

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| Résumé | 1 |
| Table des illustrations..... | 3 |
| Liste des tableaux | 3 |
| Liste des figures | 3 |
| Liste des Acronymes | 3 |
| Introduction..... | 4 |
| CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE..... | 5 |
| 1.1 - LA MAURITANIE : QUELQUES CARACTERISTIQUES..... | 5 |
| 1.1.1 - Situation géographique..... | 5 |
| 1.1.2 - Sol | 6 |
| 1.1.3 - La végétation | 6 |
| 1.1.4 - Hydrologie..... | 7 |
| 1.1.5 - Activités économiques..... | 7 |
| 1.1.5.1 - L'agriculture..... | 7 |
| 1.1.5.2- L'Elevage..... | 8 |
| 1.2 - LES RESSOURCES FORESTIERES EN MAURITANIE..... | 8 |
| 1.2.1 - Importance des formations arborées | 9 |
| 1.2.2 - Les règles d'utilisation : le statut de l'arbre..... | 11 |
| 1.3 - LA ZONE D'ETUDE : LE GORGOL (NGOUYE) | 11 |
| 1.3.1- Les facteurs climatiques | 11 |
| 1.3.1.1 - Les précipitations..... | 11 |
| 1.3.1.2 - Les Températures | 12 |
| 1.3.1.3-Bilan climatique..... | 13 |
| 1.3.2 - Les sols..... | 13 |
| 1.2.3 - Le Vent..... | 14 |
| CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES..... | 15 |
| 2.1 - Echantillonnage | 15 |
| 2.2 - Liste floristique..... | 15 |
| 2.3 - Relevés de végétation | 15 |
| 2.4 -Traitement des données..... | 15 |
| CHAPITRE 3 : RESULTATS..... | 17 |
| 3.1 - Le cortège floristique..... | 17 |
| 3.2 - Caractéristiques de la végétation..... | 17 |
| 3.2.1 - Diversité spécifique et niveau d'organisation du peuplement ligneux | 17 |
| 3.2.2 - Effectif | 18 |
| 3.2.2 - Le recouvrement | 18 |
| 3.2.2.1 - Le couvert | 18 |
| 3.2.2.2 - La surface terrière | 18 |
| 3.2.3 - La Densité | 19 |
| 3.2.4 - Structure du peuplement..... | 19 |
| 3.2.4.1 - Variations suivant la hauteur | 19 |
| 3.2.4.2 - Variations selon la grosseur du tronc des arbres..... | 21 |
| 3.2.4.3 - A la recherche de l'homogénéité du milieu : par l'AFC | 22 |
| 3.3.2 - Caractéristiques des groupes identifiés : | 24 |
| Chapitre 4 : Discussion Conclusion..... | 26 |
| 4.1 Discussion | 26 |
| 4.2 - Conclusion..... | 27 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 31 |

Table des illustrations

Liste des tableaux

Figure 1 : Localisation de la forêt de Ngouye (Sonader, Maghama)

Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la station de Kaédi pour la période 1985-2005

Figure 3 : Distribution du peuplement et les quatre espèces les plus fréquentes selon les classes de hauteur

Figure 4 : Répartition du peuplement et les quatre espèces les fréquentes selon la circonférence

Figure 5 : Diagramme de la matrice 20 relevés x 14 espèces ligneuses présentes dans la forêt de N'gouye.

Figure 6 : Structure de différents groupes : répartition en hauteur et en circonférence

Figure 5 : Distribution du peuplement et les quatre espèces les plus fréquentes selon les classes de hauteur

Figure 6 : Répartition du peuplement et les quatre espèces les fréquentes selon la circonférence

Liste des figures

Tableau 1 : Répartition des forêts classées par Wilaya (région)

Tableau 2 : Potentialités ligneuses et répartition de la production annuelle par wilaya (Région)

Tableau 3 : Pluviométrie mensuelle de la station de Kaédi (1997 -2006)

Tableau 4 : Pluviométrie mensuelle de la station de Maghama (1997 - 2006)

Tableau 5 : Températures minimales à Kaédi

Tableau 6 : Températures maximales à Kaédi

Tableau 7 : variations mensuelles de la vitesse des vents à 10 Ms (m/s) pour la station de Kaédi

Tableau 8 : Liste des familles et leur importance relative

Tableau 9 : inertie des données

Tableau 10 : Paramètres des espèces ligneuses recensées à Ngouye

Liste des Acronymes

FAO : Fond mondial pour l'Agriculture et l'Alimentation

SEPMCE : Secrétariat D'état auprès du Premier Ministre Charge de L'environnement

AGRHYMET : Agriculture, Hydrologie et Météo

SONADER : Société Nationale pour le Développement Rural

Introduction

L'état des forêts tropicales et particulièrement en milieu sahélien, interpelle la communauté internationale. La disparition progressive des forêts est aujourd'hui une réalité, en raison de l'intérêt accru, en particulier pour le bien-être de l'homme d'aujourd'hui et de demain.

De nombreux endroits des pays d'Afrique étaient autrefois boisés, sinon couverts de forêt depuis, la côte jusqu'au cœur du continent. Avec l'expansion de l'agriculture et des villes, nous avons assisté à impuissants à la déforestation et à la fragmentation des écosystèmes.

En Afrique de l'Ouest, le climat est devenu progressivement plus aride, entraînant la disparition de la forêt humide, reléguée le long de certains cours d'eau pour constituer des galeries forestières.

Le bois est la principale source de combustible des ménages en milieu rural comme dans les villes ; c'est aussi le matériau de construction le plus usité. Satisfaire ces différents besoins des populations requiert un certain volume de bois (bois de feu, matériau de construction). Cela provoque donc la destruction des forêts.

Les combustibles de substitution, comme le pétrole et le gaz, ne parviennent pas à s'imposer, car au prix de production s'ajoutent les frais de transport et la part (TVA) de l'Etat. Ainsi à l'intérieur d'un même pays, le prix de la bouteille de gaz (3kg) passe du simple au double, voire au triple. Alors que le pouvoir d'achat des ruraux est nettement plus faible que celui des citadins. Ainsi la collecte du bois de feu et la production de charbon de bois se poursuivent anarchiquement dans les milieux naturels.

La coupe de bois et le pâturage sélectifs sont donc les premiers facteurs de disparition des espèces utiles. Un changement dans la composition des espèces appétées vers celles peu ou pas appétées, et une réduction simultanée du couvert ligneux, aboutissent à une diminution de la production potentielle de la zone.

Malgré l'importance ainsi définie des zones boisées ou des forêts, il existe des forêts où la composition spécifique est peu ou pas connue.

L'objectif de notre travail est d'établir la diversité spécifique et de caractériser les variations spatiales de la végétation ligneuse de la forêt classée de Ngouye dans le Département de Maghama, en zone Sud-Mauritanienne.

Le présent document est composé de quatre chapitres. Le premier chapitre a présenté brièvement la Mauritanie et la zone d'étude. Le second a porté sur le matériel et les méthodes utilisés. Dans le troisième chapitre, nous exposerons les résultats obtenus, qui ont été discutés dans le dernier chapitre.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude a été menée dans la forêt classée de Ngouye (encore appelée Gaouradji) située dans la grande Région du Sud-Mauritanie, le Gorgol.

5

1.1 - LA MAURITANIE : QUELQUES CARACTERISTIQUES

1.1.1 - Situation géographique

Située entre 16° et 26° Nord et entre 5° et 16° Ouest, la Mauritanie est un pays qui s'étend sur une superficie 1. 035. 000 km² avec une population de 3. 000. 000 d'habitants. Elle est subdivisée en douze (12) régions reparties entre le grand Sahara (4) et la zone semi-désertique (8).

Sa position charnière sur les plans ethnique et chorologique entre le Maghreb et l'Afrique noire lui confère une situation géographique particulière. La Mauritanie s'identifie en effet au Sahara par la majeure partie de son territoire situé au Nord (environ 75%) et au Sahel *stricto sensu* par sa frange sud, bande d'environ 150 km de large, qui s'étend de la côte Ouest, soumise à l'influence atlantique, jusqu'aux vastes prairies du Hodh oriental.



Figure 1 : Localisation de la forêt classée de Ngouye (Sonader, Maghama : 2006)

1.1.2 - Sol

Dans un même milieu climatique, les propriétés physicochimiques du sol et du sous-sol, la pente et l'exposition, la particularité du drainage modifient les conditions de vie des végétaux. D'une manière générale, toute aggravation des conditions moyennes d'un milieu : sol plus pauvre ou plus mince, se traduit par un appauvrissement de la flore forestière et par la domination de certains arbres qui, parfois, ne figure dans la « normale » du domaine climatique.

La nature du sol, dans un même climat, influe sur les caractères de la forêt. La liaison forêt et sol est complexe et dialectique puisque la forêt comme toute formation végétale, participe à la création du sol. Il est bien connu que la fertilité des sols de la forêt est inséparable de la présence de la forêt. C'est elle qui l'entretient en fournissant aux horizons superficiels humus et sels minéraux puisés en profondeur par les racines. Le couvert détruit, ces éléments sont rapidement lessivés sous l'effet des pluies dans une ambiance chaude et il s'appauvrit en quelques saisons.

La profondeur du sol joue un rôle primordial : elle est limitée, en général, par la roche mère inaltérée, quelquefois aussi par la présence d'un horizon compact ou durci, impénétrable aux racines.

L'équilibre des sols est très fragile, il est assuré par des formations végétales assez variées, dont l'état et le pouvoir de protection dépendent, entre autres facteurs, de la pluviométrie (Courcel, 1984).

1.1.3 - La végétation

Si le sahel apparaissait jadis comme une « zone de transition entre la végétation désertique saharienne et la végétation sahélio-soudanienne » (Chevalier 1933), ce territoire est défini aujourd'hui comme une réelle entité phytogéographique avec ses caractéristiques climatiques, phyto-écologique et pastorales (Le Houérou, 2004).

La végétation caractéristique du Sahel est une steppe arbustive, rarement arborée ; discontinue par endroits, constituée en mosaïque de formations variées ayant le même fond floristique. Selon Auberville (1949), la steppe est constituée d'un tapis herbacé, prédominant des espèces annuelles de type graminéen, d'une hauteur de 50 à 80 cm : *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*....

La strate ligneuse est composée d'arbustes (5 à 7m) et d'arbres (8 à 20m) plus ou moins espacés, dominée par 4 familles : *Mimosaceae* (*Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev.), *Combretaceae* (*Combretum glutinosum*), *Tiliaceae* (*Grewia bicolor*). La plupart des ces arbres et arbustes sont caducifoliés.

L'un des traits de la zone d'étude est l'alternance des zones inondées et des zones exondées, avec une physique spécifique :

- les zones inondées, elles dépendent essentiellement de la durée de l'inondation et la hauteur de la lame d'eau. Deux formations végétales peuvent être mises en évidence, en fonction de la topographie du sol :
 - ❖ sur les parties profondes et longuement inondées, une forêt dense composée essentiellement d'*Acacia nilotica* (L.) Willd. ;
 - ❖ sur les rives temporairement inondées, une forêt moins dense pluri-espècifique composée d'*Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev. ;
- les zones exondées, la végétation est dominée par une steppe arbustive, localement

arborée composée de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Zizyphus mauritiana* Lam. et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst.

1.1.4 - Hydrologie

La répartition des pluies dans le temps et dans l'espace favorise un endoréisme presque généralisé dans le Sud mauritanien (exception fait du fleuve Sénégal). Les causes de cet endoréisme sont anciennes et récentes. Pendant le pléistocène, l'écoulement a été fortement modifié au moment de la mise en place des dunes et ergs. Ce phénomène se poursuit de nos jours dans la vallée du fleuve Sénégal et du Niger (Michel, 1973), du fait de l'aggravation de la sécheresse depuis près de trente ans.

Le fleuve Sénégal est de type tropical sec, dépendant uniquement de la pluviométrie. Ce cours d'eau est caractérisé par :

- une grande variabilité des débits (mensuels) ;
- un écoulement continu concentré sur deux ou trois mois seulement et pouvant être altéré selon les années ;
- une faiblesse des modules mensuels ou annuels.

La faible quantité d'eau au cours de l'année est insuffisante pour alimenter les nappes profondes. Elle ne peut participer qu'au renouvellement des nappes superficielles, aux besoins du couvert végétal et au maintien des activités humaines. Le pays compte deux principaux bassins hydrologiques ; basin Sénégalo-mauritanien et le bassin de Tawdini.

1.1.5 - Activités économiques

Elles sont multiples et nombreuses et reposent surtout sur l'exploitation des ressources naturelles. Les principales activités sont l'agriculture, l'élevage, la pêche.

1.1.5.1 - L'agriculture

L'agriculture occupe 67% de la population active mauritanienne et contribue pour 1/3 au PNB, elle constitue l'activité principale de plus de 75% de la population du département de Maghama (SEPMCE, 2007).

Le département bénéficie d'un dépôt d'alluvions très fertiles qui constitue un atout majeur pour l'agriculture. La grande partie de terres de plaines inondables est cultivée grâce aux apports de matière organique charriée par les crues (Le Barbe et al, 1993). Cette fumure naturelle renouvelée de façon cyclique permet aux paysans de pratiquer des cultures de décrue.

La culture de décrue est incontestablement la première source de production céréalière en remplacement des cultures sous pluie en raison des déficits pluviométriques. Les principales productions végétales sont le Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), le maïs (*Zea mays* L.), le mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). Les cultures du riz (*Oryza glaberrima* Steudel) et de l'arachide (*Arachis hypogaea*) sont localisées au Sud du département ; elles sont surtout pratiquées par les femmes.

La péjoration climatique des dernières décennies a entraîné la fragilisation des systèmes de production basés sur les cultures pluviales de la frange sahélienne du pays. On a assisté à un effondrement des productions agricoles consécutif à une baisse sensible de la fertilité des sols.

Pour combler le déficit vivrier, les producteurs font généralement recours à l'augmentation des superficies emblavées par déforestation. Ils utilisent peu des fumures sauf pour les parcelles irriguées. Les champs devenus pauvres sont abandonnés (ou mis en jachère

1.1.5.2 - L'élevage

En 2002, le pays comptait 1,2 million de chameaux, 1,5 million de bovins, 7,6 millions de moutons et 5,1 millions de chèvres.

Le secteur est potentiellement une zone d'élevage, mais il reste traditionnel et non extensif ; il s'agit essentiellement des élevages de bovin, d'ovins de caprins, de équins de asins. On note aussi la présence de quelques volailles. La zone est régulièrement transhumée par les dromadaires pendant la saison sèche (Mars à juin).L'élevage de cet animal est localisé plus au Nord, la présence des pluies et des moustiques en saison humide au Sud du pays est défavorable à ce type d'élevage

L'alimentation des troupeaux est assurée dans la zone de pâturage, pour cela la forêt et les champs (résidus et récolte) jouent un rôle essentiel dans cette région où l'herbe se raréfie pendant des longs mois. L'affouragement du bétail à partir des arbres s'effectue grâce à la pratique de l'émondage qui consiste à élaguer les branches des arbres. Malgré la présence des gardes forêt dans toutes les localités environnantes, cette pratique existe toujours dans la forêt. Autrefois l'abreuvement se faisait uniquement au niveau de la vallée du fleuve Sénégal pendant la saison sèche mais depuis l'avènement des ponts (à Toulel, Toumbél et Taga) munis des portes dont la fermeture ou l'ouverture dépend de la volonté des populations riveraines. Les mares contiennent de l'eau presque toute l'année, constituent ainsi des points d'abrévement des troupeaux. L'élevage est très important en milieu Peuhl, les hommes s'occupent de la garde des troupeaux et les femmes commercialisent les produits (le lait surtout). Le bétail joue un rôle socio-économique très important, les moutons et les chèvres sont régulièrement vendus permettant de résoudre les problèmes quotidiens des éleveurs (frais médicaux, dot de mariage).

Une petite unité de production de miel (ONG : IDSEPE, coopératif apicole de Ngouye) est plantée à l'extrême sud de la forêt, les arbres jouent un rôle déterminant dans cette production car collectivement (en raison de leur floraison échelonnée dans le temps) ils procurent aux abeilles un approvisionnement constant en nectar (substance fondamentale dans la production du miel)

L'action du bétail est aussi à mentionner, en présence d'un ensemble d'arbres et arbrisseaux, le bétail broutent toutes les jeunes pousses, suffisamment tendre, qui sont à sa portée. Il en résulte que les jeunes arbres sont soumis à une sorte de taille, d'autant plus souvent répétée que le bétail est plus nombreux. S'ils sont encore de petites dimensions, ils ne peuvent survivre ; plus grands et plus âgés, ils prennent une forme buissonnante. La forêt pâturée devient de plus en plus claire par disparition progressive des arbres qui ne peuvent pas se régénérer ou restent à l'état buissonnante.

Suivant l'intensité du pâturage, la transformation de la forêt est plus ou moins complète. A cet égard la chèvre est reconnue comme ayant de beaucoup l'action la plus intense, celle du mouton est très forte, tandis que l'action du bœuf serait modérée.

1.2 - LES RESSOURCES FORESTIERES EN MAURITANIE

Située sur la ligne de front de la désertification, la Mauritanie est donc le pays sahélien le

plus aride et caractérisé par une acuité particulière des défis environnementaux ; c'est sans doute le pays du sahel le plus affecté par la dégradation des ressources naturelles surtout ligneuses en raison de :

- la péjoration du climat qui pousse les agriculteurs à mettre en culture des sols marginaux et les éleveurs à exploiter des pâturages particulièrement sensibles à l'érosion, réduisant ainsi leur productivité ;
- irrégularité des précipitations et un déplacement des isohyètes de 100 km plus au Sud,
- La persistance de la sécheresse ;
- la démographie galopante avec un taux d'accroissement rapide de 2,9 % pour une période de 10 ans (1990 – 2000) ;
- une sédentarisation plus poussée suite à un exode rural massif favorisant l'émergence de grands centres urbains comme Nouakchott et Nouadhibou ;
- une exploitation irrationnelle des ressources ligneuses ;

Cette situation a engendré un bouleversement du mode d'occupation de l'espace et par conséquent la gestion des ressources.

La consommation de l'énergie domestique reste encore dominée par les ressources ligneuses malgré la faible capacité de production des forêts. Ainsi cette production annuelle est seulement de 560.000 m³ de bois par an alors que la consommation réelle est évaluée à près de 2 millions de mètres cubes (précisément 1,8 million de m³) de bois par an, soit plus de trois (3) fois les capacités naturelles de régénération des forêts.

Les besoins annuels par habitant en effet sont de l'ordre de 38,9 kg de charbon de bois et de 190 kg de bois de feu. Le bois d'énergie demeure encore et pour longtemps le principal combustible domestique pour la majeure partie de la population mauritanienne (plus de 2/3), notamment pour ceux qui vivent encore en milieu rural et dans les agglomérations périurbaines et semi rurale et pour lesquels la contrainte « revenu et pouvoir d'achat » limite considérablement les perspectives de substitution par des combustibles modernes.

1.2.1 - Importance des formations arborées

Les dernières estimations ont été rapportées par la FAO (2001). Ainsi les arbres seraient présents en Mauritanie sur environ 4 387 000 ha dont 77 000 ha de formations arborées denses, 525 000 ha de formations arborées ouvertes et 3 785 000 ha de formations arbustives.

Les potentialités de ces formations boisées représenteraient environ 138.000 km² et leur production annuelle est de 940 000 m³/an de bois.

Tableau 1 : Potentialités ligneuses et répartition de la production annuelle par wilaya (Région) (Source : SEPMCE, 2007)

| Wilaya | Superficies km ² | Production annuelle m ³ .km ⁻² | Product. totale m ³ |
|----------------|-----------------------------|--|--------------------------------|
| Hodh charghi | 35000 | 4,6 | 161000 |
| Hodh el gharbi | 30000 | 5,2 | 156000 |
| Assaba | 25000 | 7,4 | 185000 |
| Gorgol | 11000 | 14 | 154000 |
| Brakna | 13000 | 6 | 78000 |
| Trarza | 10000 | 4,5 | 45000 |
| Tagant | 7000 | 4 | 28000 |
| Guidimagha | 7000 | 19 | 133000 |
| TOTAL | 138000 | 64.5 | 940000 |

La disparition des ressources ligneuses est essentiellement consécutive à une exploitation anarchique, qui consomme environ 40 000 ha par an alors que reforestation, à travers les différentes opérations de reboisement, n'est que de 5000 ha par an (SEPMCE, 2007). La catastrophe, liée à la disparition de l'arbre dans l'écosystème serait donc toute proche.

Les 30 forêts classées recensées dans tout le pays (tableau 2) sont réparties sur une superficie de 48 000 ha.

Tableau 2 : Répartition des forêts classées par Wilaya (région)

| WILAYA | FORETS | SUPERFICIE (ha) |
|------------|------------------|-----------------|
| TRARZA | Bouhajra | 32 |
| | Keur Mour | 450 |
| | Gani | 220 |
| | M'barwadji | 486 |
| | Dioldi | 627 |
| | Kenndi | 447 |
| BRAKNA | Tessen | 453 |
| | Mboyo | 294 |
| | Dar El Barka | 328 |
| | Olologo | 217 |
| | Silbe | 2 736 |
| | Afina + Twedieri | 507 |
| | Lopel | 582 |
| | Ganki | 600 |
| GORGOL | Diobivol | 754 |
| | Dindi | 395 |
| | Dao | 958 |
| | Yame N'diaye | 530 |
| | Ngouye | 1 825 |
| GUIDIMAGHA | Melgue | 606 |
| | Seydou | 320 |
| | Bouli | 600 |
| | Kalinioro | 620 |
| | Wed Jrid | 115 |
| ASSABA | Neham | 134 |
| | Maraisder | 3 065 |
| TAGANT | El Mechra | 450 |
| | Legdem | 550 |
| | Tintal | 4 445 |

| | | | |
|----------------|----|--------------------|------|
| HODH GHARBI | EL | Tamourt Tamchekett | 1650 |
|----------------|----|--------------------|------|

1.2.2 - Les règles d'utilisation : le statut de l'arbre

Le plan de développement économique d'une région, d'une zone ou d'une quelconque subdivision administrative ne peut pas faire abstraction du principe de l'utilisation des terres suivant leur vocation. En Mauritanie, ne pas promouvoir l'équilibre agro-sylvo-pastoral pourrait compromettre toutes politiques nationales ou régionales de développement.

Dans ce cadre, et compte tenu de tous les facteurs naturels et sociaux conditionnant la vie en milieu rural, il a été défini les surfaces forestières afin d'en interdire toute action de mise en valeur agricole (au sens strict) et de maintenir un taux de boisement utile et nécessaire à l'équilibre climatique et hydrologique. Dans ce pays, non seulement l'agriculture occupe une place très importante, mais aussi les forêts jouent un rôle déterminant dans le développement économique et social.

