits) et aux hauts de pente (2,7 bits pour les hauts de pente Ouest et 2,4 bits pour les hauts de pente Est) alors que les bas de pente enregistrent les plus fortes valeurs (3,6 bits pour les bas de pente Est et 3,7 bits pour les bas de pente Ouest). La valeur moyenne de l'indice de Shannon est de 2,9 bits. Cette diminution progressive de ces deux indices de diversité spécifique s'explique par la réduction du cortège floristique lié aussi bien aux facteurs topographiques mais aussi aux perturbations humaines.

Les différentes valeurs d'indice de Shannon obtenues en fonction des surfaces terrières sont significativement différentes sur la base d'un test t au seuil de 5 % ( $r^2 = 0,79$  ;  $p = 0,045$ ). Il en est de même pour les différentes valeurs de richesses spécifiques obtenues ( $r^2 = 0,85$  ;  $p = 0,023$ ). Par contre, les valeurs d'équitabilité de Pielou ne le sont pas ( $p = 0,54$ ).

### **3.4. Répartition des individus par classe de diamètre**

Les figures 20 à 24 montrent les répartitions des individus par classe de diamètre respectivement sur les bas de versants (expositions Est et Ouest), les hauts de versants (expositions Est et Ouest) et les sommets. Les distributions sur ces différentes figures montrent que la classe de diamètre de 20 cm regroupe le plus grand nombre de pieds, soit 66 % des individus ; viennent ensuite les classes de 30 cm (15,8 %), les classes de 10 cm (15 %) et enfin les classes de 40 cm et 50 cm (3,2 %).

Les différents histogrammes obtenus s'ajustent au mieux à des fonctions polynomiales.

L'examen comparé des figures 20 à 24 montre que la différence de répartition des espèces selon les classes de diamètre est similaire sur les chaînons étudiés. Cette répartition ne tient pas compte de la position topographique, mais plutôt des facteurs anthropiques (degré de perturbation des milieux), mais aussi des facteurs édaphiques (nature et structure des formations pédologiques et géologiques). Toutefois, il faut remarquer que les formations (positions de bas de pente et de haut de pente) en exposition Ouest sont relativement plus fournies en espèces que les formations (positions de bas et de haut de pente) en exposition Est.

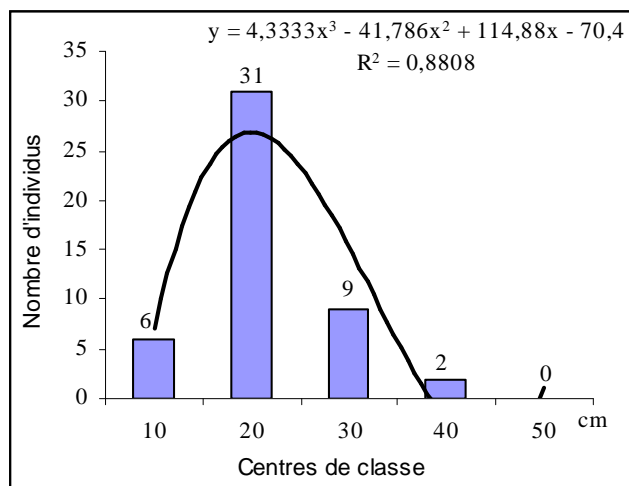


Figure 20 : Répartition des individus par classe de diamètre sur les bas de versants en exposition Est

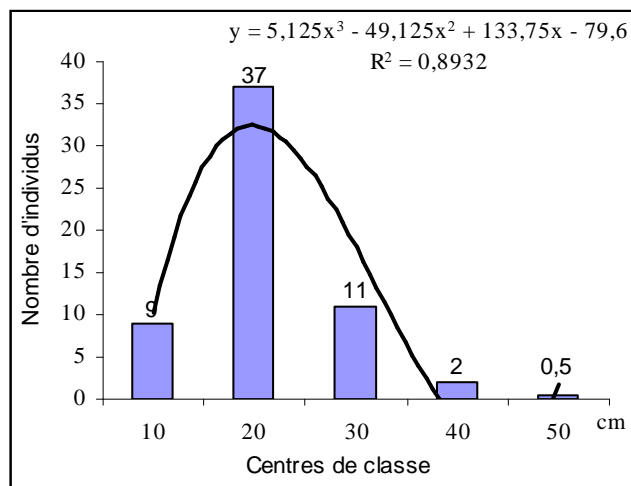


Figure 21 : Répartition des individus par classe de diamètre sur les bas de versants en exposition Ouest

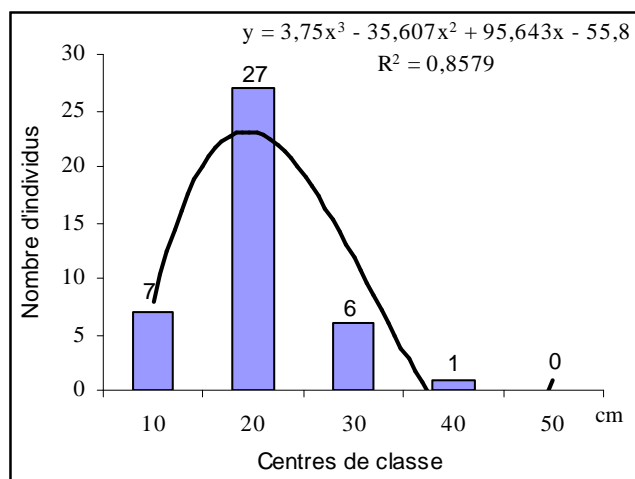


Figure 22 : Répartition des individus par classe de diamètre sur les hauts de versants en exposition Est

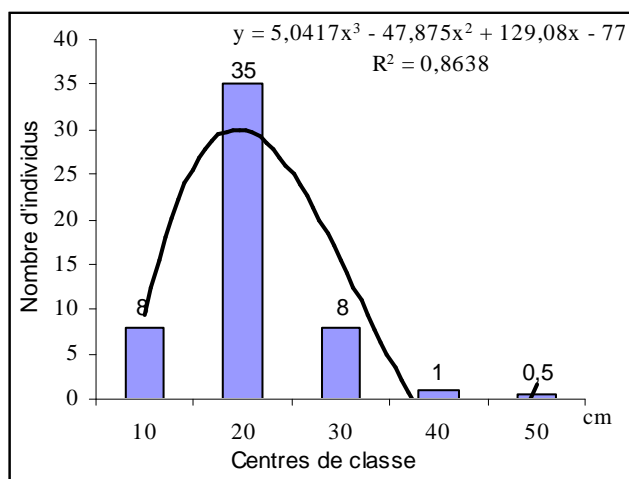


Figure 23 : Répartition des individus par classe de diamètre sur les hauts de versants en exposition Ouest

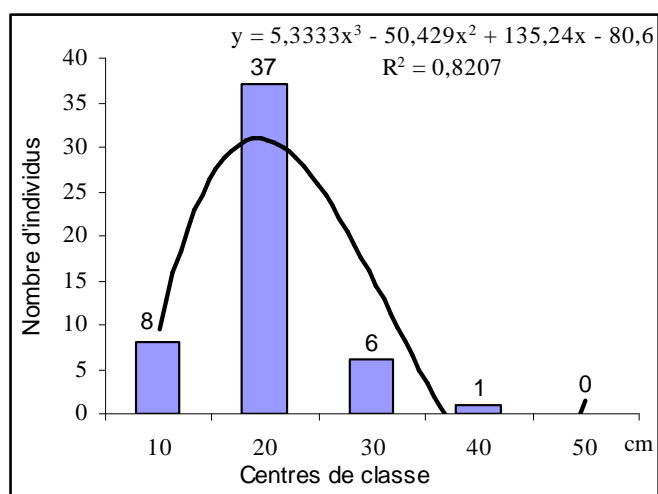


Figure 24 : Répartition des individus par classe de diamètre sur les sommets

### 3.5. Individualisation des groupements étudiés

#### 3.5.1- Analyse d'ensemble de la végétation recensée

##### 3.5.1.1- Partition des relevés au sein des formations végétales

Les données collectées (tableau XIII en annexe) sont constituées d'une matrice de 127 relevés et de 247 espèces (ligneuses et herbacées). Le tableau XIV présente le résumé de la CA (Correspondence Analysis) appliquée à cette matrice. D'après ce tableau, les quatre premiers axes factoriels expliquent 21,9 % pour une inertie totale de 2,476.

Tableau XIV : Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 127 relevés des formations végétales étudiées

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeur propre	0,214	0,133	0,113	0,082	2,476
Pourcentage Cumulatif de Variance expliquée (%)	8,6	14,6	18,6	21,9	

La figure 25 présente la répartition de l'ensemble des relevés dans le plan formé par les axes 1 et 2 de la CA. La figure 26 présente le dendrogramme de la classification hiérarchique de l'ensemble des relevés réalisés. Trois grands groupes sont identifiés au seuil de 60 % :

- l'ensemble I, localisé dans la partie négative de l'axe 2 regroupe les relevés à gros blocs dénudés (39 relevés), laissant entre eux des anfractuosités ; ce sont les relevés de savanes arborée à arbustive aux sols à dominance sablo-limoneuse ;
- l'ensemble II, localisé également dans la partie négative de l'axe 2 regroupe les relevés à rochers subaffleurants (recouverts de sol) ; ce sont les relevés (39 relevés) issus des milieux souvent perturbés compte tenu des profondeurs de sols disponibles ;

- l'ensemble III, situé dans la partie positive de l'axe 2 regroupe les relevés aux sols sablo-gravillonnaires cuirassés (49 relevés) ; ce sont les relevés de formations clairsemées.

Par rapport à l'axe 2, les relevés des formations sur sols sablo-limoneux (GI et GII) se trouvent dans la partie négative et les relevés des formations sur sols cuirassés (GIII) dans la partie positive. En conclusion, l'axe 2 est celui des conditions édaphiques. Quant à l'axe 1, il indique la composition floristique (richesse spécifique) ; les relevés riches en espèces sont localisés dans la partie positive de l'axe 1 (GI), tandis que ceux à faible nombre d'espèces dans la partie négative de l'axe 1 (GII et GIII).

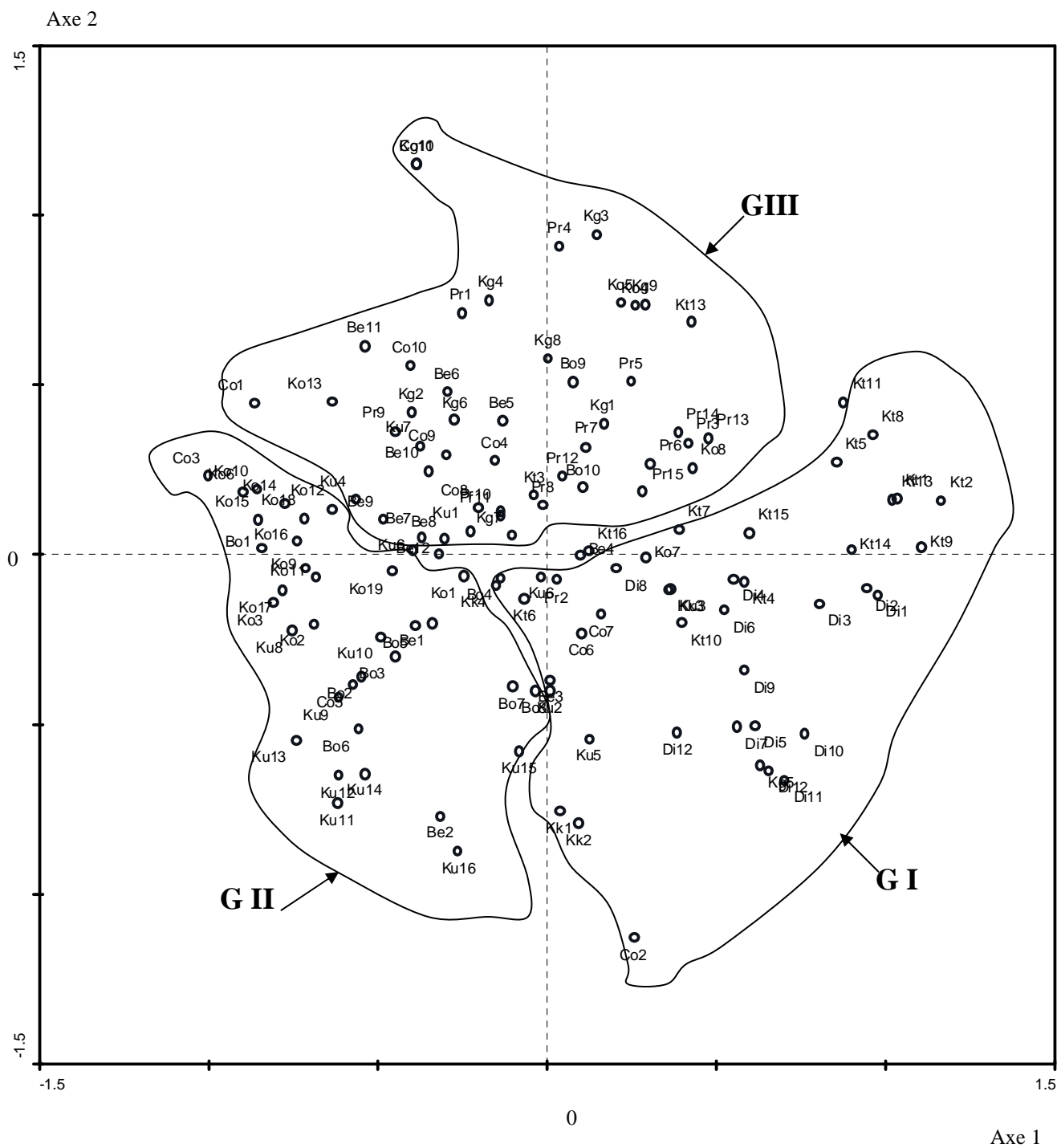


Figure 25 : Représentation de la répartition des formations végétales dans le plan 1 et 2 de la Correspondance Analysis

Arbre de 127 Variables  
 Méth. de Ward  
 Dist. Euclidiennes

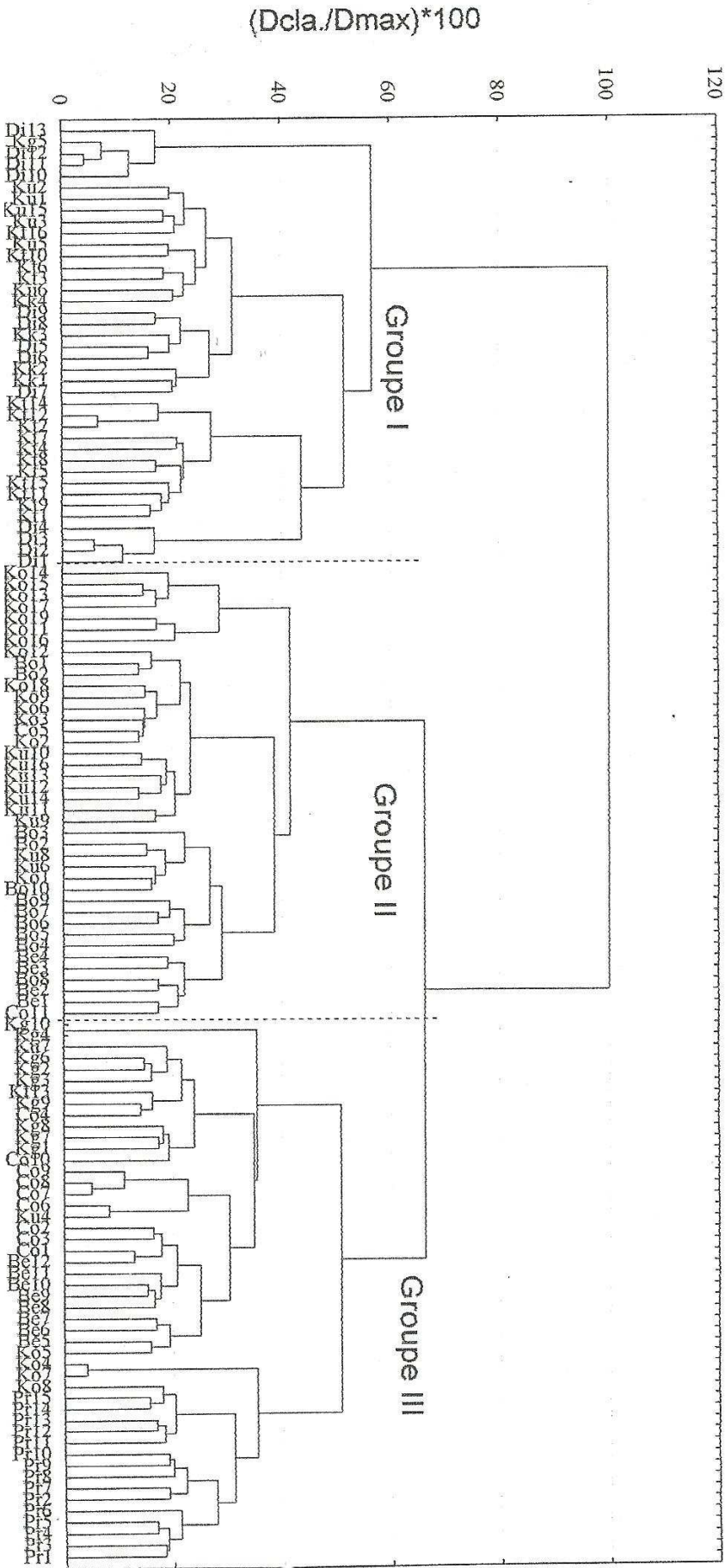


Figure 26 : Dendrogramme des groupements végétaux



### 3.5.1.2- Partition des relevés en groupements végétaux élémentaires

Les trois grands groupements identifiés ont été soumis chacun aux analyses partielles afin de parvenir à une discrimination plus prononcée.

#### 3.5.1.2.1- Groupements végétaux des formations situées sur les gros blocs dénudés à anfractuosités

La matrice analysée comprend 39 relevés et 218 espèces (ligneuses et herbacées). Le tableau XV indique la CA appliquée à cette matrice. Les quatre premiers axes factoriels expliquent à 27,6 % de la variance totale.

Tableau XV : Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 39 relevés des formations situées sur les gros blocs dénudés à anfractuosités

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeur propre	0,227	0,205	0,151	0,142	2,624
Pourcentage Cumulatif de Variance expliquée (%)	8,7	16,5	22,2	27,6	

La figure 27 présente la position relative de quatre groupes individualisés dans le plan formé par les axes 1 et 2. La classification hiérarchique des groupements sur gros blocs quartzitiques à anfractuosités est représentée sur le dendrogramme de la figure 28.

Le groupe (GI.1) de 5 relevés (Di13, Kg5, Di12, Di11 et Di10), situé dans la partie négative de l'axe 1, est constitué de groupements des savanes boisées et forêts claires (sous pression humaine) sur sols à texture sablo-limoneuse à gros blocs quartzitiques compris entre 50 et 60 %.

Le groupe (GI.2) de 19 relevés (Ku2, Ku1, Ku15, Ku3, Kt16, Ku5, Kt10, Kt6, Kt3, Ku6, Kk4, Di9, Di8, Kk3, Di5, Di6, Kk2, Kk1 et Di7), localisé dans la partie négative de l'axe 1 est constitué de groupements des savanes arborés sur sols à texture sablo-limoneuse à gros blocs quartzitiques nettement supérieurs à 60 %.

Le groupe (GI.3) de 11 relevés (Kt14, Kt12, Kt2, Kt7, Kt4, Kt8, Kt5, Kt15, Kt11, Kt9 et Kt1), localisé dans la partie positive de l'axe 1 est constitué de groupements des savanes arborées à arbustives sur sols à texture sablo-limoneuse à gros blocs quartzitiques compris entre 40 et 50 %.

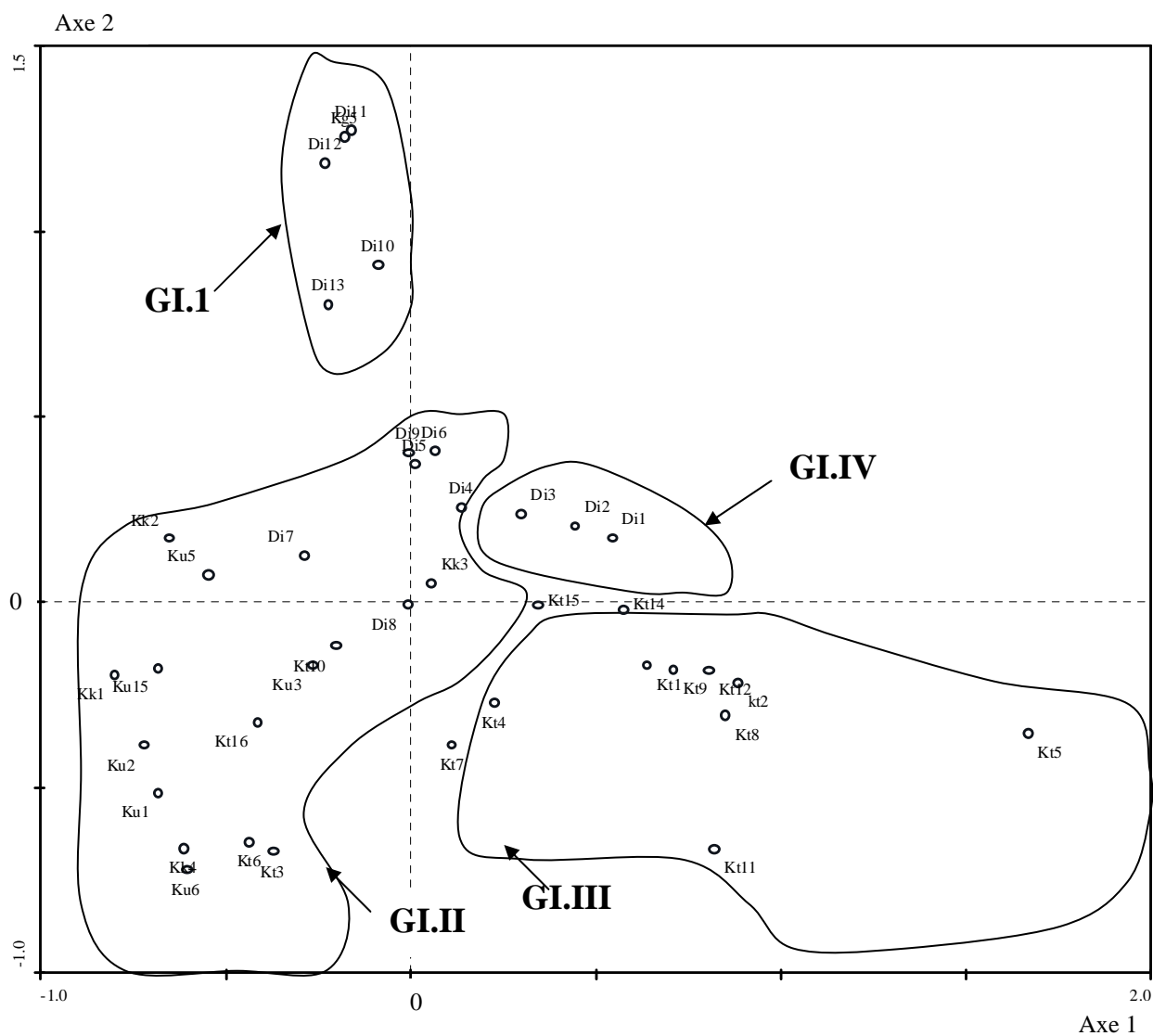
Le groupe (GI.4) de 4 relevés (Di4, Di3, Di2 et Di1), localisé dans la partie positive de l'axe 1 est constitué de groupements des savanes arbustives clairsemées sur sols à texture sablo-limoneuse à gros blocs quartzitiques nettement inférieurs à 30 %.

Par rapport à l'axe 1, les relevés des formations sur les sols sablo-limoneux à gros blocs quartzitiques supérieurs à 50 % (GI.1 et GI.2) sont dans la partie négative et les relevés des formations sur sols sablo-limoneux à gros blocs quartzitiques inférieurs à 50 % sont dans la partie positive. Cet axe peut être interprété comme étant celui des conditions édaphiques.

Les relevés des formations entamées par la pression humaine (GI.I et GI.IV) sont situés dans la partie positive de l'axe 2, tandis que les relevés des formations moins perturbées sont situés dans la partie négative de l'axe 2. Cet axe renseigne alors sur l'état de dégradation.

Les groupes 1, 2, 3 et 4 représentent respectivement :

- le groupement à *Ficus abutilifolia* et *Andropogon tectorum* ;
- le groupement à *Isobertinia tomentosa* et *Andropogon tectorum* ;
- le groupement à *Detarium microcarpum* et *Hyparrhenia involucrata* ;
- le groupement à *Burkea africana* et *Loudetia flavida*.



**Figure 27 :** Répartition des relevés de savanes arborée à arbustive dans les plans factoriels 1 et 2

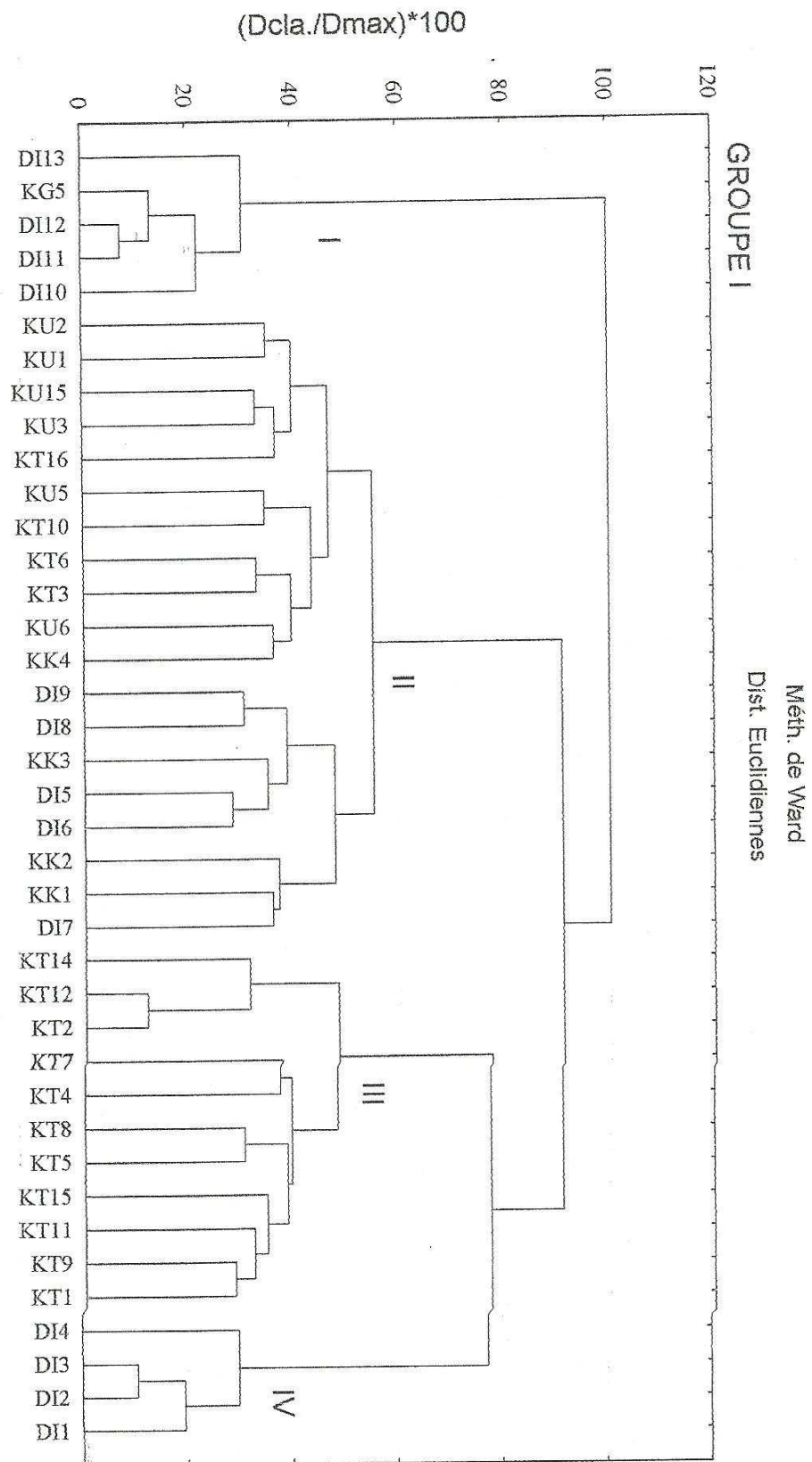


Figure 28 : Hierrarchisation Groupe I

## Description des groupements végétaux

De façon générale, ces différents groupements sont identifiés quelle que soit la position topographique et la nature de l'exposition Est ou Ouest. Ils sont caractéristiques des chaos rocheux.

De façon particulière :

- le groupement à *Ficus abutilifolia* et *Andropogon tectorum* est identifié sur les sites à chaos rocheux qui laissent apparaître des fissures.

Le profil structural présente trois strates. La strate arborée, d'une hauteur de 5 à 15 m, est largement dominée par *Ficus abutilifolia*. A cette espèce s'ajoutent *Diospyros mespiliformis*, *Tricalysia chevalieri*, *Cussonia barteri*, *Bombax costatum*. La strate arbustive, de 2 à 5 m de hauteur, comporte *Hexalobus monopetalus*, *Trichilia ermetica*, *Holarrhena floribunda*, *Opilia celtidifolia*, *Nauclea latifolia*, *Quassia undulata*, *Pavetta crassipes*, etc.. Dans la strate herbacée, on recense de jeunes pousses d'espèces précédentes auxquelles s'associent *Andropogon tectorum*, *Clerodendrum capitatum*, *Clematis hirsuta*, *Macrotyloma biflorum*.

La figure 29 présente les spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *F. abutilifolia* et *A. tectorum*. L'analyse de cette figure révèle, pour le spectre brut, la prédominance des phanérophytes (56,4 %). Ensuite, viennent les thérophytes (17,9 %) et les chaméphytes (12,8 %). Quant aux géophytes et hémicryptophytes, ils sont faiblement représentés avec respectivement 7,7 % et 5,1 % du spectre brut. Par contre, le spectre pondéré illustre que les hémicryptophytes totalisent le plus fort recouvrement du sol (46,9 %). Les phanérophytes sont non moins importants avec un recouvrement total de 40,7 %. Les autres types biologiques (thérophytes, chaméphytes et géophytes) recouvrent faiblement le sol avec respectivement 7,4 % ; 3,1 % et 1,9 %.

La figure 30 présente les spectres phytogéographiques brut et pondéré du groupement à *F. abutilifolia* et *A. tectorum*. L'analyse de cette figure indique la

prépondérance des espèces soudaniennes (35,9 %), suivies des espèces soudano-zambésiennes (33,3 %). Les espèces à large distribution sont les moins représentées (12,8 %). L'analyse du spectre pondéré montre une nette dominance des espèces soudaniennes. Ces dernières contribuent à 79 % au recouvrement du sol et déterminent la physionomie du groupement. Les autres types phytogéographiques et les espèces à large distribution sont peu représentées avec respectivement 15,6 % et 5,4 du recouvrement total.

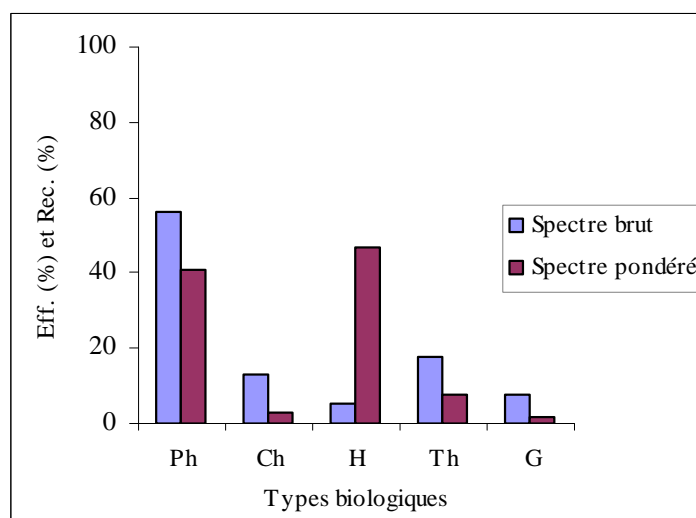


Figure 29 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Ficus abutilifolia* et *Andropogon tectorum*

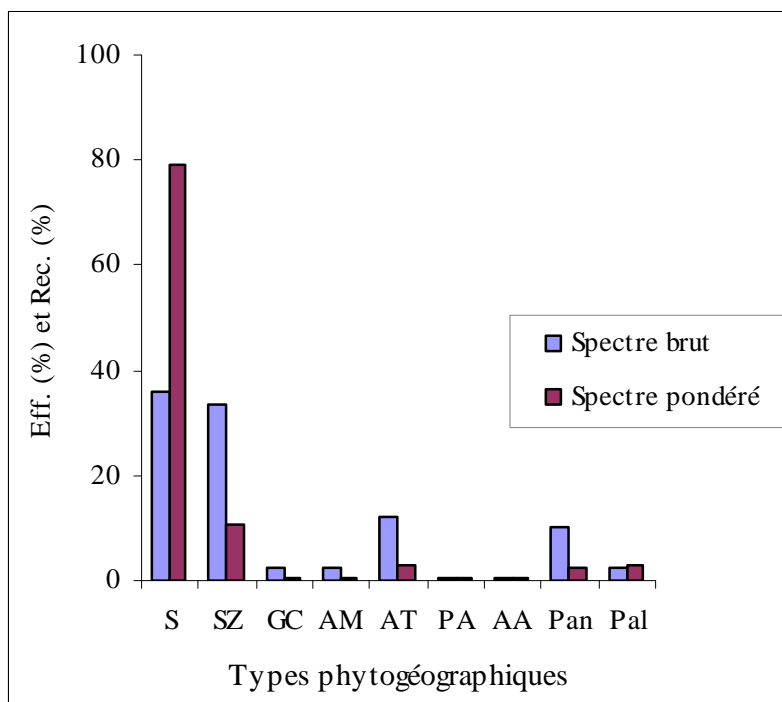


Figure 30 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Ficus abutilifolia* et *Andropogon tectorum*

- le groupement à *Isoberlinia tomentosa* et *Andropogon tectorum* est surtout localisé sur les bas de versants.

Il est structuré en trois strates. La strate arborée est constituée d'arbres de 8 à 15 m de hauteur, à cimes non jointives tels que *Isoberlinia tomentosa* (espèce largement dominante), *Burkea africana*, *Detarium microcarpum*, *Terminalia laxiflora*, etc.. La strate arbustive comprend des arbres de petite taille et des arbustes, de 2 à 8 m de hauteur, qui sont *Pterocarpus erinaceus*, *Vitellaria paradoxa*, *Grewia mollis*, *Prosopis africana*, *Crossopteryx febrifuga*, *Securidaca longepedunculata*. Dans la strate inférieure, on note de jeunes pousses d'espèces des strates précédentes auxquelles s'ajoutent *Andropogon tectorum*, *Combretum collinum*, *Strychnos spinosa*, *Strychnos innocua*, *Annona senegalensis*, *Spermacoce stachydea*, *Sporobolus pyramidalis*, etc..

Le spectre biologique brut (figure 31), indique la prédominance des phanérophytes (37,5 %), suivis des thérophytes (29,7 %) et des géophytes (17,2 % du spectre brut). Les chaméphytes et hémicryptophytes sont faiblement représentés avec respectivement 8,2 % et 7,4 % du spectre brut. Toutefois, ce sont ces hémicryptophytes qui recouvrent mieux le sol avec 73,4 % du recouvrement total en tenant compte du spectre biologique pondéré. Les phanérophytes et les thérophytes qui dominent le spectre brut ne représentent respectivement que 11,7 % et 8,4 % du spectre pondéré. Ils sont alors plus fournis en espèces mais contribuent faiblement au recouvrement du sol. Les géophytes et les chaméphytes ont les plus faibles taux de recouvrement avec respectivement 5,2 % et 1,3 %.

La figure 32 présente les spectres phytogéographiques brut et pondéré du groupement à *I. tomentosa* et *A. tectorum*. L'analyse de cette figure révèle la prépondérance des espèces soudaniennes (35,2 %). Ces dernières sont suivies des espèces soudano-zambésiennes qui apparaissent dans une proportion de 23,8 %. Les espèces à large distribution sont moins représentées (17,3 %). L'analyse du spectre pondéré montre

la dominance des espèces soudano-zambésiennes (73,5 % du recouvrement total). Les espèces à large distribution et les espèces soudaniennes sont peu représentées avec respectivement 7,5 % et 6 % du recouvrement total.

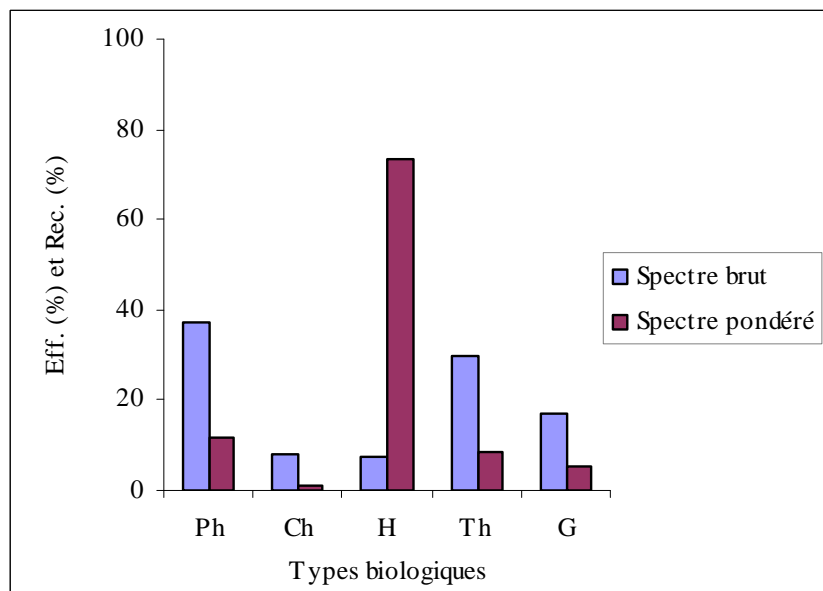


Figure 31 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Isberlinia tomentosa* et *Andropogon tectorum*

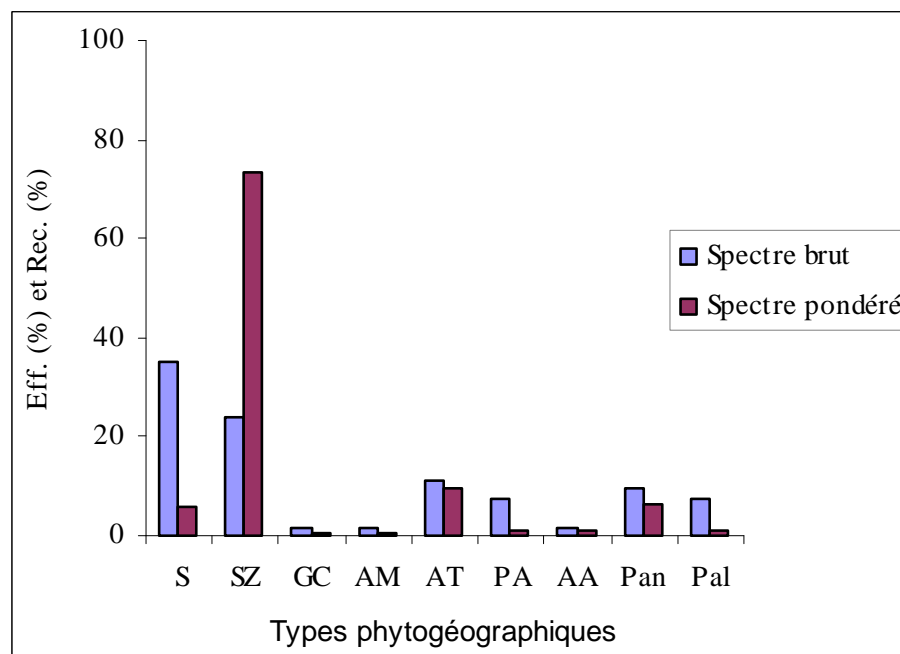


Figure 32 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Isberlinia tomentosa* et *Andropogon tectorum*



- le groupement à *Detarium microcarpum* et *Hyparrhenia involucrata* est plus localisé sur les versants. De façon générale, il est structuré en trois strates.

La strate arborée est constituée d'arbres de 5 à 12 m de hauteur, tels que *Detarium microcarpum* (espèce largement dominante), *Burkea africana*, *Terminalia laxiflora*, etc.. La strate arbustive comprend des arbres de petite taille et des arbustes, de 2 à 7 m de hauteur, qui sont *Pterocarpus erinaceus*, *Prosopis africana*, *Securidaca longepedunculata*. Dans la strate inférieure, on note de jeunes pousses d'espèces des strates précédentes auxquelles s'ajoutent *Hyparrhenia involucrata*, *Andropogon tectorum*, *Combretum collinum*, *Strychnos spinosa*, *Strychnos innocua*, *Annona senegalensis*, *Spermacoce stachydea*, *Hyparrhenia* spp, *Andropogon* spp, *Pandiaka heudelottii*, *Indigofera dendroides*, etc..

L'analyse des spectres biologiques brut et pondéré (figure 33), révèle que les phanérophytes sont les plus représentés (54,5 % du spectre brut). Viennent, ensuite les thérophytes (22 %), les géophytes (13,2 %), les hémicryptophytes (7,6 %) et les chaméphytes (2,7 %). Le spectre pondéré montre que la physionomie du groupement est déterminée par les thérophytes avec une contribution au recouvrement total s'élevant à 76,8 %. Les phanérophytes qui sont les plus riches en espèces ne représentent que 10,6 % du recouvrement total. Les autres types biologiques ont de faibles recouvrement : les hémicryptophytes (8,8 %), les géophytes (2,8 %) et les chaméphytes (1 %).

Le spectre phytogéographique brut (figure 34), révèle la prépondérance des espèces soudaniennes (35,2 % du spectre) et des espèces soudano-zambésiennes (23,5 %). Les espèces à large distribution sont les moins représentées (16,8 %). L'analyse du spectre pondéré (figure 34), montre que ce sont les espèces soudaniennes qui déterminent la physionomie du groupement avec un recouvrement total de 78,5 %. Les espèces à

distribution continentale ne contribuent que pour 15,5 % au recouvrement total. Les espèces à large distribution sont peu importantes avec 6 % du recouvrement total du sol.