Globalement, des principes de gestion traditionnelle des ressources forestières ont été partout initiés. Ces règles de gestion coutumières ne sont pas écrites ; elles reposent sur le principe de l'appropriation de l'arbre qui est généralement liée à celle de la terre.

Ainsi : « celui qui possède une terre, possède aussi les arbres situés sur cette terre, et donc la propriété du sol qui lui confère le droit de planter, de tailler et de couper les arbres ».

A coté de ce mode de gestion des forêts, l'état a développé et mis en place les services des Eaux, Forêts et Chasses, souvent à l'origine des exactions vis-à-vis des populations. Ces exactions ont toujours consisté à des emprisonnements, des amendes pour des feux de brousse, des coupes d'arbre non autorisée....

1.4 - LA ZONE D'ETUDE : LE GORGOL (NGOUYE)

Située à 16°29 N et à 12°56 O, la forêt classée de Ngouye (localement appelée Gaouradjî) est dans la grande Région du Sud, le Gorgol (dont la capitale régionale est Kaédi), dans le département de Maghama et la communauté rurale de Maghama.

Sur une superficie de 1 825 hectares, la forêt est limitée au Sud et à l'Ouest par le fleuve Sénégal, à l'Est par des terres de culture de décrue et le village de Fimbo dans le Djéri, au Nord par un système dunaire fixe de Taga.

1.3.1 - Les facteurs climatiques

La zone d'étude est située dans le domaine sahélien (Aubreville, 1950). Le climat est caractérisé par une saison des pluies de 3 mois et une saison sèche qui dure 9 mois ; elle est pratiquement sans pluie. Ce milieu connaît une perturbation climatique caractérisée par une série de sécheresse.

1.3.1.1 - Les précipitations

Les précipitations constituent l'élément principal qui permet de caractériser un milieu. Dans le tableau 3, sont présentées les données de pluviométrie mensuelle de la station de Kaédi (station de référence ayant la longue série de données par rapport à la station de Maghama).

Lorsque l'on considère la quantité de pluie enregistrée (30 mm) qui définit le mois de démarrage de la saison des pluies (Akpo, 1993), on a retenu le mois de juin dans les deux stations pour 3 années sur 10 (1997, 2003 et 2006 à Kaédi ; 1999, 2000, et 2002 à Maghama).

Pour ce mois de juin, la quantité de pluie enregistrée est plus importante à Maghama ; la différence est de 23,4%.

Quelque soit le mois dans la saison des pluies, la quantité enregistrée est toujours plus élevée à Mgħama.

Tableau 3 : Pluviométrie mensuelle des 10 dernières années (1997-2006)

a) Station de Kaédi (1997-2006)

| Année | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai | Jui. | Juil. | Aoû. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | TOTAL |
|-------|------|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| 1997 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 30 | 18 | 110 | 38 | 5 | 0 | 0 | 222 |
| 1998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 106 | 26 | 108 | 0 | 0 | 0 | 240 |
| 1999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 85 | 88 | 154 | 0 | 0 | 0 | 328 |
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 122 | 87 | 97 | 0 | 0 | 392 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 56 | 58 | 77 | 34 | 0 | 0 | 233 |
| 2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 54 | 43 | 45 | 0 | 0 | 156 |
| 2003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 10 | 146 | 84 | 40 | 0 | 0 | 341 |
| 2004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 142 | 160 | 22 | 0 | 0 | 0 | 324 |
| 2005 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 27 | 176 | 63 | 129 | 3 | 0 | 0 | 398 |
| 2006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 97 | 74 | 109 | 0 | 0 | 0 | 326 |
| MOY | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 2,1 | 18,3 | 78 | 90,1 | 85,1 | 22,4 | 0 | 0 | 296 |

b) Station de Maghama (1997 – 2006)

| Année | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai. | Jui. | Juil. | Aoû. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | TOTAL |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 1997 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 13 | 88 | 118 | 0 | 0 | 0 | 234 |
| 1998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 142 | 128 | 0 | 0 | 0 | 325 |
| 1999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 33 | 158 | 176 | 119 | 0 | 0 | 0 | 489 |
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 66 | 157 | 73 | 119 | 0 | 0 | 495 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 155 | 130 | 98 | 66 | 0 | 0 | 457 |
| 2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 46 | 191 | 71 | 21 | 0 | 0 | 396 |
| 2003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 28 | 192 | 110 | 3 | 0 | 0 | 344 |
| 2004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 23 | 155 | 106 | 68 | 10 | 0 | 0 | 365 |
| 2005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 104 | 59 | 155 | 16 | 0 | 0 | 344 |
| 2006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 87 | 111 | 0 | 0 | 0 | 218 |
| MOY | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 23,9 | 80 | 132,8 | 105,1 | 23,5 | 0 | 0 | 366,7 |

La pluviométrie annuelle des dix dernières années (1997-2006) a varié de 156 à 398 mm pour la station de Kaédi (tableau 3a) et de 218 à 495 mm à la station de Maghama (tableau 3b), soit une pluviométrie moyenne interannuelle de 296 et de 366 mm respectivement. La différence est de 19,1%. Cette différence peut en fait être considérée comme celle caractérisant les stations pluviométriques en zone sahélienne (Akpo, 1993). La saison des pluies est donc meilleure à Maghama qu'à Kaédi.

1.3.1.2 - Les Températures

Elles varient en fonction des années et des saisons :

- ❖ en saison des pluies, de juin à septembre, les valeurs varient entre 31,69 et 30,9°C ;
- ❖ en saison fraîche, de décembre à février, ce trois mois présentent les plus basses valeurs : entre 25,15 et 26,48°C. La température moyenne minimale du mois le plus froid (janvier) a été de 17,7°C en 1999 ;
- ❖ en saison sèche chaude, de Mars à Juin, avec des températures élevées, atteignant au mois de mai, le plus chaud, 40,7 à 43,3 °C.

La moyenne annuelle des valeurs extrêmes de température varie de 19,4 (janvier) à 28,4°C (mai) pour les minima, de 32,4 (janvier) à 42,7°C (mai) pour les maxima. Le mois de janvier est le mois plus frais tandis que le mois de mai est le mois le plus chaud.

Tableau 5 : Valeurs extrêmes des températures à Kaédi (Source AGRHYMET Nchott, 2007)

a) Températures minimales

| Année | Janv. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | JUIL. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| 1996 | 20 | 22,3 | 23,9 | 25,9 | 28,8 | 27,1 | 26,1 | 24,9 | 25,8 | 25,2 | 23,2 | 20,1 |
| 1997 | 20,7 | 23,1 | 22,5 | 24,8 | 29,1 | 27,5 | 27,2 | 26,1 | 26,5 | 26,7 | 24,3 | 19,8 |
| 1998 | 19,4 | 25 | 25,5 | 28,3 | 29,9 | 29,2 | 26 | 26,2 | 26 | 26,6 | 23,3 | 20,8 |
| 1999 | 17,7 | 18,5 | 23,2 | 26 | 27,1 | 28 | 25,8 | 25,7 | 25,6 | 25,6 | 23,6 | 20,3 |
| 2000 | 20,8 | 21,5 | 24,5 | 28,5 | 26,9 | 26,1 | 25,5 | 24,9 | 25,4 | 24,1 | 22,7 | 19,3 |
| 2001 | 18,1 | 21,1 | 23,8 | 25,3 | 26,8 | 26,8 | 26 | 26,5 | 25,5 | 25,3 | 23,5 | 22,1 |
| 2002 | 19,4 | 21,4 | 23,2 | 24,6 | 28,3 | 27,6 | 26,2 | 26,5 | 26,6 | 26,4 | 23,5 | 21,3 |
| 2003 | 19,1 | 21,1 | 25,2 | 27,2 | 28,7 | 27,3 | 27 | 25,7 | 25,9 | 26,1 | 24,3 | 19,7 |
| 2004 | 19,3 | 22 | 24,1 | 26,2 | 29,1 | 27,9 | 26 | 25,2 | 25,9 | 26,2 | 24,1 | 21,8 |
| 2005 | 19,3 | 20,3 | 24,7 | 27,7 | 29,4 | 27,8 | 26,3 | 25,9 | 25,6 | 26,6 | 23,7 | 22,6 |

b) Températures maximales

| Année | Janv. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | JUIL. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| 1996 | 34,8 | 36,6 | 36,6 | 42 | 43,1 | 41,7 | 37,6 | 34,8 | 36,6 | 39,3 | 36,3 | 33,8 |
| 1997 | 33 | 35,9 | 35 | 39,3 | 41,3 | 39,6 | 38,9 | 36,8 | 36 | 39,3 | 38 | 32,6 |
| 1998 | 32,5 | 37,5 | 38 | 37,8 | ** | 42,1 | 37,5 | 35,1 | 35,4 | 38,9 | 36,3 | 32,3 |
| 1999 | 29,9 | 32 | 37,4 | 40,8 | 42,9 | 40,9 | 35,9 | 34,7 | 35 | 36,6 | 36,7 | 32,4 |
| 2000 | 33,2 | 34,2 | 40,3 | 42,7 | 42,4 | 40,2 | 36,4 | 34,5 | 36,3 | 35,9 | 35,9 | 33,9 |
| 2001 | 34,3 | 35,1 | 40,1 | 41 | 42,8 | 40,7 | 36,9 | 36,9 | 36,3 | 39,2 | 36 | 35,8 |
| 2002 | 31,1 | 34,9 | 37,6 | 38,7 | 42,7 | 40,9 | 38,6 | 37,2 | 38 | 38,4 | 37 | 33,9 |
| 2003 | 31,5 | 35,2 | 39,7 | 41,1 | 43,3 | 40 | 37,3 | 34,3 | 34,8 | 36,6 | 36,8 | 33,2 |
| 2004 | 32,4 | 35,8 | 37,7 | 40,9 | 43,1 | 41,5 | 36,8 | 35,2 | 37,5 | 40,2 | 36,9 | 33,7 |
| 2005 | 31,6 | 32,7 | 39,6 | 42,5 | 42,7 | 40,7 | 36,8 | 35,2 | 35,7 | 38,5 | 37,1 | 34,6 |

1.3.1.3 - Bilan climatique

Le bilan climatique (Figure 3) a été établi en utilisant les pluviométries mensuelles et les températures moyennes enregistrées à la station météorologique de Kaédi. Ce double diagramme désigne ce que l'on a appelé la courbe ombrothermique ou courbe de Gaussen. La station de Maghama ne dispose que de données pluviométriques, qui ont été projetées sur la courbe de Kaédi afin de déterminer pour la communauté rurale les mois biologiquement humides (pendant lesquels la courbe de température passe au-dessus de celle de la pluviosité) et les mois secs.

La saison des pluies démarre effectivement dans le mois de juillet dans les deux stations. Elle finit aussi en septembre. Le diagramme confirme bien l'existence d'une courte saison humide de trois (3) mois, juillet à septembre, et d'une longue saison sèche d'octobre en juin, soit de 9 mois.

1.3.2 - Les sols

Sur le plan géologique, la plupart des sols de cette partie Sud du département de Maghama sont sableux, limoneux sableux, limoneux - argileux ou argileux.

On y identifie aussi des sols hydromorphes et halomorphes établis sur matériaux alluvial, argileux et sablo-argileux du continental terminal.

Les sols, à hydromorphie temporaire en profondeur, sont gorgés d'eau pendant la saison des pluies (juillet à septembre) à la suite des crues du fleuve Sénégal. Ces sols sont localisés dans les plaines alluviales du sud du pays. De texture argileuse (40 à 70% argileux), ces sols sont riches en matière organique et en éléments minéraux ; Ce sont des sols très cultivés.

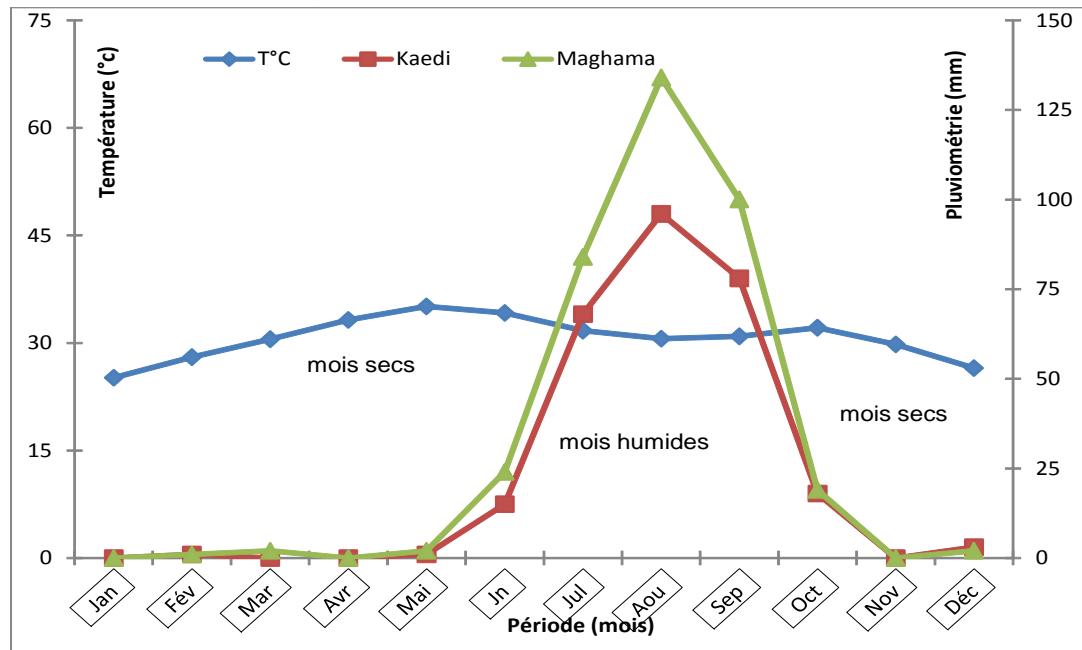


Figure 2 : Diagramme climatique des stations de Kaédi et de Maghama (1985-2005)

1.2.3 - Le Vent

Le vent a une action directe desséchante, en accélérant la transpiration par un renouvellement rapide des couches d'air au contacte des feuilles. IL agit indirectement sur la végétation en modifiant la température ou l'humidité.

Tableau 4 : variations mensuelles de la vitesse des vents à 10 Ms (m/s) pour la station de Kaédi
(Source : Agrhytmé de Nchtt)

| Années | Jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|--------|------|------|------|-------|------|------|---------|------|-------|------|------|------|
| 1995 | 5,3 | 4,3 | 3,2 | 3,7 | 3,5 | 3,9 | 4 | 2,6 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 3,3 |
| 1996 | 2,9 | 3,8 | 3,5 | 3,3 | 3,5 | 2,8 | 3,4 | 2,9 | 2 | 2,2 | 2,8 | 2,7 |
| 1997 | 3,6 | 4,5 | 4,4 | 3,9 | 3,5 | 3,5 | 4,2 | 2,7 | 1,9 | 2,3 | 2,1 | 3,1 |
| 1998 | 3,1 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,4 | 2,8 | 2,4 | 2,3 | 2,7 | 3,3 |
| 2000 | 3,2 | 3,8 | 2,3 | 3,6 | 4,3 | 3,7 | 3,6 | 3 | 2,4 | 2 | 2,7 | 3,1 |
| 2001 | 2,8 | 3,4 | 3,1 | 3,3 | 2,7 | 3,6 | 3,1 | 2,9 | 2,4 | 2 | 2,6 | 3,3 |
| 2002 | 3,7 | 4 | 3,9 | 3,8 | 3,5 | 3,6 | 3,8 | 2,8 | 2,8 | 2,5 | 2,4 | 2,9 |
| 2003 | 4,1 | 3,2 | 2,9 | 3,9 | 3,4 | 3 | 2,4 | 2,5 | 2 | 2 | 1,8 | 2,9 |
| 2004 | 2,7 | 3 | 3,6 | 2,9 | 3,2 | 4 | 2,7 | 2,6 | 2,3 | 2,1 | 3,2 | 3,2 |
| 2005 | 3,7 | 3,6 | 3,3 | 3,1 | 3,3 | 3 | 3 | 2,3 | 1,9 | 2,1 | 2,9 | 2,9 |
| Moy. | 3,51 | 3,72 | 3,39 | 3,52 | 3,46 | 3,49 | 3,36 | 2,71 | 2,24 | 2,18 | 2,58 | 3,07 |

Deux types de vents sont observés dans la zone d'étude : l'harmattan, vent continental chaud de direction Est qui joue un rôle central dans la propagation des feux de brousse et l'Anticyclone de Sainte Hélène ou la Mousson centré sur l'Atlantique Sud sur la direction sud ou Sud Ouest. Il est responsable des pluies estivales

La moyenne des vitesses du vent est relativement stable ; elle varie entre 2,18 m/s en octobre et 3,72 m/s en février.

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

Pour apprécier la diversité du peuplement ligneux, nous avons utilisé la définition de Crow *et al.* (1994), qui distinguent trois types de biodiversité : la diversité compositionnelle, la diversité structurale et la diversité fonctionnelle.

La diversité compositionnelle, considère le nombre de taxons présents dans un espace ; c'est la richesse spécifique lorsqu'il s'agit des taxons végétaux. La diversité structurale peut être caractérisée par la distribution horizontale et ou verticale des plantes, par leur distribution en classe de taille ou âge. La diversité fonctionnelle s'intéresse aux processus écologiques qui se déroulent dans l'écosystème considéré.

Nous avons essentiellement apprécié la composition floristique et la structure des peuplements ligneux de la forêt de Ngouye.

2.1 - Echantillonnage

L'échantillon est constitué de 20 placettes d'inventaire de 50 mètres de côté. Cette superficie d'échantillonnage (2 500 m²) correspond à l'aire minimale proposée par Boudet (1985) pour l'étude de la végétation ligneuse sahélienne.

2.2 - Liste floristique

Elle a été établie sur la base des inventaires floristiques. La surface ainsi définie est parcourue à partir d'un point quelconque mais facilement repérable. L'identification et les dénominations des espèces rencontrées ont utilisé la Flore du Sénégal (Berhaut, 1967). Les synonymes ont été actualisés sur la base de l'énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale (Lebrun et Stork, 1991, 1992, 1995 et 1997).

2.3 - Relevés de végétation

Pour chaque individu rencontré dans chacune des parcelles, les paramètres suivants ont été mesurés :

- la hauteur à l'aide d'un bum-leiss pour établir la structure du peuplement ;
- le diamètre du houppier dans les deux sens (Est/Ouest et Nord/Sud) pour apprécier le recouvrement ;
- la distance entre deux individus en utilisant la méthode du plus proche individu (P.P.I) à l'aide d'un décamètre;
- la circonférence à hauteur d'homme à 1,3 mètre (dbh) par un mètre riban, pour estimer la surface terrière et étudier la répartition des ligneux suivant les classes de circonférence.

Pour les individus multicaules, nous avons considéré la circonférence de la grosse tige.

2.4 - Traitement des données

Dans une première étape, nous avons calculé la surface terrière, le recouvrement et la densité pour chaque espèce ligneuse. Puis dans une seconde étape, les paramètres rendant compte de l'importance de la végétation ligneuse ont été évalués pour les différentes situations topographiques (dépressions, Pentes et zones tabulaires).

La fréquence de présence relative d'une espèce est le nombre de point où cette espèce a été rencontrée soit Ni. La fréquence centésimale (Nc) est égale au rapport (en %) Ni au nombre (N) de points échantillonner.

$$Nc = \frac{Ni}{N} \times 100$$

La fréquence permet de préciser l'espèce la plus fréquente dans un milieu donné. L'étude de la diversité spécifique peut être réalisée suivant une approche quantitative à partir des indices de diversité. L'indice de diversité le plus utilisé est celui de Shannon Weaver (H). Cet indice est basé sur la théorie de l'information. La valeur de l'indice donne une estimation de l'incertitude avec laquelle on peut prédire correctement l'espèce à laquelle appartient le prochain individu collecté. La diversité floristique de différentes unités identifiées a été décrite en utilisant

la richesse spécifique, l'indice de Shannon, l'équitabilité de Pielou (1975).

La richesse spécifique (RS) est le nombre total d'espèces dans la communauté étudiée.

L'indice de Shannon (H) permet d'évaluer le niveau d'organisation du peuplement, c'est-à-dire la distribution des individus suivant les espèces. Une valeur élevée de cet indice, indique que le peuplement est homogène, où les individus sont équitablement repartis. Par contre lorsque la valeur de cet indice est faible, peuplement est dominé par une ou deux espèces.

Il est donné par la formule suivante :

$$H = -\sum \frac{N_i}{N} \log_{(2)} \frac{N_i}{N}$$

Avec, N_i l'effectif de l'espèce i et N effectif total des espèces (Legendre & Legendre, 1984 ; Fronter et Pichod- Vitae, 1991,1995).

Il varie en fonction du nombre d'espèces recensées et des effectifs de chacune de ces espèces ; ce qui rend son utilisation peu sûre dans la comparaison de deux milieux à richesse spécifiques très différentes. De ce fait, il paraît intéressant d'utiliser l'équitabilité ou l'indice de régularité, qui est une proportion de la valeur maximale que cet indice aurait si les individus étaient distribués de façon totalement égal parmi les espèces. Il est égal au rapport entre l'indice de Shannon et la valeur de l'équitabilité maximale ($\log_2 S$; S étant la richesse spécifique totale). Il apparaît comme un terme de comparaison plus rigoureux (Devineau et al, 1984).

L'indice de régularité varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1990). L'indice de similitude, qui permet de comparer deux peuplements, varie de 0 lorsque ceux-ci sont identiques à 1 quand ils sont entièrement différents.

La surface terrière du peuplement est la somme des surfaces de tous les arbres qui constituent le peuplement. La densité du peuplement (N) est le nombre des individus par hectare. Elle est calculée par la formule :

$$G = \sum \prod \frac{D^2}{4}$$

Avec G est la surface terrière exprimée en m^2/ha et D est diamètre à hauteur d'homme (1,30 m du sol) des arbres, mesuré en mètre (pour avoir le diamètre nous avons utilisés la formule

$$D = C/\Pi \quad (C \text{ est la circonférence})$$

L'importance écologique des espèces (Importance Value Index ; IVI) de Curtis et McIntosh (1950), permet l'appréciation de l'importance de la place qu'occupe chacune de espèces ligneuse dans une communauté végétale considérée. Elle s'obtient par chaque espèce en faisant la somme de trois facteurs : la fréquence relative, la densité relative et la dominance relative. Chacun de ces facteurs est exprimé en pourcentage.