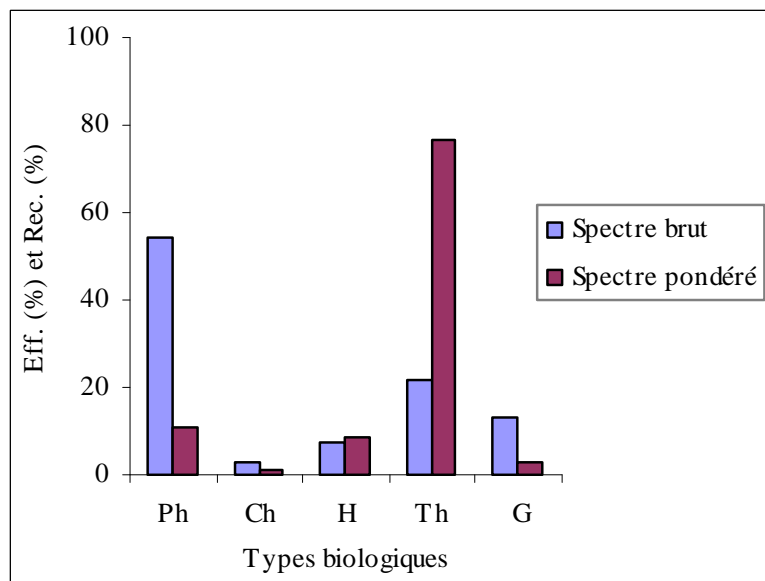


Figure 33 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Detarium microcarpum* et *Hyparrhenia involucrata*

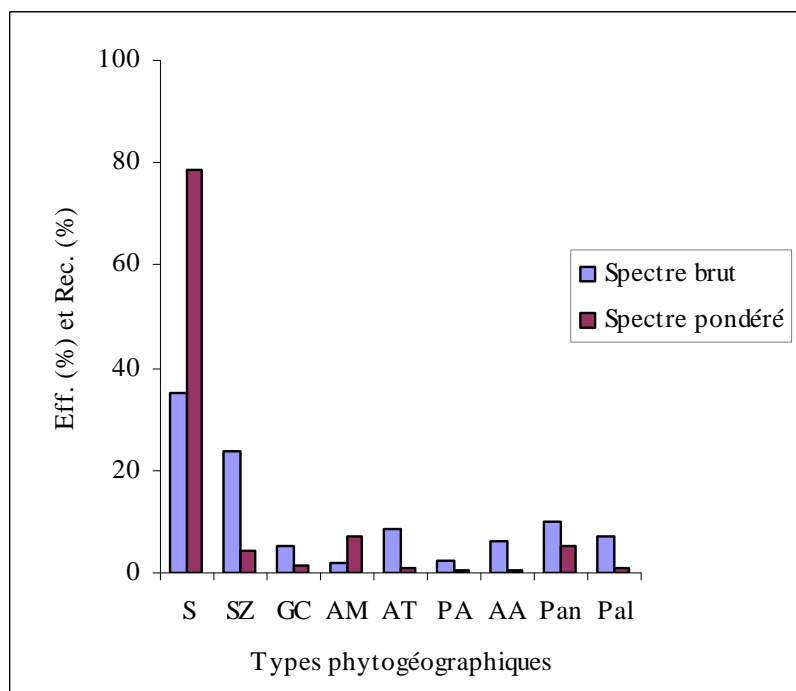


Figure 34 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Detarium microcarpum* et *Hyparrhenia involucrata*

- le groupement à *Burkea africana* et *Loudetia flavida* est plus localisé sur les bas de versants et les hauts de versants. L'action anthropique y est souvent bien marquée.

Du point de vue structurale, on y distingue trois strates. La strate arborée, de 10 à 15 m de hauteur, est composée d'espèces caractéristiques telles que *Burkea africana*, *Detarium microcarpum*, *Pterocarpus erinaceus*, etc.. Dans la strate arbustive de 2 à 10 m de hauteur, on rencontre *Daniellia oliveri*, *Crossopteryx febrifuga*, *Gardenia erubescens*, *Combretum collinum*, *Detarium microcarpum*, *Terminalia laxiflora*, *Pteleopsis suberosa*, etc.. La strate inférieure, haute de 0 à 2 m, renferme de nombreuses espèces dont les plus fréquentes sont : *Loudetia flavida*, *Tephrosia bracteolata*, *Fadogia agrestis*, *Vernonia purpurea*, *Pandiaka heudelotii*, *Maytenus senegalensis*, *Aspilia rudis*, etc..

Le spectre biologique brut (figure 35), révèle que les phanéropytes et les thérophytes sont les formes de vie qui dominent avec respectivement 42,2 % et 31,4 % du spectre brut, soit au total 73,6 % pour ces deux types biologiques. Viennent, ensuite les géophytes avec 13,9 % et les hémicryptophytes (10,2 %). Toutefois, ce sont ces hémicryptophytes qui dominent en ce qui concerne le recouvrement du sol (figure 35), avec un taux de 75,8 %. Cette nette dominance des hémicryptophytes est due en particulier à *Loudetia flavida* qui contribue seule pour 62,5 % du recouvrement total. Les phanéropytes et les thérophytes qui dominent le spectre brut ne représentent respectivement que 10,8 % et 9,5 % du recouvrement total. Ils sont alors riches en espèces mais occupent moins d'espace.

La figure 36 présente les spectres phytogéographiques brut et pondéré du groupement à *B. africana* et *L. flavida*. L'analyse de cette figure révèle que les espèces soudaniennes et soudano-zambésiennes apparaissent dans des proportions élevées du spectre brut avec respectivement 44,5 % et 28,5 %. Elles totalisent ainsi 73 % du spectre brut. Quant aux espèces à large distribution, elles sont faiblement représentées et occupent

6,5 % du spectre brut. L'analyse du spectre pondéré (figure 36), montre que les espèces soudaniennes sont beaucoup moins représentées avec 13,9 % du recouvrement total. Ce sont les espèces plurirégionales africaines qui déterminent la physionomie du groupement (65,6 % du recouvrement total). Les espèces à large distribution ont un faible recouvrement (4,9 %).

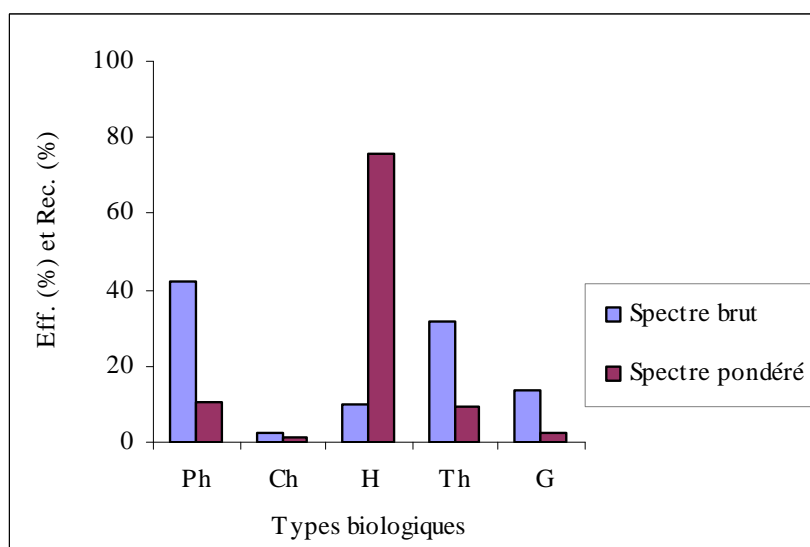


Figure 35 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Burkea africana* et *Loudetia flavida*

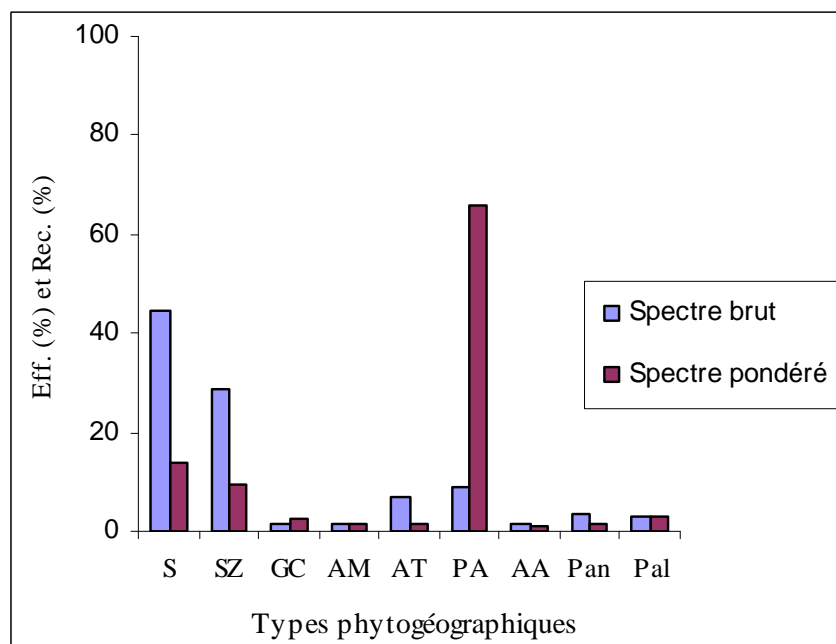


Figure 36 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Burkea africana* et *Loudetia flavida*

### 3.5.1.2.2- Groupements végétaux des formations situées sur les substrats à Rochers subaffleurants

La matrice analysée comprend 39 relevés et 218 espèces (ligneuses et herbacées). Le tableau XVI indique la CA appliquée à cette matrice. Les quatre premiers axes factoriels expliquent 27,2 % de la variance totale.

Tableau XVI : Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 39 relevés des formations situées sur les substrats à rochers subaffleurants

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeur propre	0,259	0,210	0,165	0,152	2,898
Pourcentage Cumulatif de Variance expliquée (%)	8,9	16,1	21,9	27,2	

La figure 37 présente la position relative de quatre groupes individualisés dans le plan formé par les axes 1 et 2. La classification hiérarchique des groupements sur gros blocs quartzitiques à anfractuosités est représentée sur le dendrogramme de la figure 38.

Le groupe (GII.1) de 16 relevés (Ko14, Ko15, Ko13, Ko17, Ko19, Ko11, Ko16, Ko12, Bo1, Bo2, Ko18, Ko9, Ko6, Ko3, Co5 et Ko2) est constitué de groupements des vieilles jachères de plus de 5 ans sur sols à texture limoneuse à sablo-limoneuse situés essentiellement dans la zone de Kotamongo.

Le groupe (GII.2) de 12 relevés (Ku10, Ku16, Ku13, Ku12, Ku14, Ku11, Ku9, Bo3, Bo2, Ku8, Ku6 et Ko1) est constitué de groupements des jeunes jachères (2 ans en moyenne) sur sols à texture sablo-limoneuse situés essentiellement dans la zone de Koussantikou.

Le groupe (GII.3) de 11 relevés (Bo10, Bo9, Bo7, Bo6, Bo5, Bo4, Be4, Be3, Bo8, Be2 et Be1) est constitué de groupements des mosaïques de champs et jachères de moins d'un an sur sols à texture sablo-limoneuse à limono-sableuse situés dans la zone de Boountaï et Bérésingou.

L'axe 1 met en évidence le niveau d'utilisation des milieux ; la partie négative réunit les groupements (GII.1 et GII.2) des espaces cultivés et laissés en friche (jachères d'au moins 2 ans) et la partie positive le groupement des espaces actuellement en culture (GII.3). L'axe 2 traduit la densité et la structure des groupements végétaux, la partie négative regroupant les groupements les plus denses.

Les groupes 1, 2 et 3 représentent respectivement :

- le groupement à *Parinari curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp.
- le groupement à *Daniellia oliveri* et *Loudetia* spp.
- le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Andropogon gayanus*.

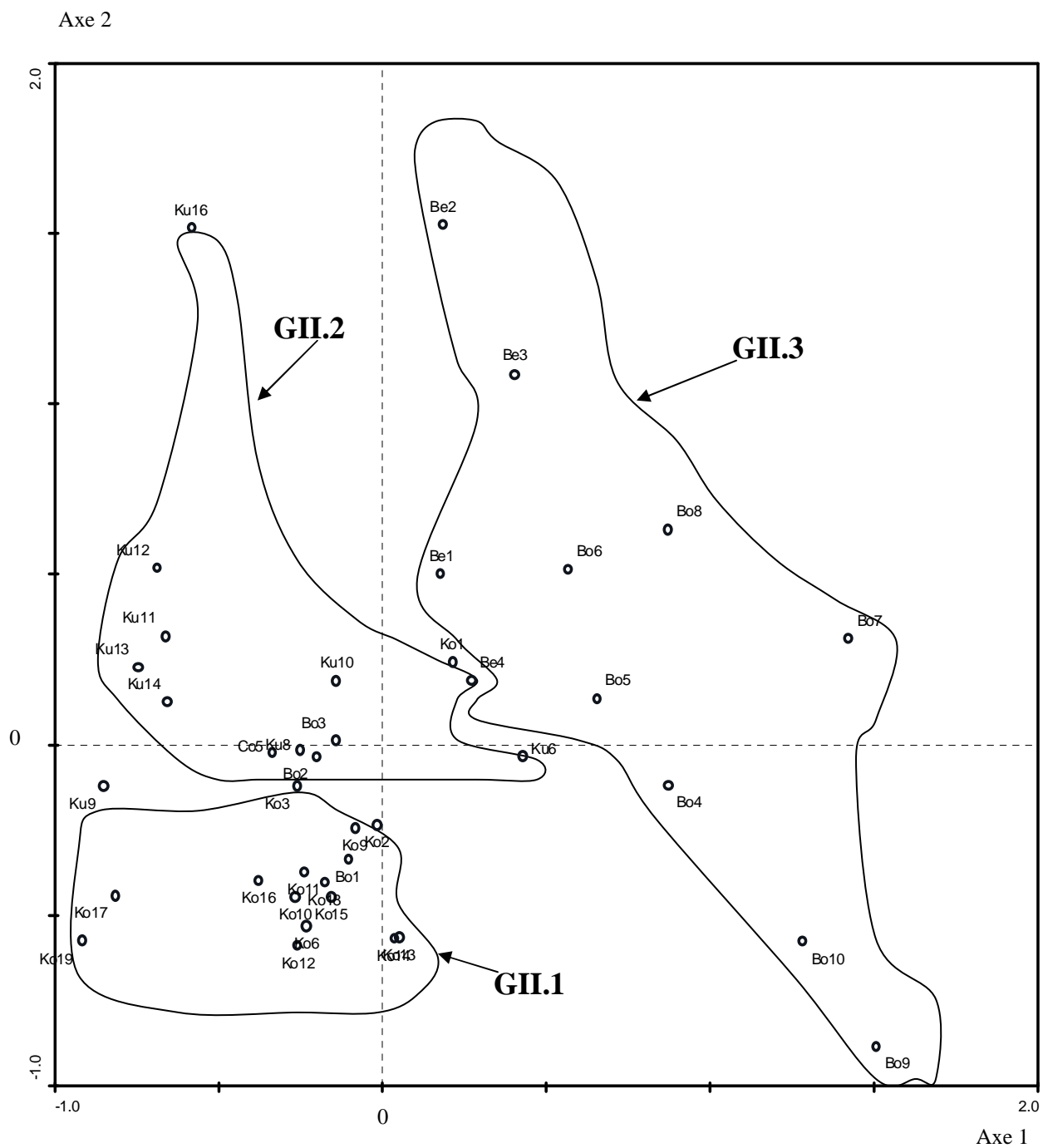


Figure 37 : Répartition des relevés de savanes arbustives dans le plan des axes 1 et 2

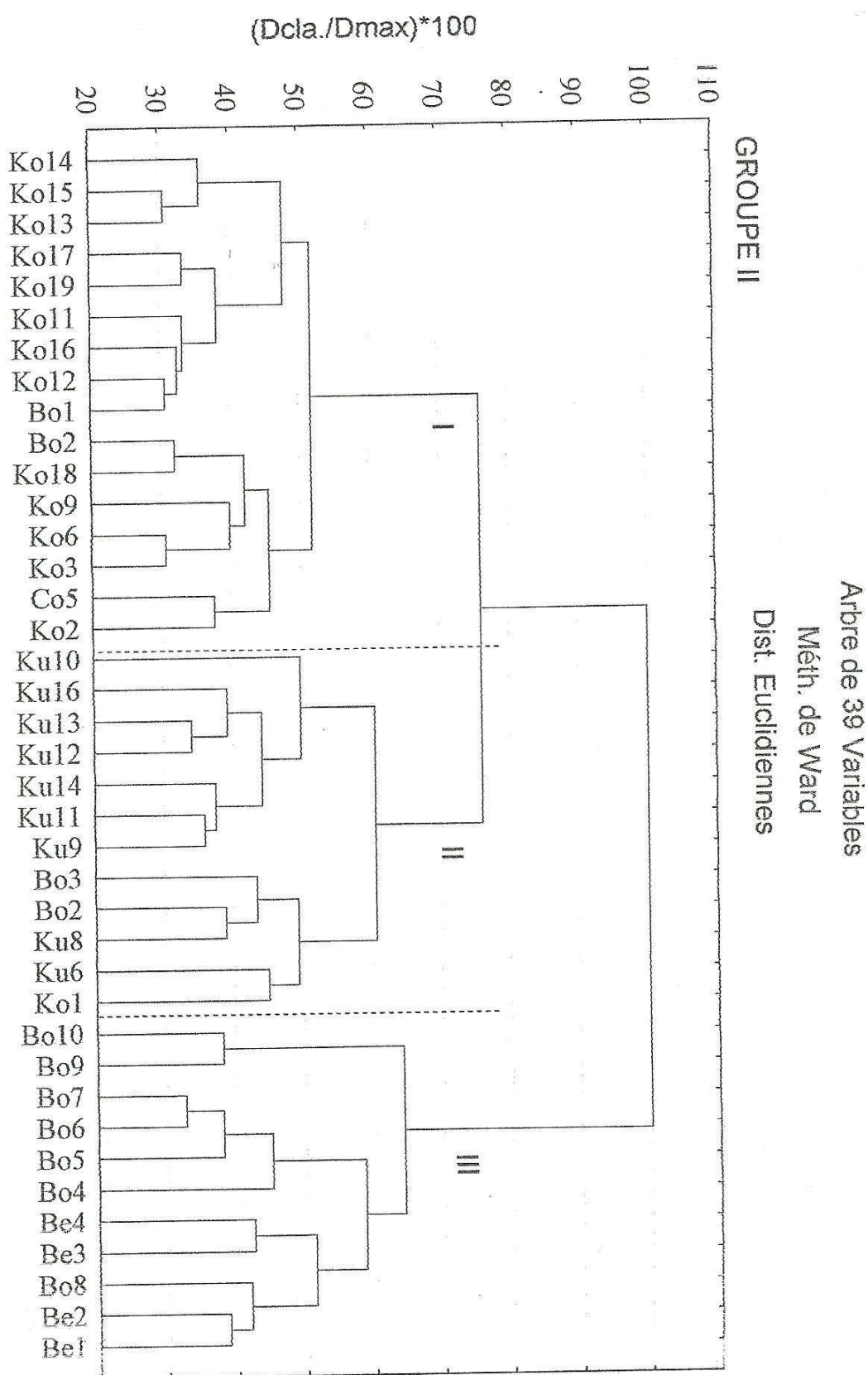


Figure 38 : Hierrarchisation Groupe II



## Description des groupements végétaux

De façon générale, ces groupements sont postcultureux et sont fréquentés par les troupeaux transhumants de saison sèche. Ils sont identifiés sur les bas de versants, les hauts de versants et les sommets.

De façon particulière :

- le groupement à *Parinari curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp. est plus localisé sur les hauts de versants.

Du point de vue physiologique, deux strates sont distinguées :

- la strate arbustive, de 2 à 6 m de hauteur, comprend les espèces comme *Parinari curatellifolia*, *Daniellia oliveri*, *Pteleopsis suberosa*, *Detarium microcarpum*, *Annona senegalensis*, etc. ;
- la strate inférieure, de moins de 2 m de hauteur, généralement bien fournie pendant la saison pluvieuse est composée des espèces comme *Hyparrhenia* spp., *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum*, *Loudetia* spp., etc.

La figure 39 présente les spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *P. curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp. Elle révèle, pour le spectre brut, la prédominance des phanérophytes (52,8 %) et des thérophytes (27,7 %). Ensuite, viennent les hémicryptophytes (13,9 %). Quant aux chaméphytes et géophytes, ils sont faiblement représentés et occupent chacun 2,8 % du spectre brut. La tendance de prédominance est maintenue pour les thérophytes et les phanérophytes qui font respectivement à 45,9 % et 28,2 % du recouvrement total. Les hémicryptophytes qui sont faiblement représentés au niveau du cortège floristique, ont un fort taux de recouvrement (23,5 % du recouvrement total). Quant aux chaméphytes et géophytes, ils totalisent de faible taux de recouvrement (1,2 % du recouvrement total pour chacun).

Le spectre phytogéographique brut du groupement (figure 40), indique la prépondérance des espèces soudaniennes (36,1 %) et des espèces soudano-zambésiennes

(24,5 %). Les espèces à large distribution sont les moins représentées (8,5 %). L'analyse du spectre pondéré (figure 40), révèle que les espèces soudaniennes ont le plus fort taux de recouvrement (49 %). Elles sont suivies des soudano-zambésiennes (22,2 %) et plurirégionales africaines (16,4 %). Les espèces à large distribution occupent 3,8 % du recouvrement total.

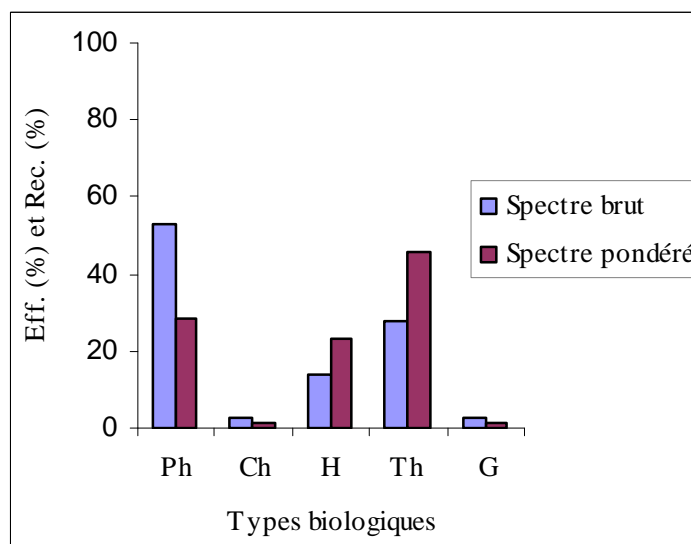


Figure 39 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Parinari curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp.

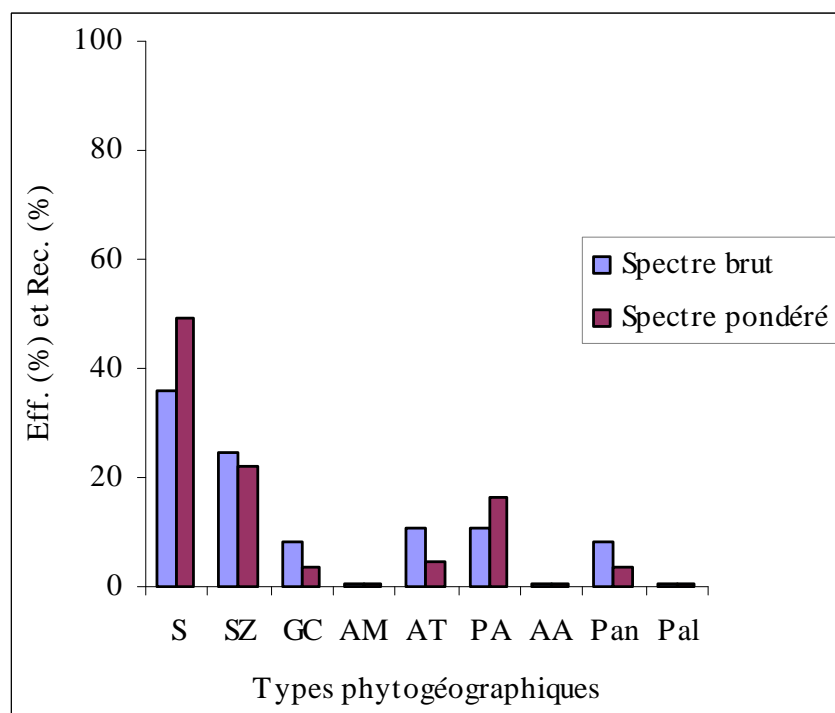
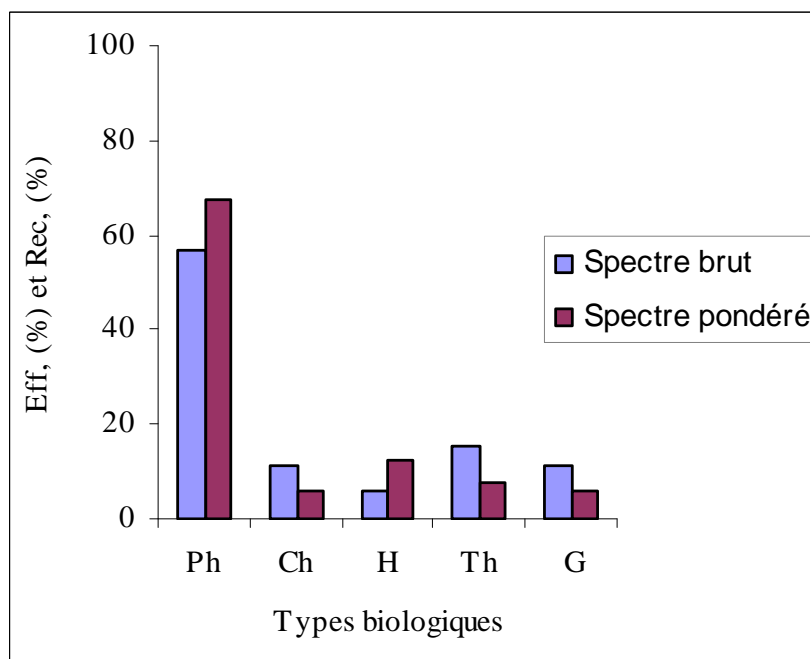


Figure 40 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Parinari curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp.

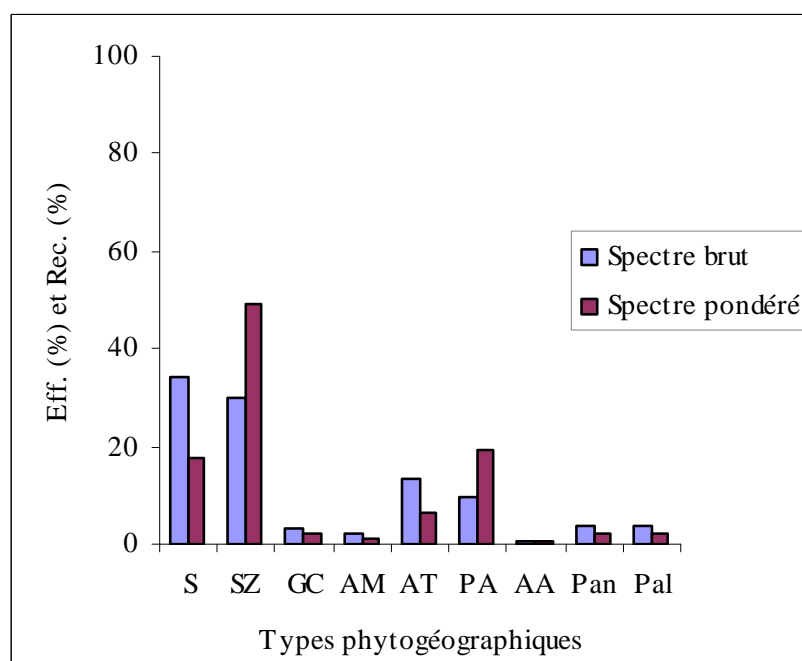
- le groupement à *Daniellia oliveri* et *Loudetia* spp. est plus localisé sur les bas de versants et les hauts de versants. Il est généralement structuré en deux strates.
- la strate arbustive, de 1 à 4 m de hauteur, comprend est constituée essentiellement des recrûs ligneux comme *Daniellia oliveri*, *Pteleopsis suberosa*, *Burkea africana*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Pterocarpus erinaceus*, *Combretum collinum* ;
- la strate basse (moins de 1 m de hauteur), son cortège floristique comporte les espèces comme *Loudetia* spp., *Spermacoce* spp., *Andropogon* spp., *Pandiaka involucrata*, etc.

La figure 41 présente les spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *D. oliveri* et *Loudetia* spp. L'analyse de cette figure montre que les phanérophytes sont les plus représentés avec 56,6 % du spectre brut. Ensuite, viennent les thérophytes (15,1 %), suivis des chaméphytes et géophytes qui représentent chacun 11,3 % du spectre brut. Quant aux hémicryptophytes, ils sont les moins représentés (5,7 % du spectre brut). Le spectre pondéré montre aussi la nette dominance des phanérophytes. Ce sont ces derniers qui déterminent la physionomie du groupement avec une contribution au recouvrement total s'élevant à 67,6 %. Les autres types biologiques apportent une faible contribution dans le recouvrement du sol. Ainsi, les hémicryptophytes représentent 12,7 % du spectre pondéré, les thérophytes 7,8 %, les géophytes 5,9 % et les chaméphytes 5,9 %.

La figure 42 présente les spectres phytogéographiques brut et pondéré du groupement à *D. oliveri* et *Loudetia* spp. Elle révèle pour le spectre brut, la prépondérance des espèces soudaniennes (34 %) et soudano-zambésiennes (30,2 %). Les espèces à large distribution sont les moins représentées (7,5 %). L'analyse du spectre pondéré montre, par contre, la nette dominance des espèces soudano-zambésiennes (49 %). Viennent, après les espèces plurirégionales africaines (19,4 %), suivies des espèces soudaniennes (17,6 %). Les espèces de l'élément base et à large distribution sont peu représentées avec respectivement 17,6 % et 4 % du recouvrement total.



**Figure 41** : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Daniellia oliveri* et *Loudetia* spp.



**Figure 42** : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Daniellia oliveri* et *Loudetia* spp.

- le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Andropogon gayanus*. Il est le plus ouvert des groupements identifiés sur les chaînons étudiés et est généralement structuré en deux strates.
  - la strate arbustive comprend les espèces de recrûs de 4 m de hauteur. Les espèces fréquemment rencontrées sont essentiellement : *Vitellaria paradoxa*, *Daniellia oliveri* et *Annona senegalensis*. Elles sont associées parfois à des pieds isolés de *Parkia biglobosa* ;
  - la strate herbacée, d'un mètre de hauteur, comporte de nombreuses espèces dont les plus fréquentes sont les graminées comme *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia involucrata*, etc..

Les spectres brut et pondéré des types biologiques du groupement à *V. paradoxa* et *A. gayanus* (figure 43) révèlent une prépondérance des thérophytes aussi bien en terme d'effectif (55,6 % du spectre brut) qu'en terme de recouvrement (89,6 % du spectre pondéré). *A. gayanus* contribue à elle seule pour 68,5 % du recouvrement total. Les phanérophytes relativement importantes au niveau du spectre brut (36,6 %) ne contribuent que pour 8,9 % du recouvrement total. Les autres formes de vie sont peu représentées, aussi bien au niveau du cortège floristique qu'au niveau de la physionomie du groupement. Il s'agit des géophytes, des hémicryptophytes et les chaméphytes qui représentent respectivement 7,2 %, 0,5 % et 0,1 % du spectre brut et 0,9 %, 0,5 % et 0,1 % du spectre pondéré.

Le spectre phytogéographique du groupement à *V. paradoxa* et *A. gayanus* (figure 44) révèle la prédominance des espèces pantropicales, soudano-zambésiennes et soudaniennes avec respectivement 34,5 % ; 21,9 % et 21,7 % du spectre brut. L'analyse du spectre pondéré (figure 44), montre la dominance des espèces pantropicales (80 % du recouvrement total). Les autres types totalisent, chacun, de faible taux de recouvrement du sol. Ainsi, les espèces soudano-zambésiennes font un recouvrement de 7,5 %, les espèces

soudaniennes (3,3 %) et les espèces des autres types phytogéographiques font 3,5 % de recouvrement.

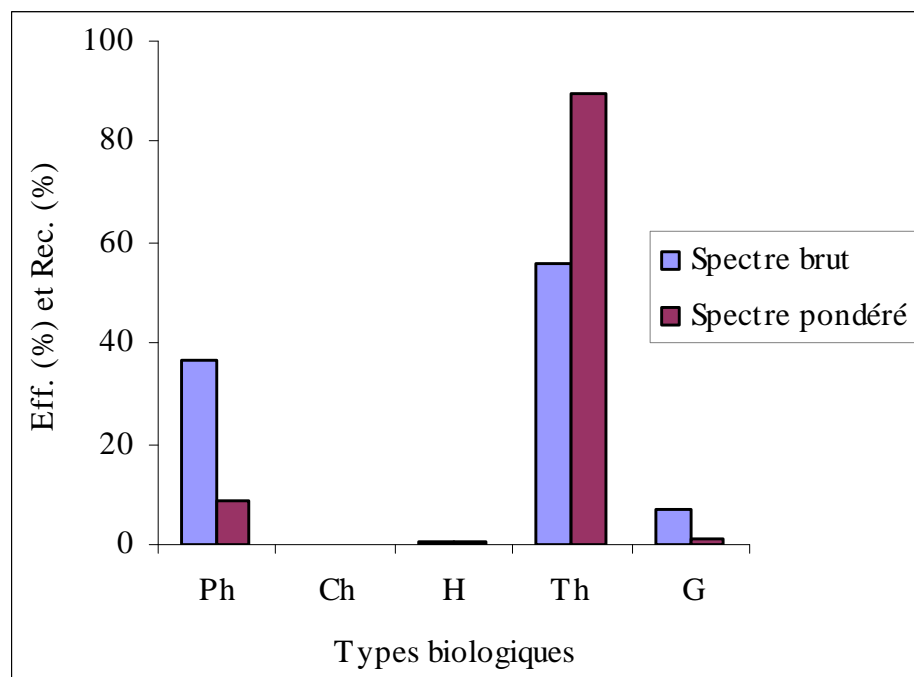


Figure 43 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Andropogon gayanus*

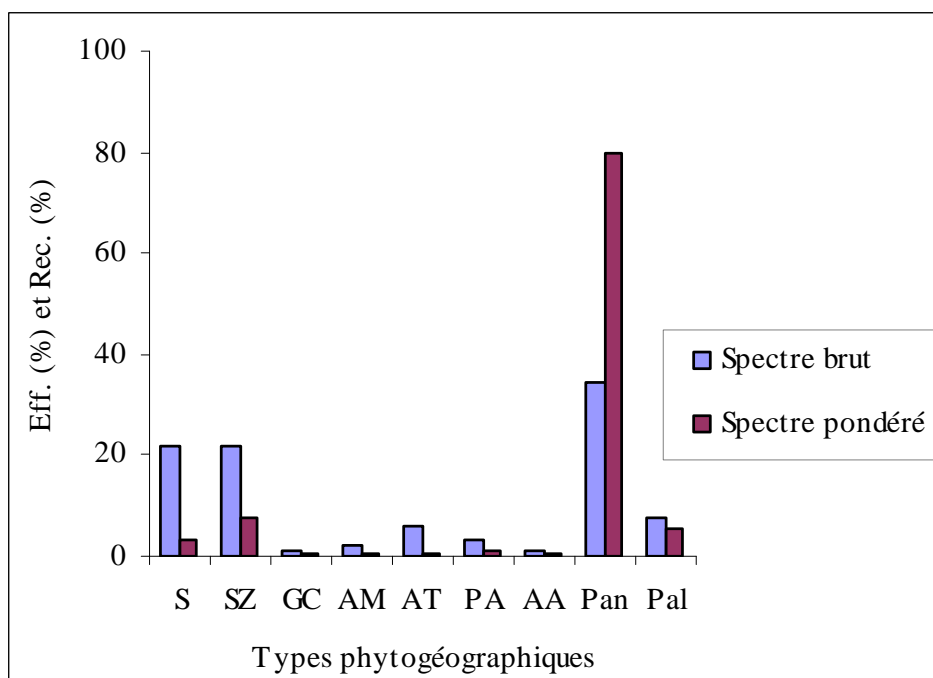


Figure 44 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Andropogon gayanus*

### 3.5.1.2.3- Groupements végétaux des formations situées sur les sols sablo-gravillonnaires cuirassés

La matrice analysée comprend 49 relevés et 218 espèces (ligneuses et herbacées). Le tableau XVII indique la CA appliquée à cette matrice. Les quatre premiers axes factoriels expliquent 22,8 % de la variance totale.

Tableau XVII : Valeurs propres et pourcentage de variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 49 relevés des formations situées sur les sols sablo-gravillonnaires cuirassés

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeur propre	0,271	0,221	0,205	0,178	3,839
Pourcentage Cumulatif de Variance expliquée (%)	7,0	12,8	18,1	22,8	

La figure 45 présente la position relative de quatre groupes individualisés dans le plan formé par les axes 1 et 2. La classification hiérarchique des groupements sur gros blocs quartzitiques à anfractuosités est représentée sur le dendrogramme de la figure 46.

Le groupe (GIII.1) de 30 relevés (Co11, Kg10, Kg4, Ku7, Kg6, Kg2, Kg3, Kt13, Kg9, Co4, Kg8, Kg7, Kg1, Co10, Co9, Co8, Co7, Co6, Ku4, Co2, Co3, Co1, Be12, Be11, Be10, Be9, Be8, Be7, Be6 et Be5) est constitué de groupements des savanes arborées à arbustives sur sols à texture sablo-gravillonnaires cuirassées nettement inférieures à 50 % situé dans la zone de Bérésingou et Coukouantonbigou.

Le groupe (GIII.2) de 19 relevés (Ko5, Ko4, Ko7, Ko8, Pr15, Pr14, Pr13, Pr12, Pr11, Pr10, Pr9, Pr8, Pr7, Pr2, Pr6, Pr5, Pr4, Pr3 et Pr1) est constitué de savanes arbustives sur sols à texture sablo-gravillonnaires nettement supérieures à 50 % localisé essentiellement dans la zone de Perma.

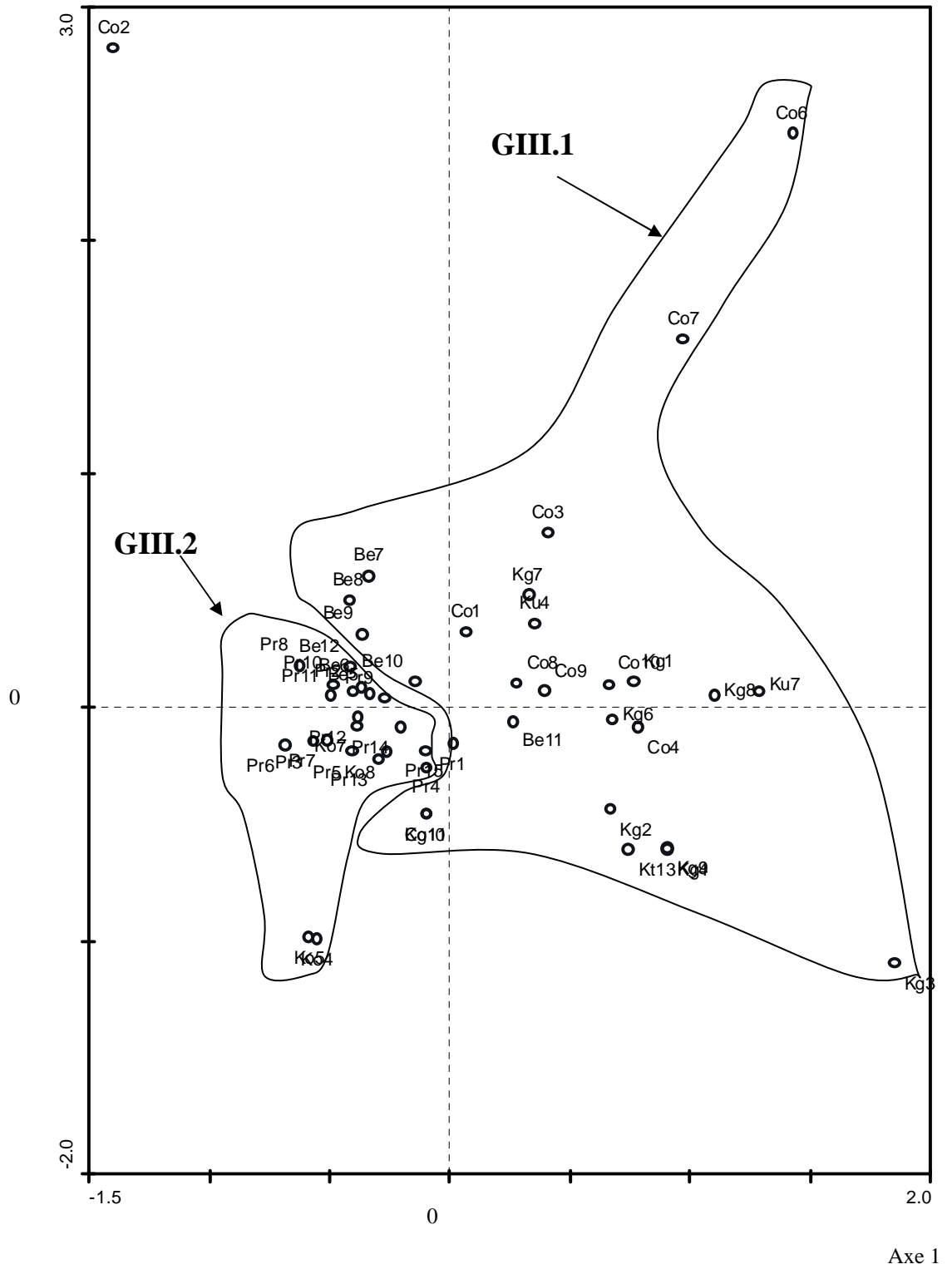
L'axe 1 met en évidence le niveau de cuirassement des milieux ; la partie positive réunit le groupement (GIII.1) des relevés situés sur les dalles de cuirasses avec un taux de

couverture nettement inférieur à 50 % et la partie négative le groupement (GIII.2) des relevés situés sur les dalles de cuirasses à taux de couverture nettement supérieur à 50 %. Cet axe peut être alors celui des facteurs édaphiques, alors que l'axe 2 traduit la densité et la structure, la partie négative regroupant les groupements les moins denses.

Les groupes 1 et 2 représentent respectivement :

- le groupement à *Crossopteryx febrifuga* et *Cochlospermum planchonii* ;
- le groupement à *Pteleopsis suberosa* et *Loudetia flavida*.





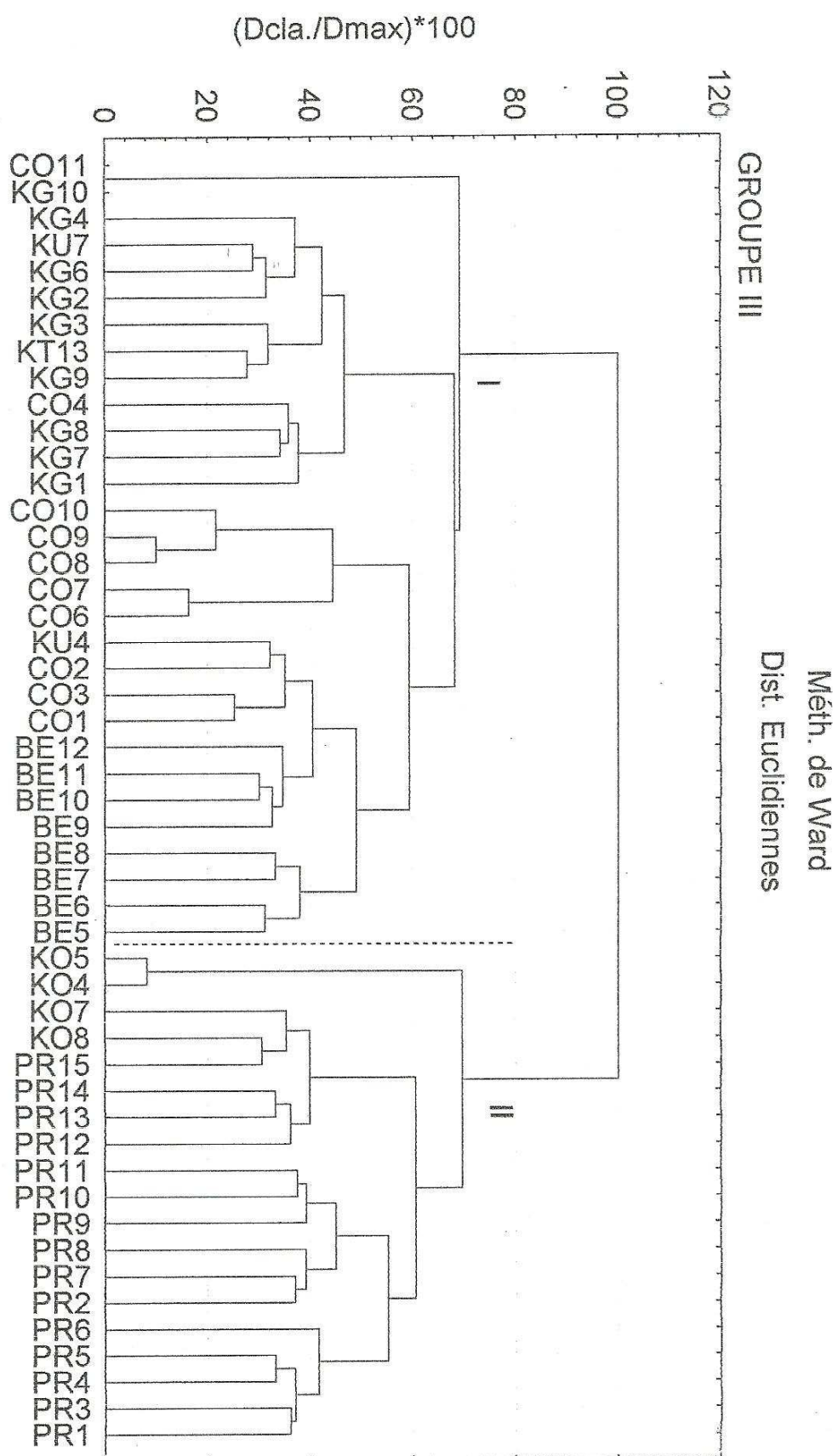


Figure 46 : Hierrarchisation du groupe III

## Description des groupements végétaux

De façon générale, ces groupements sont repertoriés dans toutes les positions topographiques (bas de versants, haut de versants et sommets). Ils sont caractéristiques des terrains cuirassés sablo-gravillonnaires.

De façon particulière :

- le groupement à *Crossopteryx febrifuga* et *Cochlospermum planchonii* est le plus observé sur les dalles de cuirasses à faible perméabilité.

Du point de vue physiologique, deux strates sont distinguées :

- la strate arbustive, de 2 à 7 m de hauteur, est composée des espèces comme *Crossopteryx febrifuga*, *Pteleopsis suberosa*, *Burkea africana*, etc. ;
- la strate inférieure, de moins de 2 m de hauteur, est composée de : *Cochlospermum planchonii*, *Loudetia* spp., *Hyparrhenia* spp., *Tephrosia* spp., *Spermacoce* spp., etc.

La figure 47 présente les types biologiques brut et pondéré du groupement à *C. febrifuga* et *C. planchonii*. Son spectre brut montre que les phanérophytes et les thérophytes sont les formes de vie qui dominent avec respectivement 55,6 % et 22,2 % des espèces. Les autres types biologiques (chaméphytes, géophytes et hémicryptophytes) sont faiblement représentés et occupent respectivement 11,1 % ; 7,4 % et 3,7 %. L'analyse du spectre pondéré indique aussi la prédominance des phanérophytes et des thérophytes avec respectivement 56,8 % et 36,8 % du recouvrement total. Ces types biologiques sont alors aussi fournis en espèces qu'en recouvrement. Quant aux chaméphytes, géophytes et hémicryptophytes, ils contribuent faiblement au recouvrement total et occupent respectivement 3,2 % ; 2,1 et 1,1 %.

La figure 48 présente les spectres phytogéographiques brut et pondéré du groupement à *C. febrifuga* et *C. planchonii*. Elle indique pour le spectre brut, une dominance des espèces soudaniennes (44,4 %), suivies des espèces soudano-zambésiennes (25,9 %). Ces deux types phytogéographiques font 70,3 % du spectre brut. Quant aux

espèces à large distribution, elles sont faiblement représentée et occupent 7,5 % du spectre brut. En ce qui concerne le spectre pondéré, c'est plutôt les espèces afro-tropicales et plurirégionales africaines qui sont les mieux fournies avec respectivement 33,5 % et 31,6 % du recouvrement total. Les espèces soudaniennes font 17,3 % du recouvrement total. Les espèces à large distribution recouvrent faiblement (2,3 % du recouvrement total).

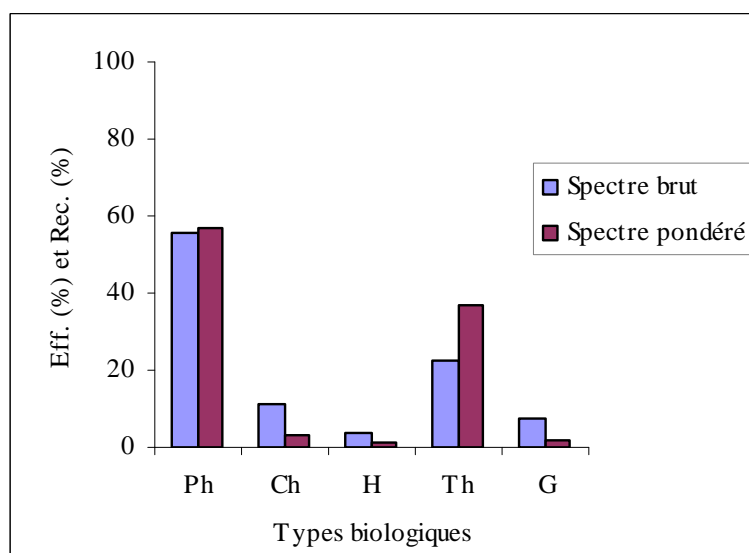


Figure 47 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Crossopteryx febrifuga* et *Cochlospermum planchonii*

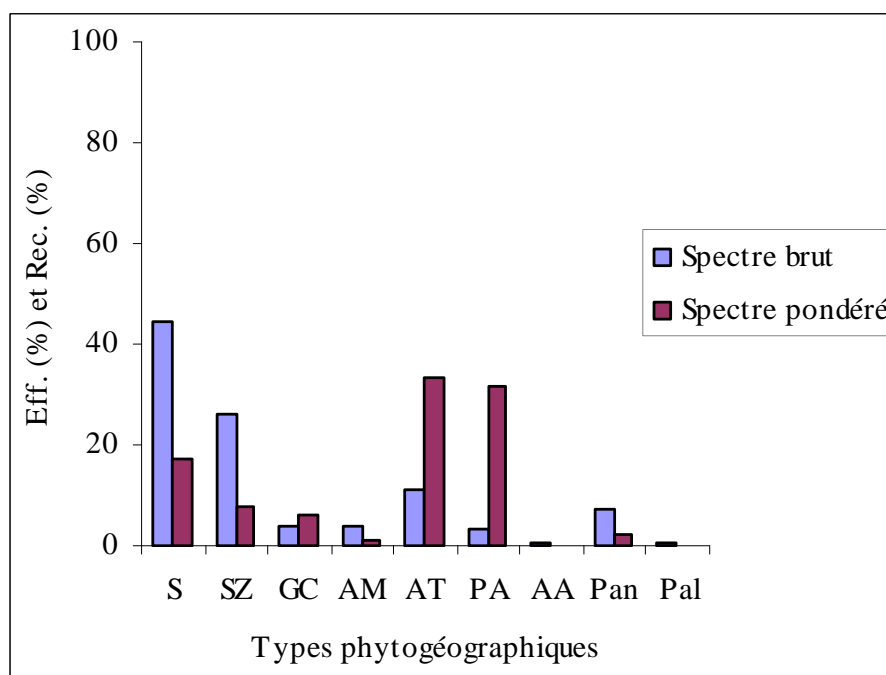


Figure 48 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Crossopteryx febrifuga* et *Cochlospermum planchonii*

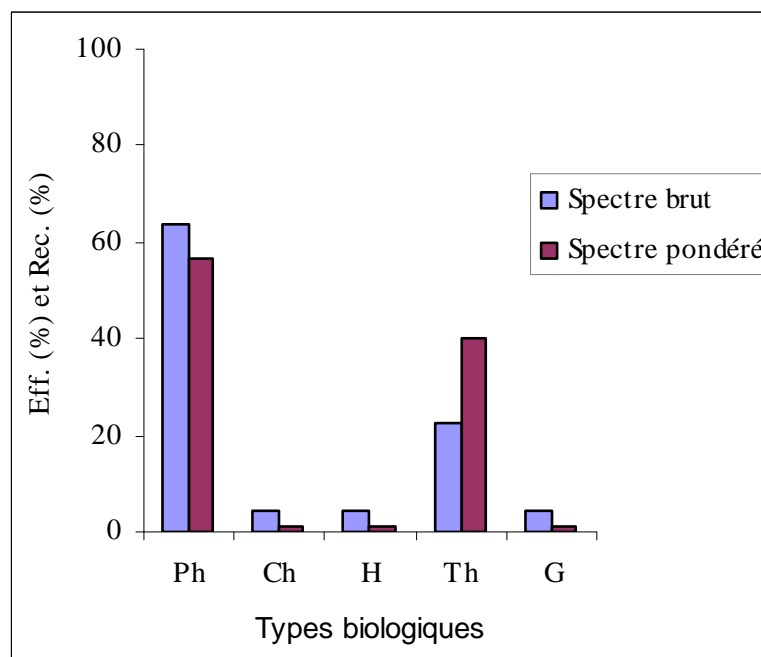
- le groupement à *Pteleopsis suberosa* et *Loudetia flavida* caractérise les sites à taux de cuirasse élevé et à perméabilité très limitée.

Il est généralement structuré en deux strates. La strate arbustive, de 2 à 5 m de hauteur, comprend des espèces caractéristiques telles que *Pteleopsis suberosa*, *Parinari curatellifolia*, *Strychnos spinosa*. La strate inférieure, de moins de 2 m de hauteur, est composée des espèces comme *Loudetia flavida*, *Spermacoce* spp, *Aspilia* spp, *Cochlospermum planchonii*, *Cochlospermum tinctorium*, etc.

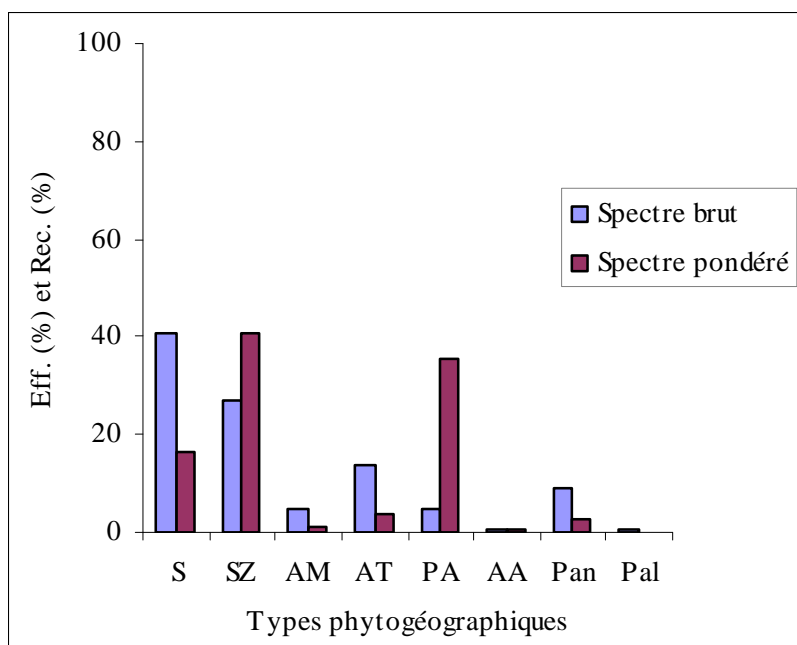
La figure 49 présente les types biologiques brut et pondéré du groupement à *P. suberosa* et *L. flavida*. Le spectre brut montre que les phanérophytes et les thérophytes sont les plus représentés. Ils représentent respectivement 63,8 % et 22,7 % du spectre brut, soit au total 86,5 % pour ces deux types biologiques. Les autres types biologiques (chaméphytes, géophytes et hémicryptophytes) sont faiblement représentés et occupent chacun 4,5 % du spectre brut. L'analyse du spectre pondéré montre que la prédominance des phanérophytes et des thérophytes est maintenue. Ils font respectivement 56,5 % et 39,9 % du recouvrement total. Quant aux chaméphytes, géophytes et hémicryptophytes, ils sont peu fournis et occupent chacun 1,2 % du recouvrement total.

La figure 50 présente les spectres phytogéographiques brut et pondéré du groupement à *P. suberosa* et *L. flavida*. Le spectre brut indique une dominance des espèces soudaniennes (40,5 % du spectre brut) et des espèces soudano-zambésiennes (22,7 % du spectre brut). Les autres types phytogéographiques sont peu représentés. L'analyse du spectre pondéré indique la dominance des espèces soudano-zambésiennes et plurirégionales africaines. Ils occupent respectivement 40,9 % et 35,3 % du recouvrement total. Les espèces soudaniennes non négligeables occupent 16,2 % du recouvrement total. Les à large distribution sont beaucoup moins représentées (2,6 % du recouvrement total).

Quant aux autres types phytogéographiques, ils sont faiblement représentés (5 % du recouvrement total).



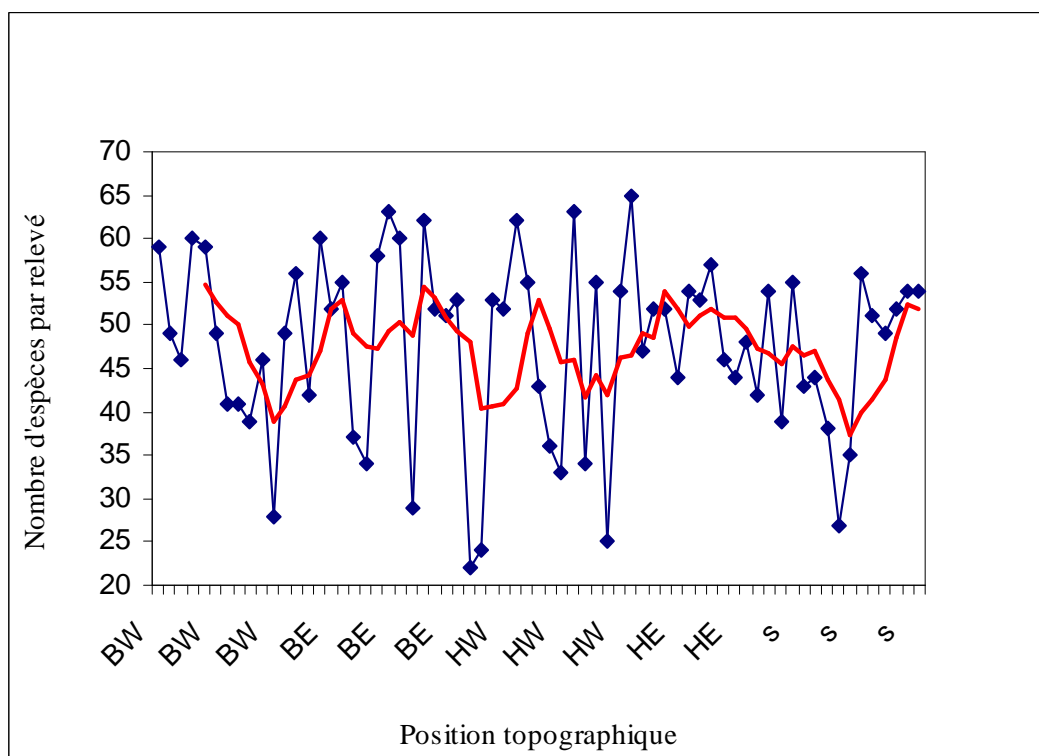
**Figure 49** : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à *Pteleopsis suberosa* et *Loudetia flavida*



**Figure 50** : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à *Pteleopsis suberosa* et *Loudetia flavida*

### 3.6 Relation richesse spécifique et exposition des versants

La figure 51 présente la répartition de la richesse des relevés en fonction de l'exposition des versants. L'analyse de cette figure montre que le nombre d'espèces par relevé varie en dents de scie et ceci quelles que soient la position topographique et l'exposition. Les différentes valeurs de richesse obtenues en fonction des expositions ne sont pas significativement différentes sur la base du test t au seuil de 5 % ( $p > 0,05$ ). Néanmoins, il faut noter l'aspect rabougri des espèces végétales sur les hauts de pente en exposition Est en période sèche. Les différentes valeurs obtenues s'ajustent à une évolution sinusoidale représentée sur la figure 51.



BW : Bas de pente en exposition Ouest ; BE : Bas de pente en exposition Est ;  
 HW : Haut de pente en exposition Ouest ; HE : Haut de pente en exposition Est ; S : Sommet.

Figure 51 : Répartition de la richesse des relevés en fonction de l'exposition des versants

### 3.7 Relation richesse spécifique et pourcentage de terres cultivables

La figure 52 présente la répartition de la richesse des relevés en fonction du pourcentage de terres cultivables au niveau des placeaux. Il y a une corrélation positive entre richesse des relevés et pourcentage de terres cultivables ( $R^2 = 0,94$  ;  $p = 0,01$ ). Les relevés des sites à rochers subaffleurements (recouverts de sol) et des gros blocs dénudés avec des anfractuosités présentent les nombres d'espèces végétales les plus élevés. Par contre, les relevés effectués sur des sites à fort pourcentage de dalles cuirassées et de plaques rocheuses affleurantes sans anfractuosités sont pauvres en espèces végétales.

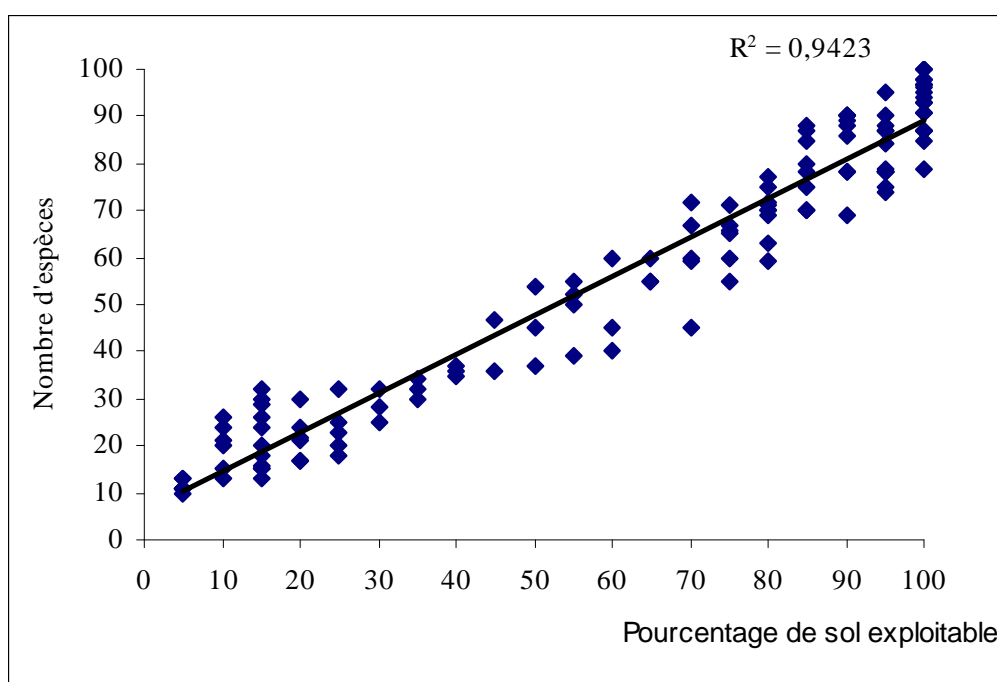


Figure 52 : Relations entre richesse floristique et pourcentage de terres cultivables

### 3.8 Quantification de l'éclaircissement des chaînons étudiés

La lumière joue un rôle capital dans le déroulement de nombreux processus biologiques fondamentaux qui affectent les chaînons étudiés. L'éclaircissement sur les desdits chaînons intervient par son intensité qui conditionne l'activité photosynthétique ; la durée qui contrôle le phénomène de la floraison.



Le tableau XVIII présente les différentes mesures prises sur les chaînons étudiés.

Tableau XVIII : Variation des mesures d'éclairément

Position topographique	Heure des mesures	Alti (m)	Exposition		Sol		Végétation		Moyenne de Qté lumière	
			Qté lumière (lux)		E	W	E	W	E	W
			E	W						
Haut de pente	12 h 45	420	113300	97500	A / L	S / L	sa	SA	60467	39067
	13 h 00		46100	10700						
	13 h 15		22000	9000						
Sommet	15 h 00	490	16000		Sablo / limoneux	Savane arbustive			39067	
	15 h 15		18000							
	15 h 30		14000							
Bas de pente	15 h 45	225	13100	93000	S / L	S / L	SA	sa	10267	77667
	16 h 00		9100	72000						
	16 h 15		8600	68000						
Sommet	10 h 30	450	84000		Sablo / gravillonnaire	Savane arbustive			77667	
	10 h 45		90800							
	11 h 00		91800							
Haut de pente	11 h 15	360	47800	114500	S / L	S / L	Sb	sh	66133	112333
	11 h 30		59800	105000						
	11 h 45		90800	117500						
Bas de pente	12 h 00	210	3100	101600	L / A	S / L	Sb	sa	4533	107567
	12 h 15		4700	108100						
	12 h 30		5800	113000						
Sommet	11 h 00	479	10000		Limono / sableux	Savane arborée			107567	
	11 h 15		28500							
	11 h 30		30900							
Haut de pente	11 h 45	425	46100	25600	L / A	S	Mcj	SA	47267	22533
	12 h 00		53500	26800						
	12 h 15		42200	15200						
Bas de pente	12 h 30	215	18300	17400	L / S	S / Gr	sh	SA / sh	27267	24767
	12 h 45		38500	30700						
	13 h 00		25000	26200						

Source : Travaux terrain, 2001-2002

Qté : quantité ; Alti : Altitude ; lux : luxmètre (unité de mesure) ; E : est ; W : ouest ; S : Sableux ; L : Limoneux ; A : Argileux ; Gr : garvillon ; Sb : Savane boisée ; SA : Savane arborée ; sa : Savane arbustive ; Mcj : Mosaïque de culture et jachère ; sh : Savane herbeuse.

L'analyse des données du tableau XVIII montre que la quantité d'éclairément reçue au niveau des différents chaînons est liée à la nature des formations végétales. L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative au seuil de 5 % ( $p = 0,72$ ) entre les valeurs d'éclairément obtenues en fonction de l'exposition Est ou Ouest (test t). Les

quantités obtenues varient de 22533 lux à 112333 lux. Les valeurs sont faibles dans les formations boisées (4533 lux) en exposition Est dans une position de bas de pente, et relativement élevées (107567 lux) dans une formation arbustive en exposition Ouest dans la même position topographique.

### **3.9 L'évolution des pré-sols des chaînons étudiés**

L'évolution des pré-sols tient compte des processus de formation et des facteurs naturels et anthropiques qui interviennent dans la dégradation et l'érosion desdits sols.

La formation des pré-sols est essentiellement liée à l'altération des roches mères qui, pour la plupart, sont métamorphiques (quartzite, pegmatites, etc.).

Les pertes de pré-sols formés sont observées le long de tous les transects étudiés. Les quantités de matières en mouvement des sommets vers les bas de versants varient selon la position topographique, la nature de la roche et la force de l'agent d'érosion (vent ou eau) dans beaucoup de cas. Les moyennes en épaisseur de départ de matériaux figurent dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Epaisseur moyenne de pré-sols érodés

Position topographique et type d'utilisation		<i>Catégories de pentes (%) par année</i>								
		0-5	5-10	10 et +	0-5	5-10	10 et +	0-5	5-10	10 et +
		<i>Epaisseur des présols érodés par catégorie de pentes (cm)</i>								
		1 <sup>ère</sup> année 2001			2 <sup>ème</sup> année 2002			3 <sup>ème</sup> année 2003		
Les bas de pente Ouest	Cultivés	1	1,5	2	1,2	1,8	2,3	1,6	2,1	3,5
	Non cultivés	0,5	1	1,5	0,8	1,5	1,7	1,2	1,8	1,9
Les bas de pente Est	Cultivés	1,2	1,4	2,5	1,4	1,7	3,8	1,5	2,1	4,5
	Non cultivés	0,5	1	1,7	1	1,4	1,9	1,3	1,7	2,1
Les hauts de pente Ouest	Cultivés	1,5	2,5	3,4	3	4,8	5,5	4,5	7,5	8,5
	Non cultivés	1	1,5	2	1,5	2	2,5	4,5	2,5	2,7
Les hauts de pente Est	Cultivés	1,7	2,8	3,2	2	4,2	6,5	3,5	7,6	9,5
	Non cultivés	0,5	1,5	2	1,5	2,5	2,8	1,8	3	3
Les sommets	Cultivés	0,75	-	-	1	-	-	2,2	-	-
	Non cultivés	0,5	-	-	0,9	-	-	1,2	-	-

Source : Travaux terrain, 2001-2002 et 2003

De l'analyse du tableau XIX, il ressort que le départ de pré-sols est fonction de la position topographique, du type de pente et de l'utilisation du milieu. Ce départ est plus remarquable sur les hauts de versant où les épaisseurs mesurées varient de 1 à 9,5 cm,

ensuite les bas de versants avec des mesures allant de 0,5 à 4,5 cm d'épaisseur et enfin, les sommets avec des épaisseurs variant sensiblement entre 1 et 2 cm. Par ailleurs, il faut noter que les activités anthropiques le long des transects en des positions topographiques données ont contribué à la dégradation des formations végétales denses, et par conséquent à l'accélération des pertes de pré-sols. Les différentes épaisseurs de pertes de pré-sols obtenues sur les bas de pente en exposition Ouest (cultivés ou non cultivés) sont significativement différentes sur la base d'un test t au seuil de 5 % ( $r = 0,8$  ;  $p = 0,003$ ). Il en est de même pour les positions de bas de pente en exposition Est (cultivés ou non cultivés), les hauts de pente en exposition Ouest (cultivés ou non) et les hauts de pente en exposition Est (cultivés ou non cultivés). Les valeurs de r et p respectivement obtenues pour ces positions topographiques sont : ( $r = 0,8$  ;  $p = 0,003$ ), ( $r = 0,9$  ;  $p < 0,01$ ) et ( $r = 0,67$  ;  $p = 0,045$ ). Par contre les valeurs de pertes de pré-sols obtenues pour les différents types de sommets ne le sont pas ( $p = 79$  %).

Le tableau XX présente les épaisseurs moyennes annuelles de pré-sols érodés au niveau des chaînons de l'Atacora.

Tableau XX : Moyenne annuelle d'épaisseur de pré-sols érodés

Position topographique et type d'utilisation		Moyenne annuelle d'épaisseur de pré-sols érodés (cm)	TOTAL (cm)
Les bas de pente Ouest	Cultivés	0,5 ± 0,4	0,8
	Non cultivés	0,3 ± 0,1	
Les bas de pente Est	Cultivés	0,5 ± 0,4	0,8
	Non cultivés	0,3 ± 0,1	
Les hauts de pente Ouest	Cultivés	2,2 ± 0,6	3,1
	Non cultivés	0,9 ± 1,1	
Les hauts de pent Est	Cultivés	2,2 ± 1,3	2,8
	Non cultivés	0,6 ± 0,4	
Les sommets	Cultivés	0,7 ± 0,7	1,1
	Non cultivés	0,4 ± 0,1	
<b>TOTAL</b>			<b>8,6</b>

Source : Travaux terrain, 2001-2003

De l'analyse des données du tableau XX, il ressort qu'en moyenne 8,6 cm d'épaisseur de pré-sols s'érodent chaque année sur les chaînons de l'Atacora ce qui

correspond à  $860 \text{ m}^3 / \text{ha}$  de perte de terre par an pour une hauteur moyenne annuelle de 1310 mm de pluie.

### **3.10 Conclusion partielle**

La structure des chaînons révèle plusieurs types de facettes topographiques (sommets, versants et de bas de versants). La répartition des formations végétales sur ces facettes n'est pas seulement fonction de la position topographique, mais aussi des facteurs anthropiques (degré de perturbation des milieux) et édaphiques (nature et structure des formations pédologiques et géologiques). Au total trois grands ensembles de groupements ont été identifiés :

- l'ensemble regroupant les relevés effectués sur les terrains à gros blocs dénudés présentant des anfractuosités ;
- l'ensemble regroupant les relevés effectués sur les terrains à rochers subaffleurants très souvent perturbés compte tenu des profondeurs de terres cultivables ;
- l'ensemble des relevés situés sur les terrains à sols sablo-gravillonnaires cuirassés.

Le dispositif expérimental de mesures d'épaisseurs de pertes de pré-sols sur les chaînons indique des dépôts de sédiments le long de tous les transects étudiés et quelle que soit la position topographique.

Dans le cadre du présent travail, il s'agit non seulement de quantifier les épaisseurs de dépôt de sédiments, mais aussi d'analyser les états de surfaces et les différentes fonctions que jouent les écosystèmes saxicoles.

## **Chapitre 4 : DYNAMIQUE ET FONCTIONS DES FORMATIONS VEGETALES DES CHAINONS**

La dynamique des formations végétales est analysée à partir des zooms sur les états de surface réalisés à partir des photographies aériennes de 1975, la carte de végétation de 1994 et les photographies aériennes de 2003. Le tableau XXI en annexe présente l'évolution des superficies des différentes formes d'états de surface de 1975 à 2003.

### **4.1. Etat de surface en 1975**

La carte d'état de surface (figure 53 a) réalisée à partir des photographies aériennes de la mission Kenting de 1975 révèle une occupation structurée de la façon suivante :

- les galeries forestières qui longent par endroits les cours d'eau. Elles couvrent une superficie de 2025 ha et représentent 4,5 % de la superficie cartographiée ;
- les forêts claires et savanes boisées qui occupent une superficie de 3825 ha, soit 8,5 % de la même superficie ;
- les savanes arborées et arbustives couvrant une superficie de 24975 ha (55 %.). Elles occupent la majeure partie de la portion cartographiée ;
- les savanes arborées et arbustives saxicoles couvrent une superficie de 6840 ha et représentent 15,2 % de la portion cartographiée ;
- les savanes à emprise agricole qui couvrent 4860 ha et représentent 10,8 % ;
- les mosaïques de cultures et jachères qui couvrent 1800 ha et représentent 4 %.

### **4.2. Etat de surface en 1994**

La carte d'état de surface (figure 53 b) est réalisée à partir de l'exploitation de la carte de végétation réalisée par le CENATEL en 2000. Il ressort de l'analyse que l'état de surface est structuré de la façon suivante :

- les galeries forestières occupent une superficie de 787,5 ha (1,75 %) situées exclusivement sur deux affluents ;
- les forêts claires et savanes boisées couvrant une superficie de 2025 ha, soit 4,5 % de la même superficie ;
- les savanes arborées et arbustives, formations dominantes, occupant 16402,5 ha (36,45 %) ;
- les savanes arborées et arbustives saxicoles en régression couvrent une superficie de 6345 ha (14,1 %) ;
- les savanes à emprise agricole qui progressent considérablement et couvrent 3690 ha (8,2 ha) ;
- les mosaïques de cultures et jachères qui progressent également et couvrent 14625 ha (32,5 %).

#### **4.3. Etat de surface en 2003**

La carte d'état de surface (figure 53 c) réalisée à partir de l'interprétation des photographies aériennes de la mission AAP, 2003 permet d'identifier et de quantifier les différentes formes d'états de surface. Il ressort de l'analyse de la carte que, les formations végétales recensées en 2003 sont les mêmes que celles de 1975 et de 1994 mais avec une grande variation des superficies. Ainsi les formations végétales se répartissent de la manière suivante :

- les galeries forestières très localisées couvrent une superficie de 225 ha (0,5 %) ;
- les forêts claires et savanes boisées en régression considérable couvrant une superficie de 1350 ha (3 %) ;
- les savanes arborées et arbustives également en régression occupant 11880 ha (26,4 %) ;
- les savanes arborées et arbustives saxicoles en régression couvrent une superficie de 4770 ha (10,6 %) ;

- les savanes à emprise agricole en progression considérable couvrent 6075 ha (13,5 %) ;
- les mosaïques de cultures et jachères également en progression couvrent 19125 ha (42,5 %).

#### **4.4. Dynamique des formations végétales de 1975 à 1994**

De 1975 à 1994, les formations végétales ont connu des modifications sensibles. Les superficies des galeries forestières sont passées de 2025 ha à 787,5 ha soit une diminution de l'ordre de 61,1 % ; celles des forêts claires et savanes boisées de 3825 ha à 2025 ha soit une diminution de 47,1 %. Il en est de même pour les formations saxicoles qui sont passées de 6840 ha à 6345 ha (figure 54 a).

Par contre les mosaïques de cultures et jachères et les agglomérations ont vu respectivement leurs superficies passer de 1800 ha à 14625 ha et de 675 ha à 1125 ha (augmentation de l'ordre de 66,7 %).

L'évolution spatiale de ces formations est résumée par la figure 55. De façon générale, trois cas s'observent (figure 56) : la stabilité, la régression et la progression. La stabilité a concerné les portions dont la physionomie végétale n'a apparemment pas connu un changement au cours des différentes prises de vues aériennes (1975 et 1994). En ce qui concerne la régression, trois ordres de régression ont été enregistrés. La régression d'ordre 1 concerne les portions de galeries forestières de 1975 devenues savanes boisées en 1994, les portions de forêts claires et savanes boisées de 1975 transformées en savanes arborées et arbustives en 1994, les portions de savanes arborées et arbustives en 1975 et les portions de savanes arborées et arbustives saxicoles en 1975 devenues à emprise agricole en 1994. La régression d'ordre 2 est une forme de dégradation plus poussée au cours de la même période. Elle prend en compte les parties des galeries forestières de 1975 devenues savanes arborées et arbustives en 1994, les parties de forêts claires et savanes boisées de 1975 devenues savanes à emprise agricole en 1994 et les parties des savanes arborées et



arbustives saxicoles ou non de 1975 transformées en mosaïque de cultures et jachères en 1994. La régression d'ordre 3 est la forme très poussée de la dégradation. Elle concerne les portions de galeries forestières en 1975 devenues savanes à emprise agricole en 1994. Les variations très prononcées (figures 39) surtout au niveau des savanes arborées – arbustives et mosaïques de cultures et jachères témoignent du degré de perturbation et de l'absence d'homogénéité au sein de ces formations.

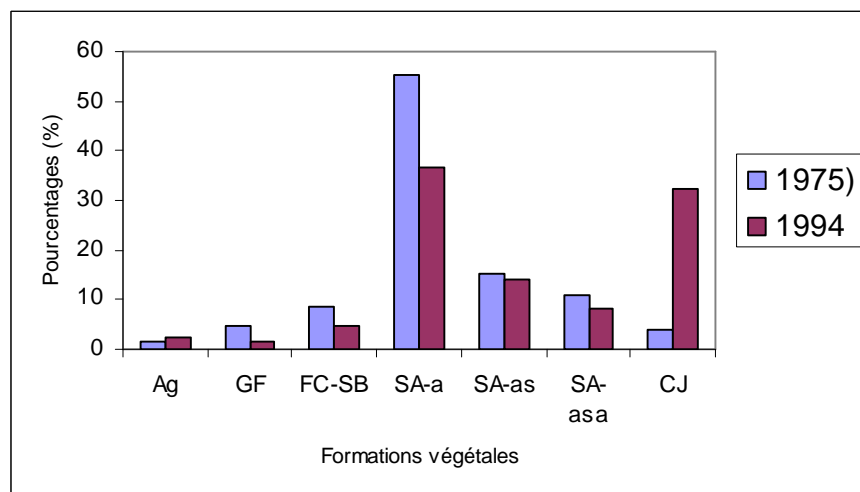


Figure 55 : Evolution des formations végétales de 1975 à 1994

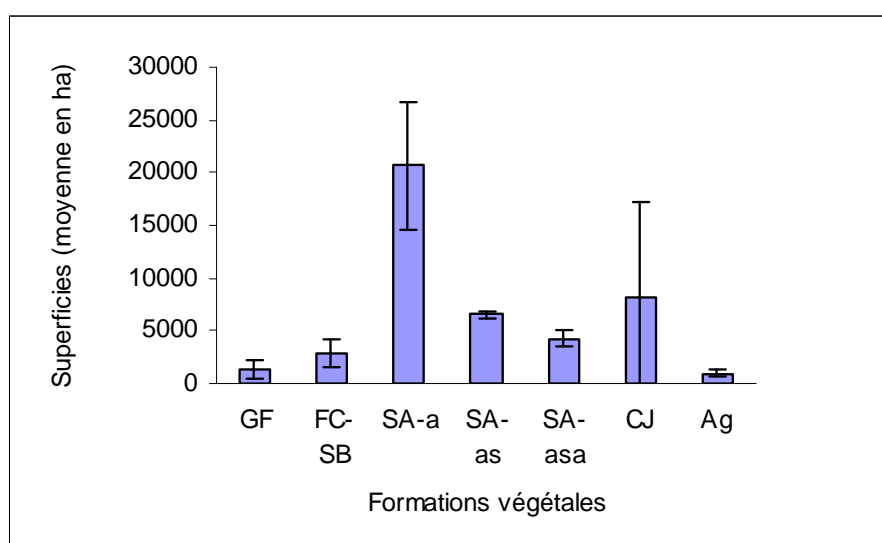


Figure 57 : Variation des superficies des formations végétales de 1975 à 1994

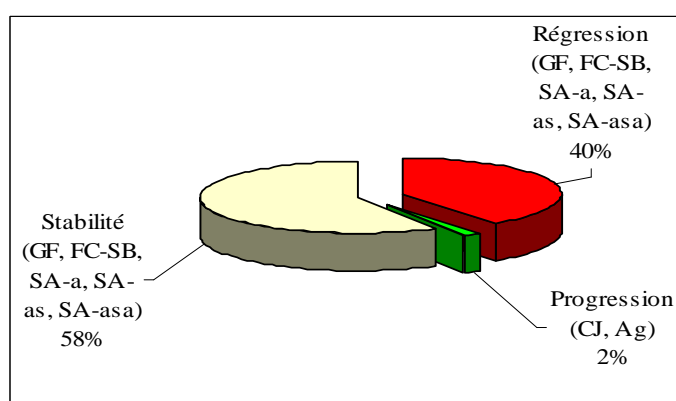


Figure 56 : Bilan de la dynamique de 1975 à 1994

GF = galeries forestières ; FC-SB = Forêt claire et savane boisée ; SA-a = Savanes arborée et arbustive ; SA-as = Savanes arborée et arbustive saxicole ; SA-asa = Savanes arborée, arbustive et saxicole à emprise agricole ; CJ = Mosaïque de cultures et jachères ; Ag = Agglomération

#### **4.5. Dynamique des formations végétales de 1994 à 2003**

De 1994 à 2003, les galeries forestières, les forêts claires et savanes boisées, les savanes arborées et arbustives saxicoles ou non ont connu une diminution considérable de leurs superficies au profit des mosaïques de cultures et jachères (figure 54 b). Elles sont passées respectivement de 787,5 ha à 225 ha (diminution de 71,4 %), de 2025 ha à 1350 ha (diminution de 33,3 %) ; de 16402,5 ha à 11880 ha (diminution de 37,6 %) et de 6345 ha à 4770 ha (diminution de 24,8 %). Par contre les mosaïques de cultures et jachères sont passées de 14625 ha à 19125 ha (augmentation de 30,8 %).

La synthèse de l'évolution spatiale est présentée par la figure 58. La stabilité concerne une portion considérable des savanes arborées et arbustives et une partie très limitée des galeries forestières, des savanes à emprise agricole et des mosaïques de cultures et jachères. Les ordres de régression sont presque identiques de 1975 à 1994 (figure 59). La régression d'ordre 1 concerne les portions de forêts claires et savanes boisées de 1994 transformées en savanes arborées et arbustives en 2003, les portions de savanes arborées et arbustives saxicoles ou non de 1994 devenues savanes à emprise agricole en 2003 et les savanes à emprise agricole de 1994 transformées en cultures et jachères en 2003. La régression d'ordre 2 concerne les portions de galeries forestières de 1994 devenues savanes arborées et arbustives en 2003, les parties de forêts claires et savanes boisées de 1994 devenues savanes à emprise agricole en 2003 et les parties de savanes arborées et arbustives saxicoles ou non de 1994 transformées en mosaïque de cultures et jachères en 2003. La régression d'ordre 3 concerne les portions de galeries forestières en 1994 devenues savanes à emprise agricole en 2003.

La progression d'ordre 1 concerne les infimes portions de savanes arborées et arbustives saxicoles ou non de 1994 devenues forêts claires et savanes boisées en 2003. La progression d'ordre 2 concerne quelques portions des mosaïques de cultures et jachères de 1994 devenues savanes arborées et arbustives en 2003. La figure 60 présente les barres de variation des différentes formations végétales.

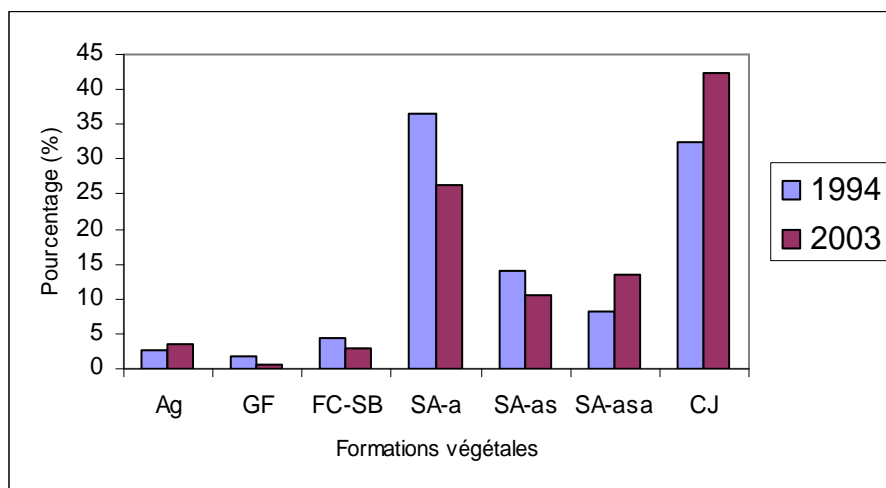


Figure 58 : Evolution des formations végétales de 1994 à 2003

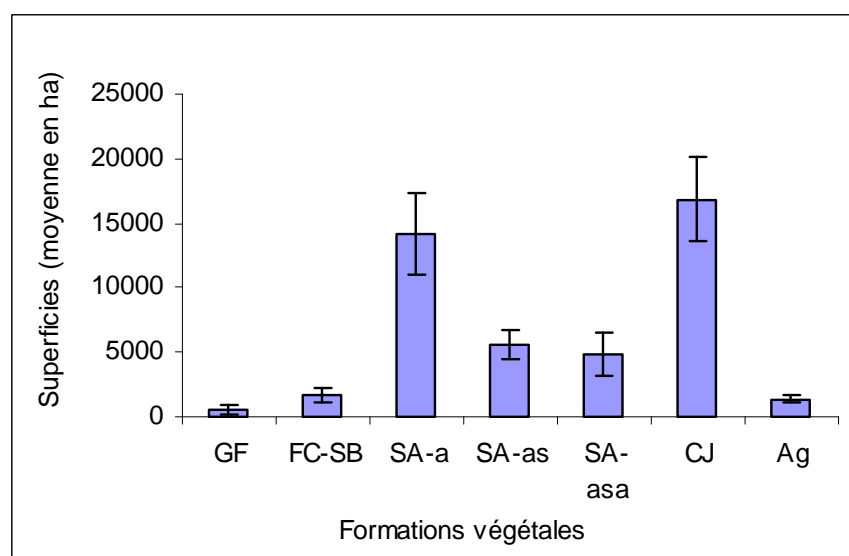


Figure 60 : Variation des superficies des formations végétales de 1994 à 2003

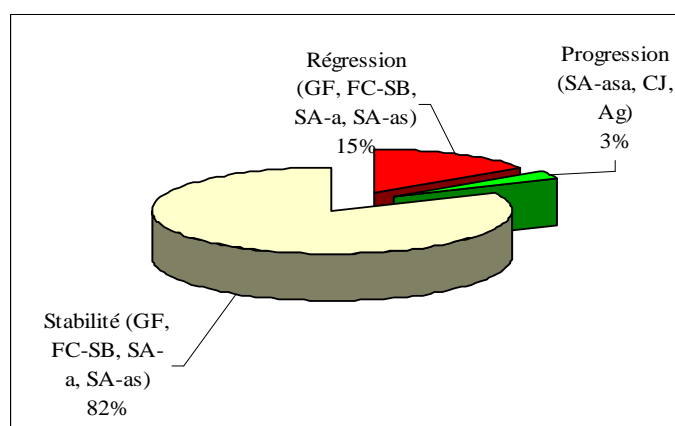


Figure 59 : Bilan de la dynamique de 1994 à 2003

GF = galeries forestières ; FC-SB = Forêt claire et savane boisée ; SA-a = Savanes arborée et arbustive ; SA-as = Savanes arborée et arbustive saxicole ; SA-asa = Savanes arborée, arbustive et saxicole à emprise agricole ; CJ = Mosaique de cultures et jachères ; Ag = Agglomération

#### **4.6. Dynamique des formations végétales de 1975 à 2003**

Les savanes à emprise agricole, les mosaïques de cultures et jachères ont connu une évolution progressive de leurs superficies au détriment des formations naturelles : les galeries forestières, les forêts claires et savanes boisées et les savanes arborées et arbustives saxicoles ou non (figure 54 c). Elles sont passées respectivement de 2025 ha à 225 ha (diminution de 88,9 %) ; de 3825 ha à 1350 ha (diminution de 64,7 %) ; de 24975 ha à 11880 ha (diminution de 52,4 %) et de 6840 ha à 4770 ha (diminution de 30,3 %). Par contre les mosaïques de cultures et jachères sont passées de 1800 ha à 19125 ha.