La fréquence relative est le quotient du nombre de relevés pour lesquelles l'espèce est présente sur le nombre total de relevé.

La densité relative est la densité de l'espèce dans la communauté sur la densité totale de l'ensemble des espèces.

La dominance relative de l'espèce est le quotient de sa surface terrière sur la surface terrière totale de toutes les espèces de la communauté. Cet indice permet d'estimer la diversité spécifique de chaque communauté végétale et de chaque milieu topographique.

L'importance Value index est très intéressante dans le classement des différentes espèces ligneuses. Les espèces présentant une même I.V.I ne sont que très peu et ce cas ne s'observe que pour les espèces de petite taille et mal représentées en nombre.

Une valeur supérieure à 10, indiquerait que l'espèce fait sûrement partie des dix espèces les plus importantes des relevés (Corthey, 1996).

CHAPITRE 3 : RESULTATS

3.1 - Le cortège floristique

La flore d'un milieu est définie par la composition taxonomique (espèces, genres, familles). Les espèces inventoriées dans la forêt de Ngouye sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Caractéristiques des espèces ligneuses recensées dans la forêt de Ngouye

| Familles | Genres | Espèces | Rc(%) | S.t (%) | Densité | Fr. % | IVI |
|-----------------------|--------------------|---------------------|-------|---------|---------|-------|-------|
| <i>Mimosaceae</i> | <i>Acacia</i> | <i>Nilotica</i> | 89,2 | 81,5 | 76,04 | 95 | 252,5 |
| | | <i>Seyal</i> | 0,16 | 0,17 | 0,25 | 10 | 10,4 |
| | | <i>Albida</i> | 2,81 | 8,93 | 9,47 | 35 | 53,4 |
| | | <i>Sieberiana</i> | 0,04 | 0,09 | 0,13 | 5 | 5,2 |
| <i>Balanitaceae</i> | <i>Balanites</i> | <i>Aegyptiaca</i> | 0,83 | 1,10 | 2,90 | 25 | 29,0 |
| <i>Capparidaceae</i> | <i>Cratera</i> | <i>Adensonii</i> | 0 | 0,02 | 0,13 | 5 | 5,14 |
| <i>Combretaceae</i> | <i>Guiera</i> | <i>Senegalensis</i> | 0,14 | 0,16 | 0,63 | 5 | 5,8 |
| <i>Celastraceae</i> | <i>Maytenus</i> | <i>Senegalensis</i> | 0,49 | 0,59 | 0,88 | 10 | 11,5 |
| <i>Rubiaceae</i> | <i>Mitragyna</i> | <i>Inermis</i> | 0,64 | 0,67 | 1,01 | 20 | 21,7 |
| | <i>Feratia</i> | <i>Apodonthera</i> | 0,45 | 0,56 | 0,88 | 15 | 16,4 |
| <i>Cesalpiniaceae</i> | <i>Piliostigma</i> | <i>Reticulatum</i> | 3,03 | 4,71 | 3,17 | 50 | 57,9 |
| | | <i>Rufescens</i> | 0,44 | 0,21 | 1,26 | 20 | 21,6 |
| <i>Rhamnaceae</i> | <i>Ziziphus</i> | <i>Mauritiana</i> | 1,66 | 1,29 | 3,16 | 40 | 44,4 |
| | | <i>Mucronata</i> | 0,06 | 0,04 | 0,13 | 5 | 5,17 |

Rct=11075m²/ha

Surft=13m²/ha

Nous avons recensé quatorze (14) espèces réparties en neuf (9) genres et huit (8) familles. Les *Mimosaceae* sont représentées par un seul genre et quatre (4) espèces : *Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia seyal* Del., *Acacia sieberiana* DC., *Acacia albida* (Del.) A. chev.. les *Cesalpiniaceae*, le *Rhamnaceae* et le *Rubiaceae* sont représentées chacune par deux espèces. Les autres familles (*Balanitaceae*, *Capparaceae*, *Combretaceae*, *Celastraceae*) ne sont représentées que par une seule espèce.

Le genre *Acacia* est mieux représenté, 4 espèces, suivi de *Piliostigma* et *Ziziphus* (2 espèces chacun).

Acacia nilotica (L.) Willd. est l'espèce la plus fréquente (95 %) suivie, de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst (50%), de *Ziziphus mauritiana* Lam. (40%), *Acacia albida* (Del.) A. chev. (35%), de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (25%) et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst (20%). Toutes les autres espèces sont rencontrées dans moins de 10% des relevés.

En dehors des placettes d'inventaire, nous avons rencontré d'autres espèces dans la forêt ; il s'agit de *Celtis integrifolia*, *Ficus cordata* (sur la lisière du fleuve) et *Leptadenia pyrotechnica* et une espèce (liane) *Leptadenia hastata* qui couvre 35% des plantes

3.2 - Caractéristiques de la végétation

Les paramètres classiques retenus sont la diversité et le niveau d'organisation du peuplement, le recouvrement, la densité, et la structure des espèces.

3.2.1 - Diversité spécifique et niveau d'organisation du peuplement ligneux

L'analyse de la distribution des espèces dans les différents groupes taxonomiques a utilisé divers indices (tableau 6). Nous avons ainsi défini :

- un indice de diversité générique, qui caractérise la répartition des genres dans les différentes familles ; il est de 2,95 bits. La régularité, 0,983 traduit une bonne répartition ;

- un indice de répartition des espèces dans les genres, qui est de 2,549 bits. Dans ce groupe, l'indice de Pielou est de 0,804 ;
- un indice de diversité spécifique, qui a caractérisé soit la distribution des effectifs, soit des présences des espèces dans les communautés. L'indice de Shannon a varié de 1,47 bit pour les effectifs d'arbres recensés à 3,291 bits lorsque l'on a considéré les fréquences de présence des espèces. Le niveau d'organisation a été aussi meilleur avec la fréquence des espèces : 0,864 contre 0,385.

Le niveau d'organisation, caractérisé par l'indice de régularité, paraît toutefois nettement plus élevé pour les genres (98,3%) que pour les espèces (86,4%).

3.2.2 - Effectif

Au niveau des 20 placettes, 792 individus ont été recensés. Ces derniers sont essentiellement repartis entre *Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Zizyphus mauritiana* Lam. et *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.. Ces 5 espèces représentent plus de 94 % de l'effectif total (*A. nilotica* 76 %, *F. albida* 9 %, 3 % pour *P. reticulatum* et pour *Z. mauritiana* Lam. et 2 % pour *B. aegyptiaca* (L.) Del.).

3.2.2 - Le recouvrement

Le recouvrement désigne la projection de l'arbre au sol. Il peut s'agir :

- de la surface occupée par la projection verticale du houppier de l'arbre ; on parle de couvert, de recouvrement aérien, exprimé en m²/ha ou en pourcentage ;
- de la surface occupée par le tronc de l'arbre mesuré à hauteur d'homme ou à 30 cm du sol ; c'est le recouvrement basal ou surface terrière (m²/ha ou %).

3.2.2.1 - Le couvert

Le recouvrement aérien à l'échelle de la forêt 11075 m²/ha. Il varie 16078,33 m²/ha (soit 64%) pour la forêt de dépression, 3294,41 m²/ha (13%) pour la forêt des pentes et 5798,16 m²/ha (soit 23%) zones tabulaires. La forêt de dépression possède donc le plus important recouvrement.

Les espèces les plus importantes du point du houppier sont :

- dans les zones de dépression, l'*Acacia nilotica* (L.) Willd. est la seule qui possède un houppier très développé 15899,8 m²/ha (98%) suivi de *Mitragyna inermis* (Will) D. kze. 88,34m²/ha (soit 0,54 %) ;
- dans les zones de pente : *Acacia nilotica* (L.) Willd. possède un recouvrement développé 2290,64m²/ha (soit 89%) suivi de *Zizyphus mauritiana* Lam. 334,6m²/ha (soit 1,3%) puis *Balanites egyptiaca* 266,6 m²/ha (soit 1%) et *Bauhinia rufescens* Lam. 194,6m²/ha (soit 0,77%) ;
- dans les zones tabulaires, là encore une fois *Acacia nilotica* (L.) Willd. confirme sa dominance 2650 m²/ha (45%) suivi de *Acacia albida* (Del.) A. chev. 1016m²/ha (17,6%), *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst 942m²/ha (16%) et *Zizyphus mauritiana* Lam. 445,3m²/ha (08 %)

3.2.2.2 - La surface terrière

C'est la surface évaluée à une hauteur de 1,30 m du tronc de l'arbre ; elle est exprimée en m²/ha. La surface terrière globale est de 13 m²/ha. Elle a varié selon les espèces et les situations topographiques :

- dans les dépressions : 17,77 m²/ha;
- dans les pentes : 02,61 m²/ha ;
- dans les zones tabulaires : 11,30 m²/ha.

La contribution des espèces présentant les plus grandes surfaces d'ancre a varié selon les types de sol :

- dans la forêt des dépressions, seule l'*Acacia nilotica* (L.) Willd. présente une surface

- importante ($17,58^2/\text{ha}$)
- dans la forêt des Pentes, *Acacia nilotica* (L.) Willd. ($1,34\text{m}^2/\text{ha}$) et *Bauhinia rufescens* Lam. ($1,2 \text{m}^2/\text{ha}$)
 - dans les zones tabulaires, *Acacia albida* (Del.) A. chev. ($3,93 \text{ m}^2/\text{ha}$) ; *Acacia nilotica* (L.) Willd. ($3,87\text{m}^2/\text{ha}$), *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst ($1,96 \text{ m}^2/\text{ha}$) et *Zizyphus mauritiana* Lam. ($0,4\text{m}^2/\text{ha}$)

3.2.3 - La Densité

Globalement, dans la forêt de Ngouye, la densité est de 160 individus/ha. Ce paramètre a présenté une grande différence selon les différentes situations du terroir :

- dépression 193 individus /ha
- Pentes 90 individus. /ha
- zones tabulaires 131 individus par hectare

La densité moyenne pour les espèces dominantes est de :

- dans les dépressions : *Acacia nilotica* (L.) Willd. 188, 7 ind./ha ;
- pour les pentes : *Acacia nilotica* (L.) Willd. 3,2 ind./ha, *Balanites egyptiaca* 22,6 ind./ha, *Zizyphus mauritiana* Lam. 13,3 ind./ha et *Bauhinia rufescens* Lam. 10,6 ind./ha ;
- zones tabulaires : *Acacia albida* (Del.) A. chev. 48 ind./ha, *Acacia nilotica* (L.) Willd. 39,3 ind. /ha, *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst 14 ind./ha, *Balanites egyptiaca* 04,6ind./ha et *Zizyphus mauritiana* Lam. 10 ind./ha.

La distance moyenne est de 5m, soit une densité théorique de 400 individus/ha. Le coefficient de variation associé à cette distance est de 70% ; il paraît élevé.

Les espèces dominantes ne sont toujours les mêmes lorsque l'on considère le recouvrement ou la densité dans la même position du terroir.

3.2.4 - Structure du peuplement

Nous allons successivement analyser la structure du peuplement en fonction de la taille (hauteur et grosseur) et la distribution spatiale du peuplement.

3.2.4.1 - Variations suivant la hauteur

La distribution des ligneux en fonction de la hauteur (figure 3) fait apparaître deux pics.

Le premier pic est situé dans la classe 5-6m alors que le second n'est apparu qu'avec des arbres de 15-16 m de hauteur. Le premier groupe des individus dont la hauteur est inférieure à 6 m pourrait correspondre à une forte proportion d'individus de la strate arbustive et/ou de régénération. Le deuxième groupe représente effectivement la forte représentation des arbres.

La structure de la population d'*Acacia nilotica* (L.) Willd. illustre le modèle gaussien (figure 3 : A). Les jeunes plants (0-5 m) sont faiblement représentés (11,62 %) et les arbres âgés (10-15m) constituent l'essentiel de la population (33,55 %).

La distribution de la population de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst est unimodale avec l'essentielle de sa population qui se situe dans la classe 5-10 m (soit 64%), une présence assez élevée pour la classe 0-5m (soit 32%) et une faible représentation pour la classe 10-15 m (4 %)

Les courbes de structure d'*Acacia albida* (Del.) A. chev. et *Zizyphus mauritiana* Lam. peuvent être ajustées à une fonction exponentielle décroissante. Les jeunes individus de ces deux espèces sont bien représentés (0-5 m) soit respectivement 57 % et 52 % et leur importance diminue au fur et à mesure que la hauteur augmente et devient quasi inexiste au delà de 15 m.

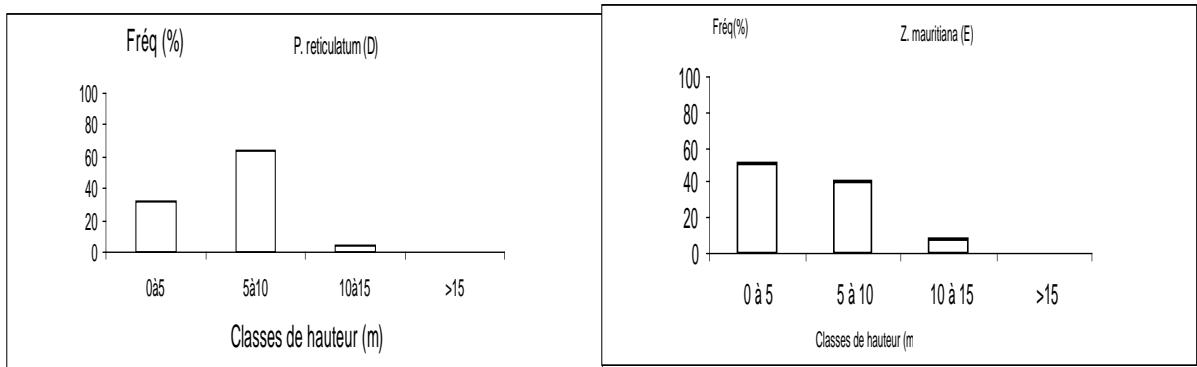
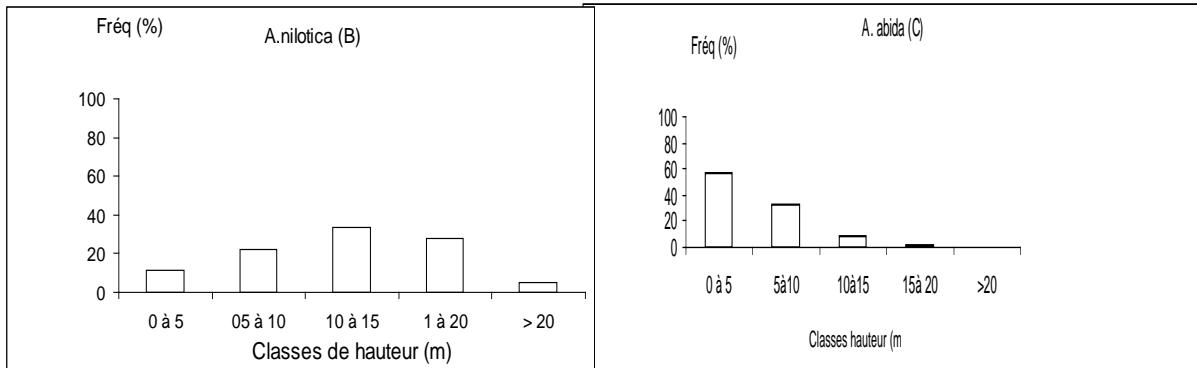
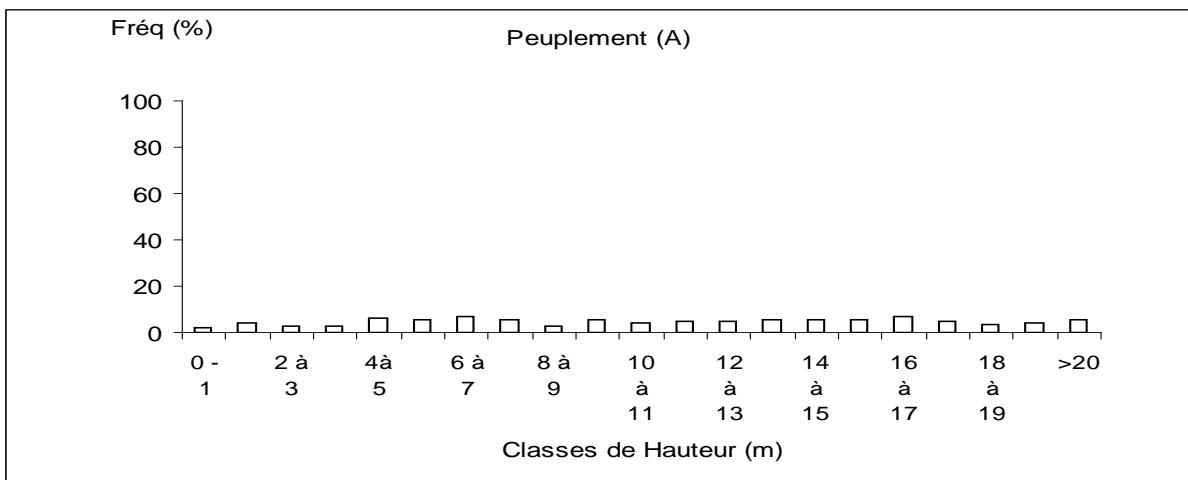


Figure 3 : Distribution du peuplement et les quatre espèces les plus fréquentes selon les classes de hauteur

3.2.4.2 - Variations selon la grosseur du tronc des arbres

Lorsqu'on considère la distribution des ligneux par classe de circonférence (figure 4), les classes 0,1-0,5 renferment 15,78 %, la classe modale (0,6-0,9m) réfère 29,41 %. Les individus de circonférence supérieure ou égale à 1 mètre représentent 30,9 %

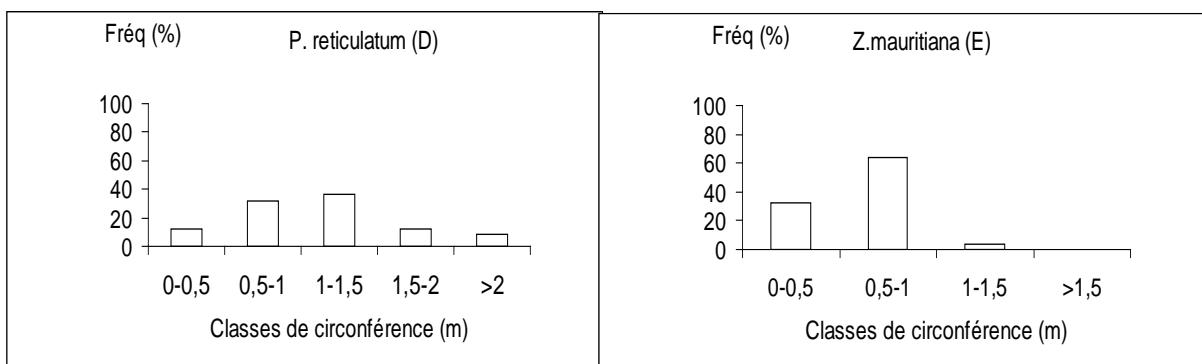
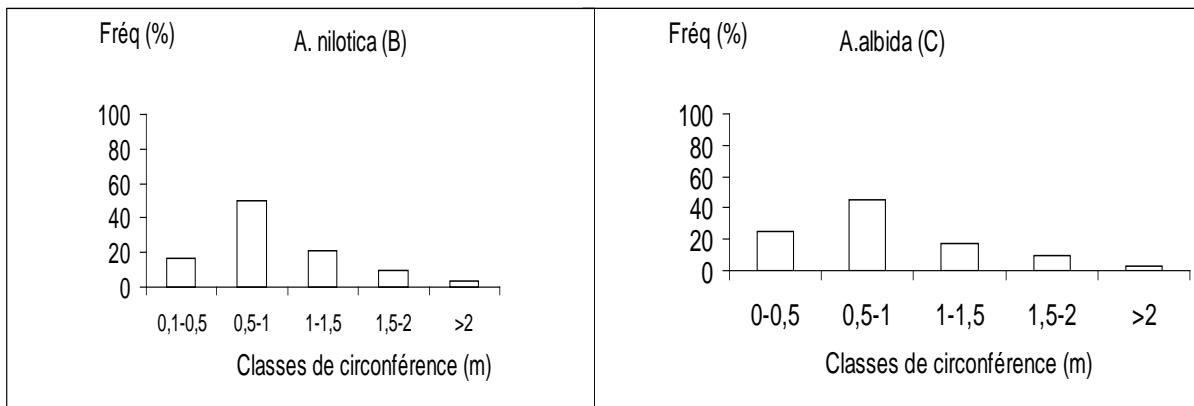
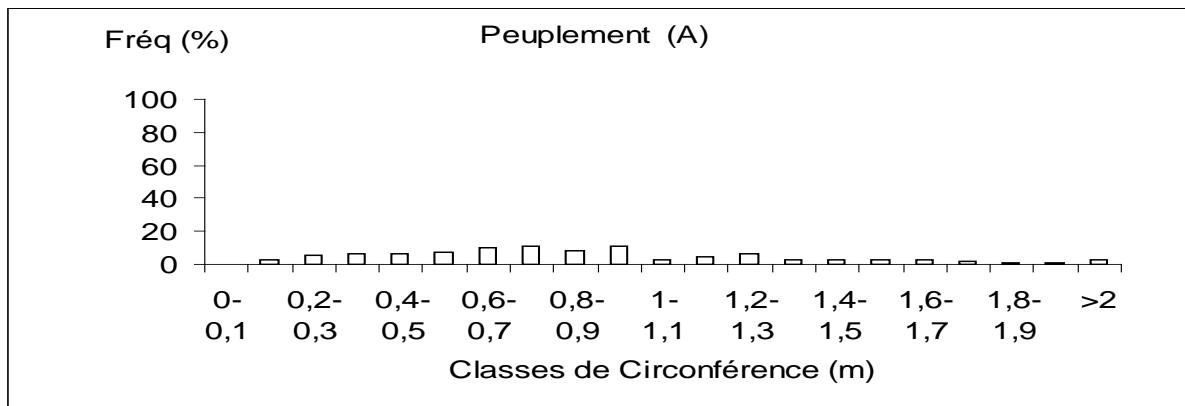


Figure 4 : Répartition du peuplement et les quatre espèces les fréquentes selon la circonférence

3.2.4.3 - A la recherche de l'homogénéité du milieu : par l'AFC

La matrice de 14 espèces x 20 relevés a été soumise à l'analyse factorielle de correspondances (A.F.C) pour définir la répartition spatiale du peuplement ligneux de la forêt. Les valeurs provenant des statistiques de cette matrice ont permis d'interpréter le résultat sorti de l'analyse.