L'évolution spatiale de ces formations est résumée par la figure 61. La stabilité a concerné une portion considérable des espaces dont la physionomie végétale n'a apparemment pas connu un changement au cours des différentes prises de vues aériennes (1975 et 2003). En ce qui concerne la régression, trois ordres de régression ont été enregistrés (figure 62). La régression d'ordre 1 concerne les portions de galeries forestières de 1975 devenues savanes boisées en 2003, les portions de forêts claires et savanes boisées de 1975 transformées en savanes arborées et arbustives en 2003, les portions de savanes arborées et arbustives en 1975 et les portions de savanes arborées et arbustives saxicoles en 1975 devenues espaces à emprise agricole en 2003. La régression d'ordre 2 concerne les parties de galeries forestières de 1975 devenues savanes arborées et arbustives en 2003, les parties de forêts claires et savanes boisées de 1975 devenues savanes à emprise agricole en 2003 et les parties des savanes arborées et arbustives saxicoles ou non de 1975 transformées en mosaïque de cultures et jachères en 2003. La régression d'ordre 3 concerne les portions de galeries forestières en 1975 devenues savanes à emprise agricole en 2003. La figure 63 montre les variations des différentes formations de 1975 à 2003.

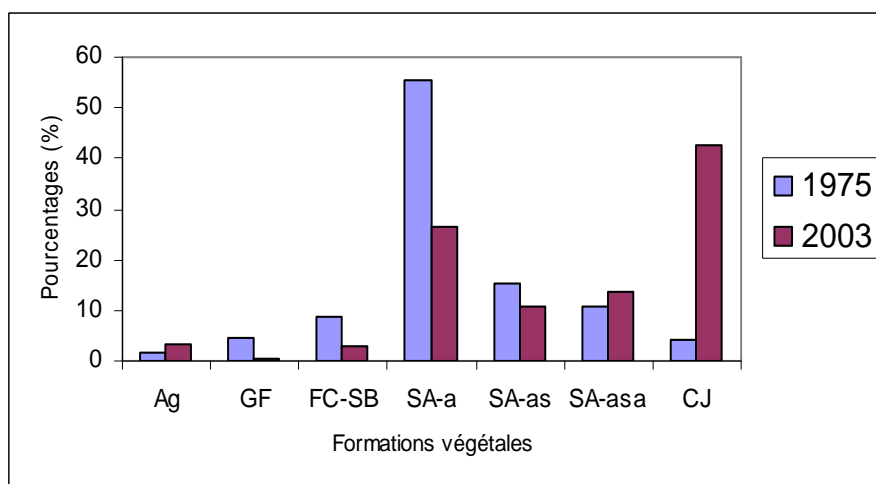


Figure 61 : Evolution des formations végétales de 1975 à 2003

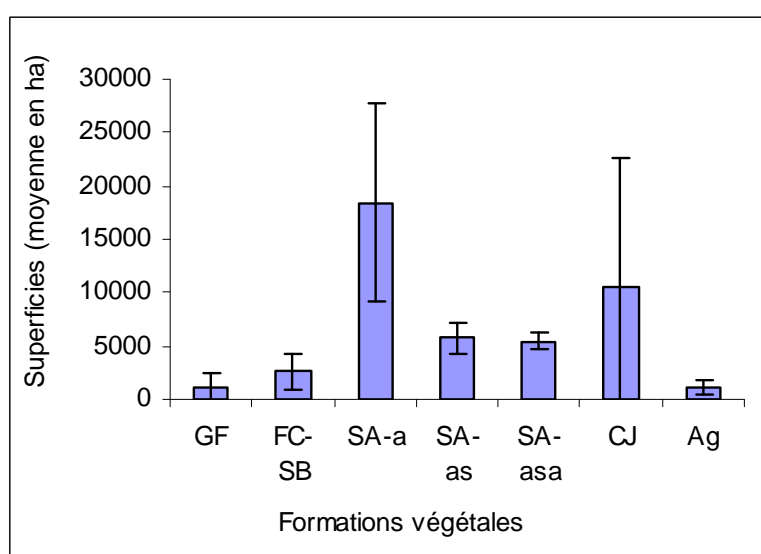


Figure 63 : Variation des superficies des formations végétales de 1975 à 2003

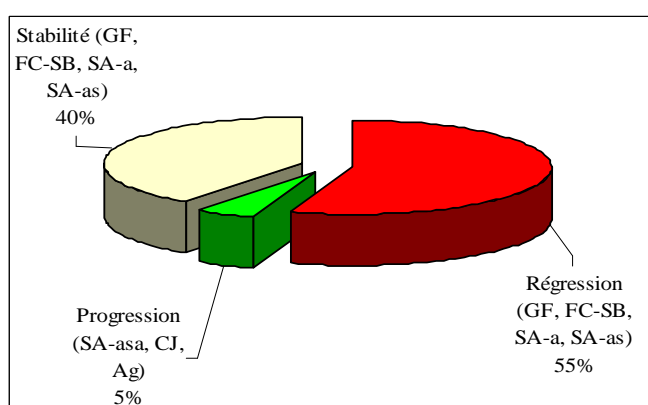


Figure 62 : Bilan de la dynamique de 1975 à 2003

GF = galeries forestières ; FC-SB = Forêt claire et savane boisée ; SA-a = Savanes arborée et arbustive ; SA-as = Savanes arborée et arbustive saxicole ; SA-asa = Savanes arborée, arbustive et saxicole à emprise agricole ; CJ = Mosaïque de cultures et jachères ; Ag = Agglomération

#### 4.7. Bilan général d'évolution des différentes formations (1975 – 2003)

L'analyse de la figure 64 montre une régression des formations naturelles au profit des formations anthropiques. Les figures 65 et 66 traduisent les différentes évolutions des formations naturelles au niveau des chaînons étudiés.

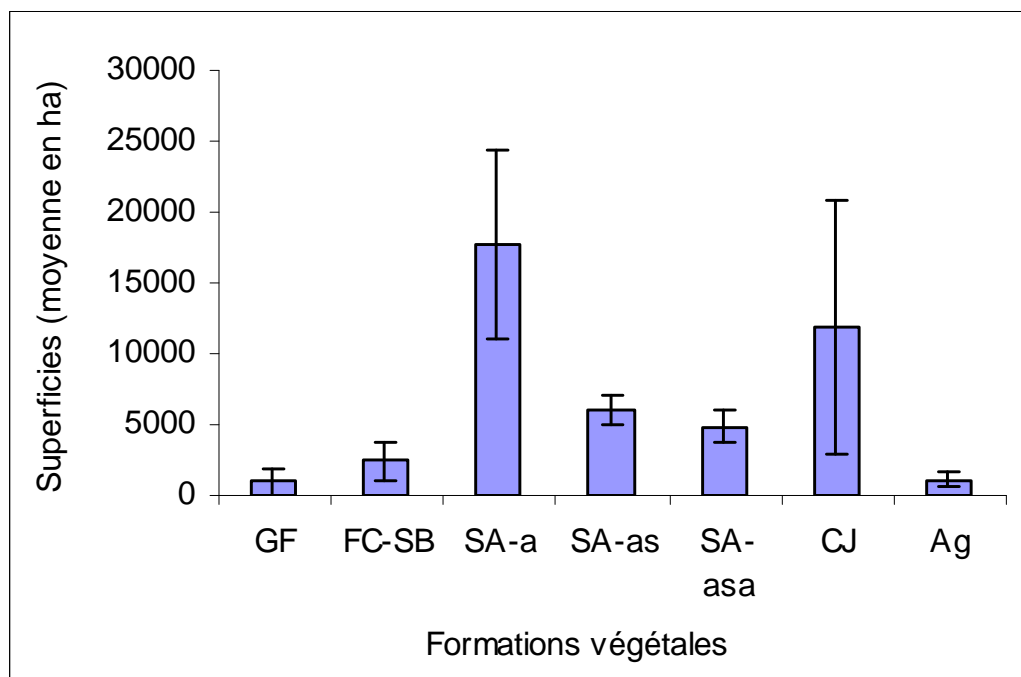


Figure 64 : Evolution spatiale des formations végétales (1975-2003)

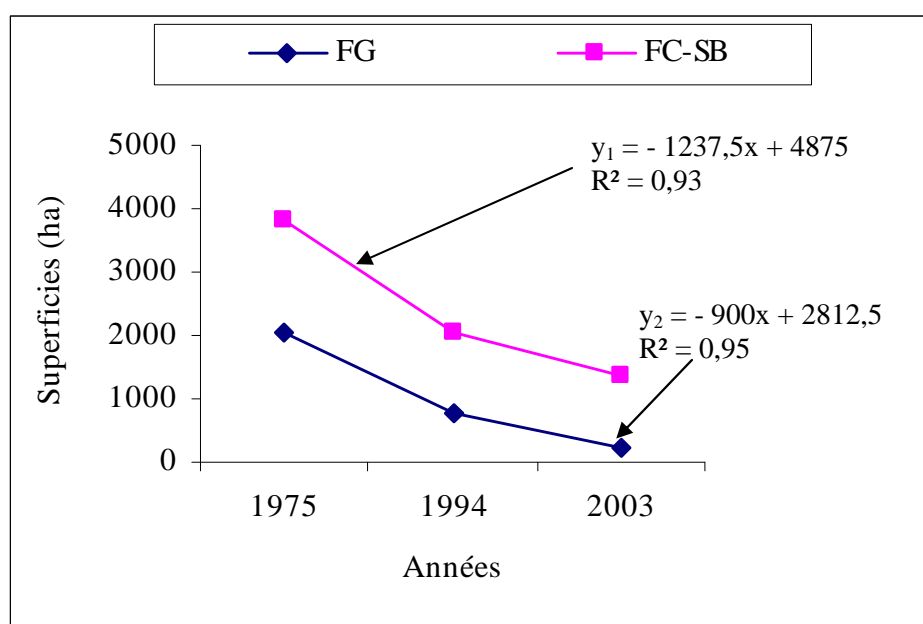
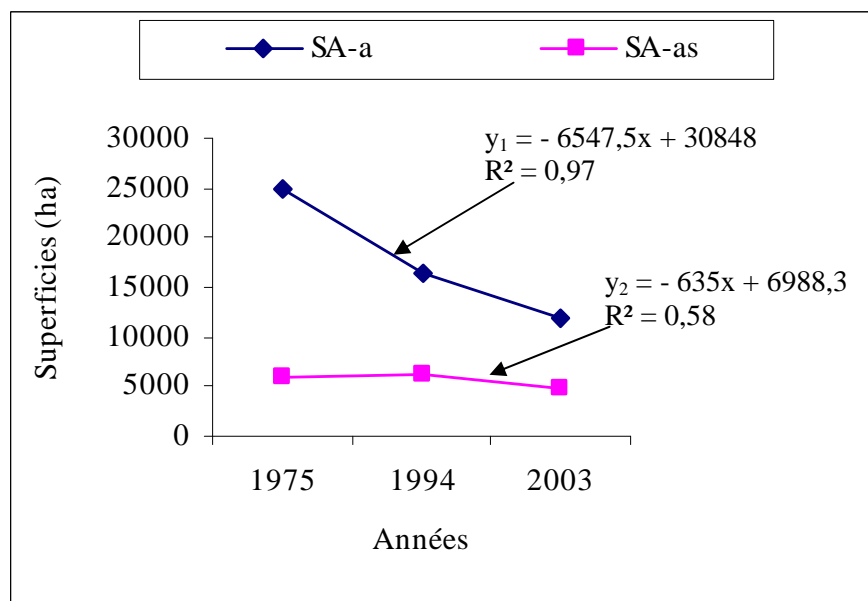


Figure 65 : Bilan d'évolution des galeries forestières, forêts claires et savanes boisées





**Figure 66** : Bilan d'évolution des Savanes arborée et arbustive ; Savanes arborée et arbustives saxicole

SA-a = Savanes arborée et arbustive ; SA-as = Savanes arborée et arbustive saxicole

L'analyse des figures 65 et 66 confirme la tendance à la régression des formations naturelles et traduit le degré de perturbation de ces différentes formations des chaînons de l'Atacora. Les galeries forestières ont connu une réduction prononcée de leur superficie de 1975 à 2003. Ces dernières tendent de nos jours à disparaître sous la forte pression humaine. Il en est de même pour les forêts claires et savanes boisées qui sont actuellement à l'état d'îlots forestiers. Quant aux savanes arborée et arbustive saxicole, elles connaissent également une forte réduction de leur superficie. Trois ordres de régression sont notés dans la réduction des formations naturelles (régressions d'ordres 1, 2 et 3). La figure 67 présente l'importance de chaque ordre de régression.

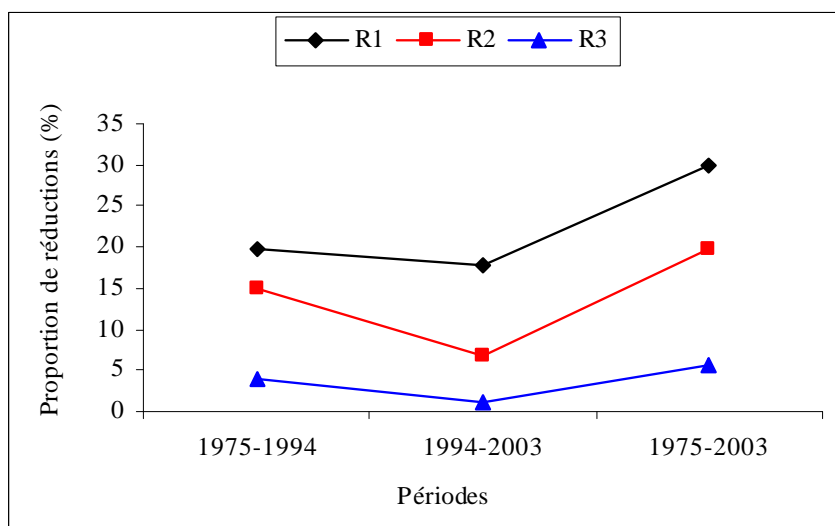
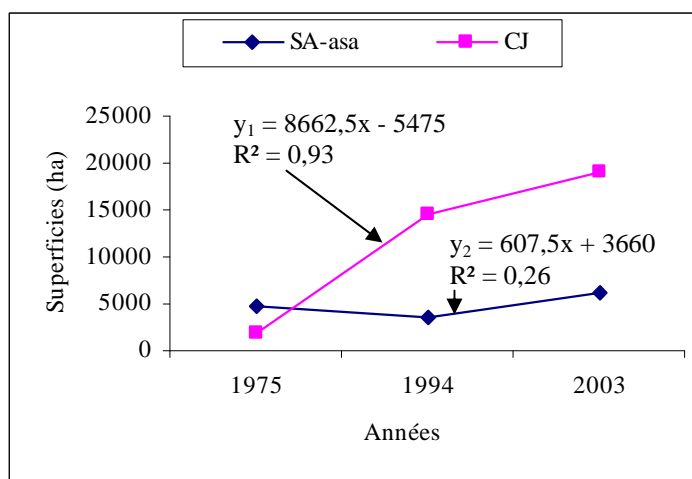


Figure 67 : Ordres de régression des formations

R1 = régression d'ordre 1 ; R2 = Régression d'ordre 2 ; R3 = Régression d'ordre 3

L'examen de la figure 67 indique que la régression d'ordre 1 est la plus importante dans l'ordre de dégradation du couvert végétal. Ensuite vient la régression d'ordre 2, suivie de celle d'ordre 3 qui est relativement plus faible. Cette dernière concerne essentiellement les portions de galeries forestières et forêts claires, savanes boisées, réduites en mosaïques de champs et jachères.

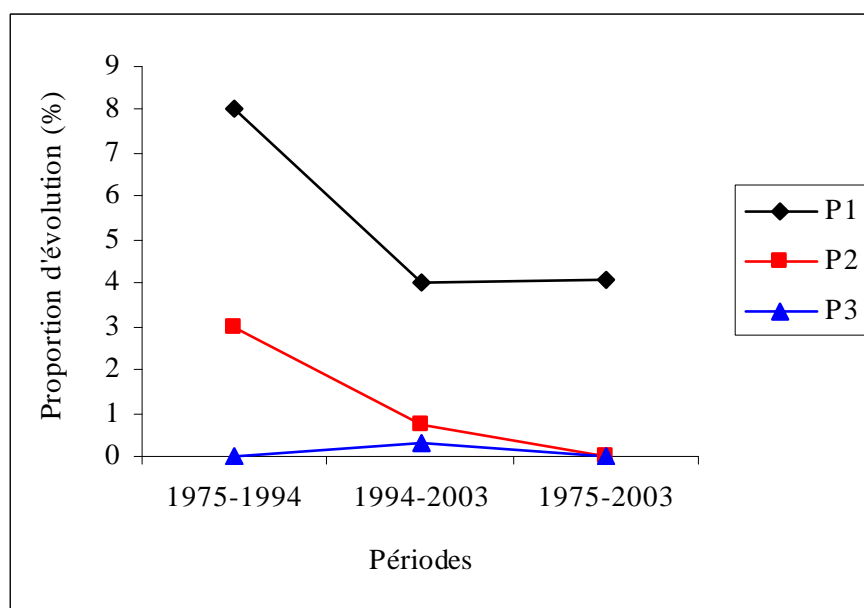
Par ailleurs, les formations anthropiques (savanes à emprise agricole et mosaïque de cultures et jachères) connaissent une augmentation considérable de leur superficie. La figure 68 illustre cette évolution entre 1975 et 2003.



**Figure 68** : Bilan de progression des savanes à emprise agricole et mosaïque de cultures et jachères

SA-asa = Savanes arborées, arbustives et saxicoles à emprise agricole ;  
 CJ = Mosaïque de cultures et jachères

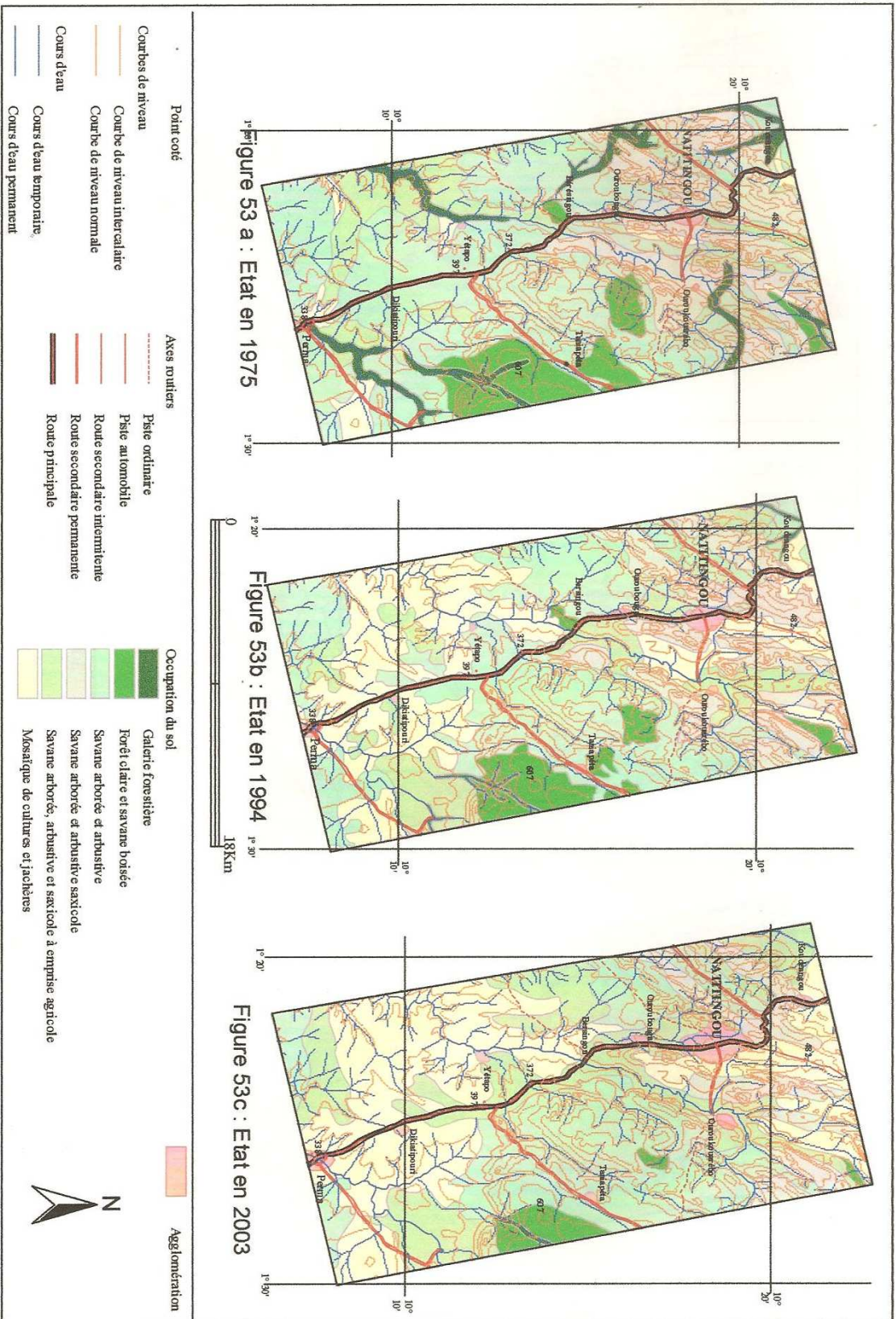
Trois ordres de progression sont notés dans l'accroissement des superficies des formations anthropiques (progression d'ordre 1, 2 et 3). La figure 69 indique l'importance de chaque ordre de progression.



**Figure 69** : Ordres de progression des formations anthropiques

P1 = progression d'ordre 1 ; P2 = progression d'ordre 2 ; P3 = progression d'ordre 3

L'analyse de la figure 69, montre que la progression d'ordre 1 est la plus remarquable, suivie de la progression d'ordre 2. La progression d'ordre 3 est plus faible voire négligeable et concerne les portions de mosaïques de champs et jachères laissées en friche qui ont tendance à devenir savanes arborées.





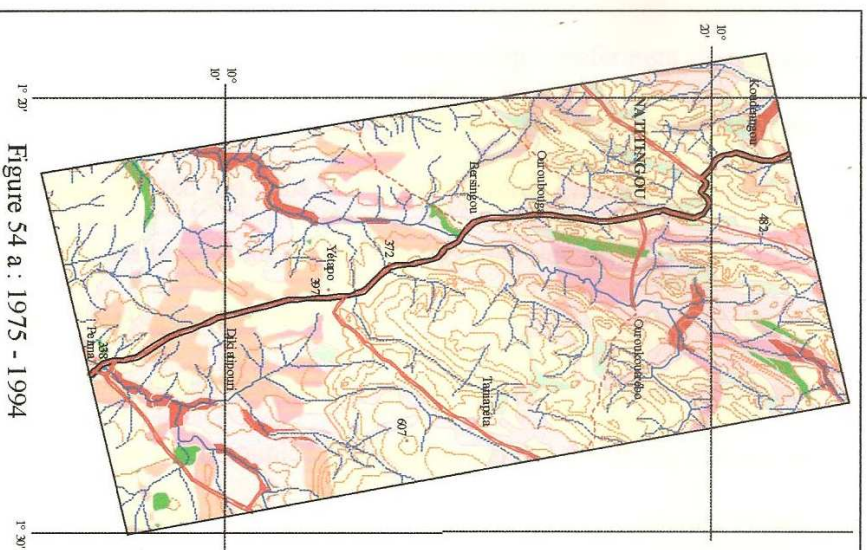


Figure 54 a : 1975 - 1994

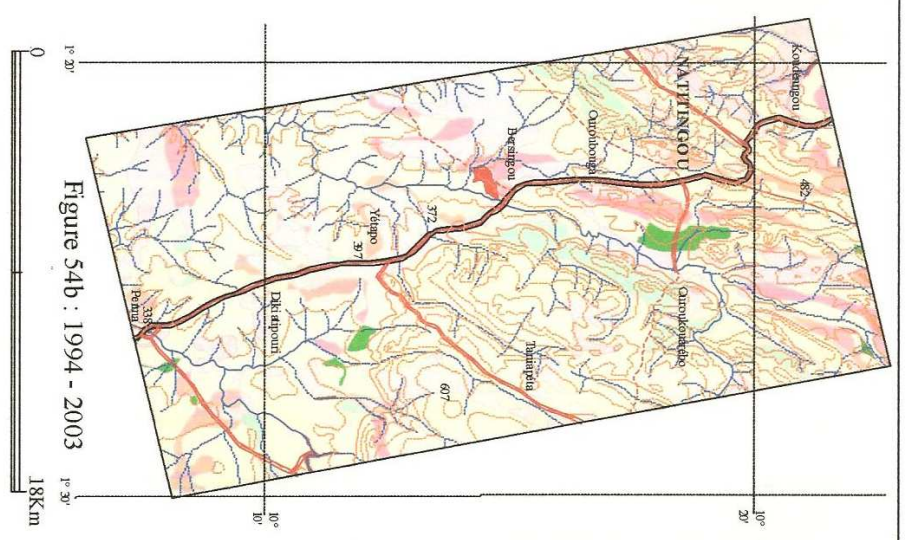


Figure 54b : 1994 - 2003

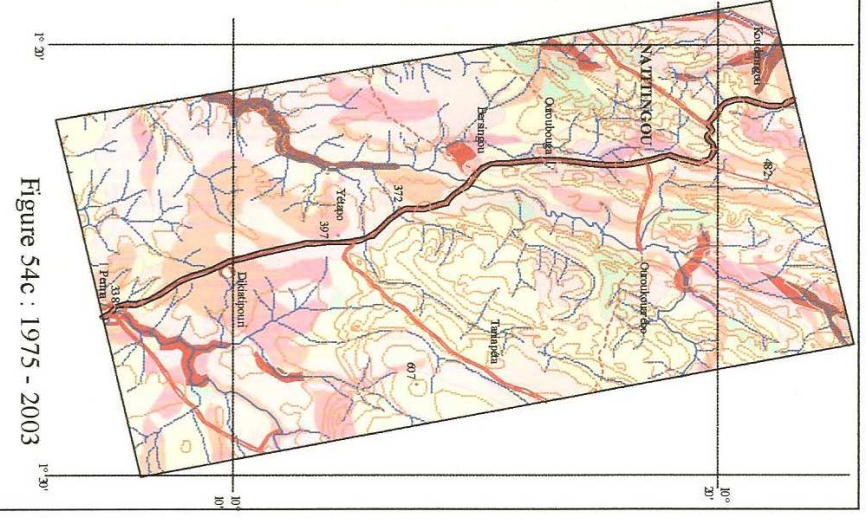


Figure 54c : 1975 - 2003

**LEGENDE**

<p><b>Régression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e67e22; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Régression d'ordre 3</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f08080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Régression d'ordre 2</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f9cb9c; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Régression d'ordre 1</li> </ul>	<p><b>Progression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Progression d'ordre 1</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #32cd32; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Progression d'ordre 2</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Progression d'ordre 3</li> </ul>
--	--

Stabilité

N

**Figure 54 : Dynamiques des états de surface : 1975 - 1994 , 1994 - 2003 et 1975 - 2003**

## **4.8 Fonctions des écosystèmes saxicoles**

Les chaînons étudiés constituent de véritables biotopes qui renferment d'énormes richesses aussi bien floristiques que fauniques. L'homme, à la recherche sans cesse du bien-être, agit sur ces milieux et crée des liens de plusieurs ordres avec les écosystèmes. Les enquêtes et observations de terrain ont permis de découvrir les divers rapports qui existent entre les chaînons et les populations riveraines.

Chacune des composantes de ces chaînons (végétation, faune et roche en place) sert soit de façon individuelle, soit de façon couplée à la satisfaction des divers besoins vitaux des populations locales. Les plus importantes fonctions dévolues à la végétation et son substratum sont rangées en trois grandes catégories : écologiques, socio-économiques et culturelles.

### **4.8.1- Fonctions écologiques**

Les enquêtes de terrain révèlent deux fonctions essentielles des formations saxicoles sur le plan écologique. En effet, cette composante de l'environnement participe à la ventilation du milieu par temps de chaleur (saison sèche). Selon 68 % des populations enquêtées, les agglomérations et hameaux situés sur les sommets et des versants bénéficient des coups de vent frais tandis que certaines localités ne se situant pas dans ces positions topographiques sont marquées par un temps de chaleur relativement étouffante.

La végétation protège les versants contre l'érosion en atténuant la vitesse d'écoulement de l'eau de ruissellement par temps de pluie.

Par ailleurs, la matière organique résultant des végétaux morts sur les sommets et versants est drainée et acheminée vers les bas de versants et participe à la fertilisation des sols qui s'y trouvent.

## 4.8.2- Fonctions socio-économiques

Les différentes formations saxicoles sont exploitées à des fins alimentaires (aussi bien pour les hommes que pour les animaux), commerciales et médicinales.

Au plan alimentaire, l'agriculture, la chasse, la cueillette, la recherche du bois énergie et du bois d'œuvre constituent les domaines d'activités qu'offrent les phytocénoses saxicoles.

### 4.8.2.1 Agriculture

L'accroissement démographique et le besoin accru de recherche de sols fertiles amènent les populations à installer leurs champs généralement sur les bas de pente et les sommets plats. Dans d'autres cas, les défrichements débutent sur les bas de pente et progressent vers les sommets en fonction des années et des indicateurs d'appauvrissement des sols. L'épuisement des éléments nutritifs des sols se manifeste par l'érosion de la mince couche de sol.

Les photos 11 et 12 illustrent les installations de champs dans le secteur d'étude. Sur la portion cartographiée, elles ont connu un développement remarquable sur le plan spatial. Les techniques agricoles restent encore traditionnelles : agriculture itinérante sur brûlis, utilisation de la houe, machette, haches. A l'aide de ces instruments traditionnels, les paysans pratiquent le labour à plat, le billonnage et le buttage. On assiste souvent à l'empierrement qui consiste à rassembler les blocs de roches en des tas afin de disposer d'espaces cultivables.

L'élevage n'est pas encore totalement intégré à l'agriculture. A l'initiative du gouvernement et ceci par l'intermédiaire du CeRPA Atacora, l'utilisation de la culture attelée et des machines agricoles (charrette, butteur, herse, souleveuse, étable, etc.) se développe. Les principales cultures sont : l'igname (*Dioscorea* spp.), le sorgho (*Sorghum* spp.), l'arachide (*Arachis hypogea*), le mil (*Pennisetum americanum*), le maïs (*Zea mays*), le coton (*Gossypium hirsutum* et *G. barbadense.*), etc.





Photo 11 : Une jachère observée sur un haut de versant à Béréssingou.

La régénération des espèces est faible. Le taux de couverture des graminés est considérable. Dès le passage des feux de brousse, le sol reste dénudé, ce qui accélère les phénomènes d'érosion.

*Cliché Tente, décembre 2002*



Photo 12 : Installation d'un champ en bas de pente à Dikouanteni

Les arbres sont coupés et on observe la présence des recrûs en quantité considérable.

*Cliché Tente, août 2002*

Le système d'acquisition des terres est régi par la coutume. Selon ce système, la terre est un bien commun à toute la communauté villageoise et toute la population a le droit de l'utiliser. Par conséquent, si un villageois défriche un terrain avec l'autorisation du chef de village traditionnel ou du chef de terre, ce terrain lui appartiendra conformément au droit d'utilisation exclusive du premier défricheur qui est valable tant que ce dernier continue d'utiliser cette terre. Ce droit d'utilisation exclusive tend à se conserver de génération en génération. Pour les terres déjà défrichées, il existe quatre méthodes d'appropriation : héritage, don, emprunt et achat.

#### 4.8.2.1.1 Intensité d'utilisation des terres des chaînons étudiés

L'intensité d'utilisation des terres des différents chaînons étudiés est appréciée en fonction de la durée de mise en culture et de celle de jachère. La figure 70 présente la durée de la mise en culture et en jachère par les agriculteurs.

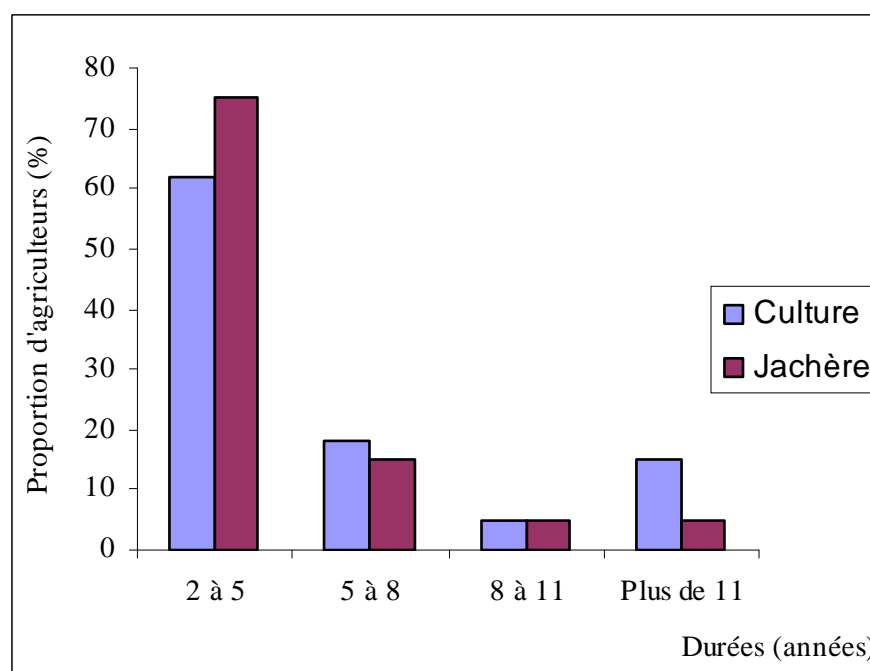


Figure 70 : Durée de la mise en culture et en jachère par les agriculteurs (n = 100 personnes)

L'analyse de cette figure montre que beaucoup d'agriculteurs sur les chaînons pratiquent des cycles courts cultures-jachères. La courte durée de mise en culture s'explique d'une part par la nature des sols qui perdent très vite leur fertilité suite aux phénomènes érosifs (les champs étant installés pour la plupart en position de pente), et d'autre part par l'envahissement des champs par des adventices nuisibles notamment *Striga hermonthica*, après 2 à 4 ans de mise en culture. Les mises en culture dont les durées sont supérieures à 8 ans sont pratiquées au voisinage immédiat des agglomérations et hameaux. Ces espaces sont très souvent enrichis par les excréments des animaux domestiques et les ordures ménagères qui sont élevés.

Pour mieux caractériser l'intensité d'utilisation des terres, le coefficient de Rutemberg (**R**) a été calculé. La valeur de R est de l'ordre de 57,5. Cette valeur est supérieure à 33 mais inférieure à 66 ( $33 < \mathbf{R} < 66$ ), ce qui amène à conclure que c'est le système de jachère qui est le plus pratiqué sur les chaînons.

#### **4.8.2.1.2 Signes de fertilité et d'appauvrissement des sols**

La combinaison des indicateurs biologiques tels que : la couverture du sol en espèces ligneuses et herbacées, le rendement, l'épaisseur de pré-sols érodés chaque saison et les enquêtes socio-économiques sur un échantillon de la population (75 agriculteurs sur les différents chaînons étudiés), ont permis de faire le classement des sols en sols fertiles, peu fertiles et appauvris. Le tableau XXII présente les résultats obtenus à la suite du traitement des données.

**Tableau XXII : Estimation du niveau de fertilité des sols par sondage d'opinion et diverses données de terrain**

<b>Etats des sols</b>	<b>Signes indicatifs</b>	<b>Paysans concernés (%)</b>
Sols fertiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couverture végétale dense &gt; à 60 %.</li> <li>- Faible départ de pré-sols : &lt; à 1,5 cm d'épaisseur par saison.</li> <li>- Présence des espèces comme : <i>Isobertinia doka</i>, <i>Isobertinia tomentosa</i>, <i>Hyparrhenia</i> spp, <i>Andropogon gayanus</i>, <i>Andropogon tectorum</i>.</li> <li>- Rendement élevé sans l'utilisation d'intrants agricoles</li> </ul>	15
Sols peu fertiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible couverture végétale &lt; à 40 %.</li> <li>- Départ de pré-sols : supérieur à 1,5 cm d'épaisseur, mais n'excédant pas 3,5 cm par saison.</li> <li>- Apparition des herbes nuisibles telles que <i>Striga hermonthica</i>.</li> <li>- Baisse progressive des rendements agricoles</li> </ul>	55
Sols appauvris	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence en permanence de <i>Striga hermonthica</i></li> <li>- Faible rendement agricole</li> <li>- Fréquence élevée des sarclages</li> <li>- Faible couverture végétale et prédominance des recrûs ligneux.</li> </ul>	30

Source : Résultats d'enquêtes, novembre 2002 et février 2003

L'analyse du tableau XXII, montre qu'une frange considérable d'agriculteurs (30 %) dispose déjà de terres appauvries et que 55 % affirment que leurs terres sont peu fertiles, soit au total 85 % d'agriculteurs ayant des terres peu fertiles ou appauvries. Toutefois, 15 % d'agriculteurs affirment avoir encore des terres relativement fertiles.

#### **4.8.2.1.3 Utilisation des intrants agricoles**

Des personnes interrogées, 90 % utilisent de nos jours les engrais chimiques et des insecticides, compte tenu de la nature peu ou très peu fertiles des sols. Le reste, soit 10 %, reconnaît n'avoir pas les moyens pour l'achat de ces produits, ce qui limite le rendement, et les récoltes servent uniquement pour la consommation domestique : c'est l'agriculture de subsistance.

Selon les enquêtes de terrain, la dose des engrais chimiques varie de 100 à 200 kilogrammes à l'hectare ; celle des insecticides de 2 à 15 litres à l'hectare.

#### 4.8.2.2. Exploitation du bois énergie

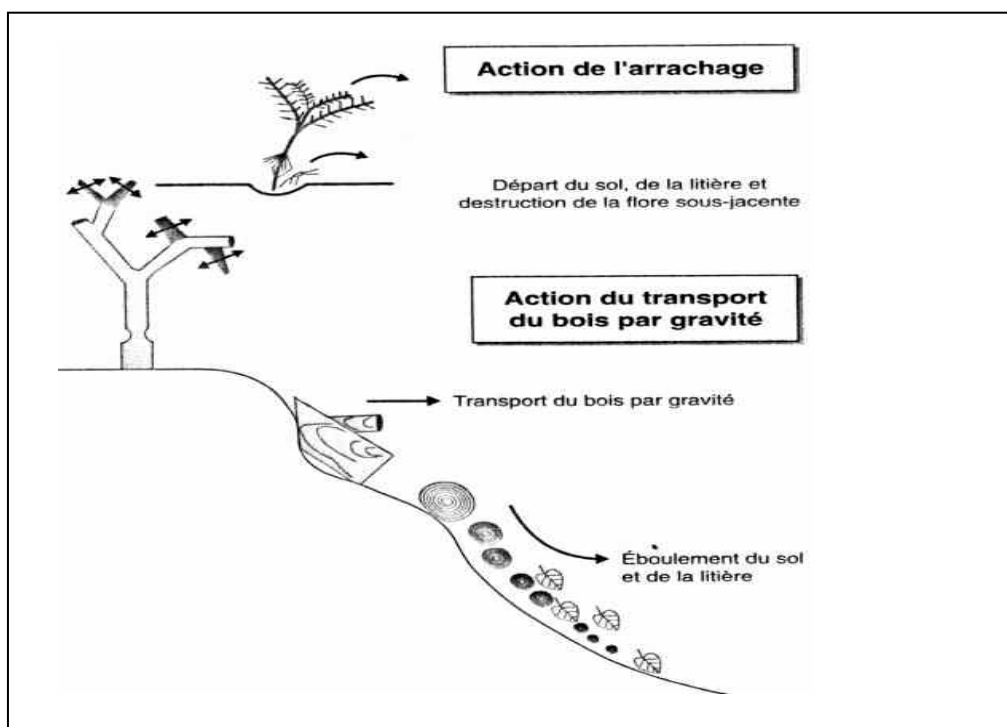
Le bois de chauffe et le charbon de bois demeurent les principales sources d'énergie des populations.

Le tableau XXIII présente les résultats d'enquêtes effectuées auprès des 100 personnes échantillonnées.

Tableau XXIII : Les sources d'énergies domestiques en milieu rural

<b>Combustibles ménagers à usage culinaire</b>	<b>Nombre de personnes</b>
Bois de feu	81
Charbon de bois	14
Résidus de récolte et autres	5
Sciure et copeaux de bois	0
Pétrole	0
Gaz	0
Electricité	0
<b>Total</b>	<b>100</b>

L'analyse du tableau 22 montre que plus de 95 % des personnes enquêtées utilisent le bois de feu et le charbon de bois. Les espèces comme : *Pterocarpus erinaceus*, *Crossopteryx febrifuga* et *Detarium microcarpum* sont les plus sollicitées. Pour satisfaire ces besoins, beaucoup de coupes sont effectuées sur les affleurements rocheux. Sur les chaînons, aucune position topographique n'est à l'abri des charbonniers. Les arbres de sommet ou de pente raide sont coupés et traînés vers le bas de pente pour leur carbonisation. La figure 71 et la photo 13 illustrent ces prélèvements. On assiste à la destruction et à la raréfaction des essences ligneuses, ce qui met à nu les affleurements rocheux et les expose aux processus de dégradation mécanique.



**Figure 71** : Erosion provoquée par la technique de coupe et transport du bois par gravité (adapté de Benchaabane, 1997)



**Photo 13** : Tas de bois de feu destiné à la vente à 100 m de Kouarfa

Ces tas de fagots de bois alignés sont le produit de l'abattage de quelques formations ligneuses naturelles.

*Cliche Tente, septembre 2003*

#### 4.8.2.3. Exploitation des espèces médicinales

Les formations ligneuses recensées sur les affleurements rocheux de la zone d'étude ont aussi une valeur médicinale certaine. Plus de la moitié des personnes interviewées (65 %) font un usage exclusif des plantes médicinales. Les maladies les plus couramment traitées par les plantes sont : maux de tête, maux de ventre, fièvre, diarrhée, ictère, dysenterie.

Le tableau XXIV présente les plantes médicinales les plus couramment utilisées par les personnes enquêtées pour le traitement des maladies.