La statistique chi-2 d'homogénéité des lignes et des colonnes est égale à 1246,94. Son interprétation géométrique simple est l'inertie. Il s'agit de la moyenne pondérée des distances des chi-2 entre les profils lignes ou colonnes et le centroïde. Elle est égale à 1,574 et mesure l'information contenue dans le tableau des données. Les valeurs propres mesurent en revanche la contribution de l'ensemble des points lignes ou points colonnes à l'inertie totale. Les points lignes et les points colonnes désignent dans le cadre de cette analyse respectivement les espèces (ou variables) et les relevés (ou observations). La contribution des espèces a varié de 21,63 à 1,3 % et celles des relevés de 31,64 à 0,63 %. Chaque espèce a donc apporté en moyenne 7,58 % de l'information contenue dans le tableau des données contre 4,15 % par relevé. L'interaction point ligne x point colonne paraît assez important.

Tableau 9 : inertie des données

| Axes | Variance (%) | Variance cumulée (%) |
|------|--------------|----------------------|
| F1 | 45,20 | 45,20 |
| F2 | 29,87 | 75,07 |
| F3 | 9,39 | 84,46 |

Les points lignes et points colonnes représentant des inerties supérieures à la moyenne sont *Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Zizyphus mauritiana* Lam. pour les lignes; R4, R5, R6, R12 et R20 pour les relevés ; ce sont les points lignes et point colonne à forte contribution.

Le nombre d'axes à extraire de l'analyse correspondant au plus petit effectif des points lignes et/ou points colonnes, soit 14 axes factoriels dans le cadre de cette étude. Le traitement en extrait 13. Chaque variable ou observation n'a donc pas défini un axe factoriel. Avec les 13 axes factoriels extraits par l'analyse, l'information théorique portée par chacun d'eux est de 0,1211. L'information réelle des axes factoriels a varié de 0,7116 à 0,00 soit de 45,20 à 0,00. Tous les axes factoriels n'ont donc pas le même poids.

Les axes factoriels dont l'inertie est largement supérieure à la valeur moyenne des inerties des axes sont les 3 premiers F1, F2, F3. Le taux d'inertie permet de quantifier la part d'information portée par chacun de ces 3 axes. Il est de 0,711 pour le premier axe, de 0,470 pour le second et de 0,147 pour le troisième ; soit respectivement 45,2 % ; 29,87 % et 9,39 %. L'inertie totale étant un indicateur de la dispersion totale du nuage des points. Les deux premiers valeurs sont proches les unes des autres et indique que la dispersion est relativement homogène. C'est sur ces deux axes factoriels qui définissent le plan principal que nous baserons l'essentiel de l'analyse. Le troisième axe qui absorbe 9,39 % de l'inertie totale ; devra permettre de confirmer ou non la stabilité des groupes des variables et d'observations constitué dans le plan des axes factoriels F1 x F2, et ainsi établir l'homogénéité de la distribution.

Dans le plan principal, les points lignes et les points colonnes qui interviennent de manière significative dans la définition des axes factoriels de F1 x F2 sont présentés ci-dessous.

Dans la définition de l'axe F1 :

- les points colonnes ou relevés R4 (0,148) R5 (0,132) R6 (0,115) dans les abscisses positives de l'axe. En effet, cet axe F1 oppose deux zones topologiquement différentes qui s'alternent le long de la forêt : des dépressions monospécifiques inondables pendant la saison des pluies (R13 R8 R7) aux zones tabulaires plurispécifiques et exondées ou de manière éphémère (R4 R5 R6 R12).

- les points lignes ou espèces *Acacia nilotica* (L.) Wild. (0,22) dans les abscisses négatives ; *Acacia albida* (Del.) A. chev. (0,248) ; *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (0,215) ; et *Zizyphus mauritiana* Lam. (0,127) dans les abscisses positives de l'axe ;

Cet axe pourrait être interprété comme représentant le gradient de diversité des espèces dans les différentes zones.

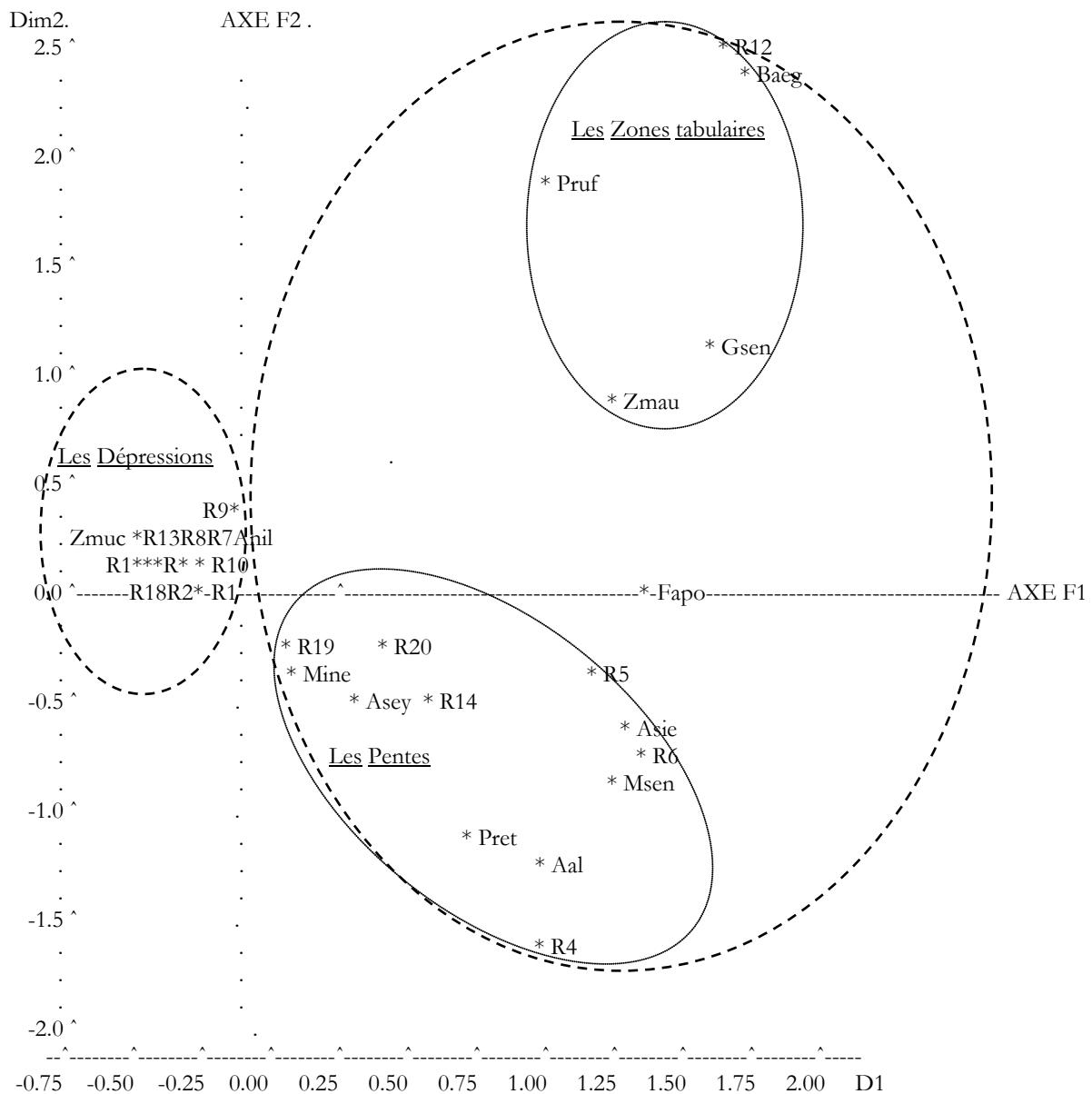


Figure 5 : Diagramme de la matrice 20 relevés x 14 espèces ligneuses présentes dans la forêt de N'gouye.

L'axe F1 a distingué deux groupes :

- groupe à *Acacia nilotica* (L.) Willd. ;
- groupe à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Acacia albida* (Del.) A. chev.

Le graphe de l'analyse (figure 5) permet d'identifier selon l'axe F1 un groupe de relevés (R9, R12, R19, R20, R6, R4, R5, R14) situés du côté positives et localisés pour la plupart en versant (ou pente) et un groupe de relevés (R13 R8 R7 R1 R10 R18 R2 R3 R11 R16 R15 R17) en abscisses négatives et correspondant à la zone très hydromorphes (inondée pendant des longs mois durant l'année).

Ainsi à cet axe F1 sont associées 12 espèces correspondant au groupe du peuplement sahélien (*Acacia albida* (Del.) A. chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Maytenus senegalensis* (Lam.) Excell., *Mitragyna inermis* (Will.) D. kze., *Zizyphus mauritiana* Lam., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Guiera senegalensis*, *Crateva adansonii*) et deux espèces seulement correspondant à la zone très hydromorphe *Acacia nilotica* (L.) Willd. et *Zizyphus mucronata* Willd. (très peu représentée). L'axe F1 traduit en outre la richesse floristique.

Dans la définition de l'axe F2 :

- les points lignes *Acacia albida* (Del.) A. chev. (0,24) est dans les ordonnées négatives, *Acacia nilotica* (L.) Willd. (0,22) et *Balanites egyptiaca* (0,21) sont dans les ordonnées positives ;
- les points colonnes ou relevés R4 (0,14) R5 (0,13) sont les ordonnées négatives et R12 (0,31) ordonnées positives

L'axe F2 sépare les relevés de la zone peu hydromorphe en deux groupes : un premier groupe pour les relevés dont la plupart sont localisés sur les pentes (groupe à *Acacia albida*) et un second pour les relevés situés sur les zones tabulaires (groupe à *Balanites egyptiaca*).

3.3.2 - Caractéristiques des groupes identifiés :

Les courbes de structure du groupe I (figure 6) ont une allure Gaussien avec le plus grand nombre d'individu dans la classe de 10 à 15 m pour la hauteur (I a) et de 0,5 à 1 m pour la circonférence (I b).

Les courbes de structures de groupe II ont la forme d'un J renversé ce qui implique qu'au fur et mesure que les classes augmentent, les effectifs diminuent. Les jeunes individus (0-5 m) pour les hauteurs (IIa) et (0,1-0,5 m) pour les circonférences (IIb) sont les mieux représentés. Les individus supérieurs, à 13 m de hauteur et 1,5 m de circonférence sont quasiment absents.

Les courbes de structures de groupe III ne répondent pas au même modèle :

- le IIIa montre une décroissance exponentielle, c'est-à-dire les effectifs les plus élevés se trouvent dans les classes les plus faibles et vis versa pour les grandes classes ;
- le IIIb présente une forme Gaussien, le maximum des individus se rencontre dans la classe 0,5-1 m.

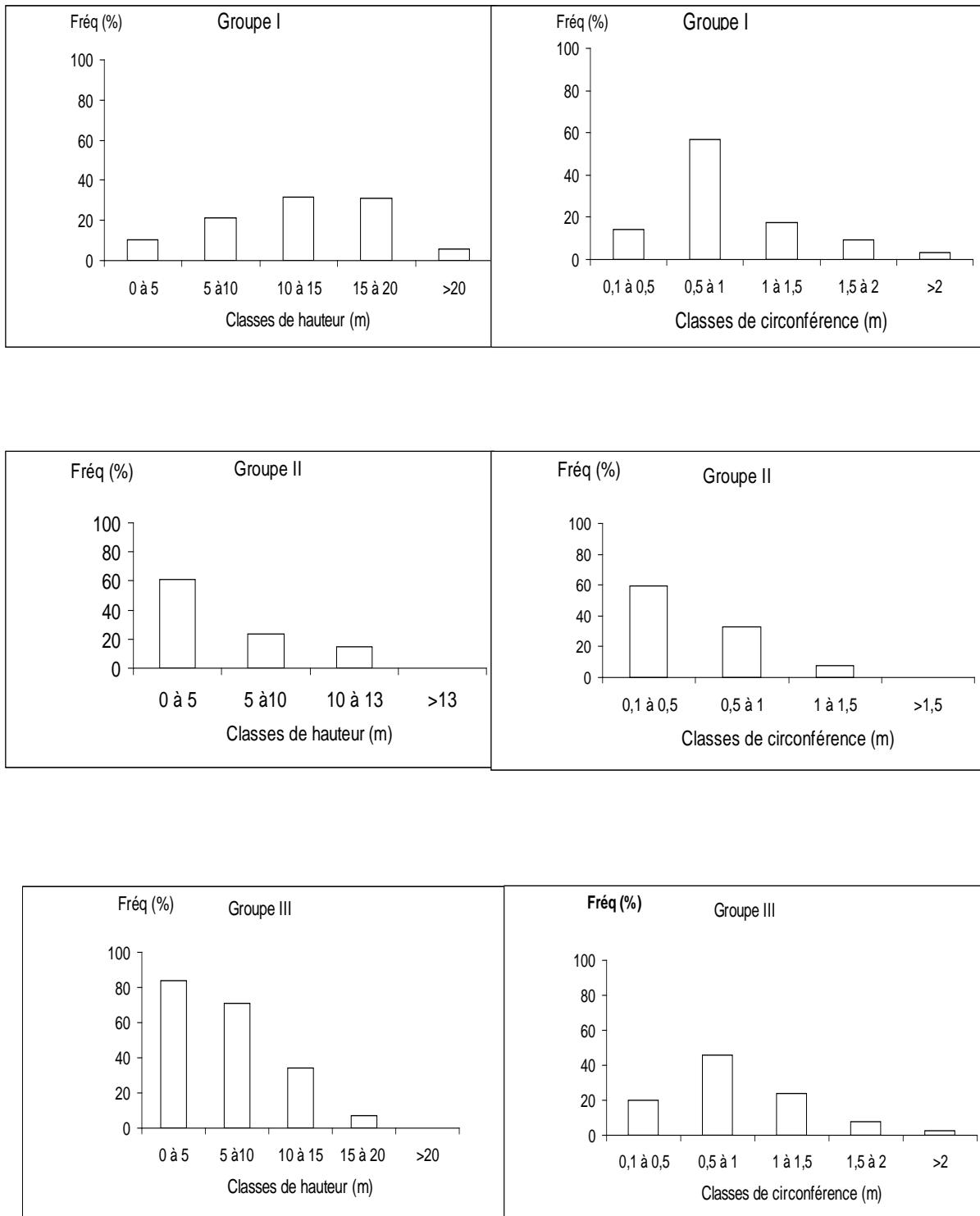


Figure 6 : Structure de différents groupes : Répartition en fonction de la taille (hauteur et grosseur)

Chapitre 4 : Discussion Conclusion

4.1 Discussion

Le travail a étudié la diversité compositionnelle du peuplement ligneux de la forêt de Ngouye en utilisant 20 placettes d'inventaire floristique et de relevés de végétation.

Le peuplement ligneux est riche de 14 espèces réparties en 8 familles. La distance moyenne entre deux arbres est de 5 m. La différence entre densité théorique et densité observée est importante ; ya théoriquement 2 fois plus d'arbres. Cet état est due à la présence tantôt des espaces très clairsemés et des espaces où les individus sont en bosquets, entraînant un coefficient de variation de la distance moyenne assez élevé.

La densité des ligneux augmente lorsque l'on passe de zones tabulaires aux dépressions. Cette répartition est en relation avec les conditions édaphiques notamment hydriques qui sont plus favorables dans les dépressions (Cornet, 1981 ; Poss et Valentin, 1983). La contraction des ligneux dans les dépressions pourrait être liée à la sécheresse lors de ces vingt dernières années (Boudet, 1972, 1977 ; Miche, 1990 ; Vincke, 1995). Cet regroupement d'individu dans les dépressions peut être lié au fait que le fonds correspondent à des lieux chimiquement plus riches et constituent des pièges pour les ruissellement toujours favorable aux ligneux (Benoît, 1988). La présence d'espèces très développées et en bosquet montre que la végétation se développe sous les conditions favorables (Cornet et poupon, 1978).

Acacia nilotica (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Zizyphus mauritiana* Lam. sont les espèces les plus fréquentes

La distribution des ligneux en fonction de la hauteur illustre deux groupes. Le groupe d'arbres à hauteur inférieure ou égale à 8m (arbustes) maintenu sous la pression anthropique et les aléas climatiques constituent l'essentiel du peuplement ligneux sur les zones tabulaires.

Un deuxième groupe avec beaucoup plus d'individus, constitués essentiellement des individus très élancés d'*Acacia nilotica* (L.) Willd. dans les dépressions, moins influencées par l'anthropisation.

La structure par classe de circonférence montre que le peuplement ligneux régénère assez bien (20,7 % entre 0 et 50cm). Dès le retour de l'eau c'est l'*Acacia nilotica* qui pousse le premier en abondance. La prédominance de cette espèce est confirmée par les études menées par la FAO (2001) qui constate que cette espèce représente 85 à 95 % de l'effectif de la forêt classée de Ngouye.

Le recouvrement des ligneux très élevé dans les dépressions provient des grands arbres à cimes jointives contrairement aux autres zones. Le recouvrement faible de la zone tabulaire est lié à l'anthropisation de cette zone du fait de sa proximité aux champs.

La surface terrière est beaucoup plus importante dans les zones de dépressions ceci par la présence fréquente des individus de gros tronc.

La distance moyenne entre individus donne une information sur la distribution de la végétation. Les arbres sont clairsemés sur les zones tabulaires et les pentes et sont sous forme de bosquets dans les zones de dépression. Ce qui explique la différence entre les densités théorique et observée.

Au-delà des paramètres structuraux de la végétation, la diversité spécifique a permis d'appréhender le niveau d'organisation du peuplement.

D'autres paramètres comme la dominance ont une importance de la description de la structure spécifique du peuplement. Cette dominance traduit l'importance d'une espèce évaluée en fonction de la surface ou du volume qu'elle occupe (Touffet, 1982).

La diversité et la dominance varient en sens inverse c'est-à-dire à une diversité élevée correspond une dominance faible.

Selon Devineau et al. (1984), l'enrichissement d'un milieu en espèce dépend de sa disponibilité en « site d'accueil » et du « potentiel floristique » environnant, c'est-à-dire du nombre d'espèces présentes dans la flore de la région et capables de s'installer. Dans ce milieu, la végétation est spécifiquement pauvre et le nombre de sites limités. Un certains nombre de facteurs influencerait la structure et régénération des peuplements de ce milieu.

EN effet, le surpâturage en entraînant le prélèvement et le piétinement des jeunes pousses par les animaux, réduit le potentiel de régénération de la végétation des parcours (Miehe, 1990).

Les hommes, en coupant les grands arbres de la forêt pour s'approvisionner en bois de service ou de feu, contribuent au déséquilibre du peuplement et à la perturbation de la régénération.

Le système d'élevage a aussi contribué de manière significative à la dégradation de la forêt. En effet le gardiennage des troupeaux en saison sèche n'est se pratique presque pas dans l'espace ouvert de la forêt : or la divagation du bétail constitue une contrainte majeure à la régénération de la végétation ligneuse (BESSE et al, 1997 Miches, 1990; Rocheleau et al, 1994 ; GOUDET, 1985). Le surpâturage entraîne également une diminution de la dynamique de la végétation (Poissonet et al, 1992)

Le vent par son action de dissémination, a une influence sur la régénération (Coe & Coe, 1987 ; Augspurger, 1989)

Au fil des temps, les ligneux parviennent à développer des stratégies adaptatives permettant ainsi aux jeunes individus d'atteindre l'âge adulte. Ce qui met en évidence des réelles capacités de régénération naturelle de la végétation ligneuse sahélienne (Boudet, 1977 ; Benoît, 1984). Ce processus permet la remontée biologique.

Des cas semblables de remontée biologique ont été rapportés par Noble (1977), dans les zones arides australiennes et par Floret (1981) dans les steppes du sud tunisien (Grouzis, 1988). Ces modifications diffèrent lorsque l'on considère les espèces séparément.

En zone sahélienne, les capacités de régénération résident dans les caractères d'adaptations des espèces, des structures de végétation, à la sécheresse et à la variabilité des conditions édapho-climatiques (Grouzis, 1988).

4.2 - Conclusion

Ce travail nous a permis de mettre en évidence la faible richesse spécifique, la structure spatiale et bonne organisation du peuplement de la végétation ligneuse de Ngouye ainsi que sa variation suivant les microtoposéquences. La flore, peu diversifiée, est dominée par les Mimosacées et Cesalpiniacées, suivies des Rhamnacées et des Balanitacées. Les espèces les plus importantes sont *Acacia nilotica*, *Acacia albida*, *Piliostigma reticulatum*, *Ziziphys mauritiana*.

Il semble intéressant de poursuivre les investigations afin d'établir la diversité fonctionnelle (phénologique des principales espèces) du peuplement le long de microtoposéquences.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADJAKPA J.B.**, 2006 - *Flore et végétation du bas delta de l'Oueme des zones humides du sud-Benin*, Thèse de doctorat de 3eme cycle de biologie végétale, option écologie. UCAD/FST, 83p
- AKPO L.E. & GROUZIS M.**, 1996 - *Influence du couvert végétal sur la régénération de quelques espèces ligneux sahéliens (Nord Sénégal)*. Revue webbia 50 (2) 247-263
- AKPO L.E.**, 1993 - *Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien*. Edit ORSTOM, paris, 174p.
- AKPO L.E. & GROUZIS M.**, 1998 - *Influence du couvert ligneux sur la diversité spécifique de la végétation herbacée dans la forêt classée Bakor (Haute Casamance)*. AAU Reports 39 : 169-181.
- AKPO L.E.**, 1998 - *Effet de l'arbre sur la végétation herbacée dans quelques phytocénoses au Sénégal .Variation selon un gradient climatique*. Thèse de doctorat d'état en science naturelle, FST /UCAD (Sénégal), 133p.
- AMAT J.P., BELIRANDO G., VINCENT C., DUBOIS J.J, HOTYAT M., KERGOMARD C., ROU G., ROUGERIE G., VEYRET V., VERGNE Y.**, 1999 - *Les milieux forestiers, Aspect géographique*, Sedes1999, 329p
- ANONYME**, 2000 - *Annuaire sur l'environnement et les ressources naturelles du Sénégal*. 268p.
- SEPMCE**, 2007- *communication sur la problematique de consommation du bois et du charbon de bois comme source d'énergie en Mauritanie*. Atelier kiffa du 16 au 17 fevrier, 4p
- AUGSPURGER C. K.**, 1989 – Morphology and aerodynamics of wind dispersed legumes. In Stirton C. H. and Zarucci, J. L. (Eds), Advances in legumes biology. Monogr. Syst. Bot. Missouri bot. Gard 29 : 451-466.
- BANOIN M.**, 1994 - *Caractérisation des forêts parcs*. In « *parcs agro forestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'ouest* : Actes du symposium international tenu à Ouagadougou (Burkina Faso) 25-27 octobre 1993 ; 226.150-163.
- BARBIER E. B., ACREMAN M. ET KNOWLER D.**, 1993 - *Evaluation économique des zones humides (Guide à l'usage des planificateurs et des décideurs de la convention de Ramsar)* Gland. Suisse 144p.
- BENOIT M.**, 1988 - *La lisière du kooya, espèce pastoral et paysage dans le Nord du Sénégal (Ferlo)*. L'Espace Géographique, Paris, 2, 95-108.
- BERHAUT J.**, 1967 - *Flore du Sénégal*. Edition clairafrique Dakar. Sénégal, 2eme édition : 485p
- BERTRAND A.**, 1991- *Le problème foncier des forêts tropicales : le foncier de l'arbre et les fonciers forestiers*. Revue Bois et Forêts de tropiques No 227 1^{er} trimestre.
- BOUDET G.**, 1972 –*Désertification de l'Afrique tropicale sèche*. sér., 2,12,(4),505-524.
- BOUDET G.**, 1977 – *Désertification ou remontée biologique au Sahel*. Cab. ORSTOM, sér., Biol., rol. XII, (4), 293-300
- BOUDET G.**, 1984 - *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*, 4^{eme} édition. Paris, Ministère de la coopération, Manuels et Précis d'élevage 4, 1- 254
- CAMARA A. A.**, 2000 - *Régénération du peuplement ligneux des chantiers de production de bois de*

- chauffe et de charbon de bois au Sénégal oriental.* DEA, UCAD -FST. Dakar 58 p
- CHARAHABIL M.,** 2006 – *Flore et Végétation Ligneuses de trois Forêts communautaires au Sine – Saloum (Centre –Ouest du Sénégal).* DEA, UCAD -FST. Dakar. 31p
- COE M. & COE C.,** 1987 – *Larges herbivores, Acacia trees and bruchid beetles.* S. Afri. J. Sci. 131 : 162
- CORNET A.,** 1981 – *Le bilan hydrique et son rôle dans la production de la strate herbacée de quelques phytocénoses sahéliennes au sénégal.* Thèse, Uni. des sciences et tech. du Languedoc, 353p.
- CORTHEY R.,** 1996 - *Analyse floristique de la forêt sempervirente de Yapo* (Côte d'Ivoire).
- COUREL M. F.,** 1984 - *Etude de l'évolution récentes des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites.* Thèse d'état, Paris I, 407p
- CROW T. R., HANEY A. ET WALLER D. M.,** 1994 – *Report on the scientific roundtable on biological diversity convened by the chequamegon and nicolet National forest.* General technical report NC-166. USA Forest service, North Central forest Experiment Station, Saint Paul, Minnesota, USA
- CURTIS J. T. AND MCINTOSH R.P.,** 1950 - *The interactions of certain analytic and synthetic phytosociological characters.* Ecology 32 : 434-455
- DIOUF J. c.** 2001 - *Dynamique du peuplement ligneux dans l'aire du forage de Thieul (Ferlo – sud ; Sénégal).* DEA, UCAD -FST Dakar 38 p.
- DIOUF M.,** 2000 - *Dynamique des écosystèmes sahéliens : Effet des microsites topographiques sur la diversité de la végétation ligneuse au Ferlo (Nord du Sénégal).* DEA, UCAD -FST, Dakar 44 p.
- DIVINEAU J. L., LECORDIER C. ET VUATTIONX R.,** 1984 – *Evaluation 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 (1) 103, 103-133.
- DUMON R.,** (1980) - *La forêt, source d'énergie et d'activités nouvelles,* Masson, 143p
- GAUTIER D.,** 1993 - *L'arbre et le système agroforesterie Bamiléké.* Revue Le flamboyant, No 26, juin 1993,226 :17-19.
- GERARD R.,** 1995 - *Savanes ; l'herbe, l'arbre et l'homme en terre tropicales,* Masson, Paris, 268p.
- GOUDET J. P.,** 1985 - *Equilibre du milieu naturel tropical sèche, végétation ligneuse et désertification.* Revue Bois et Forêts des tropiques, 1er trimestre 1985 : 3-15.
- GROUZIS M., ALBERGEL J.,** 1988 - *Du risque climatique à la contrainte écologique. Indice de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso.* In Eldin M.
- GUINIER PH.,** 1947 - *Technique forestière,* la Maison Rustique, Paris 316p
- IBRAHIM N.,** 1998 - *Principes d'agriculture durable.* Edition ESTEM 121p
- JAQUES P., BENOIT G., JONAS N.,** 2000 - *Guide de planification stratégique de la biodiversité dans une perspective de développement durable.*
- KOECHLIN J.,** 1989 – *Adaptation des systèmes agro-pastoraux aux milieux du Niger et dans le paraiba.* In : B Bret., les hommes face à la sécheresse, IHEAL et EST, collection « travaux et Mémoire » 42, 317,321.

- LE HEROU H. N.,** 1993 - *Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches de l'Afrique*, In « l'homme peut-il refaire ce qu'il a défaîtu ? Restauration-réhabilitation des terres dégradées des zones arides et semi-arides) Edit John-Libbey Eurotext, Montroye. Sous presse
- LEBRUN J. P. ET STORK A. L.,** 1991, 1992, 1995 et 1997 – *Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservation du jardin botanique de Genève*, I, II, III, IV, 249, 257, 341 et 712p.
- LEDANT J. P.,** 1987. « *Démographie et Désertique : un problème complexe* ». RISED (Reguler. Inform. Syst. on Environ. and Develop.
- LEGENDRE L. ET LEGENDRE P.,** 1984 - *Ecologie numérique. Tome I. Le traitement multiple des données écologiques*. Masson, 260p.
- LIENOU G.,** 1995 - *Relation écoulements de surface-écoulements souterrains dans le bassin dela Néma (Sine Saloum, Sénégal)*. Mémoire de DEA de Géologie, FST/UCAD (Sénégal), 91p
- MICHEL S., SIMONE S.,** 1973 « *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux* ». Editeurs scientifiques Unesco 2000, 434p
- MIEHE S.,** 1990 – *Inventaire et suivi de la végétation dans les parcelles pastorales à Windou Thengoly*. GTZ. 108p
- MIEHES S.,** 1990 - *Inventaire et suivi de la végétation dans les parcelles pastorales à Windou Thengoly. Rapport de campagne*, GTZ/ 108p.
- NGOM D.,** 2000 - *Place de l'arbre dans les systèmes de production du terroir hydrologique de la Nema dans le Niombato (Saloum, Sénégal)*. Mémoire de fin d'étude, CRESA FA/UAM (Niger) : 57p.
- PELISSIER P.,** 1966 - *Les paysans du Sénégal, les civilisations agraires du Cayor à la Casamance*. St-Yrieix, Imp. Fabrègue, 939p
- POISONNET J., CHAMBRIS F. & TOURE I.,** 1999 - *Equilibre et déséquilibre des phytocénoses sahéliennes. Influence de la pluviosité annuelle et de la proximité des points d'eau*, pp283-296.In « *l'aridité, une contrainte au développement* » : colloque didactique, Paris, 597p.
- POSS R. ET VALENTIN C.,** 1983 – *Structure et fonctionnement d'un système eau- sol- végétation. une toposéquence erratique de savane (Katiola, Côte d'Ivoire)*. Cab. ORSTOM, sér. Pédol., XX, 4, 341- 360.
- POUPON H.,** 1977 - *Etude de la phénologie de la strate ligneuse à Fété Olé (Sénégal septentrional) de 1971 à 1977*, Bull. IFAN, 41, 1, 44-85
- POUSSE M.,** 1988 - *Du nombre à l'image : aide à l'interprétation des données de télédétection par le traitement d'images et la composition colorée*. Thèse de doctorat, université de paris I, 204 pages
- RAMADE F.,** 1990 – *Eléments d'écologie fondamentale*, McGRAW-HILL., Paris, 403p.
- RIOU G.,** 1995 - *Savane, l'herbe, l'arbre et l'homme en terre tropicale*, MASSON, paris, 128p.
- SALL P. N.,** 1996 - *Les parcs agro forestiers du Sénégal : Etats des connaissances et perspectives de recherche*. Rapport de consultation No 100, SALWA/ICRAF : 147p.
- SENE A.,** 2000 - *Dynamique et stratégies gestion des parcs agroforeliers dans le bassin arachidier*

(Sénégal) .In « population rurale et environnement dans un contexte bioclimatique méditerranéen ». Séminaire international MEDENPOP (Tunisie) 2000.

SERVANT M., SERVANT-VILDARY S., 2000 - UNESCO éditeurs scientifiques 434p.

THEBAUD B., 1995 - *Foncier, dégradation des terres et désertification en Afrique : réflexion à partir de l'exemple du sahel*. IIED, Dossier No57 : 44p

THIAM S., 1997 - *suivi des écosystèmes sahéliens à partir de la télédétection satellitaire : application au delta du Niger (Mali) et la région de lac de Guiers (Sénégal)*. thèse de doctorat, Université de paris I Panthon-Sorbonne, U.F.R. de Géographie 181p

TOURE E.H. S. N, 1990 - *Migration et développement agricole dans le Nord du Sénégal (Funataro)*: 1954 -1980. Université de Paris VIII, département d'anthropologie et de sociopolitique, Thèse de Doctorat, 208p

TOUTAIN B., BORTOLI L., DULIEU D., FORIGIMI G., MENAUT J. C. ET PIOT J., 1983-
Espèces ligneuses et herbacées dans les écosystèmes pâturés sahéliens de Haute Volta. ACCGRIZA (LAT), gerdat, 124p

TROUCHAIN J., 1980 - *Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique*, Université Paul sebastier, Toulouse, 468p.

VIERS GEORGES, 1970 - *Géographie des forêts*, presse universitaire de France ; xp

VINCKE C., 1995 – *La dégradation des systèmes écologiques sahéliens. Effets de la sécheresse et des facteurs anthropiques sur l'évolution de la végétation ligneuse du Ferlo (Sénégal)*. MFE, UCL-FSA/UEF, 82p

WEIGEL J., (1994) - *Agroforesterie Pratique à l'usage des agents de terrain en Afrique tropicale sèche* ; édition du ministère de la coopération française, 211p

Année : 2007

Titre : La flore et végétation de la forêt classée de Ngouye dans le Gorgol, en zone Sud – Mauritanie

Nature : Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) de Biologie Végétale,
Option : Ecologie

Auteur : Diakité Bakary Mamadou

Résumé

Ce travail a établi les principaux groupements et caractériser la flore ligneuse de la forêt classée de Ngouye (Maghama, Sud de la Mauritanie). Il présente le milieu d'étude et aborde les méthodes de collecte et de traitement des données. Les observations ont consisté à faire des relevés de la végétation (composition, circonference du tronc, diamètre du houppier, hauteur de l'arbre, distance entre deux les plus proches).

Trois microsites selon la toposequence ont été identifiés : une forêt des dépressions, une forêt des pentes et celle des zones tabulaires. Elles renferment 14 espèces ligneuses reparties en espèces communes (*Acacia nilotica* (L.) Willd.) et en espèces caractéristiques (*Guiera senegalensis* J. F. Gmel et *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.) de la zone tabulaire.

La surface terrière, le recouvrement et la densité sont beaucoup plus importants dans la forêt des dépressions. Quant à la diversité spécifique, elle est plus élevée pour les zones tabulaires.

La composition floristique est largement dominée par les espèces ligneuses de la famille de Mimosaceae en particulier de l'espèce *Acacia nilotica* (L.) Willd.. Cette dominance serait liée à l'inondation saisonnière de la zone, et tend à se renforcer par augmentation des surfaces inondées. *Acacia nilotica* (L.) Will. est l'espèce le plus abondant et mieux distribuer dans la forêt suivi de l'*Acacia albida* (Del.) A. chev..

Mots clés : Inventaire floristique, relevé de végétation, diversité spécifique, forêt, type de végétation, microsites, Maghama, sud-Mauritanie

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| Résumé | 1 |
| Table des illustrations..... | 4 |
| Liste des tableaux | 4 |
| Liste des figures | 4 |
| Liste des Acronymes | 4 |
| Introduction..... | 5 |
| CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE..... | 6 |
| 1.1 - LA MAURITANIE : QUELQUES CARACTERISTIQUES..... | 6 |
| 1.1.1 - Situation géographique..... | 5 |
| 1.1.2 - Sol | 7 |
| 1.1.3 - La végétation | 7 |
| 1.1.4 - Hydrologie..... | 8 |
| 1.1.5 - Activités économiques..... | 8 |
| 1.1.5.1 - L'agriculture..... | 8 |
| 1.1.5.2- L'Elevage..... | 8 |
| 1.2 - LES RESSOURCES FORESTIERES EN MAURITANIE..... | 9 |
| 1.2.1 - Importance des formations arborées | 10 |
| 1.2.2 - Les règles d'utilisation : le statut de l'arbre | 12 |
| 1.3 - LA ZONE D'ETUDE : LE GORGOL (NGOUYE) | 11 |
| 1.3.1- Les facteurs climatiques | 11 |
| 1.3.1.1 - Les précipitations..... | 12 |
| 1.3.1.2 - Les Températures | 13 |
| 1.3.1.3-Bilan climatique..... | 13 |
| 1.3.2 - Les sols..... | 14 |
| 1.2.3 - Le Vent..... | 15 |
| CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES..... | 16 |
| 2.1 - Echantillonnage | 16 |
| 2.2 - Liste floristique..... | 16 |
| 2.3 - Relevés de végétation | 16 |
| 2.4 -Traitement des données..... | 16 |
| CHAPITRE 3 : RESULTATS..... | 18 |
| 3.1 - Le cortège floristique..... | 18 |
| 3.2 - Caractéristiques de la végétation..... | 17 |
| 3.2.1 - Diversité spécifique et niveau d'organisation du peuplement ligneux | 17 |
| 3.2.2 - Effectif | 19 |
| 3.2.2 - Le recouvrement | 19 |
| 3.2.2.1 - Le couvert | 18 |
| 3.2.2.2 - La surface terrière | 18 |
| 3.2.3 - La Densité | 20 |
| 3.2.4 - Structure du peuplement..... | 20 |
| 3.2.4.1 - Variations suivant la hauteur | 19 |
| 3.2.4.2 - Variations selon la grosseur du tronc des arbres..... | 22 |
| 3.2.4.3 - A la recherche de l'homogénéité du milieu : par l'AFC | 23 |
| 3.3.2 - Caractéristiques des groupes identifiés | 25 |
| Chapitre 4 : Discussion Conclusion..... | 27 |
| 4.1 Discussion | 27 |
| 4.2 - Conclusion..... | 28 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 31 |

Table des illustrations

Liste des tableaux

Figure 1 : Localisation de la forêt de Ngouye (Sonader, Maghama)

Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la station de Kaédi pour la période 1985-2005

Figure 3 : Distribution du peuplement et les quatre espèces les plus fréquentes selon les classes de hauteur

Figure 4 : Répartition du peuplement et les quatre espèces les fréquentes selon la circonférence

Figure 5 : Diagramme de la matrice 20 relevés x 14 espèces ligneuses présentes dans la forêt de N'gouye.

Figure 6 : Structure de différents groupes : répartition en hauteur et en circonférence

Figure 5 : Distribution du peuplement et les quatre espèces les plus fréquentes selon les classes de hauteur

Figure 6 : Répartition du peuplement et les quatre espèces les fréquentes selon la circonférence

Liste des figures

Tableau 1 : Répartition des forêts classées par Wilaya (région)

Tableau 2 : Potentialités ligneuses et répartition de la production annuelle par wilaya (Région)

Tableau 3 : Pluviométrie mensuelle de la station de Kaédi (1997 -2006)

Tableau 4 : Pluviométrie mensuelle de la station de Maghama (1997 - 2006)

Tableau 5 : Températures minimales à Kaédi

Tableau 6 : Températures maximales à Kaédi

Tableau 7 : variations mensuelles de la vitesse des vents à 10 Ms (m/s) pour la station de Kaédi

Tableau 8 : Liste des familles et leur importance relative

Tableau 9 : inertie des données

Tableau 10 : Paramètres des espèces ligneuses recensées à Ngouye

Liste des Acronymes

FAO : Fond mondial pour l'Agriculture et l'Alimentation

SEPMCE : Secrétariat D'état auprès du Premier Ministre Charge de L'environnement

AGRHYMET : Agriculture, Hydrologie et Météo

SONADER : Société Nationale pour le Développement Rural

Introduction

L'état des forêts tropicales et particulièrement en milieu sahélien, interpelle la communauté internationale. La disparition progressive des forêts est aujourd'hui une réalité, en raison de l'intérêt accru, en particulier pour le bien-être de l'homme d'aujourd'hui et de demain.

De nombreux endroits des pays d'Afrique étaient autrefois boisés, sinon couverts de forêt depuis, la côte jusqu'au cœur du continent. Avec l'expansion de l'agriculture et des villes, nous avons assisté à impuissants à la déforestation et à la fragmentation des écosystèmes.

En Afrique de l'Ouest, le climat est devenu progressivement plus aride, entraînant la disparition de la forêt humide, reléguée le long de certains cours d'eau pour constituer des galeries forestières.

Le bois est la principale source de combustible des ménages en milieu rural comme dans les villes ; c'est aussi le matériau de construction le plus usité. Satisfaire ces différents besoins des populations requiert un certain volume de bois (bois de feu, matériau de construction). Cela provoque donc la destruction des forêts.

Les combustibles de substitution, comme le pétrole et le gaz, ne parviennent pas à s'imposer, car au prix de production s'ajoutent les frais de transport et la part (TVA) de l'Etat. Ainsi à l'intérieur d'un même pays, le prix de la bouteille de gaz (3kg) passe du simple au double, voire au triple. Alors que le pouvoir d'achat des ruraux est nettement plus faible que celui des citadins. Ainsi la collecte du bois de feu et la production de charbon de bois se poursuivent anarchiquement dans les milieux naturels.

La coupe de bois et le pâturage sélectifs sont donc les premiers facteurs de disparition des espèces utiles. Un changement dans la composition des espèces appétées vers celles peu ou pas appétées, et une réduction simultanée du couvert ligneux, aboutissent à une diminution de la production potentielle de la zone.

Malgré l'importance ainsi définie des zones boisées ou des forêts, il existe des forêts où la composition spécifique est peu ou pas connue.

L'objectif de notre travail est d'établir la diversité spécifique et de caractériser les variations spatiales de la végétation ligneuse de la forêt classée de Ngouye dans le Département de Maghama, en zone Sud-Mauritanienne.

Le présent document est composé de quatre chapitres. Le premier chapitre a présenté brièvement la Mauritanie et la zone d'étude. Le second a porté sur le matériel et les méthodes utilisés. Dans le troisième chapitre, nous exposerons les résultats obtenus, qui ont été discutés dans le dernier chapitre.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

6

L'étude a été menée dans la forêt classée de Ngouye (encore appelée Gaouradji) située dans la grande Région du Sud-Mauritanie, le Gorgol.

1.1 - LA MAURITANIE : QUELQUES CARACTERISTIQUES

1.1.1 - Situation géographique

Située entre 16° et 26° Nord et entre 5° et 16° Ouest, la Mauritanie est un pays qui s'étend sur une superficie 1. 035. 000 km² avec une population de 3. 000. 000 d'habitants. Elle est subdivisée en douze (12) régions reparties entre le grand Sahara (4) et la zone semi-désertique (8).

Sa position charnière sur les plans ethnique et chorologique entre le Maghreb et l'Afrique noire lui confère une situation géographique particulière. La Mauritanie s'identifie en effet au Sahara par la majeure partie de son territoire situé au Nord (environ 75%) et au Sahel *stricto sensu* par sa frange sud, bande d'environ 150 km de large, qui s'étend de la côte Ouest, soumise à l'influence atlantique, jusqu'aux vastes prairies du Hodh oriental.

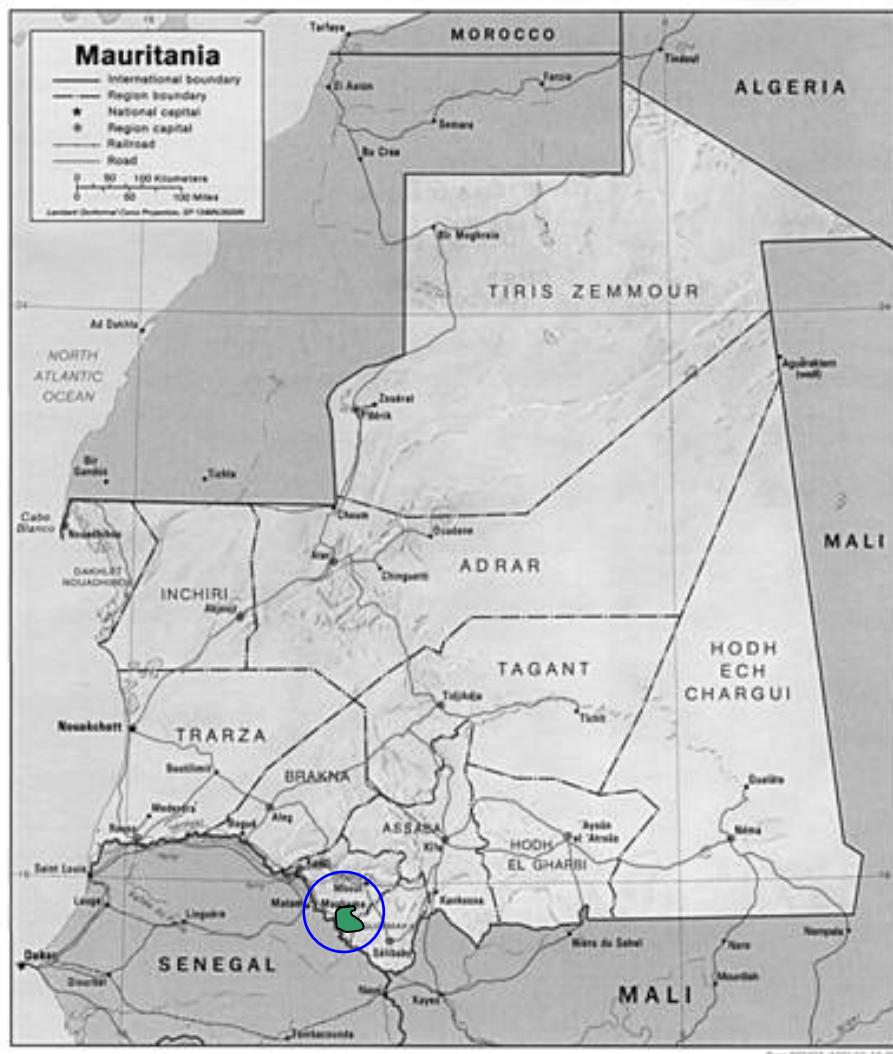


Figure 1 : Localisation de la forêt classée de Ngouye (Sonader, Maghama : 2006)

1.1.2 - Sol

Dans un même milieu climatique, les propriétés physicochimiques du sol et du sous-sol, la pente et l'exposition, la particularité du drainage modifient les conditions de vie des végétaux. D'une manière générale, toute aggravation des conditions moyennes d'un milieu : sol plus pauvre ou plus mince, se traduit par un appauvrissement de la flore forestière et par la domination de certains arbres qui, parfois, ne figure dans la « normale » du domaine climatique.