Tableau XXIV: Les principales espèces utilisées pour le traitement des maux

Maladies	Plantes médicinales utilisées			Parties utilisées
	Nom français	Nom scientifique	Famille	
Maux de tête	Corossol sauvage	<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	Feuilles
	Karité	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae	Feuilles
	Cailcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	Ecorce
Maux de ventre	-	<i>Pteleopsis suberosa</i>	Combretaceae	Ecorce
	Cailcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	Ecorce
	Faux dalbergia	<i>Pericopsis laxiflora</i>	Fabaceae	Feuilles
Ictère	Néré	<i>Parkia biglobosa</i>	Mimosaceae	Racine
	-	<i>Anogeissus leiocarpa</i>	Combretaceae	Feuilles
Fièvre	Citron de mer	<i>Ximenia americana</i>	Olacaceae	Feuilles
	Corossol sauvage	<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	Feuilles
Syphilis	-	<i>Gardenia erubescens</i>	Rubiaceae	Racine
	Cailcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	Racine
	-	<i>Detarium microcarpum</i>	Caesalpiniaceae	Racine
	Orange de brousse	<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae	Feuilles
Diarrhée	Karité	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae	Ecorce
	Grand pied de chameau	<i>Piliostigma thonningii</i>	Caesalpiniaceae	Racine
	Néré	<i>Parkia biglobosa</i>	Mimosaceae	Ecorce
Maux d'yeux	-	<i>Hymenocardia acida</i>	Euphorbiaceae	Ecorce

Source : Travaux terrain, 2002-2003

De ce tableau on s'aperçoit que les parties les plus vitales des espèces (racine et écorce) sont très souvent utilisées pour les traitements.

#### 4.8.2.4 Exploitation des espèces pour l'élevage

Les éleveurs, pour nourrir leurs troupeaux en saison sèche après le passage des feux de végétation, utilisent certaines espèces végétales des affleurements rocheux. Pour cela, ils pratiquent l'émondage des ligneux fourragers tels que *Khaya senegalensis*, *Azzeria africana* et *Pterocarpus erinaceus*. Ces plantes fourragères sont appréciées tous les jours pendant les périodes de leur feuillaison. Les travaux de terrain montrent qu'une gamme variée de produits forestiers provenant des affleurements rocheux est utilisée dans le traitement vétérinaire ou dans l'amélioration de la productivité des animaux domestiques (augmentation de la production de lait, de la force de traction, etc.). Par ces différentes pratiques, les habitats d'animaux sauvages sont détruits ce qui conduit sans doute à leur raréfaction. Le tableau XXV présente les plantes utilisées en pharmacopée vétérinaire traditionnelle.

Tableau XXV : Les principales espèces médicinales utilisées dans l'élevage des bovins

Maladies	Plantes médicinales utilisées			Parties utilisées
	Nom français	Nom scientifique	Famille	
Ballonnement de ventre	Vêne	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Fabaceae	Ecorce
Morsure de serpent	Karité	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae	Ecorce
	-	<i>Vitex doniana</i>	Verbenaceae	Ecorce
	Arbre à serpent	<i>Securidaca longepedunculata</i>	Polygalaceae	Racine
Diarrhée		<i>Hymenocardia acida</i>	Euphorbiaceae	Ecorce
Force pour la traction animale	Caïlcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	Ecorce + sel
	Cèdre de zone sèche	<i>Pseudoedrela kotschy</i>	Meliaceae	Ecorce + sel
	Veine	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Fabaceae	Ecorce + sel

Source : Travaux terrain, 2002-2003

#### 4.8.2.5 Exploitation des pierres polies et taillées, du gravier

L'observation de plusieurs sites d'exploitation des pierres (Kotamongou, Béréningou, l'axe Kotamongou – Pouya) montre l'importance économique du substratum géologique des chaînons étudiés. L'exploitation de ces blocs rocheux découpés en de petites dimensions cubiques ou parallépipédiques est devenue, ces dernières années, une activité en plein essor. Des sociétés privées interviennent dans l'exploitation et



l'exportation de ces pierres, vers l'extérieur, en l'occurrence la France. Selon les travaux de terrain, la COGESTONE (société française installée à Natitingou qui opère depuis 1995) exploite en moyenne 500 m<sup>3</sup> de pierres polies et taillées par mois.

Le principe de travail de cette entreprise consiste à créer des carrières en rasant la végétation naturelle pour disposer de grands espaces à exploiter. A cet effet, sur trois carrières ouvertes, de dimensions variant entre 0,5 et 1 ha, les formations végétales sont entièrement détruites (toutes les espèces sont coupées au ras du sol), ce qui dénude le sol et l'expose à l'érosion.

La vente locale se fait généralement le long des voies (photos 14 et 15). Ainsi en fonction du volume du tas, les prix oscillent entre 2000 F et 10000 F CFA et même plus. Soulignons que ces pierres taillées servent ou remplacent non seulement les carreaux des planchers mais surtout sont utilisées pour embellir les constructions et sont par conséquent demandées sur de nombreux chantiers de construction d'habitations dans les grands centres urbains comme Cotonou, Porto-Novo et Parakou.

L'impact de l'exploitation du gravier, des pierres polies et taillées est important vu la faible vitesse de croissance des essences sur sol rocheux. Sur les sites d'exploitation (en cours ou abandonnés), les espèces ligneuses sont à l'état de recrû. La hauteur moyenne de ces recrûs n'excède pas 50 cm pour les sites en cours d'exploitation et d'environ 1,5 m sur les anciens sites d'exploitation (5 ans après).

Quant à l'exploitation de gravier, elle se fait sous deux formes à savoir :

- le concassage des gros galets en gravillons. Ce type d'activité concerne surtout les femmes d'un âge avancé. Cette étape de concassage fait suite à celle du déterrement des gros blocs de pierre ;
- le tamisage de la terre, conglomérats y compris.

Cette forme d'exploitation donne la meilleure qualité de gravier ; celle-ci est bien appréciée par les acheteurs pour les travaux de pavage et de construction.

L'importance de cette activité réside dans la quantité produite par jour. Selon les enquêtes de terrain, une moyenne de 10 à 15 camions de 8 m<sup>3</sup> est produite par jour, soit au total un volume de 80 m<sup>3</sup> ou 120 m<sup>3</sup>. Le prix de vente varie suivant les saisons. Pendant la saison sèche, 8 m<sup>3</sup> de graviers sont vendus à environ 30000 F CFA et pendant la saison pluvieuse la même quantité est vendue à environ 40000 F CFA. Le coût de la main-d'œuvre pour le chargement d'un camion varie également selon la qualité du gravier et le cubage du véhicule. Généralement il oscille entre 5000 F et 8000 F CFA pour les camions de 8 m<sup>3</sup>.



Photo 14 : Plaquettes de quartzites destinées à la vente sur l'axe routier  
Kotamongo – Pouya.

Ces plaquettes de quartzites disposées en tas proviennent des fissures de diaclases naturelles des sommets et des versants

*Cliché Tente, novembre 2001*



Photo 15 : Tas de pierres concassées manuellement destinés à la vente

Ces tas de pierre concassée par les habitants du village de Kotamongo sont exposés non loin de la ville de Natitingou et sont destinés à la vente.

*Cliché Tente, novembre 2002*

#### **4.8.3. Fonctions culturelles**

Les phytocénoses saxicoles abritent de nombreuses divinités dont les dénominations varient avec les groupes socio-culturels. L'objectif culturel est presque identique d'une localité à l'autre. Selon 65 % des populations enquêtées, ces divinités logées sur les chaînons étudiés, les protègent contre les maladies épidémiques, les sécheresses ou toutes sortes de malédictions. Les lieux qui abritent ces divinités, leur servent de lieux de rituels, de prise de certaines décisions et de défense contre des ennemis.

Il ressort de tout ce qui précède que les affleurements rocheux avec leurs formations végétales ont des fonctions multiples. Leur maintien relativement en état s'avère nécessaire pour l'équilibre écosystémique.

#### **4.9. Conclusion partielle**

L'étude des différents états de surface (1975, 1994 et 2003) a permis de constater que la pression humaine est la cause fondamentale de dégradation des écosystèmes saxicoles. La régression des formations végétales (toutes catégories confondues) est de l'ordre de 55 % contre 5 % pour la reconstitution desdites formations. Au nombre des formes d'utilisation des ressources, on peut citer : l'agriculture, l'exploitation du bois énergie, l'exploitation des espèces médicinales, l'exploitation des pierres polies et taillées, etc. Mais compte tenu des différentes fonctions que jouent et doivent jouer ces différents écosystèmes, il urge d'étudier les facteurs déterminants, les structures et la dynamique spatiale des différentes formations du secteur d'étude.

**TROISIEME PARTIE : DISCUSSION DES RESULTATS –  
CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS**

## **TROISIEME PARTIE : DISCUSSION DES RESULTATS – CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS**

### **Chapitre 5 : DISCUSSION DES RESULTATS**

#### **5.1 Facteurs déterminants des groupements identifiés**

La répartition des différents groupements végétaux au niveau des chaînons étudiés est liée aux facteurs édaphiques et anthropiques. Ce point de vue reste largement partagé selon les différents auteurs qui ont fait des études sur la végétation au Bénin et ailleurs (Oumorou, 2003 ; Tchamié & Bouraima, 1997 ; Sinsin, 1993). Pour certains auteurs comme Huntley cité par Oumorou (2003), on obtiendrait une meilleure discrimination des groupements végétaux avec les caractéristiques des sols. Selon nos investigations, l'analyse des différents groupements obtenus et les travaux de terrain, la profondeur exploitable des sols est le facteur le plus discriminant des différents groupements identifiés sur les chaînons étudiés. Des résultats similaires ont été obtenus par Wittig *et al.* (2002) qui soulignent que les différents groupements de savanes identifiés dans le domaine soudanien sont liés à la profondeur du sol et à la structure des cuirasses latéritiques. Pour ces derniers, aux endroits où le sol est peu profond et la cuirasse sans fissure, on trouve les savanes herbeuses relativement pauvres en espèces, dominées par différentes espèces annuelles de *Loudetia*. Sur la montagne de Gobnangou (au sud-est du Burkina-Faso), les différentes unités de végétation identifiées dépendent essentiellement de la profondeur et de la consistance du substrat (Küppers cité par Wittig *et al.*, 2002). Reitsma *et al.* (1992) soulignent qu'au Gabon, la végétation des inselbergs et dalles rocheuses est constituée de plusieurs formations. Pour ces derniers, la profondeur du sol inégalement offerte aux systèmes racinaires des espèces joue le rôle de facteur limitant et détermine l'existence et la répartition de ces différentes formations. Il en est de même pour Küppers & Wittig cités par Wittig *et al.* (2002), qui font remarquer que sur les sites rocheux des hauts plateaux, on

trouve surtout des groupements sans ligneux, ou alors seulement très peu, alors que sur les sites présentant une mince ou moyenne couche sédimentaire, on rencontre des groupements de savane renfermant beaucoup d'arbres et arbustes. Dans le même ordre d'idée, Parmentier *et al.* (2001), en étudiant la végétation des inselbergs de Piedra Nzas (Guinée équatoriale), font remarquer que la profondeur du sol diminue de la forêt vers la prairie et semble être le facteur déterminant de la discrimination des groupements. Au pied des collines, là où les sols sont plus profonds, on trouve des groupements de savane dont la flore est plus riche, avec des ligneux plus hauts (Wittig *et al.*, 2002). Oumorou (2003) a conclu en ce qui concerne les relations sol-végétation, que cette variable est la donnée écologique de première importance. Il continue et souligne que c'est elle qui gouverne le mieux, la composition floristique et surtout la répartition des types physiologiques, notamment lorsqu'il s'agit de la discrimination des phytocénoses ligneuses et non ligneuses.

Bien que la profondeur du sol soit un facteur déterminant dans la répartition des différents groupements, les facteurs suivants, parmi tant d'autres, peuvent expliquer cette répartition inégale des groupements sur les chaînons étudiés :

- Les nombreuses anfractuosités et la texture sablo-limoneuse et limono-sableuse des sols à des endroits donnés favorisent le développement des espèces ayant un système racinaire adapté et profond, ce qui justifie le groupement à *Ficus abutilifolia* identifié sur les sols à anfractuosités. Les mêmes résultats sont obtenus par Yédomonhan (2002) qui, en étudiant la végétation saxicole du secteur méridional du Centre Bénin, a observé sur les affleurements rocheux à anfractuosités de Seguisso, Gobada et Gossé, le groupement à *Diospyros mespiliformis* et *Ficus abutilifolia*.

- Les anfractuosités favorisent une bonne alimentation hydrique des espèces. En saison sèche, de grandes quantités d'eau retenues dans les blocs quartzitiques et dalles cuirassées s'écoulent encore longtemps, ce qui favorise le maintien en vie de plusieurs espèces. Ces observations sont déjà confirmées par Duvigneaud (1953), qui note que dans une région à relief plus ou moins accidenté, le développement du sol et de la végétation en un endroit est principalement déterminé par la topographie locale qui agit sur le mouvement de l'eau et des particules du sol. Yédomonhan (2002) confirme que les sillons de crêtes, les sols entre les chaos rocheux affleurants et les anfractuosités sont des milieux plus humides sur le plan édaphique et par conséquent favorables au développement de plusieurs espèces pendant la saison sèche.

- L'exploitation par l'homme des ressources naturelles de ces milieux (flore et faune) pour divers besoins entraîne d'une part la disparition de certains habitats, et d'autre part le recul de nombreuses espèces, spécialement celles utilisées dans l'alimentation, la médecine, la construction, ou celles utilisées comme bois de chauffe. Ceci justifie les différents groupements de jachères identifiés (le groupement à *Parinari curatellifolia* et *Hyparrhenia* spp, le groupement à *Daniellia oliveri* et *Loudetia* spp, le groupement à *Vitellaria paradoxa* et *Andropogon gayanus*) selon la durée de l'exploitation du milieu. Pour Yédomonhan (2002), les actions anthropiques dégradent les formations boisées denses ou ouvertes et engendrent l'installation des jachères et fourrés. Ce dernier a identifié comme nous, le groupement ouvert à *Daniellia oliveri* à Samiondji et Golouhoué, ce qui confirme l'idée de Anhuf cité par Tente & Sinsin (2002) selon laquelle la répartition actuelle des forêts et savanes dans les zones guinéenne et soudanienne est influencée par les actions anthropiques.



## 5.2. Structure des formations ligneuses du secteur d'étude

Le cortège floristique de l'ensemble des relevés réalisés est composé de 247 espèces réparties dans 66 familles (tableaux XXVI et XXVII en annexe).

Les espèces fréquemment recensées sont : *Vitellaria paradoxa*, *Pteleopsis suberosa*, *Daniellia oliveri*, *Annona senegalensis*, *Combretum collinum*, *Parinari curatellifolia* et *Quassia undulata*.

Les espèces rares (espèces représentées par un seul individu dans un relevé) sont : *Acacia sieberiana*, *Ficus abutilifolia*, *Diospyros mespiliformis*, *Cussonia barteri* et *Ximenia americana*.

Les valeurs moyennes de l'indice de diversité de Shannon calculées diffèrent d'une position topographique à l'autre avec une moyenne de 3,1 bits. Cette moyenne est comparable à celle obtenue par Yédomonhan (2002) dans les forêts claires (3,06 bits), diffère de celle obtenue respectivement dans les forêts denses sèches et les savanes arborées (3,99 bits ; 3,3 bits). Ces valeurs observées sont également faibles par rapport à celles obtenues (4,89 bits) dans la forêt classée de l'Ouémé Supérieur (Yayi, 1998) et à celles (4,39 bits) trouvées dans la zone cynégétique de la Djona au Nord du Bénin (Siddikou, 1998). Ceci traduit le niveau moyen de diversité des groupements végétaux dans la zone d'étude qui, en fait, résulte sans doute de l'exploitation abusive de certaines espèces telles que *Azelia africana* et *Khaya senegalensis* à des fins économiques (bois d'œuvre, bois de feu ou charbon de bois).

Les recrûs ligneux de *Pteleopsis suberosa*, *Erythrophleum africanum*, *Combretum collinum*, *Daniellia oliveri* sont dominants dans les espaces travaillés ou laissés en friches.

Les surfaces terrières sont en moyenne de 11,3 m<sup>2</sup> /ha. Dans la zone cynégétique de la Djona appartenant au même sous-domaine soudanien septentrional, Siddikou (1998) a trouvé des valeurs plus fortes comprises entre 5,89 à 33,69 m<sup>2</sup>/ha. Ces différences nettes montrent bien l'état de dégradation des formations ligneuses de la zone étudiée et de

l'influence du substratum géologique sur la structure et la densité des groupements végétaux saxicoles.

### **5.3. Structure des types biologiques**

Les phanérophytes prédominent dans tous les faciès avec des taux comparables à ceux de Houinato (2001) et Oumorou (2003), respectivement en savanes sur plateau et sur les inselbergs. Ces phanérophytes sont dominés par les microphanérophytes (43,24%), ceci témoigne de la forte pression anthropique sur les formations naturelles. Cependant, les différents taux obtenus sont nettement inférieurs à ceux obtenus par Agbani (2002) en zone guinéenne forestière dans le noyau central de la forêt classée de la Lama qui jouit d'un climat plus humide (le climat subéquatorial). Par contre les valeurs des autres types biologiques obtenues sont nettement supérieures aux valeurs de la Lama. Le taux de géophytes (8,9 %) est inférieur à celui trouvé par Oumorou (2003) sur les inselbergs et supérieur à celui trouvé respectivement par Houinato (2001) et Agbani (2002) dans les savanes sur plateau et en forêt guinéenne.

Cette différence s'explique par le fait qu'un nombre relativement élevé de géophytes semblent être mieux adaptés aux conditions semi-arides des chaînons étudiés.

Le taux d'épiphytes (0,4 %) est nettement inférieur à celui (6,25 %) obtenu par Akoègninou & Akpagana (1997) dans l'aire classée de la colline de Savalou qui est un écosystème protégé au centre du Bénin plus humide contrairement aux chaînons étudiés.

### **5.4. Structure des types phytogéographiques**

Les résultats obtenus concordent bien avec ceux de Oumorou (2003) et Houinato (2001). De ces différents résultats on note une dominance nette des espèces à distribution continentale au détriment de celles à large distribution. De manière spécifique, on remarque que les groupements de jachères sont marqués par une abondance des

plurirégionaux africains. Ceci correspond nettement aux observations de Sinsin (1993a) qui souligne que les espèces à large distribution marquent une baisse sensible.

### **5.5. Structure de dissémination des diaspores**

Les sarcochores dominant tous les faciès. Cette valeur obtenue est nettement inférieure à celles obtenues par Agbani (2002) en forêt guinéenne.

Cette différence témoigne du degré de perturbation des chaînons étudiés car selon Sinsin (1995b), Kassa (2001), une dominance des sarcochores recensés dans la Lama traduit la grande diversité animale rencontrée dans cette forêt classée.

### **5.6. Dynamique spatiale des différentes formations**

La dynamique spatiale de l'espace étudié peut être appréciée en comparant l'état 1975 pris comme référence et l'état actuel (2003).

La régression des formations naturelles est de l'ordre de 60 % en 28 ans (entre 1975 et 2003) sur les chaînons étudiés. Ce taux est légèrement supérieur de ceux signalés par d'autres auteurs qui ont effectué des études sur des milieux protégés : 41% pour l'Alibori Supérieur en 23 ans entre 1975 et 1998 (Arouna, 2002), 45 % pour la zone cynégétique de la Djona en 22 ans entre 1975 et 1997 (Saliou, 2001), 28 % pour la forêt classée de Wari-Marou (Adéyèmi, 2003). Akoègninou & Akpagana (1997), ont noté sur la colline de Savalou, une reconstitution des savanes boisées et arborées aux dépens des savanes arbustives.

L'évolution régressive du couvert forestier se double d'une diminution du potentiel ligneux. On assiste à une dégradation du taux du couvert arborescent. Cette réduction du couvert végétal expose les sols aux ruissellements entraînant ainsi leur érosion : érosion en nappe et en ravines.

Les peuplements des espèces les plus recherchées comme combustibles ou bois d'œuvre à savoir, *Afzelia africana*, *Kkaya senegalensis*, *Prosopis africana*, *Burkea*

*africana* et *Anogeissus leiocarpus*, deviennent aujourd'hui moins nombreux et les grands semenciers de plus en plus rares. Ces résultats sont comparables à ceux de Akoègninou & Akpagana (1997) qui signalent que les jeunes pieds de ces espèces n'atteignent pas l'âge adulte avant d'être coupés pour les besoins en combustible.

La dégradation de la végétation naturelle affecte aussi négativement les habitats des animaux sauvages soumis au braconnage. Sur une soixantaine d'espèces animales (mammifères, oiseaux et reptiles) signalées par les populations, plusieurs ont déjà disparu : la hyène tachetée (*Crocuta crocuta*), le cob de Buffon (*Kobus kob*), le guépard (*Acinonyx jubatus*), le lion (*Panthera leo*), etc., les grands et moyens mammifères qui assurent la dissémination des semences végétales sont devenues très rares à cause du braconnage. Le tableau XXVIII (en annexe) présente la liste et le statut actuel des espèces animales du secteur d'étude.

### **5.7. Facteurs déterminants dans la dynamique du milieu**

De par ses diverses activités, l'homme est devenu le premier facteur de dégradation des formations boisées saxicoles.

Autrefois, l'espace occupé par l'agriculture était négligeable par rapport à celui occupé par les formations naturelles. Mais avec l'accroissement démographique et l'introduction des cultures industrielles, très consommatrices d'espace, les formations naturelles sont de plus en plus menacées. La culture sur brûlis du coton vient au premier rang des spéculations qui obligent les paysans à défricher plusieurs hectares chaque année. Le coton étant une espèce héliophile, mis à part le néré (*Parkia biglobosa*) et le karité (*Vitellaria paradoxa*), toutes les autres espèces ligneuses sont systématiquement abattues. Dans certaines localités, les terres cultivées sont reboisées avec l'anacardier (*Anacardium occidentale*).

Sur le plan floristique, les fortes pressions anthropiques induisent la réfréfaction voire la disparition de certaines espèces. Les espèces comme *Chrysobalanus atacorensis* subsp. *Atacorensis* et *Abrus schimperi* inventoriées par Adjanonhoun *et al.*, (1989) dans la chaîne de l'Atacora ne sont pas recensées dans la présente étude.

Les terres laissées en friche le sont parce qu'il n'existe pas encore d'opportunités immédiates pour les mettre en valeur (Sinsin, 1995).

Les sols privés du couvert végétal sont ainsi soumis au ruissellement, entraînant l'érosion des sols.

Par ailleurs, l'utilisation des engrais chimiques est de nos jours, le seul moyen utilisé pour accroître le rendement de la production. Ce faisant, la fertilité des sols est remise en cause à long terme.

Les effets du surpâturage sont nettement visibles, surtout en saison sèche (photos 16 et 17). En effet, au cours de cette saison, le sol est complètement dénudé après le passage des feux sauvages (feux de chasse et feux pastoraux). Les fortes charges provoquent le tassement du sol, rendant alors l'infiltration de l'eau difficile. Par ailleurs l'émondage incontrôlé des ligneux fourragers tels que *Khaya senegalensis*, *Azelia africana* et *Pterocarpus erinaceus* conduira à long terme à la disparition de ces derniers.

L'inventaire et la description des sites d'exploitation de pierres (sites abandonnés et en cours d'exploitation) ont permis d'apprécier les impacts des différentes activités sur les écosystèmes. Sur les huit sites d'exploitation de gravier, les techniques de production conduisent à la destruction complète de la végétation.

La reprise de la végétation après exploitation est très lente. Dans les anciennes carrières, la taille des ligneux ne dépasse pas 1,5 m même 6 ans après l'arrêt de l'exploitation. Il apparaît donc que l'évolution des formations végétales est remise en cause dans ces sites d'exploitation. Il en découle que l'exploitation des pierres affectera la croissance des arbres.

D'autres formes d'exploitation des ressources naturelles affectent également le couvert végétal. C'est le cas de la cueillette de miel et des plantes médicinales.

Pour la cueillette de miel, la population n'hésite pas à détruire les arbres entiers dans le seul dessein de récolter du miel. Quels que soient l'âge et la taille de l'arbre, ce dernier est abattu pourvu qu'il porte un essaim. Heureusement, cette méthode traditionnelle de récolte a connu de nos jours une certaine amélioration. Ainsi l'impact lié à la récolte du miel est atténué avec la nouvelle méthode qui consiste à installer des ruches rondes en forme de jarres sur les arbres sources de miel.

La cueillette des plantes médicinales aboutit parfois à la destruction des espèces rares ou des espèces dont la demande est forte. Au nombre des espèces menacées, nous pouvons citer *Khaya senegalensis* dont les racines servent à traiter la lèpre et la syphilis, *Gardenia ternifolia* dont les racines servent à guérir les caries dentaires (Résultat d'enquête, février 2000).



Photo 16 : Vue d'un versant après le passage des feux de végétation dans la région de Kotamongo.

Le passage des feux de végétation limite le développement normal des essences ligneuses et la strate herbacée est totalement consumée sur le versant. Dans un tel contexte les premières pluies se traduisent par une forte intensité de l'érosion sur les versants dénudés.

Source : *Cliché Tente, décembre 2002*



Photo 17 : Bovins en divagation dans la région de Koussantikou

La photo 16 montre un ancien champ de sorgho situé sur un sommet plat. Il sert de pâturage aux bêtes pendant la saison sèche. Les feuilles des essences arborescentes à l'arrière plan de la photo servent de fourrages aux bêtes.

Source : *Cliché Tente, novembre 2002*

La figure 72 résume l'évolution des ressources végétales dans la zone d'étude.

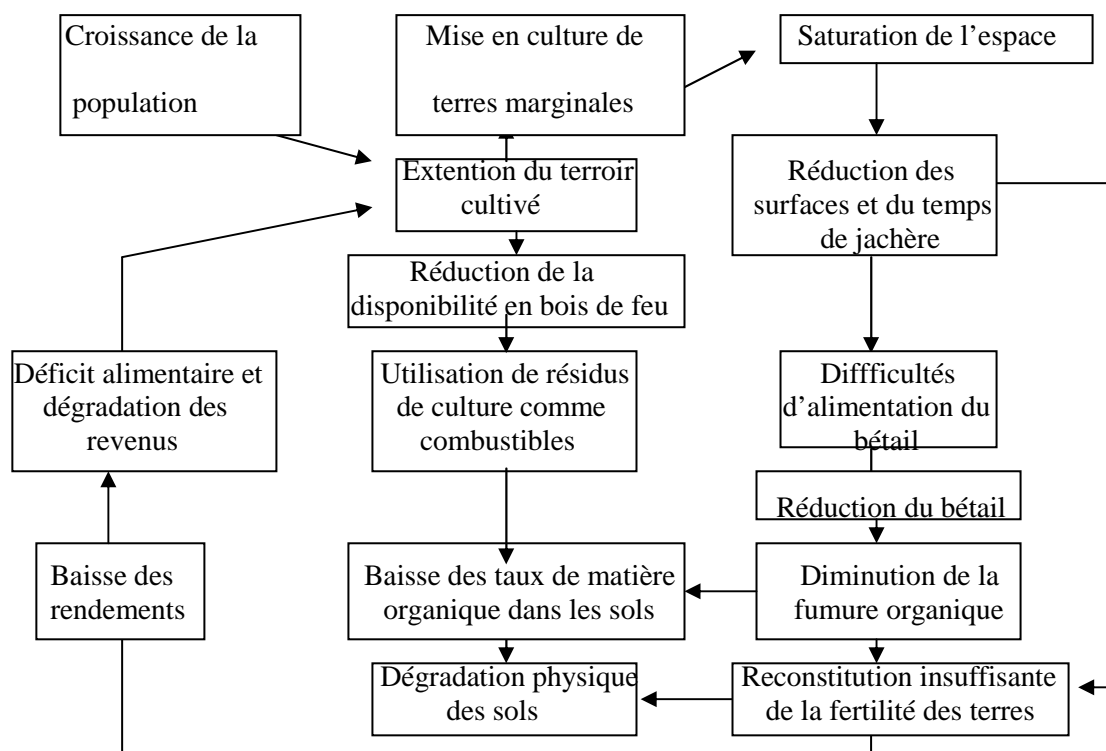


Figure 72 : Synthèse de l'évolution des formations végétales

De l'analyse de la figure 72, on note que la croissance de la population a entraîné la mise en culture des terres marginales et pour conséquence la baisse des taux de matière organique dans les sols voire une dégradation physique de ceux-ci.

Pour pallier cet état de fait, il conviendrait de rechercher les mécanismes de contrôle de l'occupation et d'utilisation du sol. Du reste une meilleure organisation de l'espace est indispensable.

En dehors des activités anthropiques, les facteurs naturels contribuent aussi à la répartition et à la dynamique des formations végétales dans le secteur d'étude. Selon Bethmont cité par Dossouhoui (1995), le climat est le facteur qui exerce la principale contrainte sur le milieu. Pour Vissin (2001), parmi les éléments du climat, les précipitations représentent l'élément fondamental qui conditionne les différents systèmes socio-écologiques aux basses latitudes. Pour ce dernier, l'absence, la rareté, l'excès ou la



mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies sont générateurs de crises climatiques et économiques et très souvent aussi, d'instabilité sociale et politique.

Au Bénin comme sur l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest, on a constaté une baisse relativement brutale de la pluviométrie au cours des décennies 70 et 80. L'étude tendancielle des données pluviométriques de la station synoptique de Natitingou présentée sur la figure 73, indique une baisse des précipitations des années 1971 jusqu'en 1987. A partir de la fin de cette année, on note une reprise des précipitations ; l'année 1988 étant excédentaire. Mais cette reprise reste relative, car l'on observe vers la fin des années 1998 une nouvelle baisse des totaux pluviométriques. L'étude des moyennes mobiles confirme l'analyse des moyennes annuelles décennales. Les deux décennies (1970 – 1990) sont caractérisées par une forte tendance à la baisse des pluies. Une relative reprise des précipitations est amorcée dès 1990. L'évolution interannuelle du nombre de jours de pluie de 1971 à 2001 (figure 74) confirme ces différents résultats. L'évolution interannuelle du total du bilan climatique potentiel (figure 75) ou pluie efficace (le reste de la lame précipitée qui se partage entre écoulement et infiltration) confirme également les différents résultats. On observe à partir des années 1970, une dégradation du bilan climatique. Les décennies 1971 – 1980 et 1981 – 1990 connaissent les déficits les plus marqués, avec une légère reprise vers la fin des années 1980, mais toute relative. Il ressort de tout ce qui précède que la récession pluviométrique des années 1970 a eu des répercussions importantes sur la disponibilité en eau sur les chaînons étudiés. On assiste à la dégradation des éléments des écosystèmes notamment la flore et la faune. Ces résultats confirment ceux obtenus par Thomson (1985), Sutcliffe & Piper (1986), Vissin (2001).

Les précipitations jouent un rôle important dans l'évolution des formations végétales du secteur d'étude compte tenu de leur ampleur. Selon Boko (1988), les pluies orageuses représentent, dans le nord du Bénin, environ 70 % des précipitations totales. Ce constat est confirmé par Afouda (1990), qui signale que la région de l'Atacora est

“marquée par une importance plus grande des manifestations orageuses, plus que dans le reste du pays”. C’est l’avis de Enianliko cité par Houssou (1998) qui remarque que la station de Natitingou enregistre en moyenne par an, dans la période de 1932-1984, environ 121 jours d’orage contre 72 jours à Parakou dans le Borgou. Les pluies qui tombent sous forme de fortes averses transportent le sol (à partir des eaux de ruissellement) des zones situées en amont vers les parties en aval. Ce décapage du sol a pour corollaire l’installation des auréoles d’érosion observées par endroits dans la zone d’étude. Par ailleurs, l’effet de battance est très prononcé sur les sols. La forte battance du sol provoque un glaçage qui diminue l’infiltration et augmente ainsi la vitesse de ruissellement.

Les différentes formes d’érosion constatées dans le secteur d’étude sont celles décrites par Schmitt cité par Guédou (2001). Il s’agit de l’érosion en nappe (Sheet erosion) liée au splash et au ruissellement, de l’érosion linéaire (rill erosion) et de l’érosion par ravinement (gully erosion).

En somme, les dégâts liés à l’érosion, comme l’a signalé Natta (1999), sont la diminution de la teneur en humus et éléments nutritifs du sol, de la capacité de rétention en eau et de la diminution du volume exploitable (par suite du décapage du sol). Les manifestations de l’érosion hydrique, sont aussi observées sur les infrastructures (routes et ponts), les habitations et quelques champs. Selon Fournier (1972), Roose (1985) et Faniran & Jeje (2002), les principaux ouvrages de terrassement qu’il faudra installer pour freiner les dégâts liés à ces différents types d’érosions, varient en fonction de la pente et se présentent de la façon suivante :

- les terrasses (pour les pentes comprises entre 12 et 25 %) : Ce sont des plates formes de terres horizontales de largeur variable, disposées en marches d’escalier sur un versant. Les terres de remblai sont soutenues à l’aval, soit par un mur de pierres sèches, soit par une pente gazonnée. Elles doivent être toujours couvertes d’herbes, d’arbustes ;

- les banquettes (pente  $>12\%$ ) : Ce sont les bandes de terre de largeur constante, disposées sur un versant et dont le profil comporte de l'amont vers l'aval : un talus, un large fossé appelé fond ou solde et un bourrelet de terre. Elles transforment une forte pente en une série d'étages horizontaux, cultivables sur les versants abrupts ;

- les murettes ou murets (pour les pentes comprises entre 8 et 12 %) : ce sont des murs ou ordons de pierres sèches, construits suivant les courbes de niveau, constituant à la fois un obstacle qui ralentit le ruissellement et un filtre qui retient les matériaux entraînés. Lorsque l'atterrissement (couverture de terre venant de l'amont) atteint le sommet de la murette, on élève son niveau par une nouvelle ligne de pierre ; et il se forme ainsi de véritables terrasses.

L'ensemble de ces ouvrages installés sur un périmètre permet de réduire l'érosion en dessous d'un seuil de tolérance. Selon Ramser cité par Roose (1985), l'efficacité de ces ouvrages nécessite une dénivelée entre deux ouvrages.

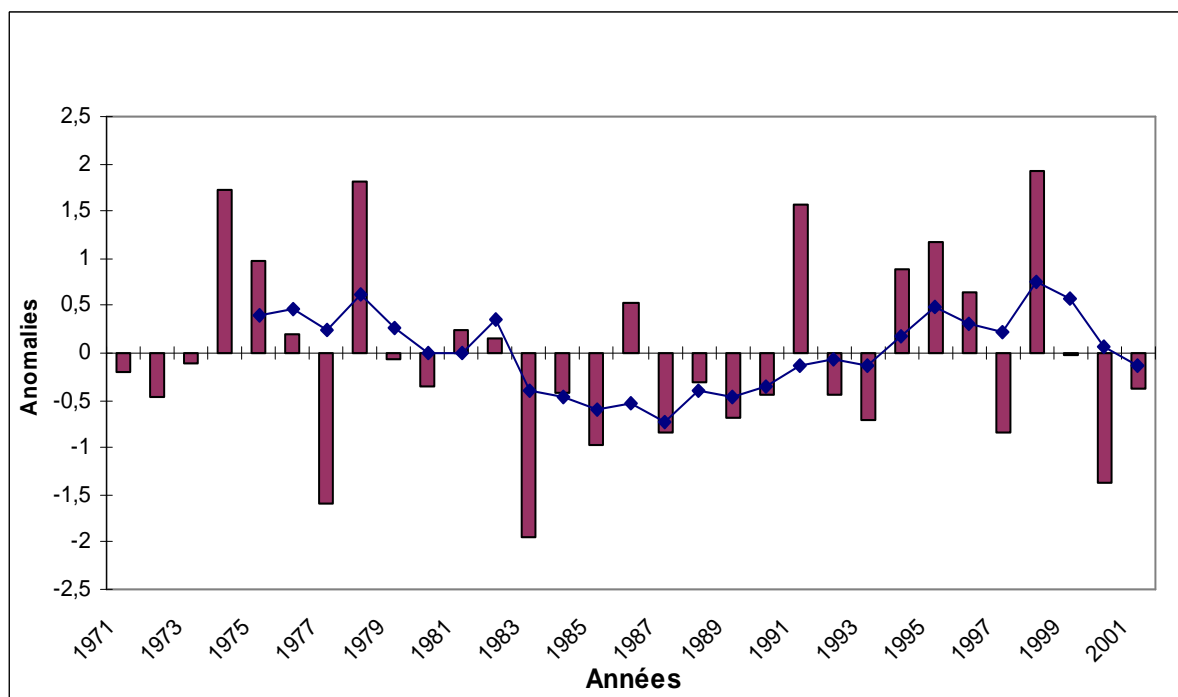


Figure 73 : Variation interannuelle de la pluie (station synoptique de Natitingou)  
Source : ASECNA, 2001

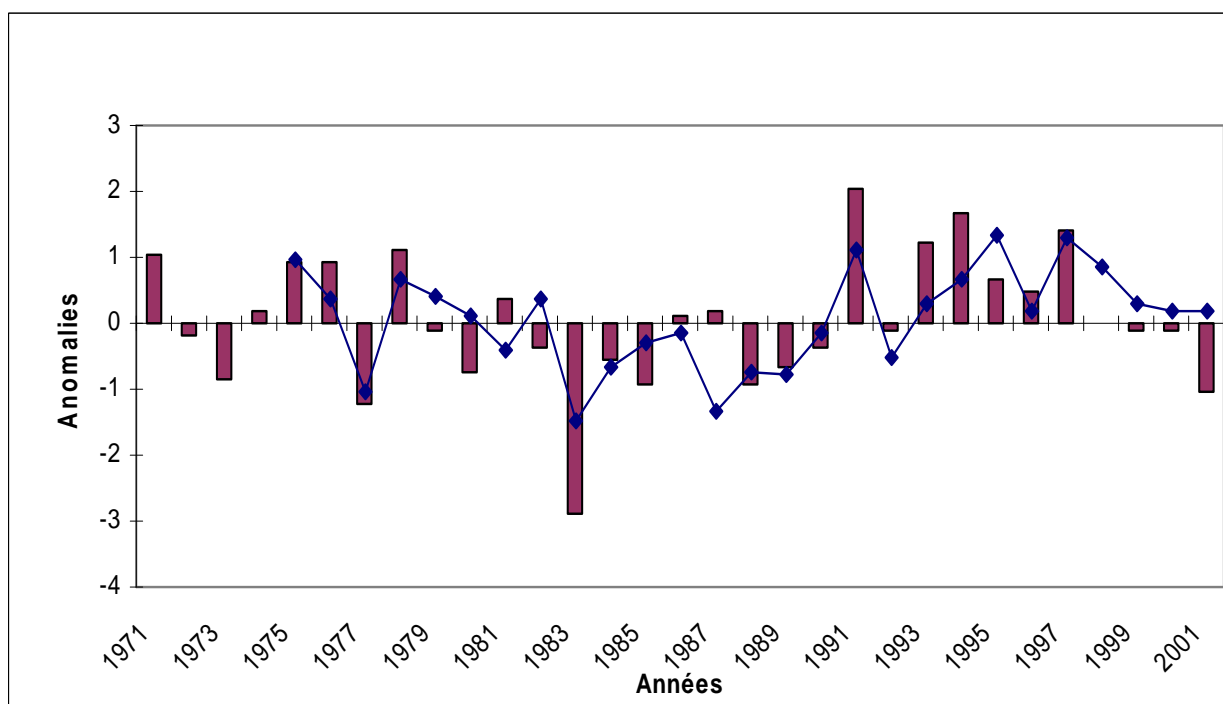
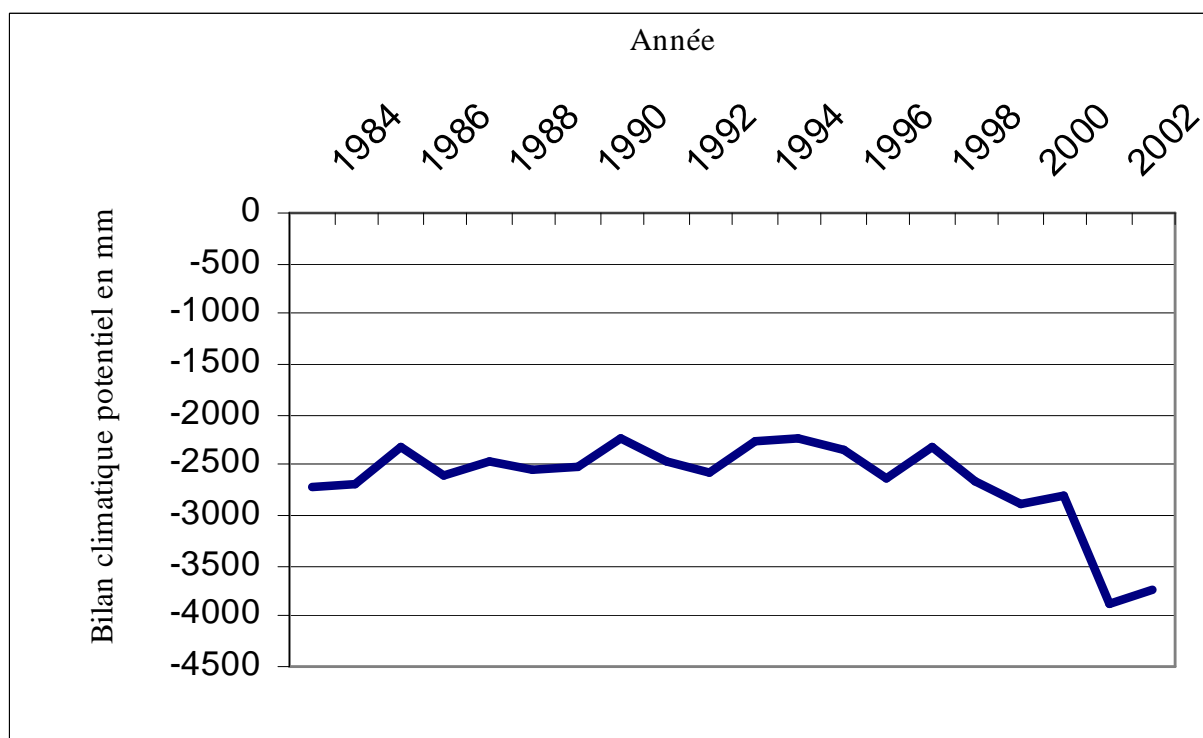


Figure 74 : Variation interannuelle du nombre de jours de pluies (station synoptique de Natitingou)

Source : ASECNA, 2001



**Figure 75** : Variabilité du bilan climatique saisonnier (station synoptique de Natitingou)

Source : ASECNA, 2001

### 5.8. Conclusion partielle

De façon générale, on assiste dans le secteur d'étude à la désagrégation des roches qui résulte des phénomènes physiques (l'éclatement ou fissuration de la roche sous l'effet des différentes variations de température et de pression au cours de l'année, l'élargissement des fissures par les racines) et chimiques (décomposition et dissolution par l'eau).

Mis à part les précipitations et l'harmattan, la dynamique des formations végétales est aussi et surtout sous la dépendance de la nature du sol et de la topographie. Ainsi, même en l'absence de l'action de l'homme, les formations végétales du secteur d'étude connaîtraient une évolution progressive lente en raison d'une part du caractère squelettique des sols et d'autre part du relief accidenté par endroits.

Mais la dégradation poussée des formations saxicoles liée aux activités anthropiques, n'a pas permis de relever une différence notable en composition végétale entre deux versants (Ouest et Est).

Dans le contexte de décentralisation et d'une gestion rationnelle et plus équilibrée des ressources naturelles, une participation efficiente des populations est indispensable. Il faudra non seulement informer, former et vulgariser les techniques agricoles qui dégradent moins les écosystèmes saxicoles.

## CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS

Cette étude sur les versants du massif de l'Atacora nous a offert l'occasion de vérifier nos hypothèses. Ainsi, de la recherche des facteurs qui déterminent et expliquent l'évolution de la biodiversité sur les chaînons étudiés, il se dégage quatre facteurs déterminants : le substratum géologique, la nature du sol, l'action anthropique et l'influence climatique (notamment les précipitations).

En fonction du substratum géologique, se répartissent les groupements végétaux. Les espaces à chaos rocheux quartzitiques possédant de profondes anfractuosités sont les milieux propices pour l'installation d'un nombre considérable d'espèces végétales. Les espaces à dalles de chaos quartzitiques sans anfractuosité et à dalles cuirassées sont plus pauvres en espèces végétales, par conséquent en groupements végétaux. Enfin, les espaces à dalles subaffleurantes abritent les formations savanicoles dont le climax est une forêt claire ou une savane boisée dominée par les espèces soudaniennes.

Le facteur anthropique qui est sans doute le plus déterminant sur l'évolution de l'espace étudié se trouve à l'origine des diverses formes de dégradation observées sur les chaînons. Les différentes formes d'érosion : l'érosion en nappe liée au splash et au ruissellement, l'érosion linéaire et l'érosion par ravinement sont observées et posent des problèmes sur les chaînons.

La pression humaine considérable n'a pas favorisé l'identification de façon nette des groupements en fonction de la position topographique et de l'exposition des versants. Toutefois, le versant exposé aux vents secs de l'harmattan porte une végétation plus rabougrie que celle du versant occidental exposé aux vents humides de la mousson.

Avec la croissance démographique, les superficies utilisées pour l'installation des cultures itinérantes augmentent de manière exponentielle d'année en année au détriment des formations naturelles. Sur le plan de l'élevage, les charges animales entraînent le tassement des sols.

Mises à part les cultures itinérantes sur brûlis, il faut signaler l'exploitation du gravier à petite échelle pour les travaux de construction et de bitumage de route, mais aussi et surtout le concassage des pierres à grande échelle, pratiqué par des sociétés privées installées avec de gros engins sur le terrain. Cette attaque du substratum, qui prend de jour en jour de l'ampleur induit la disparition du biotope et de sa biocénose. Même les espaces considérés comme sacrés sont affectés par cette forme d'exploitation des ressources. Dans le meilleur des cas, une petite portion correspondant au temple, symbolisée par quelques grands arbres, est épargnée.

Un autre facteur de dégradation non moins important est l'intensité des précipitations dans le secteur d'étude qui a un relief accidenté. A cause de l'érosion, les formations végétales naturelles de ces milieux déjà fragiles sont mises à mal. Néanmoins, ces écosystèmes apparaissent plus humides que ceux des plateaux, et qui servent de lieux de refuge de la sylvie ancienne (Akoègninou & Akpagana, 1997 ; Yédononhan, 2002). Dans le cas des chaînons étudiés, ces différents milieux subissent une forte pression humaine et il en résulte une absence d'individualisation par rapport aux positions topographiques.

Face à la dégradation de plus en plus prononcée des écosystèmes étudiés, il est urgent de trouver les solutions pour freiner l'utilisation anarchique actuelle des ressources. Ces solutions supposent une bonne intégration agriculture-élevage, une introduction à long terme d'autres cultures de rente moins consommatrices d'espace que le coton, et une exploitation rationnelle des carrières. Le reboisement systématique des espaces laissés en jachère doit être de règle si l'on veut freiner le phénomène d'érosion qui a cours dans le secteur étudié. Toutes les actions envisagées pour l'utilisation rationnelle des espaces doivent être précédées d'une sensibilisation de toutes les couches sociales qui exploitent les ressources naturelles. Au nombre des actions à entreprendre il faudra :

- recenser si possible, tous les paysans installés sur les versants à forte pente ;



- délimiter avec les agriculteurs, les zones propices à chaque type d'activité (agriculture, élevage et autres). Ceci permettra d'éviter une nouvelle conquête anarchique des autres espaces boisés ou en reconstitution ;
- suspendre (en attendant l'élaboration d'un plan d'aménagement de ces espaces sensibles à risque), toutes formes d'exploitation forestière, sauf la recherche du bois mort pour la cuisson des aliments et la récolte de plantes médicinales pour la santé des populations ;
- renforcer le dispositif de surveillance de ces espaces sensibles et à risque ;
- sensibiliser les agriculteurs dans le reboisement des jachères ;
- créer et rendre opérationnels des postes forestiers tout autour des espaces jugés à hauts risques pour suivre quotidiennement les activités des agriculteurs, surtout en matière de conquête de l'espace et d'utilisation des essences végétales pour les besoins fourragers ;
- reconstruire l'encadrement forestier.

En dehors des mesures de protection proposées ci-dessus, l'intervention de l'Etat doit être définie comme un mécanisme devant accompagner le développement économique et social. Il s'agit d'abord d'impliquer réellement tous les acteurs dans le développement forestier durable des chaînons afin d'obtenir leur totale adhésion à la politique forestière des espaces sensibles à risque.

La loi doit donc s'attacher à responsabiliser les bénéficiaires à la conservation forestière, car il ne servirait à rien de monter un dispositif de protection et de développement, si structuré soit-il, si ceux-ci n'étaient réellement acquis à la cause des opérations d'aménagement ;

- mettre en place des dispositifs de responsabilité collective des acteurs locaux pour l'entretien des boisements ;
- intégrer la politique forestière des espaces sensibles et à risque dans le développement

général du pays et plus particulièrement dans celui des communes qui possèdent ces espaces ;

- refaire le forestier ; c'est l'avis de Guédou (2001) qui souligne qu'il ne suffit pas de refondre le code forestier, mais encore faut-il que les pratiques institutionnelles évoluent elles-aussi avec les comportements de ceux qui les mettent en pratique ;

- délimiter avec la participation effective des agriculteurs et des éleveurs, les couloirs de transhumance et des aires de pâturage en tenant compte de la position des champs, de l'état actuel de dégradation des différents écosystèmes, des aptitudes pédologiques et de la capacité de charge. La stratégie de lutte contre les effets pervers de la transhumance s'élaborera autour des points suivants :

- interdiction de pâturage aérien qui consiste à émonder certaines essences de valeur ;
- recensement et organisation des éleveurs ;
- amélioration de la coexistence entre éleveurs et agriculteurs par des séances de sensibilisation ;
- enrichissement par les éleveurs des zones de pâturage en espèces fourragères à croissance rapide ;

- l'élaboration d'une stratégie de protection de la faune sauvage de ces espaces passe inéluctablement par une meilleure connaissance de celle-ci. Ainsi, on pourra :

- procéder au dénombrement de la faune sauvage pour mieux apprécier la diversité spécifique et l'importance de population animale par espèce ;
- règlementer la chasse pour permettre à la faune de se reconstituer ;

- les feux de végétation existaient dans les mœurs des usagers des chaînons du massif de l'Atacora depuis les temps reculés. Leur interdiction systématique serait non seulement utopique mais aussi et surtout préjudiciable à la reconstitution des formations saxicoles. Il serait plus indiqué d'adopter la pratique des feux précoces suivant un calendrier bien précis. Les feux de renvoi pourront être allumés autour des lieux sacrés. Leur protection contre les

feux passe également par le renforcement de la sensibilisation et de l'information de quelques groupes cibles (chasseurs, éleveurs, bergers, récolteurs de miel, etc.) susceptibles d'allumer les feux de végétation ;

- la protection et la conservation des sols pourraient contribuer favorablement à la reconstitution du couvert végétal de ces espaces sensibles à préserver. Pour ce faire, il est souhaitable : d'améliorer les systèmes culturaux en adoptant des procédés qui se fondent sur le savoir-faire des populations (la jachère, l'association et la rotation des cultures, la conservation biologique du sol), d'utiliser les espaces en fonction de leur capacité de production, d'installer des cultures sur les flancs des collines en créant des rideaux de pierres qui peuvent empêcher les risques énormes d'érosion pendant la saison des pluies.

Pour Azontondé (1988), les procédés biologiques et culturaux sont les moins coûteux, simples, accessibles aux paysans. Cependant, ce dernier souligne que leur efficacité est limitée par la valeur de la pente. Dès que la pente dépasse 3 % en moyenne, les procédés biologiques et culturaux ne sont plus suffisants à eux seuls pour réduire sensiblement l'érosion du sol. Pour ce faire pour une action durable de protection des effets actuels de l'érosion sur les chaînons, il convient de compléter les procédés biologiques et culturaux par des procédés mécaniques, consistant à construire sur les versants à fortes pentes des ouvrages de terrassement importants pour diminuer la longueur de la pente.

## BIBLIOGRAPHIE

- ACHOUNDONG G. 1995. Submontane vegetation types of Nta-Ali in Cameroun. Bois et forêts des tropiques, n°243 : 51-63.
- ADAM S. K. & BOKO M., 1993. Le Bénin, 2<sup>ème</sup> éd., Paris, Edicef, 93 p.
- ADJAKIDJE V., 1984. Contribution à l'étude botanique des savanes guinéennes de la République Populaire du Bénin. Thèse de 3<sup>è</sup> Cycle. Université de Bordeaux III., France, 245 p.
- ADJANOHOUN E. J. *et al.*, 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République populaire du Bénin. ACCT., Paris, France, 895 p.
- AFFATON P. 1975- Etude géologique et structurale du Nord-Ouest Dahomey, du Nord-Togo et du Sud-Est de la Haute Volta. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Aix-Marseille III, Marseille, Fr. et Trav. Lab. Sci. Terre St-Jérôme, Marseille, Fr. Sér, B, n°10 201 p. 96 fig., 9. tabl.
- AFFATON P. 1987. Le bassin des volta (Afrique de l'Ouest ), une marge passive d'âge protozoïque supérieur, tectonisé au panafricain (600 MA). Thèse de doctorat, Université d'AIX-Marseille III. Ed ORSTOM, France, 480p.
- AFOUDA F., 1990. L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu de la savane Africaine. Thèse de doctorat nouveau régime, Paris IV, SORBONNE, 428 p.
- AKE ASSI L., 1998. Impact de l'exploitation forestière et du développement agricole sur la conservation de la diversité biologique en Côte-d'Ivoire. *Flamboyant* 48 : 20-22.
- AKOBUNDU I. & AGYAKWA C. W., 1989. Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest. IITA, Ibadan, Nigéria, 522 p.
- AKOEGNINOU A., 1984. Contribution à l'étude botanique des îlots de forêts denses Humides semi-décidues en République Populaire du Bénin. Thèse de 3<sup>è</sup> Cycle. Université de Bordeaux III, France, 250 p.
- AKOEGNINOU A. & AKPAGANA K., 1997. Etude cartographique et dynamique de la végétation de l'aire classée de la colline de Savalou (Bénin), *J. Bot. Soc. Bot. Fr.* 3 : 69-81.
- AKOEGNINOU A., 2004. Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin (Afrique de l'ouest). Thèse de doctorat d'Etat. UFR Biosciences, Côte d'Ivoire, 325 p.
- AKPAGANA K., 1992. Les forêts denses humides des monts Togo et Agou (Rep. Togo). *Adansonia* 1 : 109-172.
- AKPAGANA K., *et al.*, 1998. La disparition des espèces végétales en Afrique tropicale. Cas du Togo et du Bénin en Afrique de l'Ouest. *Le Monde des Plantes. N° 463* : 18-20.

- AROUNA O., 2002. L'exploitation des ressources biologiques et la dynamique de la forêt classée de l'Alibori Supérieur (secteur de l'arrondissement de Bagou). Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 114 p.
- AUBERT G., 1991. Influence de faibles variations climatiques sur les horizons supérieurs des sols de la zone sahélienne d'Afrique. *Actes du séminaire régional 'Influence du climat sur la production des cultures tropicales'*. Burkina Faso ; FIS & CTA : 69-79.
- AUBREVILLE A., 1937. Les forêts du Dahomey et du Togo. *Bulletin du comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française*. Tome xx n° 1-2 : 1-112.
- AVOHOU T. H., 2003. Détermination des potentialités pastorales de la chaîne de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin, Région de Tanguiéta-Batia. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA / UAC Abomey-Calavi, Bénin. 128 p + annexes.
- AZONTONDE H. A., 1988. Conservation des sols et des eaux en République Populaire du Bénin. CENAP-ORSTOM, Cotonou, Bénin, 50 p.
- BEAUD M., 1999. L'art de la thèse (Comment préparer et rédiger une thèse de doctorat, un mémoire de DEA ou de maîtrise ou tout autre travail universitaire), la découverte, Paris XIII, 173 p.
- BERHAUT J., 1971-1979. Flore illustrée du Sénégal. Ed. Clairafrique, Dakar, Sénégal Tome I-IX.
- BIO SABI TANNON C., 1999. Analyse de la place de la forêt et des produits forestiers dans l'économie des ménages ruraux : Cas du village Pikiré, riveraine de la forêt classée de l'Alibori Supérieur dans la Sous – Préfecture de Kérou (Département de l'Atacora). Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA / UNB Abomey-Calavi, Bénin. 161 p + annexes.
- BIROT P., 1968. Les formations végétales du globe. SEDES Paris, 409 p.
- BOKO M., 1988. Climats et communautés rurales au Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse d'état ès lettres – Université Bourgogne, Dijon, France, 2 vol., 607 p.
- BOKONON-GANTA B. E., 1987. Les climats de la région du Golfe du Bénin, thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Paris IV, France, 248 p. + annexes
- BORGUI C. S. & LEFFI S. L., 1992. Aspect actuel de la dynamique de l'environnement dans le versant ouest du cours moyen de l'Okpara. Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 97 p.
- BOUDET G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Ministère de la Coopération. *Coll. Manuels et Précis d'Elevage, n°4*, Paris, 254 p.
- BOYER J., 1982. Les sols ferrallitiques, 10. Facteurs de fertilité et utilisation des sols ; ORSTOM, France, 384 p.

- BRAUN-BLANQUET J., 1932. Plant sociology – The study of plant communities – translated revised and edited by FULLER G. D. & CONARD H. S. 439 p.
- BRUNEL J. F., *et al.*, 1984. Flore analytique du Togo. Phanérogames, GTZ. Ed. Eschborn, Berlin, RFA, 751 p.
- CACHAN P., 1963. Signification écologique des variations micro climatiques verticales dans la forêt sempervirente de Basse Côte d’Ivoire. Ann . Fac. Sc. Univ. Dakar, t. 8 : 89-155.
- CARDER, 1997. Plans de campagne de 1999-2000 de l’Atacora, Natitingou, Bénin, 210 p.
- CARLES J., 1973. Géographie botanique. ‘‘Que sais-je’’ n° 313, 138 p.
- CATINOT R., 1970. La gestion durable des forêts tropicales. Où en est-elle six ans après le sommet de Rio. *Bois et Forêts des Tropique*, 261 (3) : 61-69.
- CENATEL, 1993. Carte de végétation . feuille Natitingou, MDR, Cotonou, Bénin, 1 p.
- CESAR J. & HAVET A., 1986. Influence du climat et du sol sur la production herbacée des savanes en Côte d’Ivoire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 39 (3-4) : 453-461.
- CODJIA C. L. & GNAGNA P., 1993. Dynamique des paysages végétaux de la forêt Classée de Toui-Kilibo. Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 96 p.
- DANAIS M., 1982. La diversité en écologie : Analyse bibliographique. *Botanica Rhedonica, serie A*, 17 : 77-104.
- DANSEREAU P. & LEMS L., 1957. The grading of dispersal types in Communities and their significance. *Contr. Inst. Bot. Montréal* 71. 52 p.
- da MATHA SANT’ANNA M. A., 1986. Etude biogéographique et activités humaines d’un secteur de socle précambrien au Bénin (Zou-Nord) : Une approche morphodynamique. Thèse de Doctorat de 3è cycle ULP, UER de géographie, Strasbourg, France, 223 p.
- DAJOZ R., 1985. Précis d’écologie. Bordas, Paris, France, 504 p.
- DEFOURNY P., 1994. Evaluation et suivi de la végétation ligneuse en région tropicale sèche (Burkina-Faso). In F. BONN : *Téledétection de l’environnement dans l’espace francophone*. Presses universitaires du Québec, ACCT, pp. 247-264.
- DE HAAN L. J., 1997. Agriculture et élevage au Nord-Bénin. Ecologie et genre de vie. Editions Karthala, Paris, France, 217 p.
- DERRUAU M., 1969. Les formes du relief terrestre. Ed. Masson, Paris, 120 p.
- DEVINEAU J., *et al.*, 1984. Evolution de la diversité spécifique du peuplement ligneux dans une succession préforestière de colonisation d’une savane protégée des feux (Lamto, Côte- d’Ivoire). *Candollea* 39 : 103-134.

- DJEGO J. G. M., 2000. Impacts écologiques des plantations forestières sur la diversité biologique des écosystèmes côtiers du Bénin (Cas du périmètre de reboisement de Sèmè). Mém. DEA /FLASH/UNB, Bénin, 83 p.
- DORST J., 1965. Avant que nature meure. Delachaux et Niestlé, Paris, France, 542 p.
- DOSSOUHOUI F. V., 1995. Dynamique du milieu naturel dans le bassin du Zou : secteur Atchéribé-Paouignan. Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 110 p.
- DRAGESCO A., 1980. Aperçu sur les milieux naturels en Afrique intertropicale. Des arbres utiles. Protection des sols. CCF Cotonou, Bénin, 108 p.
- DUPLAT P. & PERROT G., 1981. inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers. Office Nationale des Forêts. Section Technique 432 p.
- DUPRIEZ H. & de LEENER P., 1990. Les chemins de l'eau (ruissellement, irrigation, drainage), Terre et vie, C. T. A. et Harmattan, Nivelles, Wageningen et Pays-Bas, 380 p.
- DUVIGNEAUD P., 1949. Les savanes du Bas-Congo. Essai de phytosociologie topographique. Lejeunia, Mémoire N° 10, 192 p.
- ESCOUROU G., 1981. Climat et Environnement. Les facteurs locaux du climat. Ed. Masson, Paris, 172 p.
- EVRAUD C., 1968. Recherches écologiques sur les peuplements forestiers des sols hydromorphes de la cuvette centrale Congolaise, Publi. INEAC. Sér. Sr 110-295 p.
- FANIRAN A. & JEJE L. K., 2002. Humid Tropical Geomorphology. Heinemann Educational Books, Ibadan, Nigeria, 414 p.
- FAO., 1977. Directives pour la description des sols FAO. Rome. 72 p.
- FAO., 1985. Plan d'action forestier tropical. Rome, Italie, 187 p.
- FAO., 1992. Les forêts fin 1990. Dernières données sur les forêts du monde. *Flamboyant* **23/24** : 28-29.
- FILLERON J. C., 1990. Potentialités du milieu naturel, densités de population et états de surface dans le Nord-Ouest ivoirien. In : *La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest. Points de vue et perspectives de recherches*. Presses universitaires de Dakar : 253-263.
- FOFFMANN O., 1983. Recherche sur les transformations du milieu végétal dans le Nord-Est ivoirien : les pâturages en pays lobi. Th. 3è cycle, Géographie, Univ. Bordeaux-III, France, 299 p + annexes.
- FONTON N., 1989. Contribution à la mise au point d'un logiciel de traitement de données de production relatives en zone tropicales. Certificat Post Universitaire en Statistique et Informatique appliquée. Mémoire de fin d'étude Universitaire de Gembloux., Belgique.

- FOURNIER P., 1972. La conservation des sols. Collection Nature et Environnement Conseil de l'Europe, 194 p.
- FRANQUIN P., 1969. Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.* **9** : 65-95.
- GAUSSEN H., 1954. Expression des milieux par des formules écologiques. Leur représentation cartographique. *In Colloque sur les régions écologiques du globe.* Centre nationale de recherche scientifique, Paris, Juin – Juillet 1954 : 13-25
- GAUSSEN H., 1955. Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques. *C.R. Acad. Sc.* **240** : 644-645.
- GEERLING C., 1982. Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano-guinéens. Univ. Agron. Wageningen, Pays-Bas, 340 p.
- GEORGE P., 1990. Dictionnaire de la Géographie. 4<sup>e</sup> éd., Paris, PUF, 510 p.
- GENY P., *et al.*, 1992. Environnement et développement rural : guide de la gestion des ressources naturelles. FRISON-ROCHE. Paris, 418 p.
- GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et C<sup>ie</sup>, Paris, France, 120. 314 p.
- GRANIER P., & CABANIS, Y., 1976. Les feux courants de l'élevage en savane soudanienne. *Rev. Méd. Vét. Pays trop.* **29** (3) : 267-275.
- GUINKO, S., 1984. Végétation de la Haute Volta. – Thèse présentée à l'Université de Bordeaux III, Mskr., Bordeaux, 394 p.
- GUEDOU G. R., 2001. Dynamique de la forêt classée de l'Ouémé-Boukou (Commune de Savè). Mém. Maîtrise, Géographie, UAC, Bénin, 105 p.
- HAHN-HADJALI K., *et al.*, 1996. The influence of human impact on biodiversity in West African savannas. International Senckenberg Conference on Global Biodiversity Research in Europe. Frankfurt a. M., p. 32.
- HOFF M., *et al.*, 1983. La végétation rudérale et anthropique de la nouvelle Calédonie et des îles Loyautés (Pacifique sud). *Colloques phytosociologiques XII* : 179-248.
- HOUINATO M. R. B., 2001. Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts kouffé (Bénin). Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles. 219 p + annexe.
- HOUNDAGBA C. J., 1978. Les paysages végétaux du plateau résiduel induré de Banamè, dans le nord du district rural de Zagnanado. Mémoire de maîtrise de géographie. FLASH / UNB, 79 p.



- HOUNDAGBA C. J., 1990. Analyse d'un paysage de vallée, le cours inférieur de l'Ouémé. In RICHARD J. F. (édit) *La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest. Points de vue et perspectives de recherches*. Presses Universitaires de Dakar, pp. 239-251.
- HOUNDAGBA C. J., *et al.*, 2003. Les espaces sensibles à protéger et les zones d'aménagement concerté face aux enjeux environnementaux. LABEE/DGAT/FLASH/UAC, 85 p.
- HOUNKPODOTE R. M., 1993. La législation en matière d'Aménagement du Territoire au Bénin. *Séminaire national sur l'aménagement du territoire au Bénin*, INFOSEC Cotonou, Bénin, 33 p.
- HOUSSOU C., 1998. Les bioclimats humains de l'Atacora (Nord-ouest du Bénin) et Leurs implications socio-économiques. Thèse d'état, Dijon, France, 332 p.
- HUTCHINSON J. & DALZIEL J. M., 1954-1972. Flora of West Tropical Africa-Band 1-3 ; 2<sup>nd</sup> edition, revised by R. W. J. KEAY & F. N. HEPPER, Crow Agents, London.
- JAFFRE T., *et al.*, 1998. Impact des feux de brousse sur les maquis ligno-herbacés des roches ultramafiques de Nouvelle Calédonie. *Adansonia*, sér. 3, 20 (1) : 173-189.
- JENIK J. & HALL J. B., 1966. The ecological effect of the harmattan wind in the Djebobo massif (Togo mountains, Ghana) *J. Ecology* **54** : 767-779.
- KELLEY H., 1985. Garder la terre en vie : érosion des sols, causes et remèdes. FAO. ROME. 120 p.
- KOKOU K., *et al.*, 1999. Analyse floristique des îlots forestiers du sud du Togo. *Acta Bot. Gallica* **146** (2) : 139-144.
- KOUSSEY K. N., 1977. Le peuple Otâmmari : Essai de synthèse historique (des origines à l'invasion coloniale Européenne 1897). Mém. Maîtrise, UNB, Bénin, 244 p.
- LANLY J-P., 1992. Premières conclusions issues de l'analyse FAO des ressources Forestières tropicales en 1990. Dernières données sur les forêts du monde. *Flamboyant* 23/24 : 28-29.
- LE BARBE L., *et al.*, 1993. Les ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. *Collection Monographies Hydrologiques n°11*, ORSTOM, Paris, 540 p.
- LEJOLY J. & RICHEL T., 1997. Codification de la flore d'Afrique occidentale. Lab. Bot. Syst. & Phyt., Univ. Lib. Bruxelles ; 188 p.
- LEROUX M., 1988. Variabilité des précipitations en Afrique Occidentale : les composants aérologiques du problème. *Veille Climatique Satellitaire n° 22*, ORSTOM, Paris, pp. 26-45
- LIBEN L., 1962. A propos de quelques termes ambigus ou mal connus du vocabulaire Phytogéographique. Bulletin du Jardin Botanique de l'état de Bruxelles. **32** : 459-470.

- MAIRE R., *et al.*, 1994. Enregistreurs et indicateurs de l'évolution de l'environnement en zone tropicale. Concepts et méthodologie. *Espaces tropicaux n°13*. Presses universitaires de Bordeaux, France, pp. 11-26.
- MAMA J. V. & HOUNDAGBA J., 1991. Document préparatoire pour la conférence des Nations-Unies sur l'environnement et le développement. Rapport du Bénin, 116p.
- MANDANGO A., 1982. Flore et végétation des îles du fleuve dans la sous-région de la Tshopo (haute Zaïre). Thèse de Doct. Université de Kinssangari, Zaïre, 452 p.
- MANGENOT G., 1951. Une formule simple permettant de caractériser les climats de l'Afrique intertropicale dans leurs rapports avec la végétation. *Rev. Gen. De bot.* Tome 58, 353 p.
- MARTIN G. J., 1995. Ethnobotany. – World Wide Found of Nature (international), London, 267 p.
- MARTIN K. & PADDY C., 1998. Description and Analysis. A practical approach Great Britain by SRP btd, Exter. 363 p.
- MEHU (Bénin), 1993. Plan d'Action Environnemental du Bénin (document final), presses du J.O.R.B, Cotonou, Bénin, 134 p.
- MEHU (Bénin), 1997. Agenda 21 National, MEHU / Cotonou, Bénin, 210 p.
- MEHU (Bénin), 1999. Loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin. Agence Béninoise pour l'Environnement, Porto-Novo, Bénin, 66 p.
- MERCIER P., 1948. Mouvements de population dans les traditions des Bètammaribè *in Etudes Dahoméennes IFAN–Fernand Nathan*, Paris : 47-55.
- MERCIER P., 1956. L'habitat et l'occupation de la terre chez les « Somba ». *Bull de l'IFAN T.V2* : 798-817.
- MERCIER P., 1968. Tradition, changement, histoire. Les « Somba » du Dahomey septentrional. *Anthropogos* – Paris – 538 p.
- MONNIER Y., 1981. La poussière et la cendre : paysage dynamique des formations végétales et stratégie des sociétés en Afrique de l'ouest. Ministère de la coopération et du développement, Paris, 264 p.
- MOSANGO M., 1990. Contribution à l'étude botanique et biogéochimique de L'écosystème forêt en région équatoriale (Ile Kongolo, Zaïre). Thèse de doctorat, Université Libre Bruxelles, Labo. Bot. Syst. Phytosoc., 446 p.
- MPRE / INSAE, 1994a. Deuxième recensement général de la population et de l'habitation, février 1992, Tome 2, Bénin, 132 p.
- MPRE / INSAE, 1994b. Deuxième recensement général de la population et de l'habitation, février 1992, Tome 1 : projection démographique 1992-2027, INSAE, Cotonou, Bénin, 177 p.

- NANSOUNON S. G. & YERIMA B., 1989. Dynamique des milieux naturels et humanisés de l'ouest du district de Banikoara. Approche typologique. Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 150 p.
- NATTA N. K. J., 1999. Tradition et développement : Occupation, exploitation du sol et Organisation spatiale chez les Bètammaribè du nord-Bénin. Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 148 p.
- NATTA A. K., 2003. Ecological assessment of riparian forests in Benin : Phytodiversity, phytosociology, and spatial distribution of tree species. Ph.D. Thesis Wageningen University, Hollande, 215 p.
- N'DOUMA B. A., 1996. Essai sur l'impact écologique des feux de brousse sur le milieu naturel dans la Sous-Préfecture de Boukombé. Mém. Maîtrise, UNB, Bénin, 75 p.
- NEUVY G., 1991. L'homme et l'eau dans le domaine tropical. Masson, Paris, 227 p.
- N'TCHA J. K., 1990. Bases anthropologiques de la dispersion de l'habitat dans le Bénin Septentrional : Le cas OTAMMARI. Mémoire de DEA, Institut des sciences de l'Environnement, Université CHEIKH ANTA DIOP de Dakar, Sénégal, 84 p.
- OBRGM, 1995. Notice explicative de la carte Géologique du Bénin. Feuille Natitingou, Bénin, 15 p.
- QUIAN H., *et al.*, 1997. Diversity of the understorey vascular vegetation in 40 year old and old-growth forest stands on Vancouver Island, British colmbia. *Journal of vegetation science* 8 : 773-780.
- OUMOROU M., 1998. Etude phytosociologique de quelques phytocénoses du domaine soudanien du Bénin . Mémoire de D.E.S en Sciences de la Terre et de la Vie, orientation Sciences Naturelles Appliquée et Eco-développement, Faculté des Sciences, Université de Liège (Belgique), 82 p.
- OUMOROU M., 2003. Etude écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles. 210 p + annexe.
- PARMENTIER I., 1999. La végétation des inselbergs du Rio Muni. *Canopée*, n° 14 : 7-9.
- PARMENTIER I., *et al.*, 2001. La végétation des inselbergs de Piedra Nzas (Guinée Equatoriale continentale). *Acta Bot. Gallica* **148** (4) : 341-365.
- PIELOU E. C., 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.* **10** : 370-383.
- PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD-IRAT, 444 p.
- Plan d'Action Environnemental du Bénin (PAE), 1993. Document final. *MEHU, Rép. Du Bénin*.

- POCARD P., 1991. Lutte anti-érosive et conservation des sols. Commune Rurale de Kotopounga. AFVP, Cotonou, Bénin, 13 p.
- POISSONET J. & POISSONET P., 1969. Etude comparée de diverses méthodes d'analyse de la végétation des formations herbacées denses et permanentes. Document CEPE n° 50, 120 p.
- PONTE G. & GAUD M., 1992. L'environnement en Afrique, *collection la documentation Française, n°161*, Paris.
- POREMBSKI S., 2000. West african inselberg vegetation. *In: Porembski S. and Barthlott W. (eds). Inselbergs, Ecological Studies, Vol. 146 : 177-211. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.*
- POREMBSKI S., *et al.*, 1996. Biodiversity and Vegetation of Miniature Inselbergs in the West African Tropical Taï Rain Forest (Ivory Coast). *J. Biogeogr.* **23** : 47-55
- POREMBSKI S., *et al.*, 1997. Vegetation of inselbergs, quarzitic outcrops and ferricretes in Rwanda and eastern Zaïre. *Bull Jard. Bot. Nat. Belg.* **66** : 81-99.
- POREMBSKI S., *et al.*, 1997. Inselberg vegetation and the biodiversity of granite outcrops. *Journal of the Royal Society of Western Australian* **80** : 193-199.
- RAMADE F., 1981. Ecologie des ressources naturelles. Masson, Paris, France, 322 p.
- REITSMA J. M. 1988 . Végétation forestière du Gabon. The Tropenbos Fondation Ede. The Nerthrland. 142 p.
- REITSMA J. M., *et al.*, 1992. Flore et végétation des inselbergs et dalles rocheuses : première étude au Gabon. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, 4è sér., 14, Section B, *Adansonia* **1** : 73-97.
- RINEY T. & HILL P., 1967. Conservation et aménagement de la faune et de son habitat en Afrique. Doc. FAO, Rome.
- RINGOET A., *et al.*, 1961. L'évapotranspiration et la croissance des végétaux dans le cadre du bilan énergétique. Publications de l'INEAC sér. 92, 174 p.
- ROOSE E., 1977. Erosion et ruissellement en Afrique de l'ouest. ORSTOM, Paris, 108 p.
- ROOSE E., 1981. Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Travaux et documents ORSTOM, Paris, n° 130, 569 p.
- ROOSE E., 1985. Dégradation des terres et développement en Afrique de l'Ouest. ORSTOM, pp 505-535.
- SCHNELL R., 1952. Contribution à une étude phytosociologique et phytogéographique de l'Afrique occidentale : les groupements et les unités géobotaniques de la région Guinéenne. *Mém. Inst. Franç. Afrique Noire*, Paris, 18 : 145-238.

- SCHNELL R., 1971. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol. II : les milieux, les groupements végétaux. Gauthier-Villars, Paris : 503-951.
- SCHNELL R., 1976. Flore et végétation de l'Afrique tropicale, Tome 1, Gautier Villars, 468 p.
- SCHMITT A., 1992. Hydraulique agricole : L'eau – le sol – la plante. Conservation des eaux et des sols. Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'équipement rural. Ouagadougou, Burkina-Faso, 130 p.
- SENN O., 1989. Dynamique de la végétation dans les parcours des Préalpes du sud de la France. *Actes du XVI Congrès International des Herbages*. Nice, France : 1089-1090.
- SIDDIKOU M., 1998. Diversité biologique dans la zone cynégétique de la Djona et évaluation de la gestion communautaire de la faune par les populations locales et le service forstier. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA / UNB Abomey-Calavi, Bénin. 136 p + annexes.
- SIEGLSTETTER R. & WITTIG R., 2002. Utilisation des ligneux sauvages et son effet sur la végétation dans la région d'Atakora (Bénin nord-occidental). *Etudes flor. Vég. Burkina Faso* 7, 23-30.
- SILLANS R., 1958. Les savanes de l'Afrique Centrale. Essai sur la physionomie, la structure et le dynamisme des formations végétales ligneuses des régions sèches de la République Centrafricaine. Ed. P. Lechevalier, Paris, 423 p.
- SINSIN B., *et al.*, 1989. Les pâturages de saison sèche de la zone Soudanienne du nord-Bénin. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 42 (2) : 283-288.
- SINSIN B., 1985. Impact des activités anthropiques sur la faune et la végétation dans le Périmètre Kandi-Banikoara-Kérou. Mém. D'Ing. Agron., Fac. Sc. Agron., Univers. Nat. Bénin.
- SINSIN B., 1987. La foresterie dans un système de développement rural intégré au Bénin. Doc. Inédit, Biblioth. FSA/UNB, Cotonou, Bénin, 6 p.
- SINSIN B., 1991. Influence de la topographie sur la production pluviale des pâturages herbacés des savanes soudanienues du nord-Bénin. *Séminaire international sur la gestion agroclimatique des précipitations*. Bamako, Mali., CORAF, CILSS, 20 p.
- SINSIN B., 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord du Bénin. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles. 390 p.
- SINSIN B., 1993. Dans le Parc National de la Pendjari, la prise en compte des plantes herbacées est nécessaire pour définir valablement les associations végétales. Thèse annexe de doctorat. Université Libre de Bruxelles. 10 p.
- SINSIN B., 1994. Individualisation et hiérarchisation des phytocénoses soudanienues du nord-Bénin. *Belg. Journ. Bot.* 127 (1) : 87-103.

- SINSIN B., 1995. Le rôle des aires protégées dans la conservation des ressources génétiques. *Séminaire National sur les "Ressources Phytogénétiques : diversité et conservation"*. Niaouli, Bénin., 14 p.
- SUTCLIFEE V. & PIPER B. S., 1986. Bilan hydrologique en Guinée et au Togo – Bénin. In *hydrolog. Continent.*, Vol I, n° 1, 51 – 61.
- THOMSON H. R., 1985. Hydroélectric resource studies in Togo and Bénin. *Proc. Instn. Civ. Engrs.* Part 1, 78 : 1403 – 1420.
- TASSOU Z., 1988. Contribution à l'étude de la dynamique du paysage de la région de Cobli. Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 110 p.
- TCHAMIE T. & BOURAIMA M., 1997. Les formations végétales du plateau Soudou-Dako dans la chaîne de l'Atacora et leur évolution récente (Nord Togo). *J. Bot. Soc. Bot. Fr.* 3 : 83-94.
- TCHIBOZO C. F., 1981. Contribution à l'étude biogéographique de la région de l'Atacora Etude typologique des unités de paysage du versant oriental de la chaîne de l'Atacora (à la hauteur de Natitingou). Thèse de doctorat 3è Cycle, Université de Paris 7 – Jussieu. E.U.R de Géographie Physique, 326 p.
- TENTE B., 1998. Dynamique de l'environnement : le cas de la forêt classée de Kétou (Approche cartographique). Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 89 p.
- TENTE B., 2000. Dynamique actuelle de l'états de surface dans le massif de l'Atacora : Secteur Perma – Toucountouna. Mém. DEA /FLASH/UNB, Bénin, 83 p.
- TENTE B., & SINSIN B., 2002. Diversité et structure des formations arborescentes du secteur Perma – Toucountouna dans la chaîne de l'Atacora (Bénin). *Etudes. Flor. Vég. Burkina Faso*, 6 : 31 – 42
- TERRIBLE M. P. B., 1984. L'écologie et la sociologie d'arbres et arbustes de Haute-Volta. Ed. Librairie de savane, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 257 p.
- TIANDO E., 1996. Les sociétés à structures non centralisées de l'Atacora à l'époque précoloniale : Etude rétrospective des formes d'occupation et d'exploitation économique de l'espace in *Revue Ouest Africaine d'Archéologie*, edited by BASSEY IV : 92-107.
- TOKO I. I., 2002. Caractérisation des secteurs dégradés du parc national du W dans la commune de Karimama. Mém. Maîtrise, Géographie, UAC, Bénin, 110 p.
- TOKO I. M. & da MATHA SANT'ANNA M. A., 1999. Evolution de l'utilisation du terroir dans la sous-préfecture de Banikoara (Nord-Bénin). *Cahiers Agricultures* 1999 ; 8 : 135-41
- TOUKOUROU N., 1992. Tata somba : Richesse et importance pour une amélioration de l'habitat local. EAMAU (Ecole Africaine et Mauricienne d'Architecture et d'Urbanisme) – Diplôme d'architecture – Lomé – 90 p.

- TOUTAIN B., 1980. Le rôle des ligneux pour l'élevage dans les régions soudaniennes de l'Afrique de l'Ouest. *Actes du colloque « Fourrages ligneux en Afrique »*. Addis Abeba, Ethiopie ; ILCA : 105-110.
- TROCHAIN J. L., 1980. Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique. Publi. Univ. Paul Sabatier, Toulouse, France : 458 p.
- VAN DIEPEN C. A., 1980. La dégradation des sols en République du Bénin. Etude n° 229 Projet Agro-Pédologie. Cotonou, Bénin, 76 p.
- VINCZEFFY I., 1989. L'effet du climat sur la production des herbages. *Actes du XVI Congrès International des Herbages*. Nice, France : 461-462.
- VIENNOT M. & FAURE P., 1976. Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin. Feuille de Natitingou. ORSTOM, Paris. 39 p.
- VISSIN E. W., 1998. Contribution à l'étude du fonctionnement hydrologique du bassin de la Sota. Mém. Maîtrise, Géographie, UNB, Bénin, 92 p.
- VISSIN E. W., 2001. Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger. Mém. DEA, Climatologie, Université de Bourgogne, CNRS, France, 52 p.
- WHITE F., 1986. La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique UNESCO / AETFAT / UNSO ORSTOM-UNESCO, 1986. 384 p.
- WHITE F., 1983. The vegetation of Africa. UNESCO, Paris; 356 p.
- WOHLFARTH-BOTTERMANN M., 1996. Anthropogenic changes in the vegetation cover in Côte d'Ivoire. Applied geography and development. A biannual collection of recent german contributions. Institute for Scientific Co-operation, Tübingen, Côte d'Ivoire, Vol. 44 p.
- YAYI A. C., 1998. Contribution à l'aménagement de la forêt classée de l'Ouémé supérieur au Nord-Bénin : structure et dynamique des différents groupements végétaux. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA / UNB Abomey-Calavi, Bénin. 142 p.
- YEDOMONHAN H., 2002. Etude de la végétation saxicole du secteur méridional du centre Bénin. Mém. Maîtrise, Géographie, UAC, Bénin, 94 p.
- ZENTILLI B., 1992. Implications forestières des conventions sur la diversité biologique et sur les changements climatiques. *Flamboyant* **23-24** : 48-53.