La nature du sol, dans un même climat, influe sur les caractères de la forêt. La liaison forêt et sol est complexe et dialectique puisque la forêt comme toute formation végétale, participe à la création du sol. Il est bien connu que la fertilité des sols de la forêt est inséparable de la présence de la forêt. C'est elle qui l'entretient en fournissant aux horizons superficiels humus et sels minéraux puisés en profondeur par les racines. Le couvert détruit, ces éléments sont rapidement lessivés sous l'effet des pluies dans une ambiance chaude et il s'appauvrit en quelques saisons.

La profondeur du sol joue un rôle primordial : elle est limitée, en général, par la roche mère inaltérée, quelquefois aussi par la présence d'un horizon compact ou durci, impénétrable aux racines.

L'équilibre des sols est très fragile, il est assuré par des formations végétales assez variées, dont l'état et le pouvoir de protection dépendent, entre autres facteurs, de la pluviométrie (Courcel, 1984).

1.1.3 - La végétation

Si le sahel apparaissait jadis comme une « zone de transition entre la végétation désertique saharienne et la végétation sahélio-soudanienne » (Chevalier 1933), ce territoire est défini aujourd'hui comme une réelle entité phytogéographique avec ses caractéristiques climatiques, phyto-écologique et pastorales (Le Houérou, 2004).

La végétation caractéristique du Sahel est une steppe arbustive, rarement arborée ; discontinue par endroits, constituée en mosaïque de formations variées ayant le même fond floristique. Selon Auberville (1949), la steppe est constituée d'un tapis herbacé, prédominant des espèces annuelles de type graminéen, d'une hauteur de 50 à 80 cm : *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*....

La strate ligneuse est composée d'arbustes (5 à 7m) et d'arbres (8 à 20m) plus ou moins espacés, dominée par 4 familles : *Mimosaceae* (*Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev.), *Combretaceae* (*Combretum glutinosum*), *Tiliaceae* (*Grewia bicolor*). La plupart des ces arbres et arbustes sont caducifoliés.

L'un des traits de la zone d'étude est l'alternance des zones inondées et des zones exondées, avec une physique spécifique :

- les zones inondées, elles dépendent essentiellement de la durée de l'inondation et la hauteur de la lame d'eau. Deux formations végétales peuvent être mises en évidence, en fonction de la topographie du sol :
 - ❖ sur les parties profondes et longuement inondées, une forêt dense composée essentiellement d'*Acacia nilotica* (L.) Willd. ;
 - ❖ sur les rives temporairement inondées, une forêt moins dense pluri-espècifique composée d'*Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev. ;
- les zones exondées, la végétation est dominée par une steppe arbustive, localement

arborée composée de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Zizyphus mauritiana* Lam. et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst.

1.1.4 - Hydrologie

La répartition des pluies dans le temps et dans l'espace favorise un endoréisme presque généralisé dans le Sud mauritanien (exception fait du fleuve Sénégal). Les causes de cet endoréisme sont anciennes et récentes. Pendant le pléistocène, l'écoulement a été fortement modifié au moment de la mise en place des dunes et ergs. Ce phénomène se poursuit de nos jours dans la vallée du fleuve Sénégal et du Niger (Michel, 1973), du fait de l'aggravation de la sécheresse depuis près de trente ans.

Le fleuve Sénégal est de type tropical sec, dépendant uniquement de la pluviométrie. Ce cours d'eau est caractérisé par :

- une grande variabilité des débits (mensuels) ;
- un écoulement continu concentré sur deux ou trois mois seulement et pouvant être altéré selon les années ;
- une faiblesse des modules mensuels ou annuels.

La faible quantité d'eau au cours de l'année est insuffisante pour alimenter les nappes profondes. Elle ne peut participer qu'au renouvellement des nappes superficielles, aux besoins du couvert végétal et au maintien des activités humaines. Le pays compte deux principaux bassins hydrologiques ; basin Sénégalo-mauritanien et le bassin de Tawdini.

1.1.5 - Activités économiques

Elles sont multiples et nombreuses et reposent surtout sur l'exploitation des ressources naturelles. Les principales activités sont l'agriculture, l'élevage, la pêche.

1.1.5.1 - L'agriculture

L'agriculture occupe 67% de la population active mauritanienne et contribue pour 1/3 au PNB, elle constitue l'activité principale de plus de 75% de la population du département de Maghama (SEPMCE, 2007).

Le département bénéficie d'un dépôt d'alluvions très fertiles qui constitue un atout majeur pour l'agriculture. La grande partie de terres de plaines inondables est cultivée grâce aux apports de matière organique charriée par les crues (Le Barbe et al, 1993). Cette fumure naturelle renouvelée de façon cyclique permet aux paysans de pratiquer des cultures de décrue.

La culture de décrue est incontestablement la première source de production céréalière en remplacement des cultures sous pluie en raison des déficits pluviométriques. Les principales productions végétales sont le Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), le maïs (*Zea mays* L.), le mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). Les cultures du riz (*Oryza glaberrima* Steudel) et de l'arachide (*Arachis hypogaea*) sont localisées au Sud du département ; elles sont surtout pratiquées par les femmes.

La péjoration climatique des dernières décennies a entraîné la fragilisation des systèmes de production basés sur les cultures pluviales de la frange sahélienne du pays. On a assisté à un effondrement des productions agricoles consécutif à une baisse sensible de la fertilité des sols.

Pour combler le déficit vivrier, les producteurs font généralement recours à l'augmentation des superficies emblavées par déforestation. Ils utilisent peu des fumures sauf pour les parcelles irriguées. Les champs devenus pauvres sont abandonnés (ou mis en jachère

1.1.5.2 - L'élevage

En 2002, le pays comptait 1,2 million de chameaux, 1,5 million de bovins, 7,6 millions de moutons et 5,1 millions de chèvres.

Le secteur est potentiellement une zone d'élevage, mais il reste traditionnel et non extensif ; il s'agit essentiellement des élevages de bovin, d'ovins de caprins, de équins de asins. On note aussi la présence de quelques volailles. La zone est régulièrement transhumée par les dromadaires pendant la saison sèche (Mars à juin).L'élevage de cet animal est localisé plus au Nord, la présence des pluies et des moustiques en saison humide au Sud du pays est défavorable à ce type d'élevage

L'alimentation des troupeaux est assurée dans la zone de pâturage, pour cela la forêt et les champs (résidus et récolte) jouent un rôle essentiel dans cette région où l'herbe se raréfie pendant des longs mois. L'affouragement du bétail à partir des arbres s'effectue grâce à la pratique de l'émondage qui consiste à élaguer les branches des arbres. Malgré la présence des gardes forêt dans toutes les localités environnantes, cette pratique existe toujours dans la forêt. Autrefois l'abreuvement se faisait uniquement au niveau de la vallée du fleuve Sénégal pendant la saison sèche mais depuis l'avènement des ponts (à Toulel, Toumbél et Taga) munis des portes dont la fermeture ou l'ouverture dépend de la volonté des populations riveraines. Les mares contiennent de l'eau presque toute l'année, constituent ainsi des points d'abrévement des troupeaux. L'élevage est très important en milieu Peuhl, les hommes s'occupent de la garde des troupeaux et les femmes commercialisent les produits (le lait surtout). Le bétail joue un rôle socio-économique très important, les moutons et les chèvres sont régulièrement vendus permettant de résoudre les problèmes quotidiens des éleveurs (frais médicaux, dot de mariage).

Une petite unité de production de miel (ONG : IDSEPE, coopératif apicole de Ngouye) est plantée à l'extrême sud de la forêt, les arbres jouent un rôle déterminant dans cette production car collectivement (en raison de leur floraison échelonnée dans le temps) ils procurent aux abeilles un approvisionnement constant en nectar (substance fondamentale dans la production du miel)

L'action du bétail est aussi à mentionner, en présence d'un ensemble d'arbres et arbrisseaux, le bétail broutent toutes les jeunes pousses, suffisamment tendre, qui sont à sa portée. Il en résulte que les jeunes arbres sont soumis à une sorte de taille, d'autant plus souvent répétée que le bétail est plus nombreux. S'ils sont encore de petites dimensions, ils ne peuvent survivre ; plus grands et plus âgés, ils prennent une forme buissonnante. La forêt pâturée devient de plus en plus claire par disparition progressive des arbres qui ne peuvent pas se régénérer ou restent à l'état buissonnante.

Suivant l'intensité du pâturage, la transformation de la forêt est plus ou moins complète. A cet égard la chèvre est reconnue comme ayant de beaucoup l'action la plus intense, celle du mouton est très forte, tandis que l'action du bœuf serait modérée.

1.2 - LES RESSOURCES FORESTIERES EN MAURITANIE

Située sur la ligne de front de la désertification, la Mauritanie est donc le pays sahélien le

plus aride et caractérisé par une acuité particulière des défis environnementaux ; c'est sans doute le pays du sahel le plus affecté par la dégradation des ressources naturelles surtout ligneuses en raison de :

- la péjoration du climat qui pousse les agriculteurs à mettre en culture des sols marginaux et les éleveurs à exploiter des pâturages particulièrement sensibles à l'érosion, réduisant ainsi leur productivité ;
- irrégularité des précipitations et un déplacement des isohyètes de 100 km plus au Sud,
- La persistance de la sécheresse ;
- la démographie galopante avec un taux d'accroissement rapide de 2,9 % pour une période de 10 ans (1990 – 2000) ;
- une sédentarisation plus poussée suite à un exode rural massif favorisant l'émergence de grands centres urbains comme Nouakchott et Nouadhibou ;
- une exploitation irrationnelle des ressources ligneuses ;

Cette situation a engendré un bouleversement du mode d'occupation de l'espace et par conséquent la gestion des ressources.

La consommation de l'énergie domestique reste encore dominée par les ressources ligneuses malgré la faible capacité de production des forêts. Ainsi cette production annuelle est seulement de 560.000 m³ de bois par an alors que la consommation réelle est évaluée à près de 2 millions de mètres cubes (précisément 1,8 million de m³) de bois par an, soit plus de trois (3) fois les capacités naturelles de régénération des forêts.

Les besoins annuels par habitant en effet sont de l'ordre de 38,9 kg de charbon de bois et de 190 kg de bois de feu. Le bois d'énergie demeure encore et pour longtemps le principal combustible domestique pour la majeure partie de la population mauritanienne (plus de 2/3), notamment pour ceux qui vivent encore en milieu rural et dans les agglomérations périurbaines et semi rurale et pour lesquels la contrainte « revenu et pouvoir d'achat » limite considérablement les perspectives de substitution par des combustibles modernes.

1.2.1 - Importance des formations arborées

Les dernières estimations ont été rapportées par la FAO (2001). Ainsi les arbres seraient présents en Mauritanie sur environ 4 387 000 ha dont 77 000 ha de formations arborées denses, 525 000 ha de formations arborées ouvertes et 3 785 000 ha de formations arbustives.

Les potentialités de ces formations boisées représenteraient environ 138.000 km² et leur production annuelle est de 940 000 m³/an de bois.

Tableau 1 : Potentialités ligneuses et répartition de la production annuelle par wilaya (Région) (Source : SEPMCE, 2007)

| Wilaya | Superficies km ² | Production annuelle m ³ .km ⁻² | Product. totale m ³ |
|----------------|-----------------------------|--|--------------------------------|
| Hodh charghi | 35000 | 4,6 | 161000 |
| Hodh el gharbi | 30000 | 5,2 | 156000 |
| Assaba | 25000 | 7,4 | 185000 |
| Gorgol | 11000 | 14 | 154000 |
| Brakna | 13000 | 6 | 78000 |
| Trarza | 10000 | 4,5 | 45000 |
| Tagant | 7000 | 4 | 28000 |
| Guidimagha | 7000 | 19 | 133000 |
| TOTAL | 138000 | 64.5 | 940000 |

La disparition des ressources ligneuses est essentiellement consécutive à une exploitation anarchique, qui consomme environ 40 000 ha par an alors que reforestation, à travers les différentes opérations de reboisement, n'est que de 5000 ha par an (SEPMCE, 2007). La catastrophe, liée à la disparition de l'arbre dans l'écosystème serait donc toute proche.

Les 30 forêts classées recensées dans tout le pays (tableau 2) sont réparties sur une superficie de 48 000 ha.

Tableau 2 : Répartition des forêts classées par Wilaya (région)

| WILAYA | FORETS | SUPERFICIE (ha) |
|------------|------------------|-----------------|
| TRARZA | Bouhajra | 32 |
| | Keur Mour | 450 |
| | Gani | 220 |
| | M'barwadji | 486 |
| | Dioldi | 627 |
| | Kenndi | 447 |
| BRAKNA | Tessen | 453 |
| | Mboyo | 294 |
| | Dar El Barka | 328 |
| | Oologo | 217 |
| | Silbe | 2 736 |
| | Afina + Twedieri | 507 |
| | Lopel | 582 |
| | Ganki | 600 |
| GORGOL | Diobivol | 754 |
| | Dindi | 395 |
| | Dao | 958 |
| | Yame N'diaye | 530 |
| | Ngouye | 1 825 |
| GUIDIMAGHA | Melgue | 606 |
| | Seydou | 320 |
| | Bouli | 600 |
| | Kalinioro | 620 |
| | Wed Jrid | 115 |
| ASSABA | Neham | 134 |
| | Maraisder | 3 065 |
| TAGANT | El Mechra | 450 |
| | Legdem | 550 |
| | Tintal | 4 445 |

| | | | |
|----------------|----|--------------------|------|
| HODH GHARBI | EL | Tamourt Tamchekett | 1650 |
|----------------|----|--------------------|------|

1.2.2 - Les règles d'utilisation : le statut de l'arbre

Le plan de développement économique d'une région, d'une zone ou d'une quelconque subdivision administrative ne peut pas faire abstraction du principe de l'utilisation des terres suivant leur vocation. En Mauritanie, ne pas promouvoir l'équilibre agro-sylvo-pastoral pourrait compromettre toutes politiques nationales ou régionales de développement.

Dans ce cadre, et compte tenu de tous les facteurs naturels et sociaux conditionnant la vie en milieu rural, il a été défini les surfaces forestières afin d'en interdire toute action de mise en valeur agricole (au sens strict) et de maintenir un taux de boisement utile et nécessaire à l'équilibre climatique et hydrologique. Dans ce pays, non seulement l'agriculture occupe une place très importante, mais aussi les forêts jouent un rôle déterminant dans le développement économique et social.

Globalement, des principes de gestion traditionnelle des ressources forestières ont été partout initiés. Ces règles de gestion coutumières ne sont pas écrites ; elles reposent sur le principe de l'appropriation de l'arbre qui est généralement liée à celle de la terre.

Ainsi : « celui qui possède une terre, possède aussi les arbres situés sur cette terre, et donc la propriété du sol qui lui confère le droit de planter, de tailler et de couper les arbres ».

A coté de ce mode de gestion des forêts, l'état a développé et mis en place les services des Eaux, Forêts et Chasses, souvent à l'origine des exactions vis-à-vis des populations. Ces exactions ont toujours consisté à des emprisonnements, des amendes pour des feux de brousse, des coupes d'arbre non autorisée....

1.4 - LA ZONE D'ETUDE : LE GORGOL (NGOUYE)

Située à 16°29 N et à 12°56 O, la forêt classée de Ngouye (localement appelée Gaouradjî) est dans la grande Région du Sud, le Gorgol (dont la capitale régionale est Kaédi), dans le département de Maghama et la communauté rurale de Maghama.

Sur une superficie de 1 825 hectares, la forêt est limitée au Sud et à l'Ouest par le fleuve Sénégal, à l'Est par des terres de culture de décrue et le village de Fimbo dans le Djéri, au Nord par un système dunaire fixe de Taga.

1.3.1 - Les facteurs climatiques

La zone d'étude est située dans le domaine sahélien (Aubreville, 1950). Le climat est caractérisé par une saison des pluies de 3 mois et une saison sèche qui dure 9 mois ; elle est pratiquement sans pluie. Ce milieu connaît une perturbation climatique caractérisée par une série de sécheresse.

1.3.1.1 - Les précipitations

Les précipitations constituent l'élément principal qui permet de caractériser un milieu. Dans le tableau 3, sont présentées les données de pluviométrie mensuelle de la station de Kaédi (station de référence ayant la longue série de données par rapport à la station de Maghama).

Lorsque l'on considère la quantité de pluie enregistrée (30 mm) qui définit le mois de démarrage de la saison des pluies (Akpo, 1993), on a retenu le mois de juin dans les deux stations pour 3 années sur 10 (1997, 2003 et 2006 à Kaédi ; 1999, 2000, et 2002 à Maghama).

Pour ce mois de juin, la quantité de pluie enregistrée est plus importante à Maghama ; la différence est de 23,4%.

Quelque soit le mois dans la saison des pluies, la quantité enregistrée est toujours plus élevée à Mgħama.

Tableau 3 : Pluviométrie mensuelle des 10 dernières années (1997-2006)

a) Station de Kaédi (1997-2006)

| Année | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai | Jui. | Juil. | Aoû. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | TOTAL |
|-------|------|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| 1997 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 30 | 18 | 110 | 38 | 5 | 0 | 0 | 222 |
| 1998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 106 | 26 | 108 | 0 | 0 | 0 | 240 |
| 1999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 85 | 88 | 154 | 0 | 0 | 0 | 328 |
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 122 | 87 | 97 | 0 | 0 | 392 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 56 | 58 | 77 | 34 | 0 | 0 | 233 |
| 2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 54 | 43 | 45 | 0 | 0 | 156 |
| 2003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 10 | 146 | 84 | 40 | 0 | 0 | 341 |
| 2004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 142 | 160 | 22 | 0 | 0 | 0 | 324 |
| 2005 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 27 | 176 | 63 | 129 | 3 | 0 | 0 | 398 |
| 2006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 97 | 74 | 109 | 0 | 0 | 0 | 326 |
| MOY | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 2,1 | 18,3 | 78 | 90,1 | 85,1 | 22,4 | 0 | 0 | 296 |

b) Station de Maghama (1997 – 2006)

| Année | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai. | Jui. | Juil. | Aoû. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | TOTAL |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 1997 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 13 | 88 | 118 | 0 | 0 | 0 | 234 |
| 1998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 142 | 128 | 0 | 0 | 0 | 325 |
| 1999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 33 | 158 | 176 | 119 | 0 | 0 | 0 | 489 |
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 66 | 157 | 73 | 119 | 0 | 0 | 495 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 155 | 130 | 98 | 66 | 0 | 0 | 457 |
| 2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 46 | 191 | 71 | 21 | 0 | 0 | 396 |
| 2003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 28 | 192 | 110 | 3 | 0 | 0 | 344 |
| 2004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 23 | 155 | 106 | 68 | 10 | 0 | 0 | 365 |
| 2005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 104 | 59 | 155 | 16 | 0 | 0 | 344 |
| 2006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 87 | 111 | 0 | 0 | 0 | 218 |
| MOY | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 23,9 | 80 | 132,8 | 105,1 | 23,5 | 0 | 0 | 366,7 |

La pluviométrie annuelle des dix dernières années (1997-2006) a varié de 156 à 398 mm pour la station de Kaédi (tableau 3a) et de 218 à 495 mm à la station de Maghama (tableau 3b), soit une pluviométrie moyenne interannuelle de 296 et de 366 mm respectivement. La différence est de 19,1%. Cette différence peut en fait être considérée comme celle caractérisant les stations pluviométriques en zone sahélienne (Akpo, 1993). La saison des pluies est donc meilleure à Maghama qu'à Kaédi.

1.3.1.2 - Les Températures

Elles varient en fonction des années et des saisons :

- ❖ en saison des pluies, de juin à septembre, les valeurs varient entre 31,69 et 30,9°C ;
- ❖ en saison fraîche, de décembre à février, ce trois mois présentent les plus basses valeurs : entre 25,15 et 26,48°C. La température moyenne minimale du mois le plus froid (janvier) a été de 17,7°C en 1999 ;
- ❖ en saison sèche chaude, de Mars à Juin, avec des températures élevées, atteignant au mois de mai, le plus chaud, 40,7 à 43,3 °C.

La moyenne annuelle des valeurs extrêmes de température varie de 19,4 (janvier) à 28,4°C (mai) pour les minima, de 32,4 (janvier) à 42,7°C (mai) pour les maxima. Le mois de janvier est le mois plus frais tandis que le mois de mai est le mois le plus chaud.