ANNEXES



**Tableau I** : Pluviométrie moyenne mensuelle (Natitingou 1959-2001).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	0,7	06,19	27,72	81,55	124,99	158,27	222,61	263,63	277,73	114,5	23,46	04,05

Source : données de l'ASECNA, 2002

**Tableau II** : Humidités relatives moyennes mensuelles à la station de Natitingou (1959 – 2001)

Temp / Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy An
Min	17,7	18,0	24,3	40,4	50,2	58,3	66,3	67,8	65,5	51,7	31,4	20,0	42,6
Max	41,5	35,0	64,7	85,5	94,0	96,0	98,9	99,4	99,4	95,7	78,4	52,5	78,4
Moy / Mois	27,1	27,1	41,0	57,6	70,5	76,2	80,3	82,8	80,9	71,8	49,7	32,7	58,1

Source : données de l'ASECNA, 2002

**Tableau V** : Clé d'interprétation des photographies aériennes

Symboles	Classification	Critères				
		FORME	TON DE GRIS	TEXTURE	STRUC-TURE	ASPECTS DES FORMATIONS
Gf	Galerie forestière	Sinueuse	Gris sombre	Floconnée	Assez homogène	Formation longeant les cours d'eau
Sb	Savane boisée	Irrégulière	Gris assez sombre	Très peu lisse	Assez homogène	Densité élevée des arbres plus de 5m de 40 à 60%
Sa	Savane arborée et arbustive	Irrégulière	Gris claire à moyennement gris	Peu granulé et peu lisse	Homogène	Densité moyennement élevée des arbres. Arbustes moins de 5m inférieure à 40%
Ch+Ja	Champs et Jachères	Régulière	Assez claire	Lisse à peu lisse	Homogène	Les cultures (Maïs, Mil, Sorgho, etc.)
Pl	Plantation	Régulière	Gris sombre	Granulé et aligné en ordre	Très homogène	Teck, Eucalyptus, Manguier, anacardier, Fromager, etc.
Ag	Agglomération	Irrégulière	Très claire	Granulée et groupée	Assez homogène	
Ce	Cours d'eau	Sinueuse	Gris sombre	Lisse	Homogène	Le relief présente une zone relativement basse
Zm	Zone marécageuse	Irrégulière	Gris sombre	Lisse	Homogène	Présence d'une végétation particulière
Ar (Sx)	Affleurement rocheux (savane saxicole)	Irrégulière	Très claire	Lisse	Homogène	Le relief présente une élévation visible au stéréoscope
Rt	Route / Piste	Sinueuse	Très claire	Lisse	Homogène	

**Tableau VI** : Fiche de terrain de mesure de l'impact des activités humaines sur l'érosion et les pertes des pré-sols des chaînons étudiés

A. Localisation	1. Numéro du site	
	2. Coordonnées géographiques	X : Y :
	3. Taille du placeaux (m <sup>2</sup> )	
	4. Position topographique	
B. Critères analytiques	1. Lithologie	1a. Type de la roche :
		1b. Dureté de la roche : très dure <input type="checkbox"/> , dure <input type="checkbox"/> , moyennement dure <input type="checkbox"/> tendre <input type="checkbox"/> , friable <input type="checkbox"/>
		1c. Fissuration de la roche : oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>
	2. Couverture pédologique	2a. Couleur
		2b. Texture
		2c. Pourcentage de sol exploitable <input type="checkbox"/>
3. Couverture végétale	3a. Type :	
	3b. Recouvrement : 0-1 % <input type="checkbox"/> , 1-5 % <input type="checkbox"/> , 5-25 % <input type="checkbox"/> , 25-50 % <input type="checkbox"/> 50-75 % <input type="checkbox"/> , 75-100 % <input type="checkbox"/>	
C. Activités destructives de l'homme	5. Excavation pour extraction de pierres <input type="checkbox"/>	
	2. Expansion urbaine <input type="checkbox"/>	
	3. Déforestation <input type="checkbox"/>	3a. Cause de la déforestation : incendie <input type="checkbox"/> , coupe abusive <input type="checkbox"/> installation des champs <input type="checkbox"/> , pâturage <input type="checkbox"/> , autres <input type="checkbox"/>
		3b. Déforestation : totale <input type="checkbox"/> , partielle <input type="checkbox"/>
D. Types d'érosion et de déplacements des pré-sols visibles sur les placeaux	1. Erosion linéaire	
	2. Erosion aréolaire	2a. Erosion diffus
		2b. Erosion en nappe
3. Erosion en masse		
E. Appréciation des hauteurs de déplacement au niveau des piquets d'érosion	Hauteur atteint en (m) par saison :	

Source : Travaux terrain, 2001-2003

**Tableau XIII** : Liste des espèces végétales (ligneuses) recensées et leur utilisation dans le secteur d'étude

N°	Espèces	Bois de feu ou charbon de bois	Bois d'œuvres, de services (arcs et autres)	Espèces fourragères	Espèces comestibles (feuilles / graines / fleurs ou fruits)
1	<i>Acacia sieberiana</i>				
2	<i>Adansonia digitata</i>				Oui (feuilles/graines)
3	<i>Adenodolichos paniculatus</i>	Oui			
4	<i>Afzelia africana</i>	Oui	Oui	Oui	
5	<i>Anacardium occidentale</i>				Oui (fruits)
6	<i>Annona senegalensis</i>	Oui	Oui		Oui (feuilles et fruits)
7	<i>Azadirachta indica</i>	Oui	Oui		
8	<i>Blighia sapida</i>	Oui			Oui (fruits)
9	<i>Bombax costatum</i>		Oui		Oui (fleurs)
10	<i>Borassus aethiopum</i>				Oui (fruits)
11	<i>Breonadia salicina</i>	Oui			
12	<i>Bridelia ferruginea</i>	Oui	Oui	Oui	
13	<i>Burkea africana</i>	Oui		Oui	
14	<i>Combretum collinum</i>	Oui			
15	<i>Combretum fragrans</i>	Oui			
16	<i>Combretum molle</i>	Oui			
17	<i>Combretum nigricans</i>	Oui			
18	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Oui	Oui		
19	<i>Cussonia barteri</i>	Oui	Oui		
20	<i>Daniellia oliveri</i>	Oui	Oui	Oui	
21	<i>Desmodium sp</i>				
22	<i>Detarium microcarpum</i>	Oui	Oui	Oui	Oui (fruits)
23	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Oui	Oui	Oui	Oui (fruits)
24	<i>Elaeis guineensis</i>				Oui (fruits)
25	<i>Entada africana</i>	Oui		Oui	
26	<i>Erythrophleum africanum</i>	Oui	Oui		
27	<i>Euphorbia unispina</i>	Oui			
28	<i>Fadogia agrestis</i>	Oui			
29	<i>Ficus ovata</i>				
30	<i>Ficus sycomorus</i> <i>Gnaphalocarpa</i>		Oui		Oui (fruits)
31	<i>Gardenia aqualla</i>	Oui	Oui		
32	<i>Gardenia erubescens</i>	Oui			Oui (fruits)
33	<i>Gardenia ternifolia</i>	Oui			
34	<i>Grewia mollis</i>	Oui			Oui (fruits)
35	<i>Hymenocardia acida</i>	Oui	Oui		Oui (feuilles-graines)
36	<i>Isobertlinia doka</i>	Oui	Oui (feuilles)		
37	<i>Isobertlinia tomentosa</i>	Oui	Oui (feuilles)		
38	<i>Khaya senegalensis</i>	Oui	Oui	Oui	
39	<i>Lannea acida</i>	Oui	Oui		Oui (feuilles et fruits)
40	<i>Leucaena leucocephala</i>	Oui			
41	<i>Lophira lanceolata</i>	Oui	Oui		
42	<i>Mangifera indica</i>				Oui (feuilles-fruits)
43	<i>Margaritaria discoidea</i>	Oui			Oui (feuilles)
44	<i>Maytenus senegalensis</i>	Oui	Oui		
45	<i>Monotes kerstingii</i>	Oui			
46	<i>Nauclea latifolia</i>	Oui		Oui (fruits)	Oui (fruits)
47	<i>Opilia celtidifolia</i>	Oui			
48	<i>Parinari curatellifolia</i>	Oui	Oui		
49	<i>Parkia biglobosa</i>				Oui (feuilles-fruits-graines)
50	<i>Pentadesma butyracea</i>				Oui (fruits)
51	<i>Pericopsis laxiflora</i>	Oui	Oui		
52	<i>Piliostigma thonningii</i>	Oui	Oui (feuilles)	Oui	

53	<i>Prosopis africana</i>		Oui	Oui	
54	<i>Pteleopsis suberosa</i>	Oui	Oui (l'écorce)		
55	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Oui	Oui	Oui	
56	<i>Quassia undulata</i>	Oui			
57	<i>Securidaca longipedunculata</i>	Oui	Oui	Oui	
58	<i>Strychnos innocua</i>	Oui			
59	<i>Strychnos spinosa</i>	Oui	Oui		Oui (fruits)
60	<i>Syzygium guineense</i>	Oui			Oui (feuilles et fruits)
61	<i>Tectona grandis</i>	Oui	Oui		
62	<i>Terminalia avicennioides</i>	Oui	Oui		
63	<i>Terminalia laxiflora</i>	Oui	Oui		
64	<i>Tricalysia okelensis</i>	Oui	Oui		
65	<i>Trichilia ermetica</i>	Oui			
66	<i>Uapaca togoensis</i>	Oui	Oui (feuilles)		
67	<i>Vitellaria paradoxa</i>				Oui (fruits et graines)
68	<i>Vitex doniana</i>	Oui	Oui		Oui (jeunes feuilles)
69	<i>Ximenia americana</i>	Oui		Oui	

Tableau XXI: Superficies des types d'états de surface de 1975 à 2003 (Portion cartographiée)

[ (+) = extension, (-) = régression ]

Année	Formations végétales	Gf	FC-SB	SA-a	SA-as	SA-asa	CJ	Ag	
1975	S (ha)	2025	3825	25775	6040	4860	1800	675	
	%	4,5	8,5	55,5	15,2	10,8	4	1,5	
1994	S (ha)	787,5	2025	16402,5	6345	3690	14625	1125	
	%	1,75	4,5	36,45	14,1	8,2	32,5	2,5	
2003	S (ha)	225	1350	11880	4770	6075	19125	1575	
	%	0,5	3	26,4	10,6	13,5	42,5	3,5	
Evolution 1975 – 2003		%	- 4	- 5,5	- 29,1	- 4,6	+ 2,7	+ 38,5	+ 2

Tableau XXVI : Fréquence (f) et pourcentage (%) de relevés où les espèces sont présentes.

N°	Espèces	f	%	N°	Espèces	f	%
1	<i>Burkea africana</i>	111	87,4	125	<i>Swartzia madagascariensis</i>	11	8,7
2	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	109	85,8	126	<i>Chasmopodium candatum</i>	10	7,9
3	<i>Lannea acida</i>	102	80,3	127	<i>Cissus populnea</i>	10	7,9
4	<i>Dioscorea togoensis</i>	93	73,2	128	<i>Tephrosia elegans</i>	10	7,9
5	<i>Detarium microcarpum</i>	91	71,7	129	<i>Tinnea barberi</i>	10	7,9
6	<i>Pandiaka heudeloti</i>	90	70,9	130	<i>Andropogon gayanus</i>	9	7,1
7	<i>Terminalia laxiflora</i>	90	70,9	131	<i>Ekebergia senegalensis</i>	9	7,1
8	<i>Pteleopsis suberosa</i>	89	70,1	132	<i>Eriosema psoraleoides</i>	9	7,1
9	<i>Annona senegalensis</i>	87	68,5	133	<i>Grewia cissoides</i>	9	7,1
10	<i>Spermacoce stachydea</i>	87	68,5	134	<i>Grewia mollis</i>	9	7,1
11	<i>Strychnos spinosa</i>	86	67,7	135	<i>Maytenus senegalensis</i>	9	7,1
12	<i>Cussonia barberi</i>	81	63,8	136	<i>Monechma ciliatum</i>	9	7,1
13	<i>Parinari curatellifolia</i>	79	62,2	137	<i>Phyllanthus muellerianus</i>	9	7,1
14	<i>Byrsocarpus coccineus</i>	77	60,6	138	<i>Syzygium guineense</i>	9	7,1
15	<i>Aspilia rudis</i>	76	59,8	139	<i>Cyanotis angusta</i>	8	6,3
16	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	76	59,8	140	<i>Euphorbia poissonii</i>	8	6,3
17	<i>Gardenia erubescens</i>	69	54,3	141	<i>Paullinia pinnata</i>	8	6,3
18	<i>Hexalobus monopetalus</i>	66	52,0	142	<i>Sporobolus pyramidalis</i>	8	6,3
19	<i>Andropogon schirensis</i>	63	49,6	143	<i>Trachypogon spicatus</i>	8	6,3
20	<i>Indigofera dendroides</i>	63	49,6	144	<i>Amorphophallus abyssinicus</i>	7	5,5
21	<i>Ampelocissus leonensis</i>	62	48,8	145	<i>Crotalaria calycina</i>	7	5,5
22	<i>Opilia celtidifolia</i>	62	48,8	146	<i>Dioscorea dumetorum</i>	7	5,5
23	<i>Hymenocardia acida</i>	61	48,0	147	<i>Elionurus elegans</i>	7	5,5
24	<i>Fadogia erythrophloea</i>	60	47,2	148	<i>Euclasta condylotricha</i>	7	5,5
25	<i>Isoberlinia tomentosa</i>	58	45,7	149	<i>Melanostomastrum theifolium</i>	7	5,5
26	<i>Quassia undulata</i>	58	45,7	150	<i>Melliniella micrantha</i>	7	5,5
27	<i>Combretum collinum</i>	57	44,9	151	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	7	5,5
28	<i>Daniellia oliveri</i>	57	44,9	152	<i>Securinea virosa</i>	7	5,5
29	<i>Trichilia ermetica</i>	57	44,9	153	<i>Vitex doniana</i>	7	5,5
30	<i>Fadogia cienkowski</i>	54	42,5	154	<i>Andropogon tectorum</i>	6	4,7
31	<i>Cissus flavicans</i>	53	41,7	155	<i>Echinops longifolius</i>	6	4,7
32	<i>Monotes keatingii</i>	53	41,7	156	<i>Hyparrhenia involucreta</i>	6	4,7
33	<i>Pavetta crassipes</i>	53	41,7	157	<i>Ozoroa insignis</i>	6	4,7
34	<i>Azelia africana</i>	50	39,4	158	<i>Terminalia glaucescens</i>	6	4,7
35	<i>Entada africana</i>	49	38,6	159	<i>Uapaca togoensis</i>	6	4,7
36	<i>Adenodolichos paniculatus</i>	48	37,8	160	<i>Urgenia altissima</i>	6	4,7
37	<i>Biophytum petersianum</i>	46	36,2	161	<i>Bridelia ferruginea</i>	5	3,9
38	<i>Strychnos innocua</i>	46	36,2	162	<i>Gnidia kraussiana</i>	5	3,9
39	<i>Asparagus africanus</i>	45	35,4	163	<i>Selaginella catherdrifolia</i>	5	3,9
40	<i>Cyanotis lanata</i>	44	34,6	164	<i>Alysicarpus glumaceus</i>	4	3,1
41	<i>Haematostaphis barberi</i>	44	34,6	165	<i>Eragrostis tremula</i>	4	3,1
42	<i>Hibiscus asper</i>	43	33,9	166	<i>Fadogia agrestis</i>	4	3,1
43	<i>Ozoroa insignis var Pulcherrima</i>	42	33,1	167	<i>Ficus vogeliana</i>	4	3,1
44	<i>Commelina subulata</i>	41	32,3	168	<i>Indigofera colutea</i>	4	3,1
45	<i>Nauclea latifolia</i>	41	32,3	169	<i>Lannea microcarpa</i>	4	3,1
46	<i>Schizachyrium sanguineum</i>	41	32,3	170	<i>Lophira lanceolata</i>	4	3,1
47	<i>Pericopsis laxiflora</i>	40	31,5	171	<i>Monocymbium cerasiiforme</i>	4	3,1
48	<i>Aneilema lanceolatum</i>	39	30,7	172	<i>Polygala arenaria</i>	4	3,1
49	<i>Cochlospermum tinctorium</i>	39	30,7	173	<i>Tacca leontopetaloides</i>	4	3,1
50	<i>Diheteropogon amplexans</i>	39	30,7	174	<i>Asparagus flagellaris</i>	3	2,4
51	<i>Tephrosia platycarpa</i>	39	30,7	175	<i>Crotalaria macrocalyx</i>	3	2,4
52	<i>Vernonia purpurea</i>	39	30,7	176	<i>Indigofera stenophylla</i>	3	2,4
53	<i>Combretum molle</i>	38	29,9	177	<i>Ipomoea argenteaurata</i>	3	2,4

54	<i>Costus spectabilis</i>	38	29,9	178	<i>Ipomoea heterotricha</i>	3	2,4
55	<i>Dichranolepis laciniata</i>	38	29,9	179	<i>Platostoma africanum</i>	3	2,4
56	<i>Hyparrhenia subplumosa</i>	38	29,9	180	<i>Strophanthus sarmantus</i>	3	2,4
57	<i>Phaulopsis sylvestris</i>	37	29,1	181	<i>Vernonia perrottetii</i>	3	2,4
58	<i>Loudetia simplex</i>	35	27,6	182	<i>Waltheria indica</i>	3	2,4
59	<i>Tricalysia chevalieri</i>	35	27,6	183	<i>Justicia insularis</i>	2	1,6
60	<i>Securidaca longipedunculata</i>	34	26,8	184	<i>Aeschnonene lateritia</i>	2	1,6
61	<i>Stylochiton hostilifolius</i>	33	26,0	185	<i>Albizia zygia</i>	2	1,6
62	<i>Vitex simplicifolia</i>	33	26,0	186	<i>Crotalaria lachnophora</i>	2	1,6
63	<i>Cochlospermum panchonii</i>	32	25,2	187	<i>Crotalaria microcarpa</i>	2	1,6
64	<i>Sphenostylis schweinfurthii</i>	32	25,2	188	<i>Eriosema pulcherrimum</i>	2	1,6
65	<i>Crassocephalum rubens</i>	31	24,4	189	<i>Fagara zanthoxyloides</i>	2	1,6
66	<i>Loudetia flavida</i>	31	24,4	190	<i>Gardenia sokotensis</i>	2	1,6
67	<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	31	24,4	191	<i>Heteropogon contortus</i>	2	1,6
68	<i>Aeolanthus pubescens</i>	30	23,6	192	<i>Holarrhena floribunda</i>	2	1,6
69	<i>Elymandra androphila</i>	29	22,8	193	<i>Hyparrhenia rufa</i>	2	1,6
70	<i>Erythrophleum africanum</i>	29	22,8	194	<i>Oldenlandia herbacea</i>	2	1,6
71	<i>Euphorbia kouandenensis</i>	29	22,8	195	<i>Oncoba spinosa</i>	2	1,6
72	<i>Cassia mimosoïdes</i>	28	22,0	196	<i>Protea elliotii</i>	2	1,6
73	<i>Vitellaria paradoxa</i>	28	22,0	197	<i>Sporobolus paniculatus</i>	2	1,6
74	<i>Bombax costatum</i>	27	21,3	198	<i>Striga hermontheca</i>	2	1,6
75	<i>Diospyros mespiliformis</i>	27	21,3	199	<i>Tephrosia linearis</i>	2	1,6
76	<i>Ficus gnanphalocarpa</i>	27	21,3	200	<i>Tragia senegalensis</i>	2	1,6
77	<i>Cissus aralioides</i>	26	20,5	201	<i>Abrus precatorius</i>	1	0,8
78	<i>Entada welbergii</i>	26	20,5	202	<i>Abrus pulchellus</i>	1	0,8
79	<i>Margaritaria discoidea</i>	25	19,7	203	<i>Acacia dudgeoni</i>	1	0,8
80	<i>Stereospermum kunthianum</i>	25	19,7	204	<i>Acacia sieberiana</i>	1	0,8
81	<i>Clerodendrum capitatum</i>	24	18,9	205	<i>Ageratum conyzoides</i>	1	0,8
82	<i>Steganotaenia araliacea</i>	24	18,9	206	<i>Becium obovatum</i>	1	0,8
83	<i>Indigofera bracteolata</i>	23	18,1	207	<i>Berlinia grandiflora</i>	1	0,8
84	<i>Isoberlinia doka</i>	23	18,1	208	<i>Bewsia biflora</i>	1	0,8
85	<i>Tephrosia nana</i>	23	18,1	209	<i>Bidens pilosa</i>	1	0,8
86	<i>Vigna racemosa</i>	23	18,1	210	<i>Bridelia scleroneura</i>	1	0,8
87	<i>Ochna schweinfurthiana</i>	22	17,3	211	<i>Canthium venosum</i>	1	0,8
88	<i>Pennisetum polystachion</i>	22	17,3	212	<i>Cassia siamea</i>	1	0,8
89	<i>Beckeropsis uniseta</i>	21	16,5	213	<i>Chlorophutum pusillum</i>	1	0,8
90	<i>Crotalaria graminicola</i>	21	16,5	214	<i>Cienfuegosia eteroclada</i>	1	0,8
91	<i>Ectadiopsis oblongifolia</i>	21	16,5	215	<i>Combretum glutinosum</i>	1	0,8
92	<i>Adiantum philippense</i>	20	15,7	216	<i>Comiphora pedunculata</i>	1	0,8
93	<i>Andropogon fastigiatus</i>	20	15,7	217	<i>Desmodium velutinum</i>	1	0,8
94	<i>Psoroperum senegalense</i>	20	15,7	218	<i>Dissotis grandiflora</i>	1	0,8
95	<i>Macrotyloma biflorum</i>	19	15,0	219	<i>Erythrina senegalensis</i>	1	0,8
96	<i>Ochna afzelii</i>	19	15,0	220	<i>Euphorbia hirta</i>	1	0,8
97	<i>Pandiaka involucrata</i>	19	15,0	221	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	1	0,8
98	<i>Sterculia setigera</i>	19	15,0	222	<i>Gardenia ternifolia</i>	1	0,8
99	<i>Ficus abutilifolia</i>	18	14,2	223	<i>Indigofera paniculata</i>	1	0,8
100	<i>Scleria perglacilis</i>	18	14,2	224	<i>Lepidagatis alopicuroïdes</i>	1	0,8
101	<i>Gardenia aqualla</i>	17	13,4	225	<i>Manilkara multinervis</i>	1	0,8
102	<i>Parkia biglobosa</i>	17	13,4	226	<i>Neorautanenia pseudopachyrhiza</i>	1	0,8
103	<i>Prosopis africana</i>	17	13,4	227	<i>Nephrolepis tuberosa</i>	1	0,8
104	<i>Clematis hirsuta</i>	16	12,6	228	<i>Ophioglossum costatum</i>	1	0,8
105	<i>Digitaria horizontalis</i>	16	12,6	229	<i>Orthosiphon rubicundus</i>	1	0,8
106	<i>Lepidagatis anobrya</i>	16	12,6	230	<i>Pachycarpus lineolatus</i>	1	0,8
107	<i>Tapinanthus dodoneifolius</i>	16	12,6	231	<i>Piliostigma thonningii</i>	1	0,8
108	<i>Tripogon minimus</i>	16	12,6	232	<i>Polygala atacorensis</i>	1	0,8
109	<i>Vigna reticulata</i>	16	12,6	233	<i>Polygala perrottetiana</i>	1	0,8
110	<i>Kaempheria aethiopica</i>	15	11,8	234	<i>Pseudocedrela kotschyi</i>	1	0,8

111	<i>Loudetia togoensis</i>	15	11,8	235	<i>Pteris atrovirens</i>	1	0,8
112	<i>Panicum panssum</i>	15	11,8	236	<i>Rhynchosia minima</i>	1	0,8
113	<i>Polygala multiflora</i>	15	11,8	237	<i>Saba comorensis</i>	1	0,8
114	<i>Engleriastrum gracillimum</i>	14	11,0	238	<i>Sida alba</i>	1	0,8
115	<i>Grewia bicolor</i>	14	11,0	239	<i>Smilax anceps</i>	1	0,8
116	<i>Hyparrhenia welwitschii</i>	14	11,0	240	<i>Terminalia avicennioides</i>	1	0,8
117	<i>Desmodium gangeticum</i>	13	10,2	241	<i>Tricalysia okelensis</i> var <i>okelensis</i>	1	0,8
118	<i>Khaya senegalensis</i>	13	10,2	242	<i>Tricalysia okelensis</i> var <i>pubescens</i>	1	0,8
119	<i>Allophylus spicatus</i>	12	9,4	243	<i>Vernonia plumbaginifolia</i>	1	0,8
120	<i>Borreria saxicola</i>	12	9,4	244	<i>Vigna gracilis</i>	1	0,8
121	<i>Commelina erecta</i>	12	9,4	245	<i>Ximenia americana</i>	1	0,8
122	<i>Spermacoce radiata</i>	12	9,4	246	<i>Zanha golungensis</i>	1	0,8
123	<i>Mirochloa indica</i>	11	8,7	247	<i>Ziziphus mucronata</i>	1	0,8
124	<i>Oratea glaberrima</i>	11	8,7				

**Tableau XXVII** : Index alphabétique des familles et espèces recensées sur les chaînes étudiés

TB : types biologique ; TP : types phytogéographiques ; TD : Types de diaspores

N°	TB	TP	TD	Espèces	Familles
1	Thd	SZ	Sclero	<i>Justicia insularis</i> T. Anders.	Acanthaceae
2	Thd	Pan	Sclero	<i>Lepidagatis aloplicuroides</i> (Vahl) R.Br. ex Griseb	Acanthaceae
3	Gés	S	Sclero	<i>Lepidagatis anobrya</i> Nees	Acanthaceae
4	Thd	Pal	Sclero	<i>Phaulopsis sylvestris</i> (T. Anders.) Lindau	Acanthaceae
5	Thd	S	Sclero	<i>Monechma ciliatum</i> (Jacq.) Milne. Redhead	Acanthaceae
6	Gés	Pal	Sclero	<i>Adiantum philippense</i> Linn.	Adiantaceae
7	Chd	Pt	Sclero	<i>Pteris atrovirens</i> Willd.	Adiantaceae
8	Thd	SZ	Ballo	<i>Pandiaka heudeloti</i> (Moq.) Hook. F.	Amaranthaceae
9	Thd	S	Sarco	<i>Pandiaka involucrata</i> (Moq.) Hook. F.	Amaranthaceae
10	McPh	S	Sarco	<i>Haematostaphis barteri</i> Hook.	Anacardiaceae
11	McPh	S	Sarco	<i>Lannea acida</i> A. Rich.	Anacardiaceae
12	McPh	S	Sarco	<i>Lannea microcarpa</i> Engl.	Anacardiaceae
13	NnPh	S	Sarco	<i>Ozora insignis</i> var <i>Pulcherrima</i> (Del). S.	Anacardiaceae
14	McPh	S	Sarco	<i>Ozoroa insignis</i> Del.	Anacardiaceae
15	McPh	SZ	Sarco	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Annonaceae
16	McPh	Pan	Sarco	<i>Hexalobus monopetalus</i> (A. Rich.) Engl. & Diels	Annonaceae
17	NnPh	PA	Sclero	<i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst.	Apiaceae
18	McPh	GC	Pogo	<i>Holarrhena floribunda</i> (G. Don) Dur. & Schinz	Apocynaceae
19	Phgr	AM	Sarco	<i>Saba comorensis</i> (Bojer) Pichon	Apocynaceae
20	Phgr	GC	Sarco	<i>Strophanthus sarmantous</i> DC.	Apocynaceae
21	Gét	S	Sarco	<i>Stylochiton hostilifolius</i> Engl.	Araceae
22	Gét	S	Sarco	<i>Amorphophallus abyssinicus</i> (A. Rich.) N. E. Br	Araceae
23	McPh	S	Sarco	<i>Cussonia barteri</i> Seem.	Araliaceae
24	Thd	S	Pogo	<i>Pachycarpus lineolatus</i> (Deene.) Bullock	Ascepiadaceae
25	Thd	PA	Pogo	<i>Ectadiopsis oblongifolia</i> (Meisn.) Schltr.	Asclepiadaceae
26	Chd	Pal	Sarco	<i>Asparagus africanus</i> Lam.	Asparagaceae
27	Chgr	Pal	Sarco	<i>Asparagus flagellaris</i> (Kunth) Bak.	Asparagaceae
28	Thd	Pan	Desmo	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae
29	Chd	S	Desmo	<i>Aspilia rudis</i> C. D.	Asteraceae
30	Thd	Pan	Desmo	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
31	Thd	SZ	Desmo	<i>Crassocephalum rubens</i> (Juss. Ex Jacq.) S. Moore	Asteraceae
32	Thd	Pan	Desmo	<i>Echinops longifolius</i> A. Rich.	Asteraceae
33	Thd	S	Desmo	<i>Vernonia perrottetii</i> Sch. Bips.	Asteraceae
34	Chd	S	Desmo	<i>Vernonia plumbaginifolia</i> Fenzl ex Oliv. Ex Hierr	Asteraceae
35	Chd	SZ	Desmo	<i>Vernonia purpurea</i> Sch. Bip. Ex Walp.	Asteraceae
36	McPh	SZ	Ptéro	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	Bignoniaceae
37	McPh	S	Pogo	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuill.	Bombacaceae
38	MsPh	P	Sarco	<i>Comiphora pedunculata</i> (Kotschy & Peyr.) Engl	Burseraceae
39	MsPh	SZ	Ballo	<i>Azelia africana</i> Hook.	Caesalpiniaceae
40	McPh	SG	Ballo	<i>Berlinia grandiflora</i> (Vahl) Hutch. & Dalz.	Caesalpiniaceae
41	MsPh	AT	Ptéro	<i>Burkea africana</i> Hook.	Caesalpiniaceae
42	McPh	PA	Ballo	<i>Cassia mimosoïdes</i> Linn.	Caesalpiniaceae
43	MsPh	Pan	Ballo	<i>Cassia siamea</i> Lam.	Caesalpiniaceae



44	MsPh	SZ	Ballo	Daniellia oliveri (Rolfe) Hutch & Dalz	Caesalpiaceae
45	McPh	S	Sarco	Detarium microcarpum Guill. & Perr.	Caesalpiaceae
46	MsPh	S	Sclero	Erythrophleum africanum (Welw. Ex Benth) Harms	Caesalpiaceae
47	MsPh	S	Ballo	Isoberlinia doka Craib. & Stapf	Caesalpiaceae
48	MsPh	SZ	Ballo	Isoberlinia tomentosa (Harms) Craib & Stapf	Caesalpiaceae
49	McPh	AT	Ballo	Piliostigma thonningii (Schum.) Milne. Redhead	Caesalpiaceae
50	McPh	SG	Sarco	Swartzia madagascariensis Desv.	Caesalpiaceae
51	McPh	SZ	Ptéro	Maytenus senegalensis (Lam.) Excell.	Celastraceae
52	McPh	SZ	Sarco	Parinari curatellifolia Planch. Ex Benth.	Chrysobalanaceae
53	McPh	Pan	Sarco	Psoropermum senegalense Spach.	Clusiaceae
54	Chd	SZ	Ballo	Cochlospermum panchonii Hook. F. ex Planch.	Cochlospermaceae
55	Gés	S	Ballo	Cochlospermum tinctorium A. Rich.	Cochlospermaceae
56	McPh	AT	Ptéro	Combretum collinum Fresen subsp. Hypopilinum (Diels) Okafor	Combretaceae
57	McPh	S	Ptéro	Combretum glutinosum Perr. Ex DC.	Combretaceae
58	MsPh	AT	Ptéro	Combretum molle G. Don	Combretaceae
59	McPh	SZ	Ptéro	Pteleopsis suberosa Engl. & Diels	Combretaceae
60	NnPh	S	Ptéro	Terminalia avicennioides Guill. & Benth	Combretaceae
61	MsPh	SZ	Ptéro	Terminalia glaucescens Planch ex. Benth.	Combretaceae
62	McPh	S	Ptéro	Terminalia laxiflora Engl.	Combretaceae
63	Thd	SZ	Sclero	Aneilema lanceolatum Benth.	Commelinaceae
64	Thd	Pan	Sclero	Commelina erecta L.	Commelinaceae
65	Thd	Pal	Sclero	Commelina subulata Roth	Commelinaceae
66	Thd	S	Sclero	Cyanotis angusta C.B. Cl.	Commelinaceae
67	Thd	SZ	Sclero	Cyanotis lanata Benth.	Commelinaceae
68	Chd	AT	Sarco	Byrsocarpus coccineus Schum. & Thonn.	Connaraceae
69	Thgr	S	Sclero	Ipomoea argentaurea Hallier f.	Convolvulaceae
70	Thgr	S	Sclero	Ipomoea heterotricha F. Didr.	Convolvulaceae
71	Thd	Pan	Sclero	Fimbristylis dichotoma Vahl	Cyperaceae
72	Grh	PA	Sclero	Scleria perglacilis A. Rich.	Cyperaceae
73	Gétgr	SZ	Ptéro	Dioscorea dumetorum (Hunth) Pax	Dioscoreaceae
74	Gétgr	S	Ptéro	Dioscorea togoensis Kunth.	Dioscoreaceae
75	McPh	S	Sclero	Monotes keatingii Gilg	Dipterocarpaceae
76	MsPh	Pal	Sarco	Diospyros mespiliformis Hochst. Ex hutch. & Dalz	Ebenaceae
77	McPh	PA	Sarco	Bridelia ferruginea Benth.	Euphorbiaceae
78	Nnph	S	Sarco	Bridelia scleroneura Müll. Arg.	Euphorbiaceae
79	Thd	Pan	Sclero	Euphorbia hirta L.	Euphorbiaceae
80	Gét	S	Sclero	Euphorbia kouandenensis Beille	Euphorbiaceae
81	NnPh	S	Sclero	Euphorbia poissonii Pax	Euphorbiaceae
82	McPh	AT	Ptéro	Hymenocardia acida Tul.	Euphorbiaceae
83	McPh	AT	Sarco	Margaritaria discoidea (Baill.) Webster	Euphorbiaceae
84	McPh	AT	Sclero	Phyllanthus muellerianus (O. Ktze.) Exell	Euphorbiaceae
85	NnPh	Pal	Sarco	Securinega virosa (Roxb. Ex Willd.) Baill.	Euphorbiaceae
86	Thd	S	Sclero	Tragia senegalensis Müll. Arg.	Euphorbiaceae
87	McPh	S	Sarco	Uapaca togoensis Pax	Euphorbiaceae
88	Phgr	AT	Ballo	Abrus precatorius L.	Fabaceae
89	Phgr	AT	Ballo	Abrus pulchellus Wall. Ex Thw.	Fabaceae
90	Chd	S	Ballo	Adenodolichos paniculatus (Hua) Hutch. & Dalz	Fabaceae
91	Thpr	GC	Ballo	Aeschnonene lateritia Harms	Fabaceae
92	Thd	AT	Ballo	Alysicarpus glumaceus (Vahl) DC.	Fabaceae

93	Thd	Pan	Ballo	<i>Crotalaria calycina</i> Schrank.	Fabaceae
94	Thd	SG	Ballo	<i>Crotalaria graminicola</i> Taub. Ex Bak	Fabaceae
95	Thd	Pan	Ballo	<i>Crotalaria lachnophora</i> Hochst. Ex A. Rich.	Fabaceae
96	Thd	S	Ballo	<i>Crotalaria macrocalyx</i> Benth.	Fabaceae
97	Thd	S	Ballo	<i>Crotalaria microcarpa</i> Hochst. Ex Benth.	Fabaceae
98	Gés	Pal	Desmo	<i>Desmodium gangeticum</i> (L.) DC. Var. <i>gangeticum</i>	Fabaceae
99	Chd	Pan	Desmo	<i>Desmodium velutinum</i> (Willd.) DC.	Fabaceae
100	Gér	SG	Ballo	<i>Eriosema pulcherrimum</i> Taub.	Fabaceae
101	Chd	Pan	Ballo	<i>Eriosema psoraleoides</i> (Lam.) G. Don	Fabaceae
102	McPh	PA	Ballo	<i>Erythrina senegalensis</i> DC.	Fabaceae
103	Thd	S	Ballo	<i>Indigofera bracteolata</i> DC.	Fabaceae
104	Chd	Pan	Ballo	<i>Indigofera colutea</i> (Burm. F.) Merrill	Fabaceae
105	Thd	AT	Ballo	<i>Indigofera dendroides</i> Jacq.	Fabaceae
106	Thd	SZ	Ballo	<i>Indigofera paniculata</i> Vahl ex Pers.	Fabaceae
107	Thd	S	Ballo	<i>Indigofera stenophylla</i> Guill. & Perr.	Fabaceae
108	Thrp	SZ	Ballo	<i>Macrotyloma biflorum</i> (Schum. & Thonn.) Hepper	Fabaceae
109	Thd	S	Ballo	<i>Melliniella micrantha</i> Harms	Fabaceae
110	Gétgr	GC	Sarco	<i>Neorautanenia pseudopachyrhiza</i> (Harms) Milne. Redhead	Fabaceae
111	MsPh	S	Ptéro	<i>Pericopsis laxiflora</i> (Benth. Ex Bak.) van Meeuwen	Fabaceae
112	MsPh	SZ	Ptéro	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Fabaceae
113	Chd	S	Ballo	<i>Rhynchosia minima</i> (Linn.) DC.	Fabaceae
114	Hér	SZ	Ballo	<i>Sphenostylis schweinfurthii</i> Harms	Fabaceae
115	Thd	SG	Ballo	<i>Tephrosia elegans</i> Schum.	Fabaceae
116	Thd	SG	Ballo	<i>Tephrosia linearis</i> (Willd.) Pers.	Fabaceae
117	Thd	S	Ballo	<i>Tephrosia nana</i> Schweinf	Fabaceae
118	Thd	S	Ballo	<i>Tephrosia platicarpa</i> Guill. & Perr.	Fabaceae
119	Thgr	SZ	Ballo	<i>Vigna racemosa</i> (G. Don) Hutch. & Dalz	Fabaceae
120	Phgr	AT	Ballo	<i>Vigna reticulata</i> Hook. F.	Fabaceae
121	Phgr	AT	Ballo	<i>Vigna gracilis</i> (Guill. & Perr.) Hook. F.	Fabaceae
122	McPh	S	Ptéro	<i>Xeroderris stuhlmannii</i> (Taub.) Dunn. Ex Harms	Fabaceae
123	McPh	Pal	Baro	<i>Oncoba spinosa</i> Forsk.	Flacourtiaceae
124	Ep	Pan	Sclero	<i>Nephrolepis tuberosa</i>	Fougère
125	Thd	SZ	Sclero	<i>Aeolanthus pubescens</i> Benth.	Lamiaceae
126	Grh	SZ	Sclero	<i>Becium obovatum</i> (E. Mey.) N. E. Br	Lamiaceae
127	Thd	SZ	Sclero	<i>Engleriastrum gracillimum</i> Th. C. E. Fries	Lamiaceae
128	Grh	SZ	Sclero	<i>Orthosiphon rubicundus</i> (D. Don) Benth.	Lamiaceae
129	Thd	SZ	Sclero	<i>Platostoma africanum</i> (D. Don) Benth.	Lamiaceae
130	Chd	SZ	Ptéro	<i>Tinnea barteri</i> Gürke	Lamiaceae
131	Gét	SZ	Sclero	<i>Chlorophutum pusillum</i> Schweinf ex Bak	Liliaceae
132	Gét	SG	Sclero	<i>Urgenia altissima</i> (L. f.) Bak.	Liliaceae
133	McPh	SZ	Sarco	<i>Strychnos innocua</i> Del.	Loganiaceae
134	McPh	AM	Sarco	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Loganiaceae
135	Par	S	Sarco	<i>Tapinanthus dodoneifolius</i> (DC) Danser	Loranthaceae
136	Grh	S	Sclero	<i>Cienfuegosia eteroclada</i> Sparague	Malvaceae
137	Thd	AT	Sarco	<i>Hibiscus asper</i> Hook. F.	Malvaceae
138	Chpr	Pan	Sclero	<i>Sida alba</i> Linn.	Malvaceae
139	Chd	SZ	Sarco	<i>Dissotis grandiflora</i> (Sm.)	Melastomataceae
140	Chd	S	Sarco	<i>Melanostomastrum theifolium</i> (G. Don) Hook. F.	Melastomataceae
141	McPh	SZ	Sarco	<i>Ekebergia senegalensis</i> A. Juss.	Meliaceae

142	McPh	SZ	Baro	<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss.	Meliaceae
143	MsPh	S	Baro	<i>Pseudocedrela kotschyi</i> (Schweinf.) Harms	Meliaceae
144	McPh	Pan	Ballo	<i>Trichilia ermetica</i> Vahl	Meliaceae
145	NnPh	S	Ballo	<i>Acacia dudgeoni</i> Craib ex Holl.	Mimosaceae
146	McPh	AT	Sarco	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	Mimosaceae
147	MsPh	GC	Ballo	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J. F. Macbr.	Mimosaceae
148	McPh	SZ	Ballo	<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	Mimosaceae
149	Phgr	PA	Ballo	<i>Entada walenbergii</i> Harv.	Mimosaceae
150	MsPh	Pan	Sarco	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.	Mimosaceae
151	MsPh	S	Baro	<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub.	Mimosaceae
152	MsPh	S	Sarco	<i>Ficus abutilifolia</i> (Miq.) Miq.	Moraceae
153	MsPh	GC	Sarco	<i>Ficus gnanphalocarpa</i> (Miq.) stend. Ex A. Rich.	Moraceae
154	McPh	SG	Sarco	<i>Ficus vogeliana</i> (Miq) Miq.	Moraceae
155	MsPh	Pan	Sarco	<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC.	Myrtaceae
156	MsPh	S	Sclero	<i>Lophira lanceolata</i> Van Tiegh. Ex Keay	Ochnaceae
157	McPh	SZ	Sarco	<i>Ochna afzelii</i> R. Br. Ex oliv.	Ochnaceae
158	McPh	SZ	Sarco	<i>Ochna schweinfurthiana</i> F. Hoffm	Ochnaceae
159	MsPh	GC	Sclero	<i>Oratea glaberrima</i> (P. Beaur.) Engl. Ex Gilg.	Ochnaceae
160	NnPh	Pan	Sarco	<i>Ximenia americana</i> L.	Oleaceae
161	Gét	SZ	Sclero	<i>Ophioglossum costatum</i> R. Br.	Ophioglossaceae
162	Phgr	AT	Sarco	<i>Opilia celtidifolia</i> (Guill. & Perr.) Endl. Ex Walp	Opiliaceae
163	Thd	Pal	Baro	<i>Biophytum petersianum</i> Klotz	Oxalydaceae
164	Thd	Pan	Sclero	<i>Euclasta condylotricha</i> (Hochst. Ex Steud.) Stapf	Poaceae
165	Thd	Pan	Sclero	<i>Andropogon fastigiatus</i> Sw.	Poaceae
166	Hér	S	Sclero	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Poaceae
167	Hér	PA	Sclero	<i>Andropogon schirensis</i> Hochst. Ex A. Rich.	Poaceae
168	Hér	SZ	Sclero	<i>Andropogon tectorum</i> Schum. & Thonn.	Poaceae
169	Hér	S	Sclero	<i>Beckeropsis uniseta</i> (Noes) K. Schum.	Poaceae
170	Hér	SG	Sclero	<i>Bewsia biflora</i> (Hack.) Goossens	Poaceae
171	Thd	SZ	Sclero	<i>Chasmopodium candatum</i> (Hack.) Stapf	Poaceae
172	Hér	Pan	Sclero	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	Poaceae
173	Hér	PA	Sclero	<i>Diheteropogon amplectens</i> (Nees) W. D. Clayton	Poaceae
174	Thd	SZ	Sclero	<i>Elionurus elegans</i> Kunth.	Poaceae
175	Hér	SZ	Sclero	<i>Elymandra androphila</i> (Stapf) Stapf	Poaceae
176	Thd	Pal	Sclero	<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. Ex Steud.	Poaceae
177	Hér	Pan	Sclero	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) R. & Sch.	Poaceae
178	Thd	S	Ptéro	<i>Hyparrhenia involucrata</i> Stapf	Poaceae
179	Hér	S	Sclero	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf.	Poaceae
180	Hér	S	Sclero	<i>Hyparrhenia subplumosa</i> Stapf.	Poaceae
181	Thd	S	Sclero	<i>Hyparrhenia welwitschii</i> (Rende) Stapf.	Poaceae
182	Thd	PA	Sclero	<i>Loudetia flavida</i> (Stapf) C. E. Hubbard	Poaceae
183	Hér	AT	Sclero	<i>Loudetia simplex</i> (Nees) C. E. Hubbard	Poaceae
184	Thd	S	Sclero	<i>Loudetia togoensis</i> (Pilger) C. E. Hubbard	Poaceae
185	Thd	Pan	Sclero	<i>Mirochloa indica</i> (L. f.) P. Beauv.	Poaceae
186	Thd	SZ	Sclero	<i>Panicum panssum</i> Rendle	Poaceae
187	Thd	Pan	Sclero	<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult.	Poaceae
188	Hér	SZ	Sclero	<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	Poaceae
189	Thd	SZ	Sclero	<i>Sporobolus paniculatus</i> (Trin.) Dur. & Schinz	Poaceae
190	Hér	SZ	Sclero	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	Poaceae

191	Hér	Sz	Sclero	<i>Trachypogon spicatus</i> (L. f.) O. Ktze	Poaceae
192	Hér	PA	Sclero	<i>Tripogon minimus</i> (A. Rich.) Hochst. Ex Steud.	Poaceae
193	Thd	Pan	Sclero	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> Lour.	Poaceae
194	Hér	SG	Sclero	<i>Monocymbium ceresiiforme</i> (Nees) Stapf	Poaceae
195	Hér	S	Sarco	<i>Polygala arenaria</i> Willd.	Polygalaceae
196	Thd	S	Sarco	<i>Polygala atacorensis</i> Jac. – Fél.	Polygalaceae
197	NnPh	S	Sarco	<i>Polygala multiflora</i> Poir	Polygalaceae
198	Thd	S	Sarco	<i>Polygala perrottetiana</i> Paira	Polygalaceae
199	McPh	AT	Sclero	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fres.	Polygalaceae
200	NnPh	S	Ballo	<i>Protea elliotii</i> C. H. Wright	Proteaceae
201	Thpr	AT	Pogo	<i>Clematis hirsuta</i> Guil. Perr.	Ranunculaceae
202	NnPh	PA	Sarco	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	Rhamnaceae
203	NnPh	SG	Sarco	<i>Canthium venosum</i> (oliv.) Hiern	Rubiaceae
204	McPh	AT	Sarco	<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afz.) Bebeth.	Rubiaceae
205	Chd	S	Sarco	<i>Fadogia erythrophloea</i> (K. Schum. & K. Kraese)	Rubiaceae
206	Chd	S	Sarco	<i>Fadogia agrestis</i> Schweinf. Ex Hiern	Rubiaceae
207	Chd	S	Sarco	<i>Fadogia cienkowskii</i> Schweinf.	Rubiaceae
208	NnPh	S	Sarco	<i>Gardenia aqualla</i> Stapf & Hutch.	Rubiaceae
209	NnPh	S	Sarco	<i>Gardenia erubescens</i> Stapf	Rubiaceae
210	NnPh	S	Sarco	<i>Gardenia sokotensis</i> Hutch.	Rubiaceae
211	NnPh	S	Sarco	<i>Gardenia ternifolia</i> Schum & Thonn.	Rubiaceae
212	NnPh	SZ	Sarco	<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	Rubiaceae
213	Thd	Pal	Sarco	<i>Oldenlandia herbacea</i> (L.) Roxb.	Rubiaceae
214	NnPh	AT	Sarco	<i>Pavetta crassipes</i> K. Schum	Rubiaceae
215	Thd	SZ	Ballo	<i>Spermacoce radiata</i> (DC.) Sieber ex Hiern	Rubiaceae
216	Thd	SG	Ballo	<i>Borreria saxicola</i> K. Schum	Rubiaceae
217	Thd	Pan	Ballo	<i>Spermacoce stachydea</i> DC.	Rubiaceae
218	NnPh	S	Sarco	<i>Tricalysia chevalieri</i> Krause	Rubiaceae
219	McPh	SG	Sarco	<i>Tricalysia okelensis</i> var <i>okelensis</i> Hiern.	Rubiaceae
220	McPh	SG	Sarco	<i>Tricalysia okelensis</i> var <i>pubescens</i> Aubr. & Pellegr	Rubiaceae
221	MsPh	SG	Sarco	<i>Fagara zanthoxyloides</i> Lam.	Rutaceae
222	McPh	AT	Sarco	<i>Allophylus spicatus</i> (Poir.) Radek	Sapindaceae
223	Phgr	Pan	Sarco	<i>Paullinia pinnata</i> L.	Sapindaceae
224	MsPh	GC	Sarco	<i>Zanha golungensis</i> Hier	Sapindaceae
225	MsPh	SZ	Sarco	<i>Manilkara multinervis</i> (Bak.) Dubard	Sapotaceae
226	MsPh	S	Sarco	<i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.	Sapotaceae
227	Thd	PA	Sclero	<i>Striga hermontheca</i> (Del.) Benth.	Scrophulariaceae
228	Thpr	PA	Sclero	<i>Selaginella catherdrifolia</i> Spring	Selaginellaceae
229	McPh	S	Sarco	<i>Quassia undulata</i> Engl.	Simaroubaceae
230	Phgr	PA	Sarco	<i>Smilax anceps</i> Willd.	Smilacaceae
231	MsPh	AT	Pogo	<i>Sterculia setigera</i> Del.	Sterculiaceae
232	Chd	Pan	Sclero	<i>Waltheria indica</i> L.	Sterculiaceae
233	Gét	Pal	Sclero	<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) O. Htze	Taccaceae
234	NnPh	SZ	Sarco	<i>Grewia bicolor</i> Juss.	Tiliaceae
235	Gés	S	Sarco	<i>Grewia cissoides</i> Hutch. & Dalz.	Tiliaceae
236	McPh	AT	Sarco	<i>Grewia mollis</i> Juss.	Tiliaceae
237	Chd	SZ	Ballo	<i>Gnidia kraussiana</i> Meisn.	Tymeleaceae
238	Chd	SZ	Ballo	<i>Dichranolepis laciniata</i> Gilg	Tymeliaceae
239	MsPh	AT	Sarco	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Verbanaceae

240	NnPh	SZ	Sarco	<i>Vitex simplicifolia</i> Oliv.	Verbanaceae
241	Chd	GC	Sarco	<i>Clerodendrum capitatum</i> Schum. & Thonn.	Verbenaceae
242	Phgr	S	Sarco	<i>Ampelocissus leonensis</i> (Hook. F.) Planch.	Vitaceae
243	Phgr	PA	Sarco	<i>Cissus aralioides</i> (Welw. Ex Bak.) Planch.	Vitaceae
244	Phgr	S	Sarco	<i>Cissus flavicans</i> (Bak.) Planch.	Vitaceae
245	Phgr	S	Sarco	<i>Cissus populnea</i> Guill. & Perr.	Vitaceae
246	Grh	SZ	Sarco	<i>Costus spectabilis</i> (Fenzl) K. Schum.	Zingiberaceae
247	Gét	AT	Sarco	<i>Kaempheria aethiopica</i> (Schweinf.) Solms-Laub	Zingiberaceae

---

**Tableau XXVIII :** Liste des espèces animales du secteur d'étude et leur statut actuel

<b>MAMMIFERES</b>					
N°	Noms vulgaires	Noms scientifiques	Famille	Statuts	
1	Aulacode	Thryonomys swinderianus	Thryonomyidae	⊕	
2	Babouin	Papio anubis	Cercopithecidae	+/-	
3	Buffle	Syncerus caffer	Bovidae	⊕	
4	Céphalophe de Grimm	Syloicapra grimmia	Bovidae	⊕	
5	Céphalophe à flanc roux	Cephalophus rufilatus	Bovidae	+/-	
6	Céphalophe noir	Cephalophus niger	Bovidae	+/-	
7	Chacal à flancs rayés	Canis adustus	Canidae	+/-	
8	Civette	Viverra civetta	Vivéridés	⊕	
9	Cobe de Buffon	Kobus kob	Adenota kob	+/-	
10	Cob onctueux	Kobus defassa	Bovidae	-	
11	Cob defassa	Kobus defessa	Bovidae	-	
12	Daman de Rocher	Procavia capensis	Procavidae	+	
13	Ecureuil fouisseur	Xerus erythropus	Sciuridae	⊕	
14	Rat de Gambie	Heliosciurus gambianus	Sciuridae	+	
15	Galago du Sénégal	Galago senegalensis	Lorisidae	⊕	
16	Genette commune	Genette genetta	Viverridae	+	
17	Guib harnaché	Tragelaphus scriptus	Bovidae	+	
18	Hérison à ventre blanc	Atelerix albiventrix	Hystriidae	+/-	
19	Hyène tachetée	Crocuta crocuta	Hyenidae	-	
20	Lièvre à oreille de lapin	Lepus crawshayi	Leporidae	-	
21	Mangoustre	Ichneumia albicanda	Viverridae	+	
22	Ourébi	Ourebia ourebi	Bovidae	+	
23	Oryctérope	Orycteropus afer	Orycteropidae	+/-	
24	Phacopère	Phacochoerus ethiopicus	Suidae	⊕	
25	Pangolin géant	Manis gigantea	Manidae	+	
26	Pangolin à queue longue	Manis tetradactyla	Manidae	+	
27	Porc-épic	Hystrix cristata	Hystriidae	⊕	
28	Rat de Gambie	Cricetomys gambianus	Cricetidae	+	
29	Rat roussard	Arvicanthis niloticus	Muridae	+	
30	Ratel	Mellivora capensis	Mustéridés	+	
31	Souris de Barbarie	Lemniscomys barbarus	Muridae	+	
32	Vervet	Cercopithecus aethiops	Cercopithecidae	+	
<b>REPTILES</b>					
1	Crocodile du Nil	Crocodylus niloticus	Crocodylidae	-	I
2	Crocodile nain	Osteolamus tetrapis	Crocodylidae	-	I
2	Python de séba	Python sebae	Bovidae	+	P
4	Varan du Nil	Varanus niloticus	Varanidae	+	P
<b>OISEAUX</b>					
N°	Noms vulgaires	Noms scientifiques	Famille	Statuts	
1	Bulbul commun	Pycnonotus barbatus	Pycnonotidae	+/-	
2	Busard des sauterelles	Butastur rufipennis	Accipitridae	⊕	
3	Coucal du Sénégal	Centropus senegalensis	Cuculidae	⊕	
4	Dendrocyste veuf	Dendrocygna vidua	Anatidae	⊕	
5	Francolin commun	Francolinus bicalcaratus	Phasianidae	⊕	
6	Grand calao d'Abyssinie	Bucorvus abyssinicus	Bucerotidae	⊕	
7	Guêpier écarlate	Merops nubicus	Meropidae	⊕	
8	Gyps africain	Gyps bengalensis	Accipitridae	⊕	
9	Héron cendré	Ardea cinerea	Ardeidae	⊕	

10	Héron garde bœuf	Bubulcus ibis	Ardeidae	⊕	
11	Milan noir	Milvus migrans	Parasitus	⊕	
12	Perruche à collier	Psittacula krameri	Psittacidae	⊕	
13	Petit calao à bec noir	Tockus naptus	Bucerotidae	⊕	
14	Petit calao à bec rouge	Tockus erythrorhynchus	Bucerotidae	⊕	
15	Pigeon vert à front nu	Treron australis	Colombidae	⊕	
16	Pintade commune	Numida meleagris	Phasianidae	⊕	
17	Poule d'eau	Gallinula chloropus	Rallidae	⊕	
18	Poule de rocher	Ptilopachus petrosus	Phasianidae	⊕	
19	Rollier d'Abyssinie	Coracias abyssinica	Coraciidae	⊕	
20	Youyou	Poicephalus senegalus	Psittacidae	⊕	

Légende :

+ : Existe mais non observé

- : Disparue de nos jours

⊕ : Existe et observé directement ou confirmé par trophée

+/- : Tantôt présent, tantôt absent.

P : Partiellement protégée

I : Intégralement protégée





6- Avez-vous des champs dans la zone ?

a- oui

- Dans quelle position topographique se situe le champ ?.....

b- non

Avez-vous l'intention d'en avoir ?.....

.....

7- Quelles sont vos techniques de défrichage ?

a- coupe des arbres

b- brûlis

c- coupe des arbres et brûlés

d- autres techniques

8- Quelles sont les espèces végétales et animales exploitées ?

N°	Nom local	Nom Français	Nom scientifique

9- A quelles fins sont exploitées ces espèces végétales ?

a- bois de chauffe

b- bois d'œuvre

c- charbon

d- autres préoccupations

10- Y a-t-il d'espèces non exploitées ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

11- Pourquoi sont-elles interdites d'exploitations .....

.....

12- Comment accède t-on à la Terre ?

a- don

b- Legs

c- autres modèles d'accès

13- Vos Terres sont-elles actuellement fertiles ?

a- Très fertiles  b- peu fertiles

c- appauvries  d- pauvres

14-Combien d'années faites-vous sur un champ avant de le mettre en jachère ?.....

15- Quelle est la durée de vos jachères ?

a- 3 ans  b- 4 ans  c- plus de 5 ans

16- Utilisez-vous le fumier ?

a- oui  b- non

Si oui sur quelle culture ?.....

Quels sont les types de fumiers que vous utilisez ?

Compost  Paillis  Autres (à préciser)

Si non Pourquoi ?.....

17- Utilisez-vous des engrais chimiques

a- oui  b- non

Si oui sur quelles cultures et quelle quantité ? .....

Si oui lesquels ? NPK  Urée  Autres (à préciser)

Si non Pourquoi ?.....

18- Utilisez-vous les pesticides ?

a- oui  b- non

Si oui sur quelles cultures et quelle quantité ? .....

Si oui lesquels ? ....................

Si non Pourquoi ?.....

19- Accepteriez-vous abandonner la culture itinérante sur brûlis au profit d'une agriculture de type intensif ?

a- oui  b- non

Pourquoi ?

20- Comment évolue le nombre des espèces végétales et animales ?

a- augmentation  b- diminution  c- stabilité

21- Quelles sont les conséquences de cette évolution sur vos activités ?

.....  
 .....

21- Etes-vous menacés ou inquiétés par les agents du service forestier lorsque vous abattez les arbres ?

a- toujours                       b- parfois                       c- pas du tout

23- Si on vous délimite une portion sur les chaînon destinée à l'agriculture, pourriez-vous respecter cela ?

a- oui                      b- non

Pourquoi ?

24- Comment pensez-vous exploiter les terres agricoles pour les laisser fertiles aux générations futures ?

.....  
 .....

### **Questionnaires adressé aux tradipraticiens :**

#### **Identification de l'enquêté :**

Fiche N° : .....

Date : ..... Village / Quartier / Commune :

Lieu : .....

Nom et Prénoms : .....

Age : ..... Sexe : M  F  Ethnie :

Profession : .....

Situation Matrimoniale : C  M  D  V

1- Depuis combien de temps avez-vous commencer à exercer ce métier ?

a- 5 ans                       b- 10 ans                       c- 20 ans                       d- plus de 20 ans

2- Avez-vous d'autres activités génératrices de revenus ? .....

.....

3- Utilisez-vous des rites incantatoires ?

a- oui                       b- non

4- Utilisez-vous des rites de prière ?

a- oui                       b- non

5- Utilisez-vous des plantes médicinales ?

Feuilles : a- oui                       b- non

Racines : a- oui                       b- non

Ecorces : a- oui                       b- non

6- Procédez-vous par préparation animales ?

7- Comment évolue le nombre des espèces végétales et animales

a- augmentation                       b- diminution                       c- stabilité

8- Quelles sont les conséquences de cette évolution sur votre activité ? .....

.....  
.....

9- Avez-vous des initiatives allant dans le sens de la sauvegarde des espèces ?

a- oui                       b- non

Si oui lesquelles ?

.....  
.....

10- Pouvons-nous arriver à la Restauration puis à la Conservation des espèces biologiques ?

a- oui                       b- non

### **Questionnaires adressés aux éleveurs**

#### **Identification de l'enquête :**

Fiche N° : .....

Date : ..... Village / Quartier / Commune :

Lieu : .....

Nom et Prénoms : .....

Age : ..... Sexe : M  F  Ethnie :

Profession : .....

Situation Matrimoniale : C  M  D  V

1- Depuis quand êtes-vous installés ici ?

a- 5 ans                       b- 10 ans                       c- 20 ans                       d- plus de 20 ans

2- Quels sont les premiers habitants de ces versants ?

a- Bètammaribè                       b- Waba                       c- Peuhl                       d- autre

3- Comment s'est fait l'installation sur ces versants ?

a- Lente                       b- Très lente                       c- Ne sait pas

4- Où se trouvaient vos premiers camps ?

a- 1 Km                       b- 2 Km                       c- Très loin d'ici

5- Quel est l'effectif de votre troupeau de bœuf ?

a- 20 têtes                       b- 50 têtes                       c- Plus de 50 têtes

6- Quel est l'effectif des ovins et des caprins ?

a- 20 têtes                       b- 50 têtes                       c- Plus de 50 têtes

7- Quelles sont les raisons de vos déplacements successifs ?

a- Recherche de pâturage  b- Recherche de point d'eau

c- Recherche de sécurité

8- Quels sont les pâturages aériens que vous exploitez ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

9- Quels sont les pâturages herbacés broutés par vos animaux ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

10- Les arbres qui constituent vos pâturages aériens sont-ils en nombre suffisant ?

a- oui  b- non

11- Les espèces fourragères herbacées sont –elles aussi suffisantes ?

a- oui  b- non

12- Par rapport au passé, comment appréciez-vous la richesse de vos pâturages ?

a- augmentation  b- diminution  c- stable  d- Ne sait pas

13- Utilisez-vous des résidus de récolte pour nourrir vos animaux ?

a- oui  b- non

Si oui pendant combien de temps ?

14- Quelles sont les difficultés rencontrées dans l'élevage de vos bovins ?

a- Manque d'eau

b- Manque de fourrage

c- Manque de pâturage aérien

d- Extension des terres agricoles

e- Problèmes sanitaires

g- autres (à préciser)

15- Etes-vous menacés ou inquiétés par les agents du Service Forestier lorsque vous faites paraître vos animaux sur les versants ?

a- Toujours     b- Parfois     c- Pas du tout

16- Savez-vous que vos animaux détruisent la flore par piétinement ?

a- Oui     b- Non     c- Ne sait pas

17- Hormis les chaînons, pourriez-vous trouver d'autres pâturages ?

a- Oui     b- Non     c- Ne sait pas

18- Si on vous délimite une portion sur les versants, pourriez-vous respecter cela ?

a- Oui     b- Non

19- Seriez-vous heureux en pratiquant un élevage de type sédentaire ?

a- Oui     b- Non

Pourquoi ?

20- Seriez-vous prêts à cultiver les espèces fourragères pour nourrir vos bovins en saison sèche ?

a- Oui     b- Non

Pourquoi ?

21- Comment pensez-vous utiliser vos pâturages pour les laisser riches aux générations futures ?

.....  
.....

**Questionnaires adressés aux exploitants forestiers :**

**Identification de l'enquêté :**

Fiche N° : .....  
 Date : ..... Village / Quartier / Commune : .....  
 Lieu : .....  
 Nom et Prénoms : .....  
 Age : ..... Sexe : M  F  Ethnie : .....  
 Profession : .....  
 Situation Matrimoniale : C  M  D  V

1- Quelles sont les activités que vous pratiquez ?

a- Agriculture  b- Elevage   
 c- Chasse  d- Exploitation forestière  e- autres

2- L'exploitation forestière est-elle votre activité principale ?

a- Oui  b- Non   
 c- Agrée  d- Clandestin

3- Coupez-vous les arbres sur les versants ?

Si oui lesquels ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

Si non, avez-vous l'intention de le faire ? .....  
 .....  
 .....

4- Le nombre des essences de valeur diminue ou augmente ?

a- Diminue  b- Augmente

Pourquoi ? .....  
 .....  
 .....

5- Combien de madriers peut fournir un pied d'arbre ? .....  
 .....  
 .....

6- A combien vendez-vous un madrier ? .....  
 .....  
 .....

7- Où vendez-vous les madriers ? .....

.....

.....

8- A quel moment de l'année coupez-vous les arbres ? .....

.....

.....

9- Combien d'arbres coupez-vous en moyenne par an ? .....

.....

.....

10- Etes-vous menacés ou inquiétés par les agents du Service forestier lorsque vous coupez les arbres ?

a- Oui  b- Non

11- Savez-vous qu'une exploitation non contrôlée du bois d'œuvre peut détruire les versants ?

a- Oui  b- Non

12- Hormis les versants, pourriez-vous trouver d'ailleurs du bois d'œuvre ?

a- Oui  b- Non

Pourquoi ?

13- Seriez-vous prêts à planter des arbres sur une portion des versants des chaînons pour vos besoins en bois d'œuvre ?

a- Oui  b- Non

14- Comment peut-on exploiter les essences de valeur des chaînons pour laisser les possibilités aux générations futures de disposer du bois d'œuvre ? .....

.....

.....



### Questionnaires adressés aux chasseurs :

#### Identification de l'enquête :

Fiche N° : .....

Date : ..... Village / Quartier / Commune :

Lieu : .....

Nom et Prénoms : .....

Age : ..... Sexe : M  F  Ethnie :

Profession : .....

Situation Matrimoniale : C  M  D  V

1- Quelles sont les activités que vous pratiquez ?

a- Agriculture  b- Elevage  c- Chasse

2- La chasse est-elle votre activité principale ?

a- Oui  b- Non

3- Chassez-vous individuellement ou en groupe ?

a- Individuellement  b- En groupe

3- Quels sont les animaux que vous tuez ?

N°	Nom Local	Nom français	Nom scientifique

4- Parmi les animaux que vous tuez, lesquels ne retrouvez-vous plus ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

5- Comment évolue le nombre des espèces animales ?

a- augmente  b- diminue

Pourquoi ?

6- Pourquoi chassez-vous ?

a- Raisons économiques

b- Alimentation

c- Par passion

d- Respect de la tradition

5. autres raisons (préciser) .....  
 .....  
 .....

7- Où vendez-vous le gibier ?

8- Quel est le prix d'un Kilo de viande ?

9- Quels sont vos instruments de chasse ? .....  
 .....  
 .....

10- Etes-vous menacés ou inquiétés par les agents forestiers lorsque vous chassez dans la Forêt Classée ?

a- Toujours  b- Souvent  c- Pas du tout

11- Savez-vous que le braconnage diminue le nombre des animaux sauvages ?

a- Oui  b- Non

12- Si on vous délimite une aire sur les chaînes, pourriez-vous y chasser exclusivement ?

a- Oui  b- Non

Pourquoi ?

13- Comment pensez-vous organiser la chasse pour que les générations futures en fassent aussi ?

.....  
 .....  
 .....

**Questionnaires adressés aux agents forestiers :**

**Identification de l'enquête :**

Fiche N° : .....

Date : ..... Village / Quartier / Commune :

Lieu : .....

Nom et Prénoms : .....

Age : ..... Sexe : M  F  Ethnie :

Profession : .....

Situation Matrimoniale : C  M  D  V

1- Existe-t-il au Bénin des statuts particuliers pour les écosystèmes fragiles comme les chaînes ?.....

2- Si oui quelle sont les portées de ces textes et lois de nos jours ?.....

3- Les populations sont-elles informés de l'existence de ces textes ou lois ?

a- Oui  b- Non

4- Quelles sont les cultures les plus pratiquées ? .....

.....  
.....

5- Quelles sont les espèces végétales détruites par les agriculteurs lors de l'installation de leurs champs ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

6- Au cours de vos patrouilles observez-vous des troupeaux de bœufs en pâturage sur les versants des chaînons ?

a- Oui  b- Non

Pourquoi ?

7- Quelles sont les espèces fourragères herbacées au niveau des chaînons ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

8- Quels sont les arbres exploités pour le pâturage aérien sur les chaînons ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

9- Y a t-il une exploitation analytique du bois d'œuvre sur les versants par les exploitants forestiers ?

5. Si oui, quelles sont les essences de valeurs exploitées ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

b- Si non, pourquoi ? .....

.....

.....

10- Combien de madriers en moyenne peut fournir un pied d'arbres ? .....

.....

.....

11- Quel est le prix d'un madrier ? .....

.....

12- Quel est l'effectif total des exploitants forestiers ? .....

.....

13- Le braconnage est-il pratiqué sur les chaîbons ?

5. Si oui, quelles sont les espèces animales abattues ?

N°	Nom Local	Nom Français	Nom Scientifique

b- Si non, pourquoi ? .....

.....

.....

14- Quel est l'effectif des chasseurs ? .....

.....

15- En cas de non respect des textes par les différentes catégories socioprofessionnelles exploitant les ressources biologiques des chaîbons, quelles sont les sanctions prévues ?

a- Pour ces agriculteurs ? .....

.....

.....

b- Pour les exploitants forestiers ? .....

.....

.....

c- Pour les chasseurs ? .....

.....

.....

16- Ces sanctions sont-elles appliquées ?

a- Oui  b- Non

Pourquoi ? .....

.....

.....

17- Que pensent les populations au sujet du statut des zones sensibles ?

- a- Leur patrimoine
- b- Le patrimoine des Forestiers
- c- Le patrimoine de l'Etat

18- Face à la protection des zones sensibles, êtes-vous menacés par les populations riveraines ?

Si oui quels types de menaces ?

- a- Menace de mort
- b- Menace d'envoûtement
- c- Affrontement
- d- Echange de Tir
- e- autres menaces .....

19- Quelles sont les catégories socioprofessionnelles qui exercent ces menaces ?

.....

20- Les populations sont-elles associées à la protection des zones sensibles ?

Fréquences	Passé	Présent
Toujours		
Souvent		
Pas du tout		

21- Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans l'exercice de votre fonction ?

- a- Manque de moyens de déplacement
- b- manque de moyens financiers
- c- Insuffisance du personnel
- d- Difficulté d'accès aux pistes
- 5. Autres difficultés

**Questionnaires destinés aux personnes ressources :**

**Identification de l'enquête :**

Fiche N° : .....

Date : ..... Village / Quartier / Commune :

Lieu : .....

Nom et Prénoms : .....

Age : ..... Sexe : M  F  Ethnie :

Profession : .....

Situation Matrimoniale : C  M  D  V

1- Depuis quand êtes-vous installés ici ?

a- 10 ans  b- 20 ans

c- 30 ans  d- 40 ans

2- Quels étaient les premiers habitants ? .....

3- A quel niveau se limitait l'extension de l'occupation humaine ? .....

4- Quels sont les événements qui ont le plus marqué l'évolution de ces chaînons ? .....

5- Y a-t-il des étrangers qui se sont installés sur les chaînons ?

a- Oui  b- Non

6- De quel côté les retrouvent t-on ?

a- En ville  b- En périphérique

7- Qu'est-ce qui a le plus favorisé l'implantation des étrangers ?

a- Agriculture  b- Elevage  c- Autres éléments

8- Qu'est-ce qui a le plus favorisé l'installation des populations ?

a- Agriculture  b- Elevage  c- Autres éléments

**Questionnaires adressés aux exploitants de pierres ornementales :**

**Identification de l'enquête :**

Fiche N° : .....

Date : ..... Village / Quartier / Commune : .....

Lieu : .....

Nom et Prénoms : .....

Age : ..... Sexe : M  F  Ethnie : .....

Profession : .....

Situation Matrimoniale : C  M  D  V

1- L'exploitation des pierres est-elle votre activité principale ?

a- Oui  b- Non

c- Agrée

2- Quelles sont les techniques utilisées pour l'exploitation des pierres ?

3- Quel est le comportement des essences végétales après l'exploitation des pierres ?

4- Selon vous après l'exploitation sur un espace donné, le nombre des essences diminue ou augmente ?

a- Diminue  b- Augmente

Pourquoi ? .....

.....

.....

5- Quelle est la quantité de pierres que vous produisez ?

a- par jour  b- par mois  c- par ans

6- A combien vendez-vous les pierres produites ? .....

.....

.....

7- Où vendez-vous ces pierres ? .....

.....

.....

8- A quel moment de l'année l'activité est intense ? .....

.....

.....

9- Etes-vous menacés ou inquiétés par les agents du Service forestier lorsque vous coupez les arbres pour l'exploitation des pierres ?

a- Oui  b- Non

10- Savez-vous qu'une exploitation non contrôlée de ces pierres peut détruire les versants ?

a- Oui  b- Non

11- Seriez-vous prêts à planter des arbres sur une portion des versants des chaînons après exploitations des pierres ?

a- Oui  b- Non

12- Quelles sont vos redevances vis-à-vis des structures étatiques ?

a- Arrondissement  b- Commune  c- Mairie  d- OBRGM

e- Ministère des Mines

13- Comment peut-on exploiter les pierres sur ces chaînons pour laisser les possibilités aux générations futures de disposer d'un environnement encore vital et viable ? .....

.....  
.....



## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de situation.....	31
Figure 2 : Mouvement oscillatoire annuel du FIT sur l’Afrique.....	32
Figure 3 : Pluviosité moyenne mensuelle (Natitingou 1959-2001).....	34
Figure 4 : Variations saisonnières des températures à la station de Natitingou (1959 – 2001).....	35
Figure 5 : Diagramme climatique de Natitingou (1959-2001).....	36
Figure 6 : Variations saisonnières de l’humidité relative à la station de Natitingou (1959 – 2001)..	37
Figure 7 : Carte géologique.....	41
Figure 8 : Coupe géologique (Portion A-B).....	42
Figure 9 : Carte pédologique .....	45
Figure 10 : Carte de végétation du secteur d’étude.....	50
Figure 11 : Répartition des secteurs d’investigations .....	60
Figure 12 : Répartition des sites de relevés.....	65
Figure 13 : Répartition des localités enquêtées.....	66
Figure 14 : Les étapes de la réalisation de l’esquisse topographique des chaînons étudiés.....	68
Figure 15 : Représentation en trois dimensions de la zone d’étude .....	69
Figure 16 : Schéma illustrant le dispositif expérimental sur chaque versant choisi.....	70
Figure 17 : Charte d’estimation visuelle des proportions d’états de surface.....	80
Figure 18 : Fréquences des espèces par placeaux .....	92
Figure 19 : Richesse des relevés (placeaux) en espèces .....	92
Figure 20 : Répartition des individus par classe de diamètre au niveau des bas de versants en exposition Est.....	100
Figure 21 : Répartition des individus par classe de diamètre au niveau des bas de versants en exposition Ouest.....	100
Figure 22 : Répartition des individus par classe de diamètre au niveau des hauts de versants en exposition Est.....	100
Figure 23 : Répartition des individus par classe de diamètre au niveau des hauts de versants en exposition Ouest.....	100

Figure 24 : Répartition des individus par classe de diamètre au niveau des sommets.....	100
Figure 25 : Représentation de la répartition des formations végétales dans le plan 1 et 2 de la Correspondance Analysis.....	103
Figure 26 : Dendrogramme des 127 relevés des formations végétales étudiées.....	104
Figure 27 : Représentation de la répartition des relevés de savanes arborée à arbustive dans le plan factoriel 1 et 2.....	107
Figure 28 : Hiérarchisation des 39 relevés des formations situées sur les gros blocs dénudés à anfractuosités (Groupe I).....	108
Figure 29 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Ficus abutilifolia</i> et <i>Andropogon tectorum</i> .....	110
Figure 30 : Spectre phytogéographiques brut et pondéré du groupement à <i>Ficus abutilifolia</i> et <i>Andropogon tectorum</i> .....	110
Figure 31 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Isobertia tomentosa</i> et <i>Andropogon tectorum</i> .....	112
Figure 32 : Spectre phytogéographiques brut et pondéré du groupement à <i>Isobertia tomentosa</i> et <i>Andropogon tectorum</i> .....	112
Figure 33 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Detarium microcarpum</i> et <i>Hyparrhenia involucrata</i> .....	114
Figure 34 : Spectre phytogéographiques brut et pondéré du groupement à <i>Detarium microcarpum</i> et <i>Hyparrhenia involucrata</i> .....	114
Figure 35 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Burbea africana</i> et <i>Loudetia flavida</i> .....	116
Figure 36 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à <i>Burbea africana</i> et <i>Loudetia flavida</i> .....	116
Figure 37 : Représentation de la répartition des relevés de savanes arbustives dans le plan des axes 1 et 2.....	119
Figure 38 : Hiérarchisation des 39 relevés des formations situées sur les rochers subaffleurements (Groupe II).....	120
Figure 39 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Parinari curatellifolia</i> et <i>Hyparrhenia</i> spp. ....	122
Figure 40 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à <i>Parinari curatellifolia</i> et <i>Hyparrhenia</i> spp.....	122
Figure 41 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Daniellia oliveri</i> et <i>Loudetia</i> spp. ....	124
Figure 42 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à <i>Daniellia oliveri</i> et <i>Loudetia</i> spp.....	124
Figure 43 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Andropogon gayanus</i> . ....	126
Figure 44 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Andropogon gayanus</i> .....	126
Figure 45 : Répartition des relevés de savanes arbustives clairsemées dans le plan des axes 1 et 2.....	129
Figure 46 : Hiérarchisation 49 relevés des formations situées sur les sols sablo – gravillonnaires cuirassés (groupe III).....	130

Figure 47 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Crossopteryx febrifuga</i> et <i>Cochlospermum planchonii</i> .....	132
Figure 48 : Spectres phytogéographique brut et pondéré du groupement à <i>Crossopteryx febrifuga</i> et <i>Cochlospermum planchonii</i> .....	132
Figure 49 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Pteleopsis suberosa</i> et <i>Loudetia flavida</i> .....	134
Figure 50 : Spectres biologiques brut et pondéré du groupement à <i>Pteleopsis suberosa</i> et <i>Loudetia flavida</i> .....	134
Figure 51 : Répartition de la richesse des relevés en fonction de l'exposition des versants.....	135
Figure 52 : Relations entre richesse floristique et pourcentage de terres cultivables.....	136
Figure 53 : États de surface de 1975-1994 et 2003.....	157
Figure 54 : Dynamique de l'états de surface de 1975-1994 et 2003.....	158
Figure 55 : Evolution des formations végétales de 1975 à 1994.....	146
Figure 56 : Bilan de la dynamique de 1975 à 1994.....	146
Figure 57 : Variation des superficies des formations végétales de 1975 à 1994.....	146
Figure 58 : Evolution des formations végétales de 1994 à 2003.....	149
Figure 59 : Bilan de la dynamique de 1994 à 2003.....	149
Figure 60 : Variation des superficies des formations végétales de 1994 à 2003.....	149
Figure 61 : Evolution des formations végétales de 1975 à 2003.....	151
Figure 62 : Bilan de la dynamique de 1975 à 2003.....	151
Figure 63 : Variation des superficies des formations végétales de 1975 à 2003.....	151
Figure 64 : Evolution spatiale des formations végétales (1975-2003).....	152
Figure 65 : Bilan d'évolution des galeries forestières, forêt claire et savanes boisées.....	152
Figure 66 : Bilan d'évolution des savanes arborée et arbustive ; savanes arborée et arbustive..... saxicole	153
Figure 67 : Ordres de régression des formations.....	154
Figure 68 : Bilan de progression des savanes à emprise agricole et mosaïque de cultures et Jachères.....	155
Figure 69 : Ordres de progression des formations anthropiques	155
Figure 70 : Durée de la mise en culture et en jachère par catégorie d'agriculteurs (n = 100 personnes).....	162
Figure 71 : Erosion provoquée par la technique de coupe et transport du bois par gravité (adapté de Benchaabane, 1997).....	166

Figure 72 : Variation interannuelle de la pluie au niveau de la station de Natitingou.....	184
Figure 73 : Variation interannuelle du nombre de jours de pluies au niveau de la station de Natitingou.....	188
Figure 74 : Variabilité du bilan climatique saisonnier au niveau de la station de Natitingou.....	188
Figure 75 : Synthèse de l'évolution des formations végétales (d'après Piéri, 1989).....	189

## LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Tata Somba entouré de culture de Sorgho à Koussoukouengou.....	54
Photo 2 : Vue d'un campement peul dans le village Kounadorgou au Sud-Ouest de Natitingou.....	55
Photo 3 : Aspect d'un haut de versant cuirassé.....	87
Photo 4 : Sommet à dalles cuirassées après le passage des feux de végétation.....	87
Photo 5 : Vue d'un versant à ravins dans la région de Kotamongo après la saison des pluies.....	88
Photo 6 : Bas de versant cuirassé dans la région de Perma.....	88
Photo 7 : Sommet à chaos rocheux dans la région de la chute de Kota.....	89
Photo 8 : Versant à chaos rocheux dans la région de Koussantikou .....	89
Photo 9 : Vue d'un sommet plat aux rochers subaffleurants .....	90
Photo 10 : Relief présentant un bas de versant et un versant en exposition Ouest.....	90
Photo 11 : Une jachère au niveau du haut de versant à Béréssingou.....	161
Photo 12 : Installation d'un champ en bas de pente à Dikouanteni.....	161
Photo 13 : Tas de bois de feu destiné à la vente dans la zone de Kouarfa.....	166
Photo 14 : Tas de roches concassées destiné à la vente sur l'axe routier Kotamongo – Pouya.....	170
Photo 15 : Tas de pierres concassées de manière manuelle destinés à la vente.....	171
Photo 16 : Vue d'un versant après le passage des feux de végétation dans la région de Kotamongo..	183
Photo 17 : Bœufs en divagation dans la région de Koussantikou.....	183

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Pluviométrie moyenne mensuelle (Natitingou 1959-2001).....	209
Tableau II : Températures moyennes mensuelles à la station de Natitingou (1959 – 2001).....	209
Tableau III: Evolution de la population de 1992 à 2002.....	51
Tableau IV : Centre de documentations et informations recueillies.....	63
Tableau V : Clé d’interprétation des photographies aériennes.....	209
Tableau VI : Fiche de terrain de mesure de l’impact des activités humaines sur l’érosion et les pertes des pré-sols des chaînons étudiés.....	210
Tableau VII : Nombre d’espèces et de genres par famille.....	93
Tableau VIII : Analyse d’ensemble des types biologiques.....	94
Tableau IX : Répartition des phanérophytes.....	94
Tableau X : Analyse d’ensemble des types phytogéographiques.....	95
Tableau XI : Analyse d’ensemble des types de dissémination des diaspores.....	96
Tableau XII : Variables structurales des formations identifiées.....	97
Tableau XIII : Liste des espèces végétales (ligneuses) recensées et leur utilisation dans le secteur d’étude.....	211
Tableau XIV : Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 127 relevés des formations végétales étudiées.....	101
Tableau XV : Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 39 relevés des formations situées sur les gros blocs dénudés à anfractuosités.....	105
Tableau XVI : Valeurs propres et pourcentage de la variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 39 relevés des formations situées sur les rochers subaffleurants.....	117
Tableau XVII : Valeurs propres et pourcentage de variance expliquée par les quatre premiers axes de la CA appliquées aux 49 relevés des formations situées sur les sols sablo- gravillonnaires cuirassés.....	127
Tableau XVIII : Variation des mesures d’éclairement.....	137
Tableau XIV : Moyenne et hauteur de pré-sols érodés.....	139

Tableau XX : Moyenne annuelle d'épaisseur de pré-sols érodés.....	140
Tableau XXI : Superficies des types d'états de surface de 1975 à 2003 (Portion cartographiée) [ (+) = extension, (-) = régression ].....	212
Tableau XXII : Classification des sols suivant le niveau de fertilité.....	164
Tableau XXIII : Les sources d'énergies domestiques en milieu rural.....	165
Tableau XXIV : Les principales espèces utilisées pour le traitement des maux .....	167
Tableau XXV : Les principales espèces médicinales utilisées dans l'élevage des bovins.....	168
Tableau XXVI : Fréquence (f) et pourcentage (%) de relevés où les espèces sont présentes.....	213
Tableau XXVII : Index alphabétique des familles et espèces recensées sur les chaînons étudiés, TB : types biologique ; TP : types phytogéographiques ; TD : Types de diaspores.....	216
Tableau XXVIII: Liste des espèces animales du secteur d'étude et leur statut actuel.....	222

## TABLES DES MATIERES

DEDICACES.....	2
SOMMAIRE.....	3
AVANT-PROPOS.....	4
RESUME.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTE DES ABREVIATIONS.....	10
<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>11</b>
1. INTRODUCTION.....	12
2. PROBLEMATIQUE.....	15
3. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	18
4. HYPOTHESES DE RECHERCHE.....	19
5. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	20
6. CLASSIFICATION DES CONCEPTS.....	23
7. LIMITE DE LA PRESENTE ETUDE.....	28
<b>PREMIERE PARTIE : GENERALITES ET METHODOLOGIE.....</b>	<b>29</b>
<b>Chapitre 1 : MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES.....</b>	<b>30</b>
1.1. MILIEU D'ETUDE.....	30
1.1.1. Localisation géographique.....	30
1.1.2. Facteurs climatiques.....	30
1.1.3. Relief et unités géomorphologiques du secteur d'étude.....	38
1.1.4. Substratum géologique et hydrographique.....	39
1.1.5. Types de sols.....	43
1.1.6. Végétation .....	46
1.2. TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES.....	51
1.2.1. Données démographiques.....	51
1.2.2. Structure de la famille .....	52
1.2.3. Organisations villageoises.....	52



1.2.4. Types d'habitat.....	53
1.2.5. Aspects économiques.....	55
1.3. Conclusion partielle.....	57
<b>Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>58</b>
2.1. MATERIEL.....	58
2.1.1. Choix des transects.....	58
2.1.2. Installation des placeaux .....	59
2.1.3. Collecte des données sur les placeaux.....	61
2.1.4. Identification des espèces végétales.....	61
2.1.5. Réalisation des différentes cartes d'états de surface.....	62
2.1.6. Les sources documentaires.....	62
2.2. METHODE.....	64
2.2.1. Période d'exécution des travaux sur le terrain.....	64
2.2.2. Données climatologiques.....	67
2.2.3. Dispositifs expérimentaux d'installation des placeaux et appréciation des pertes de pré-sols.....	67
2.2.4. Les étapes suivies pour l'élaboration des cartes d'états de surface.....	71
2.2.5. Les enquêtes socio-économiques.....	71
2.2.5.1. Interview semi-structurée.....	72
2.2.5.2. Questionnaires.....	72
2.2.6. Relevés phytosociologiques.....	72
2.2.7. Traitement des données.....	73
2.2.7.1. Individualisation des groupements végétaux.....	73
2.2.7.2. Description des groupements végétaux.....	74
2.2.7.3. Répartition des arbres par classe de diamètre.....	75
2.2.7.4. Etude de la variabilité pluviométrique.....	75
2.2.7.5. Traitement des documents planimétriques.....	76
2.2.7.5.1. Les cartes d'états de surface de 1975, 1994 et 2003.....	77
2.2.7.5.2. Bilan d'évolution des unités d'états de surface entre les différentes années.....	77

2.2.7.5.3. Cartographie des changements d'états de surface.....	78
2.2.7.6. Mesures d'éclairement des versants.....	78
2.2.7.7. Différentes mesures de pertes de pré-sols sur les versants.....	78
2.2.7.8. Estimation des terres cultivables sur les chaînons de l'Atacora.....	79
2.2.7.9. Activités humaines et érosion hydrique des sols .....	81
2.2.7.10. Traitement des données socio-économiques .....	82
2.2.3. Conclusion partielle.....	82
<b>DEUXIEME PARTIE : RESULTATS.....</b>	<b>83</b>
<b>Chapitre 3 : STRUCTURE ET ANALYSE DE LA FLORE DES CHAINONS.....</b>	<b>84</b>
3.1. Structure et nature des chaînons étudiés.....	84
3.2. Analyse de la flore totale sur les chaînons étudiés.....	91
3.2.1. Analyse floristique.....	91
3.2.2. Analyse d'ensemble des types biologiques .....	93
3.2.3. Analyse d'ensemble des types phytogéographiques.....	95
3.2.4. Analyse d'ensemble des types de dissémination.....	96
3.3. Analyse d'ensemble des données en fonction des différents paramètres de diversité étudiés.....	96
3.4. Répartition des individus par classe de diamètre.....	99
3.5. Individualisation des groupements étudiés.....	101
3.5.1. Analyse d'ensemble de la végétation recensée .....	101
3.5.1.1. Partition des relevés au sein des formations végétales.....	101
3.5.1.2. Partition des relevés en groupements végétaux élémentaires.....	105
3.5.1.2.1. Groupements végétaux des formations situées sur les gros blocs dénudés à anfractuosités.....	105
3.5.1.2.2. Groupements végétaux des formations situées sur les substrats à rochers subaffleurants.....	117
3.5.1.2.3. Groupements végétaux des formations situées sur les sols sablo-gravillonnaires cuirassés.....	127
3.6. Relation richesse spécifique et exposition des versants.....	135
3.7. Relation richesse spécifique et pourcentage de terres cultivables.....	136
3.8. Quantification de l'éclairement des chaînons étudiés.....	136
3.9. L'évolution des pré-sols des chaînons étudiés.....	138

3.10. Conclusion partielle.....	141
<b>Chapitre 4 : DYNAMIQUE ET FONCTIONS DES FORMATIONS VEGETALES DES CHAINONS..</b>	<b>142</b>
4.1. États de surface en 1975.....	142
4.2. États de surface en 1994.....	142
4.3. États de surface en 2003.....	143
4.4. Dynamique des formations végétales de 1975 à 1994.....	144
4.5. Dynamique des formations végétales de 1994 à 2003.....	147
4.6. Dynamique des formations végétales de 1975 à 2003.....	150
4.7. Bilan général d'évolution des différentes formations (1975 – 2003) .....	152
4.8. Fonctions des écosystèmes saxicoles .....	159
4.8.1. Fonctions écologiques.....	159
4.8.2. Fonctions socio-économiques.....	160
4.8.2.1. Agriculture.....	160
4.8.2.1.1. Intensité d'utilisation des terres des chaînons étudiés.....	162
4.8.2.1.2. Signes de fertilité et d'appauvrissement des sols.....	163
4.8.2.1.3. Utilisation des intrants agricoles.....	164
4.8.2.2. Exploitation du bois énergie.....	165
4.8.2.3. Exploitation des espèces médicinales.....	167
4.8.2.4. Exploitation des espèces pour l'élevage.....	168
4.8.2.5. Exploitation des pierres polies et taillées, du gravier.....	168
4.8.3. Fonctions culturelles.....	171
4.9. Conclusion partielle.....	172
<b>TROISIEME PARTIE : DISCUSSION DES RESULTATS - CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS.....</b>	<b>173</b>
<b>Chapitre 5 : DISCUSSION DES RESULTATS.....</b>	<b>174</b>
5.1. Facteurs déterminants des groupements identifiés.....	174
5.2. Structure des formations ligneuses du secteur d'étude.....	177
5.3. Structure des types biologiques .....	178
5.4. Structure des types phytogéographiques.....	178

5.5. Structures de dissémination des diaspores.....	179
5.6. Dynamique spatiale des différentes formations.....	179
5.7. Facteurs déterminants dans la dynamique du milieu.....	180
5.8. Conclusion partielle.....	189
<b>CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS.....</b>	<b>191</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>196</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>208</b>
<b>QUESTIONNAIRES.....</b>	<b>224</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>241</b>
<b>LISTE DES PHOTOS.....</b>	<b>245</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>246</b>