Tableau 5 : Valeurs extrêmes des températures à Kaédi (Source AGRHYMET Nchott, 2007)

a) Températures minimales

| Année | Janv. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | JUIL. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| 1996 | 20 | 22,3 | 23,9 | 25,9 | 28,8 | 27,1 | 26,1 | 24,9 | 25,8 | 25,2 | 23,2 | 20,1 |
| 1997 | 20,7 | 23,1 | 22,5 | 24,8 | 29,1 | 27,5 | 27,2 | 26,1 | 26,5 | 26,7 | 24,3 | 19,8 |
| 1998 | 19,4 | 25 | 25,5 | 28,3 | 29,9 | 29,2 | 26 | 26,2 | 26 | 26,6 | 23,3 | 20,8 |
| 1999 | 17,7 | 18,5 | 23,2 | 26 | 27,1 | 28 | 25,8 | 25,7 | 25,6 | 25,6 | 23,6 | 20,3 |
| 2000 | 20,8 | 21,5 | 24,5 | 28,5 | 26,9 | 26,1 | 25,5 | 24,9 | 25,4 | 24,1 | 22,7 | 19,3 |
| 2001 | 18,1 | 21,1 | 23,8 | 25,3 | 26,8 | 26,8 | 26 | 26,5 | 25,5 | 25,3 | 23,5 | 22,1 |
| 2002 | 19,4 | 21,4 | 23,2 | 24,6 | 28,3 | 27,6 | 26,2 | 26,5 | 26,6 | 26,4 | 23,5 | 21,3 |
| 2003 | 19,1 | 21,1 | 25,2 | 27,2 | 28,7 | 27,3 | 27 | 25,7 | 25,9 | 26,1 | 24,3 | 19,7 |
| 2004 | 19,3 | 22 | 24,1 | 26,2 | 29,1 | 27,9 | 26 | 25,2 | 25,9 | 26,2 | 24,1 | 21,8 |
| 2005 | 19,3 | 20,3 | 24,7 | 27,7 | 29,4 | 27,8 | 26,3 | 25,9 | 25,6 | 26,6 | 23,7 | 22,6 |

b) Températures maximales

| Année | Janv. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | JUIL. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| 1996 | 34,8 | 36,6 | 36,6 | 42 | 43,1 | 41,7 | 37,6 | 34,8 | 36,6 | 39,3 | 36,3 | 33,8 |
| 1997 | 33 | 35,9 | 35 | 39,3 | 41,3 | 39,6 | 38,9 | 36,8 | 36 | 39,3 | 38 | 32,6 |
| 1998 | 32,5 | 37,5 | 38 | 37,8 | ** | 42,1 | 37,5 | 35,1 | 35,4 | 38,9 | 36,3 | 32,3 |
| 1999 | 29,9 | 32 | 37,4 | 40,8 | 42,9 | 40,9 | 35,9 | 34,7 | 35 | 36,6 | 36,7 | 32,4 |
| 2000 | 33,2 | 34,2 | 40,3 | 42,7 | 42,4 | 40,2 | 36,4 | 34,5 | 36,3 | 35,9 | 35,9 | 33,9 |
| 2001 | 34,3 | 35,1 | 40,1 | 41 | 42,8 | 40,7 | 36,9 | 36,9 | 36,3 | 39,2 | 36 | 35,8 |
| 2002 | 31,1 | 34,9 | 37,6 | 38,7 | 42,7 | 40,9 | 38,6 | 37,2 | 38 | 38,4 | 37 | 33,9 |
| 2003 | 31,5 | 35,2 | 39,7 | 41,1 | 43,3 | 40 | 37,3 | 34,3 | 34,8 | 36,6 | 36,8 | 33,2 |
| 2004 | 32,4 | 35,8 | 37,7 | 40,9 | 43,1 | 41,5 | 36,8 | 35,2 | 37,5 | 40,2 | 36,9 | 33,7 |
| 2005 | 31,6 | 32,7 | 39,6 | 42,5 | 42,7 | 40,7 | 36,8 | 35,2 | 35,7 | 38,5 | 37,1 | 34,6 |

1.3.1.3 - Bilan climatique

Le bilan climatique (Figure 3) a été établi en utilisant les pluviométries mensuelles et les températures moyennes enregistrées à la station météorologique de Kaédi. Ce double diagramme désigne ce que l'on a appelé la courbe ombrothermique ou courbe de Gaussen. La station de Maghama ne dispose que de données pluviométriques, qui ont été projetées sur la courbe de Kaédi afin de déterminer pour la communauté rurale les mois biologiquement humides (pendant lesquels la courbe de température passe au-dessus de celle de la pluviosité) et les mois secs.

La saison des pluies démarre effectivement dans le mois de juillet dans les deux stations. Elle finit aussi en septembre. Le diagramme confirme bien l'existence d'une courte saison humide de trois (3) mois, juillet à septembre, et d'une longue saison sèche d'octobre en juin, soit de 9 mois.

1.3.2 - Les sols

Sur le plan géologique, la plupart des sols de cette partie Sud du département de Maghama sont sableux, limoneux sableux, limoneux - argileux ou argileux.

On y identifie aussi des sols hydromorphes et halomorphes établis sur matériaux alluvial, argileux et sablo-argileux du continental terminal.

Les sols, à hydromorphie temporaire en profondeur, sont gorgés d'eau pendant la saison des pluies (juillet à septembre) à la suite des crues du fleuve Sénégal. Ces sols sont localisés dans les plaines alluviales du sud du pays. De texture argileuse (40 à 70% argileux), ces sols sont riches en matière organique et en éléments minéraux ; Ce sont des sols très cultivés.

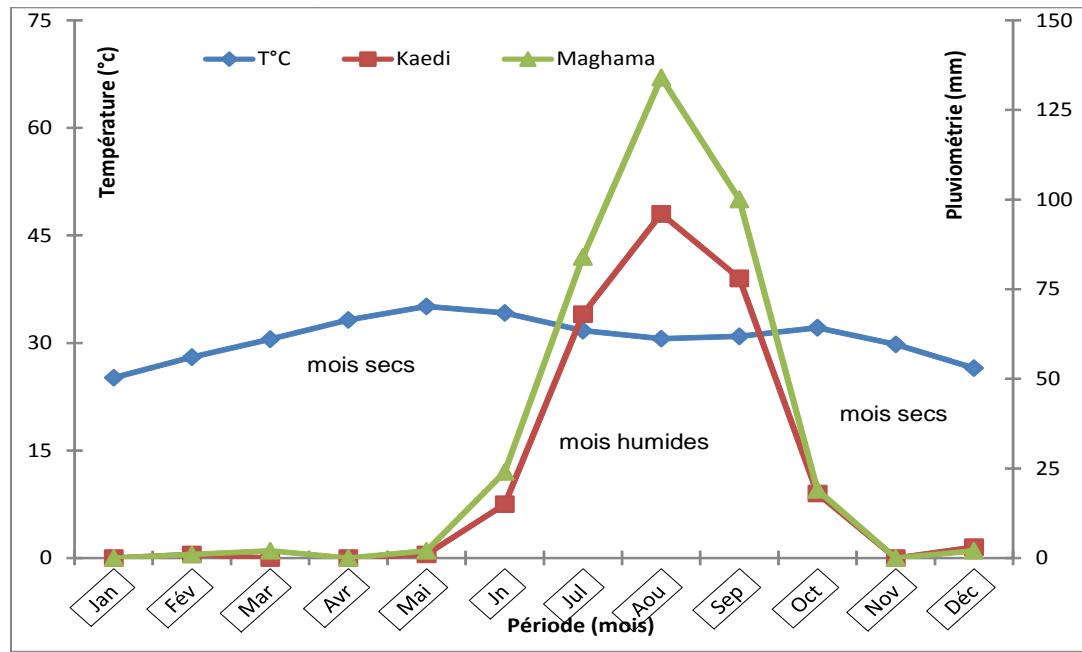


Figure 2 : Diagramme climatique des stations de Kaédi et de Maghama (1985-2005)

1.2.3 - Le Vent

Le vent a une action directe desséchante, en accélérant la transpiration par un renouvellement rapide des couches d'air au contacte des feuilles. IL agit indirectement sur la végétation en modifiant la température ou l'humidité.

Tableau 4 : variations mensuelles de la vitesse des vents à 10 Ms (m/s) pour la station de Kaédi
(Source : Agrhytmé de Nchtt)

| Années | Jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|--------|------|------|------|-------|------|------|---------|------|-------|------|------|------|
| 1995 | 5,3 | 4,3 | 3,2 | 3,7 | 3,5 | 3,9 | 4 | 2,6 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 3,3 |
| 1996 | 2,9 | 3,8 | 3,5 | 3,3 | 3,5 | 2,8 | 3,4 | 2,9 | 2 | 2,2 | 2,8 | 2,7 |
| 1997 | 3,6 | 4,5 | 4,4 | 3,9 | 3,5 | 3,5 | 4,2 | 2,7 | 1,9 | 2,3 | 2,1 | 3,1 |
| 1998 | 3,1 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,4 | 2,8 | 2,4 | 2,3 | 2,7 | 3,3 |
| 2000 | 3,2 | 3,8 | 2,3 | 3,6 | 4,3 | 3,7 | 3,6 | 3 | 2,4 | 2 | 2,7 | 3,1 |
| 2001 | 2,8 | 3,4 | 3,1 | 3,3 | 2,7 | 3,6 | 3,1 | 2,9 | 2,4 | 2 | 2,6 | 3,3 |
| 2002 | 3,7 | 4 | 3,9 | 3,8 | 3,5 | 3,6 | 3,8 | 2,8 | 2,8 | 2,5 | 2,4 | 2,9 |
| 2003 | 4,1 | 3,2 | 2,9 | 3,9 | 3,4 | 3 | 2,4 | 2,5 | 2 | 2 | 1,8 | 2,9 |
| 2004 | 2,7 | 3 | 3,6 | 2,9 | 3,2 | 4 | 2,7 | 2,6 | 2,3 | 2,1 | 3,2 | 3,2 |
| 2005 | 3,7 | 3,6 | 3,3 | 3,1 | 3,3 | 3 | 3 | 2,3 | 1,9 | 2,1 | 2,9 | 2,9 |
| Moy. | 3,51 | 3,72 | 3,39 | 3,52 | 3,46 | 3,49 | 3,36 | 2,71 | 2,24 | 2,18 | 2,58 | 3,07 |

Deux types de vents sont observés dans la zone d'étude : l'harmattan, vent continental chaud de direction Est qui joue un rôle central dans la propagation des feux de brousse et l'Anticyclone de Sainte Hélène ou la Mousson centré sur l'Atlantique Sud sur la direction sud ou Sud Ouest. Il est responsable des pluies estivales

La moyenne des vitesses du vent est relativement stable ; elle varie entre 2,18 m/s en octobre et 3,72 m/s en février.

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

Pour apprécier la diversité du peuplement ligneux, nous avons utilisé la définition de Crow *et al.* (1994), qui distinguent trois types de biodiversité : la diversité compositionnelle, la diversité structurale et la diversité fonctionnelle.

La diversité compositionnelle, considère le nombre de taxons présents dans un espace ; c'est la richesse spécifique lorsqu'il s'agit des taxons végétaux. La diversité structurale peut être caractérisée par la distribution horizontale et ou verticale des plantes, par leur distribution en classe de taille ou âge. La diversité fonctionnelle s'intéresse aux processus écologiques qui se déroulent dans l'écosystème considéré.

Nous avons essentiellement apprécié la composition floristique et la structure des peuplements ligneux de la forêt de Ngouye.

2.1 - Echantillonnage

L'échantillon est constitué de 20 placettes d'inventaire de 50 mètres de côté. Cette superficie d'échantillonnage (2 500 m²) correspond à l'aire minimale proposée par Boudet (1985) pour l'étude de la végétation ligneuse sahélienne.

2.2 - Liste floristique

Elle a été établie sur la base des inventaires floristiques. La surface ainsi définie est parcourue à partir d'un point quelconque mais facilement repérable. L'identification et les dénominations des espèces rencontrées ont utilisé la Flore du Sénégal (Berhaut, 1967). Les synonymes ont été actualisés sur la base de l'énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale (Lebrun et Stork, 1991, 1992, 1995 et 1997).

2.3 - Relevés de végétation

Pour chaque individu rencontré dans chacune des parcelles, les paramètres suivants ont été mesurés :

- la hauteur à l'aide d'un bum-leiss pour établir la structure du peuplement ;
- le diamètre du houppier dans les deux sens (Est/Ouest et Nord/Sud) pour apprécier le recouvrement ;
- la distance entre deux individus en utilisant la méthode du plus proche individu (P.P.I) à l'aide d'un décamètre;
- la circonférence à hauteur d'homme à 1,3 mètre (dbh) par un mètre riban, pour estimer la surface terrière et étudier la répartition des ligneux suivant les classes de circonférence.

Pour les individus multicaules, nous avons considéré la circonférence de la grosse tige.

2.4 - Traitement des données

Dans une première étape, nous avons calculé la surface terrière, le recouvrement et la densité pour chaque espèce ligneuse. Puis dans une seconde étape, les paramètres rendant compte de l'importance de la végétation ligneuse ont été évalués pour les différentes situations topographiques (dépressions, Pentes et zones tabulaires).

La fréquence de présence relative d'une espèce est le nombre de point où cette espèce a été rencontrée soit Ni. La fréquence centésimale (Nc) est égale au rapport (en %) Ni au nombre (N) de points échantillonner.

$$Nc = \frac{Ni}{N} \times 100$$

La fréquence permet de préciser l'espèce la plus fréquente dans un milieu donné. L'étude de la diversité spécifique peut être réalisée suivant une approche quantitative à partir des indices de diversité. L'indice de diversité le plus utilisé est celui de Shannon Weaver (H). Cet indice est basé sur la théorie de l'information. La valeur de l'indice donne une estimation de l'incertitude avec laquelle on peut prédire correctement l'espèce à laquelle appartient le prochain individu collecté. La diversité floristique de différentes unités identifiées a été décrite en utilisant

la richesse spécifique, l'indice de Shannon, l'équitabilité de Pielou (1975).

La richesse spécifique (RS) est le nombre total d'espèces dans la communauté étudiée.

L'indice de Shannon (H) permet d'évaluer le niveau d'organisation du peuplement, c'est-à-dire la distribution des individus suivant les espèces. Une valeur élevée de cet indice, indique que le peuplement est homogène, où les individus sont équitablement repartis. Par contre lorsque la valeur de cet indice est faible, peuplement est dominé par une ou deux espèces.

Il est donné par la formule suivante :

$$H = -\sum \frac{N_i}{N} \log_{(2)} \frac{N_i}{N}$$

Avec, N_i l'effectif de l'espèce i et N effectif total des espèces (Legendre & Legendre, 1984 ; Fronter et Pichod- Vitae, 1991,1995).

Il varie en fonction du nombre d'espèces recensées et des effectifs de chacune de ces espèces ; ce qui rend son utilisation peu sûre dans la comparaison de deux milieux à richesse spécifiques très différentes. De ce fait, il paraît intéressant d'utiliser l'équitabilité ou l'indice de régularité, qui est une proportion de la valeur maximale que cet indice aurait si les individus étaient distribués de façon totalement égal parmi les espèces. Il est égal au rapport entre l'indice de Shannon et la valeur de l'équitabilité maximale ($\log_2 S$; S étant la richesse spécifique totale). Il apparaît comme un terme de comparaison plus rigoureux (Devineau et al, 1984).

L'indice de régularité varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1990). L'indice de similitude, qui permet de comparer deux peuplements, varie de 0 lorsque ceux-ci sont identiques à 1 quand ils sont entièrement différents.

La surface terrière du peuplement est la somme des surfaces de tous les arbres qui constituent le peuplement. La densité du peuplement (N) est le nombre des individus par hectare. Elle est calculée par la formule :

$$G = \sum \prod \frac{D^2}{4}$$

Avec G est la surface terrière exprimée en m^2/ha et D est diamètre à hauteur d'homme (1,30 m du sol) des arbres, mesuré en mètre (pour avoir le diamètre nous avons utilisés la formule

$$D = C/\Pi \quad (C \text{ est la circonférence})$$

L'importance écologique des espèces (Importance Value Index ; IVI) de Curtis et McIntosh (1950), permet l'appréciation de l'importance de la place qu'occupe chacune de espèces ligneuse dans une communauté végétale considérée. Elle s'obtient par chaque espèce en faisant la somme de trois facteurs : la fréquence relative, la densité relative et la dominance relative. Chacun de ces facteurs est exprimé en pourcentage.

La fréquence relative est le quotient du nombre de relevés pour lesquelles l'espèce est présente sur le nombre total de relevé.

La densité relative est la densité de l'espèce dans la communauté sur la densité totale de l'ensemble des espèces.

La dominance relative de l'espèce est le quotient de sa surface terrière sur la surface terrière totale de toutes les espèces de la communauté. Cet indice permet d'estimer la diversité spécifique de chaque communauté végétale et de chaque milieu topographique.

L'importance Value index est très intéressante dans le classement des différentes espèces ligneuses. Les espèces présentant une même I.V.I ne sont que très peu et ce cas ne s'observe que pour les espèces de petite taille et mal représentées en nombre.

Une valeur supérieure à 10, indiquerait que l'espèce fait sûrement partie des dix espèces les plus importantes des relevés (Corthey, 1996).

CHAPITRE 3 : RESULTATS

3.1 - Le cortège floristique

La flore d'un milieu est définie par la composition taxonomique (espèces, genres, familles). Les espèces inventoriées dans la forêt de Ngouye sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Caractéristiques des espèces ligneuses recensées dans la forêt de Ngouye

| Familles | Genres | Espèces | Rc(%) | S.t (%) | Densité | Fr. % | IVI |
|-----------------------|--------------------|---------------------|-------|---------|---------|-------|-------|
| <i>Mimosaceae</i> | <i>Acacia</i> | <i>Nilotica</i> | 89,2 | 81,5 | 76,04 | 95 | 252,5 |
| | | <i>Seyal</i> | 0,16 | 0,17 | 0,25 | 10 | 10,4 |
| | | <i>Albida</i> | 2,81 | 8,93 | 9,47 | 35 | 53,4 |
| | | <i>Sieberiana</i> | 0,04 | 0,09 | 0,13 | 5 | 5,2 |
| <i>Balanitaceae</i> | <i>Balanites</i> | <i>Aegyptiaca</i> | 0,83 | 1,10 | 2,90 | 25 | 29,0 |
| <i>Capparidaceae</i> | <i>Cratera</i> | <i>Adensonii</i> | 0 | 0,02 | 0,13 | 5 | 5,14 |
| <i>Combretaceae</i> | <i>Guiera</i> | <i>Senegalensis</i> | 0,14 | 0,16 | 0,63 | 5 | 5,8 |
| <i>Celastraceae</i> | <i>Maytenus</i> | <i>Senegalensis</i> | 0,49 | 0,59 | 0,88 | 10 | 11,5 |
| <i>Rubiaceae</i> | <i>Mitragyna</i> | <i>Inermis</i> | 0,64 | 0,67 | 1,01 | 20 | 21,7 |
| | <i>Feratia</i> | <i>Apodonthera</i> | 0,45 | 0,56 | 0,88 | 15 | 16,4 |
| <i>Cesalpiniaceae</i> | <i>Piliostigma</i> | <i>Reticulatum</i> | 3,03 | 4,71 | 3,17 | 50 | 57,9 |
| | | <i>Rufescens</i> | 0,44 | 0,21 | 1,26 | 20 | 21,6 |
| <i>Rhamnaceae</i> | <i>Ziziphus</i> | <i>Mauritiana</i> | 1,66 | 1,29 | 3,16 | 40 | 44,4 |
| | | <i>Mucronata</i> | 0,06 | 0,04 | 0,13 | 5 | 5,17 |

Rct=11075m²/ha

Surft=13m²/ha

Nous avons recensé quatorze (14) espèces réparties en neuf (9) genres et huit (8) familles. Les *Mimosaceae* sont représentées par un seul genre et quatre (4) espèces : *Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia seyal* Del., *Acacia sieberiana* DC., *Acacia albida* (Del.) A. chev.. les *Cesalpiniaceae*, le *Rhamnaceae* et le *Rubiaceae* sont représentées chacune par deux espèces. Les autres familles (*Balanitaceae*, *Capparaceae*, *Combretaceae*, *Celastraceae*) ne sont représentées que par une seule espèce.

Le genre *Acacia* est mieux représenté, 4 espèces, suivi de *Piliostigma* et *Ziziphus* (2 espèces chacun).

Acacia nilotica (L.) Willd. est l'espèce la plus fréquente (95 %) suivie, de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst (50%), de *Ziziphus mauritiana* Lam. (40%), *Acacia albida* (Del.) A. chev. (35%), de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (25%) et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst (20%). Toutes les autres espèces sont rencontrées dans moins de 10% des relevés.

En dehors des placettes d'inventaire, nous avons rencontré d'autres espèces dans la forêt ; il s'agit de *Celtis integrifolia*, *Ficus cordata* (sur la lisière du fleuve) et *Leptadenia pyrotechnica* et une espèce (liane) *Leptadenia hastata* qui couvre 35% des plantes

3.2 - Caractéristiques de la végétation

Les paramètres classiques retenus sont la diversité et le niveau d'organisation du peuplement, le recouvrement, la densité, et la structure des espèces.

3.2.1 - Diversité spécifique et niveau d'organisation du peuplement ligneux

L'analyse de la distribution des espèces dans les différents groupes taxonomiques a utilisé divers indices (tableau 6). Nous avons ainsi défini :

- un indice de diversité générique, qui caractérise la répartition des genres dans les différentes familles ; il est de 2,95 bits. La régularité, 0,983 traduit une bonne répartition ;

- un indice de répartition des espèces dans les genres, qui est de 2,549 bits. Dans ce groupe, l'indice de Pielou est de 0,804 ;
- un indice de diversité spécifique, qui a caractérisé soit la distribution des effectifs, soit des présences des espèces dans les communautés. L'indice de Shannon a varié de 1,47 bit pour les effectifs d'arbres recensés à 3,291 bits lorsque l'on a considéré les fréquences de présence des espèces. Le niveau d'organisation a été aussi meilleur avec la fréquence des espèces : 0,864 contre 0,385.

Le niveau d'organisation, caractérisé par l'indice de régularité, paraît toutefois nettement plus élevé pour les genres (98,3%) que pour les espèces (86,4%).

3.2.2 - Effectif

Au niveau des 20 placettes, 792 individus ont été recensés. Ces derniers sont essentiellement repartis entre *Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Zizyphus mauritiana* Lam. et *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.. Ces 5 espèces représentent plus de 94 % de l'effectif total (*A. nilotica* 76 %, *F. albida* 9 %, 3 % pour *P. reticulatum* et pour *Z. mauritiana* Lam. et 2 % pour *B. aegyptiaca* (L.) Del.).

3.2.2 - Le recouvrement

Le recouvrement désigne la projection de l'arbre au sol. Il peut s'agir :

- de la surface occupée par la projection verticale du houppier de l'arbre ; on parle de couvert, de recouvrement aérien, exprimé en m²/ha ou en pourcentage ;
- de la surface occupée par le tronc de l'arbre mesuré à hauteur d'homme ou à 30 cm du sol ; c'est le recouvrement basal ou surface terrière (m²/ha ou %).

3.2.2.1 - Le couvert

Le recouvrement aérien à l'échelle de la forêt 11075 m²/ha. Il varie 16078,33 m²/ha (soit 64%) pour la forêt de dépression, 3294,41 m²/ha (13%) pour la forêt des pentes et 5798,16 m²/ha (soit 23%) zones tabulaires. La forêt de dépression possède donc le plus important recouvrement.

Les espèces les plus importantes du point du houppier sont :

- dans les zones de dépression, l'*Acacia nilotica* (L.) Willd. est la seule qui possède un houppier très développé 15899,8 m²/ha (98%) suivi de *Mitragyna inermis* (Will) D. kze. 88,34m²/ha (soit 0,54 %) ;
- dans les zones de pente : *Acacia nilotica* (L.) Willd. possède un recouvrement développé 2290,64m²/ha (soit 89%) suivi de *Zizyphus mauritiana* Lam. 334,6m²/ha (soit 1,3%) puis *Balanites egyptiaca* 266,6 m²/ha (soit 1%) et *Bauhinia rufescens* Lam. 194,6m²/ha (soit 0,77%) ;
- dans les zones tabulaires, là encore une fois *Acacia nilotica* (L.) Willd. confirme sa dominance 2650 m²/ha (45%) suivi de *Acacia albida* (Del.) A. chev. 1016m²/ha (17,6%), *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst 942m²/ha (16%) et *Zizyphus mauritiana* Lam. 445,3m²/ha (08 %)

3.2.2.2 - La surface terrière

C'est la surface évaluée à une hauteur de 1,30 m du tronc de l'arbre ; elle est exprimée en m²/ha. La surface terrière globale est de 13 m²/ha. Elle a varié selon les espèces et les situations topographiques :

- dans les dépressions : 17,77 m²/ha;
- dans les pentes : 02,61 m²/ha ;
- dans les zones tabulaires : 11,30 m²/ha.

La contribution des espèces présentant les plus grandes surfaces d'ancre a varié selon les types de sol :

- dans la forêt des dépressions, seule l'*Acacia nilotica* (L.) Willd. présente une surface

- importante ($17,58^2/\text{ha}$)
- dans la forêt des Pentes, *Acacia nilotica* (L.) Willd. ($1,34\text{m}^2/\text{ha}$) et *Bauhinia rufescens* Lam. ($1,2 \text{m}^2/\text{ha}$)
 - dans les zones tabulaires, *Acacia albida* (Del.) A. chev. ($3,93 \text{ m}^2/\text{ha}$) ; *Acacia nilotica* (L.) Willd. ($3,87\text{m}^2/\text{ha}$), *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst ($1,96 \text{ m}^2/\text{ha}$) et *Zizyphus mauritiana* Lam. ($0,4\text{m}^2/\text{ha}$)

3.2.3 - La Densité

Globalement, dans la forêt de Ngouye, la densité est de 160 individus/ha. Ce paramètre a présenté une grande différence selon les différentes situations du terroir :

- dépression 193 individus /ha
- Pentes 90 individus. /ha
- zones tabulaires 131 individus par hectare

La densité moyenne pour les espèces dominantes est de :

- dans les dépressions : *Acacia nilotica* (L.) Willd. 188, 7 ind./ha ;
- pour les pentes : *Acacia nilotica* (L.) Willd. 3,2 ind./ha, *Balanites egyptiaca* 22,6 ind./ha, *Zizyphus mauritiana* Lam. 13,3 ind./ha et *Bauhinia rufescens* Lam. 10,6 ind./ha ;
- zones tabulaires : *Acacia albida* (Del.) A. chev. 48 ind./ha, *Acacia nilotica* (L.) Willd. 39,3 ind. /ha, *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst 14 ind./ha, *Balanites egyptiaca* 04,6ind./ha et *Zizyphus mauritiana* Lam. 10 ind./ha.

La distance moyenne est de 5m, soit une densité théorique de 400 individus/ha. Le coefficient de variation associé à cette distance est de 70% ; il paraît élevé.

Les espèces dominantes ne sont toujours les mêmes lorsque l'on considère le recouvrement ou la densité dans la même position du terroir.

3.2.4 - Structure du peuplement

Nous allons successivement analyser la structure du peuplement en fonction de la taille (hauteur et grosseur) et la distribution spatiale du peuplement.

3.2.4.1 - Variations suivant la hauteur

La distribution des ligneux en fonction de la hauteur (figure 3) fait apparaître deux pics.

Le premier pic est situé dans la classe 5-6m alors que le second n'est apparu qu'avec des arbres de 15-16 m de hauteur. Le premier groupe des individus dont la hauteur est inférieure à 6 m pourrait correspondre à une forte proportion d'individus de la strate arbustive et/ou de régénération. Le deuxième groupe représente effectivement la forte représentation des arbres.

La structure de la population d'*Acacia nilotica* (L.) Willd. illustre le modèle gaussien (figure 3 : A). Les jeunes plants (0-5 m) sont faiblement représentés (11,62 %) et les arbres âgés (10-15m) constituent l'essentiel de la population (33,55 %).

La distribution de la population de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst est unimodale avec l'essentielle de sa population qui se situe dans la classe 5-10 m (soit 64%), une présence assez élevée pour la classe 0-5m (soit 32%) et une faible représentation pour la classe 10-15 m (4 %)

Les courbes de structure d'*Acacia albida* (Del.) A. chev. et *Zizyphus mauritiana* Lam. peuvent être ajustées à une fonction exponentielle décroissante. Les jeunes individus de ces deux espèces sont bien représentés (0-5 m) soit respectivement 57 % et 52 % et leur importance diminue au fur et à mesure que la hauteur augmente et devient quasi inexistante au delà de 15 m.

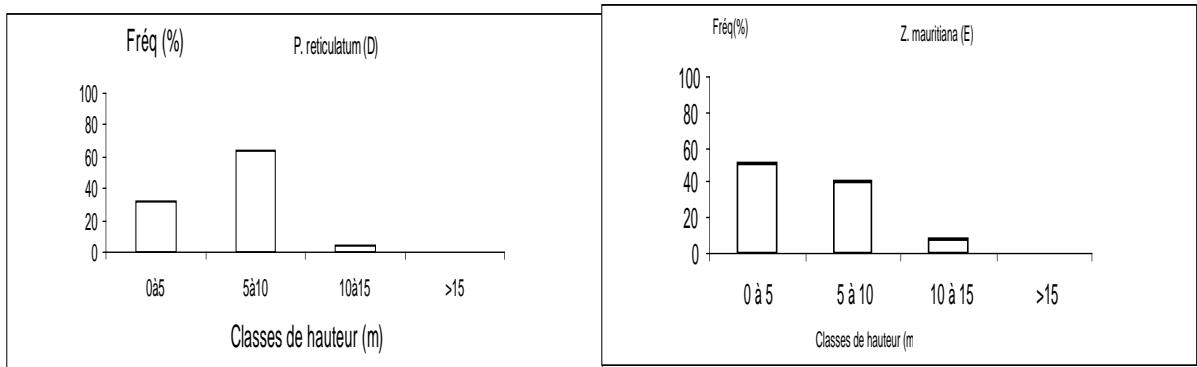
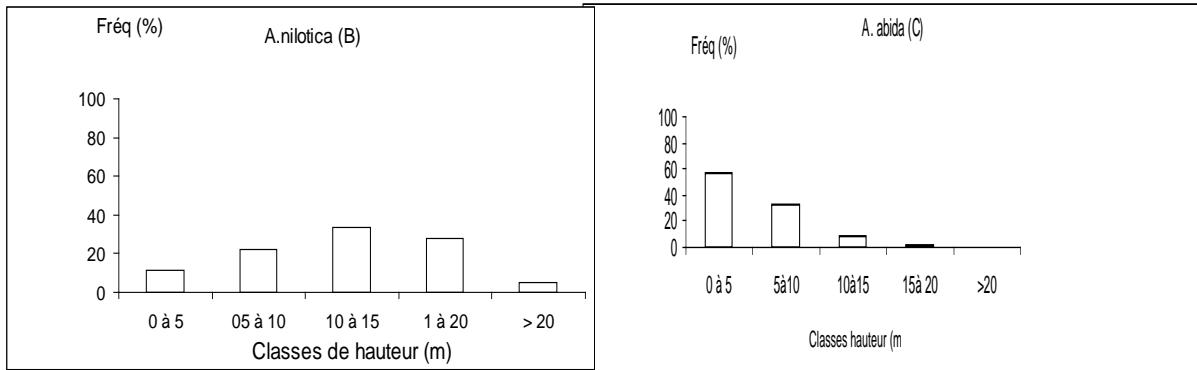
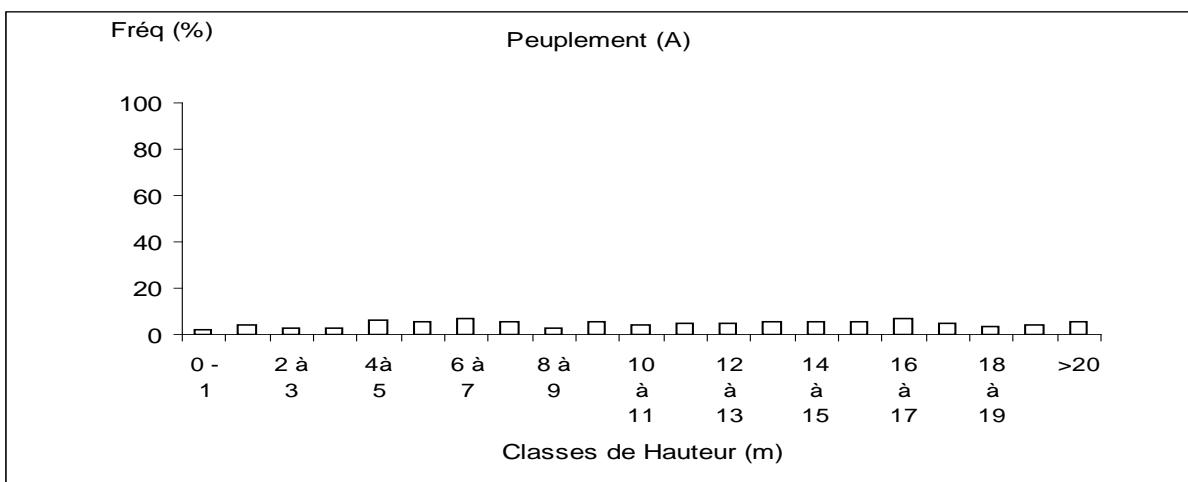


Figure 3 : Distribution du peuplement et les quatre espèces les plus fréquentes selon les classes de hauteur

3.2.4.2 - Variations selon la grosseur du tronc des arbres

Lorsqu'on considère la distribution des ligneux par classe de circonférence (figure 4), les classes 0,1-0,5 renferment 15,78 %, la classe modale (0,6-0,9m) réfère 29,41 %. Les individus de circonférence supérieure ou égale à 1 mètre représentent 30,9 %

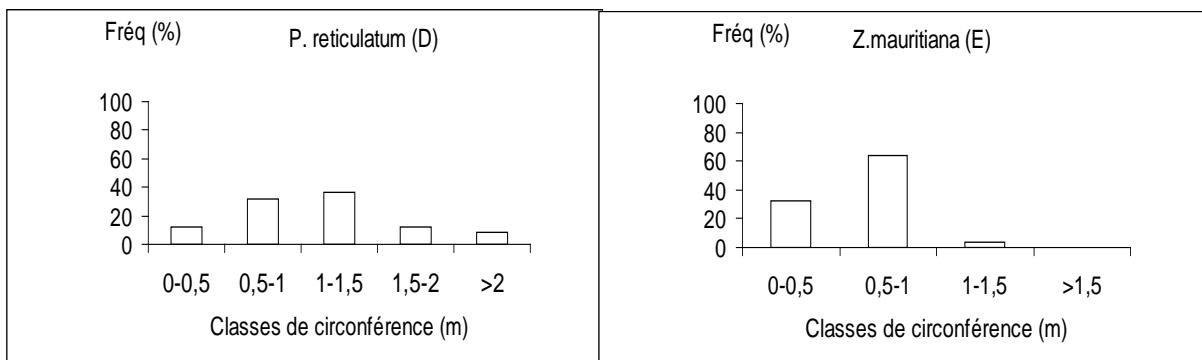
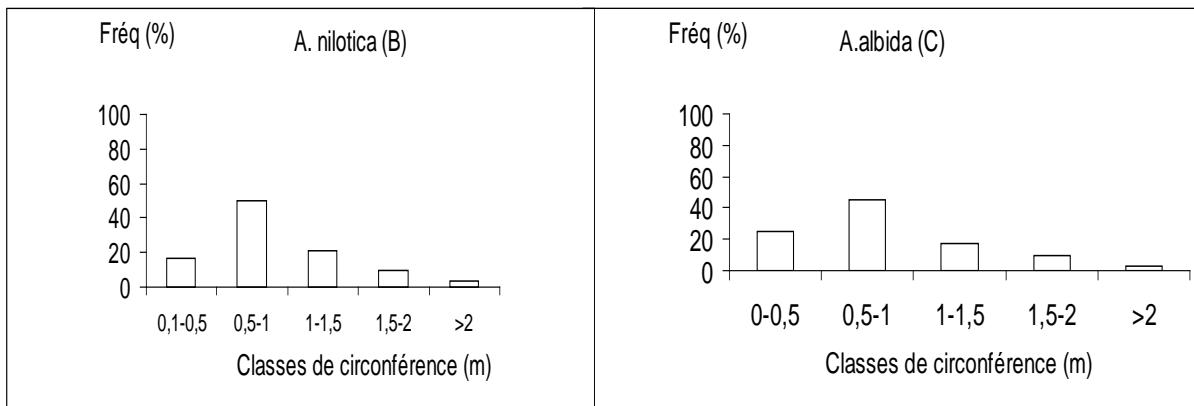
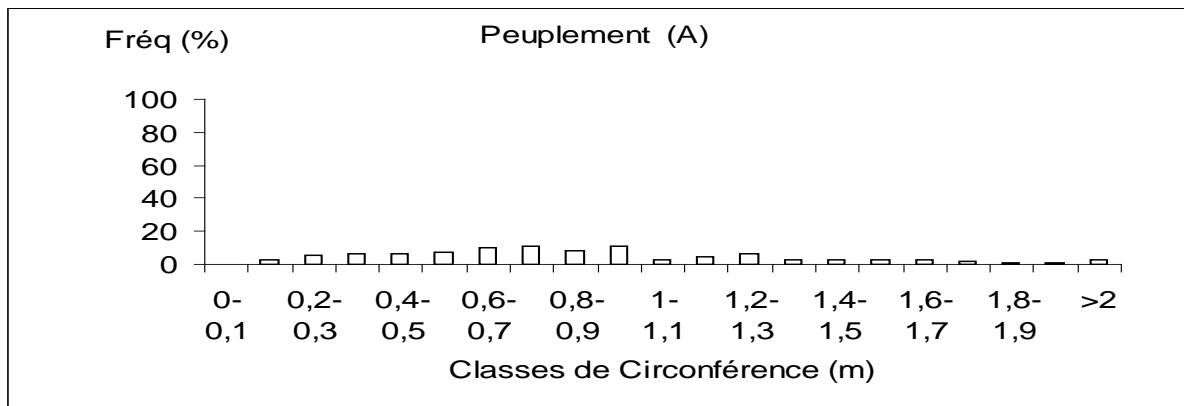


Figure 4 : Répartition du peuplement et les quatre espèces les fréquentes selon la circonférence

3.2.4.3 - A la recherche de l'homogénéité du milieu : par l'AFC

La matrice de 14 espèces x 20 relevés a été soumise à l'analyse factorielle de correspondances (A.F.C) pour définir la répartition spatiale du peuplement ligneux de la forêt. Les valeurs provenant des statistiques de cette matrice ont permis d'interpréter le résultat sorti de l'analyse.

La statistique chi-2 d'homogénéité des lignes et des colonnes est égale à 1246,94. Son interprétation géométrique simple est l'inertie. Il s'agit de la moyenne pondérée des distances des chi-2 entre les profils lignes ou colonnes et le centroïde. Elle est égale à 1,574 et mesure l'information contenue dans le tableau des données. Les valeurs propres mesurent en revanche la contribution de l'ensemble des points lignes ou points colonnes à l'inertie totale. Les points lignes et les points colonnes désignent dans le cadre de cette analyse respectivement les espèces (ou variables) et les relevés (ou observations). La contribution des espèces a varié de 21,63 à 1,3 % et celles des relevés de 31,64 à 0,63 %. Chaque espèce a donc apporté en moyenne 7,58 % de l'information contenue dans le tableau des données contre 4,15 % par relevé. L'interaction point ligne x point colonne paraît assez important.

Tableau 9 : inertie des données

| Axes | Variance (%) | Variance cumulée (%) |
|------|--------------|----------------------|
| F1 | 45,20 | 45,20 |
| F2 | 29,87 | 75,07 |
| F3 | 9,39 | 84,46 |

Les points lignes et points colonnes représentant des inerties supérieures à la moyenne sont *Acacia nilotica* (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Zizyphus mauritiana* Lam. pour les lignes; R4, R5, R6, R12 et R20 pour les relevés ; ce sont les points lignes et point colonne à forte contribution.

Le nombre d'axes à extraire de l'analyse correspondant au plus petit effectif des points lignes et/ou points colonnes, soit 14 axes factoriels dans le cadre de cette étude. Le traitement en extrait 13. Chaque variable ou observation n'a donc pas défini un axe factoriel. Avec les 13 axes factoriels extraits par l'analyse, l'information théorique portée par chacun d'eux est de 0,1211. L'information réelle des axes factoriels a varié de 0,7116 à 0,00 soit de 45,20 à 0,00. Tous les axes factoriels n'ont donc pas le même poids.

Les axes factoriels dont l'inertie est largement supérieure à la valeur moyenne des inerties des axes sont les 3 premiers F1, F2, F3. Le taux d'inertie permet de quantifier la part d'information portée par chacun de ces 3 axes. Il est de 0,711 pour le premier axe, de 0,470 pour le second et de 0,147 pour le troisième ; soit respectivement 45,2 % ; 29,87 % et 9,39 %. L'inertie totale étant un indicateur de la dispersion totale du nuage des points. Les deux premiers valeurs sont proches les unes des autres et indique que la dispersion est relativement homogène. C'est sur ces deux axes factoriels qui définissent le plan principal que nous baserons l'essentiel de l'analyse. Le troisième axe qui absorbe 9,39 % de l'inertie totale ; devra permettre de confirmer ou non la stabilité des groupes des variables et d'observations constitué dans le plan des axes factoriels F1 x F2, et ainsi établir l'homogénéité de la distribution.

Dans le plan principal, les points lignes et les points colonnes qui interviennent de manière significative dans la définition des axes factoriels de F1 x F2 sont présentés ci-dessous.

Dans la définition de l'axe F1 :

- les points colonnes ou relevés R4 (0,148) R5 (0,132) R6 (0,115) dans les abscisses positives de l'axe. En effet, cet axe F1 oppose deux zones topologiquement différentes qui s'alternent le long de la forêt : des dépressions monospécifiques inondables pendant la saison des pluies (R13 R8 R7) aux zones tabulaires plurispécifiques et exondées ou de manière éphémère (R4 R5 R6 R12).

- les points lignes ou espèces *Acacia nilotica* (L.) Wild. (0,22) dans les abscisses négatives ; *Acacia albida* (Del.) A. chev. (0,248) ; *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (0,215) ; et *Zizyphus mauritiana* Lam. (0,127) dans les abscisses positives de l'axe ;

Cet axe pourrait être interprété comme représentant le gradient de diversité des espèces dans les différentes zones.

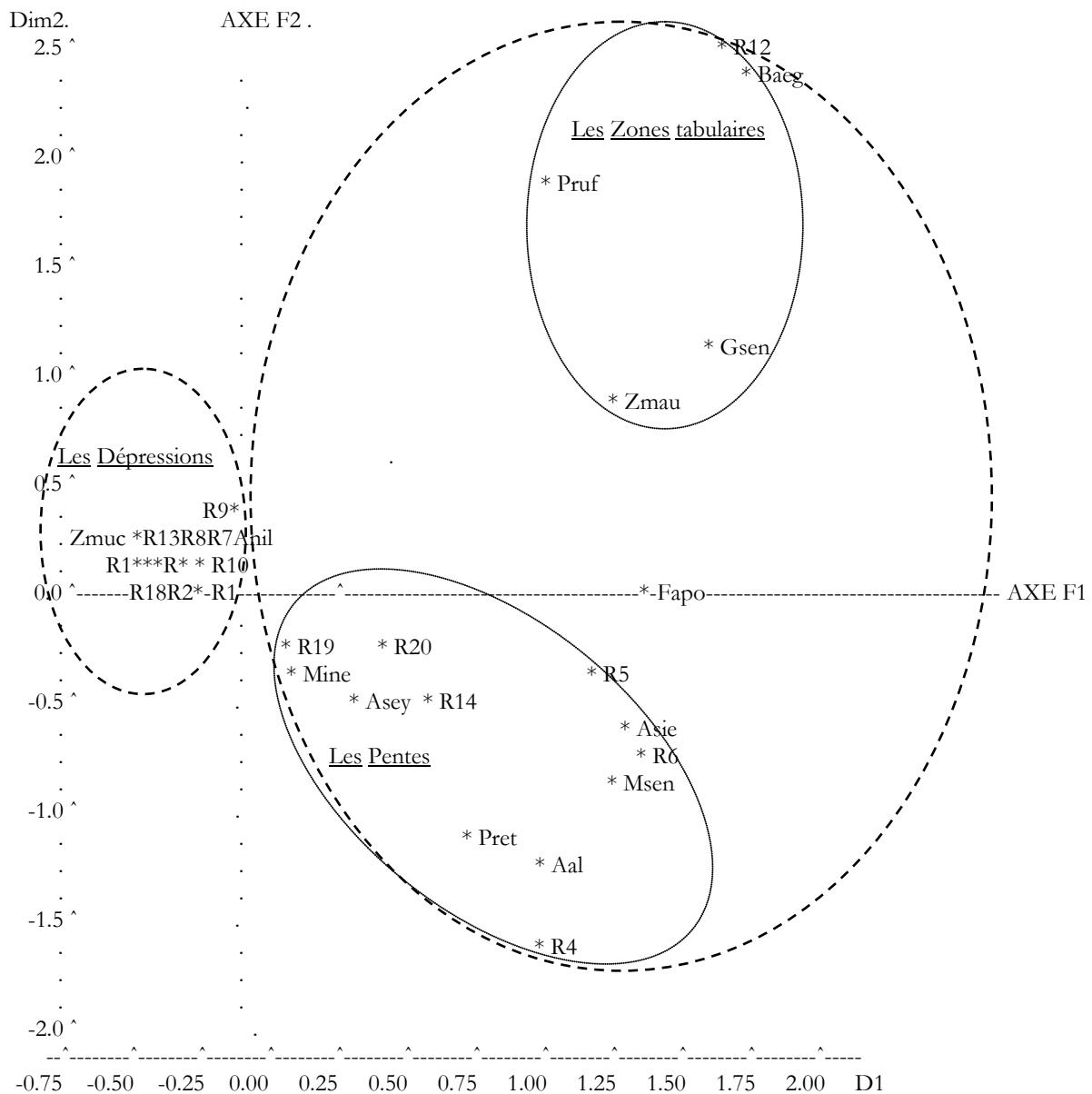


Figure 5 : Diagramme de la matrice 20 relevés x 14 espèces ligneuses présentes dans la forêt de N'gouye.

L'axe F1 a distingué deux groupes :

- groupe à *Acacia nilotica* (L.) Willd. ;
- groupe à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Acacia albida* (Del.) A. chev.

Le graphe de l'analyse (figure 5) permet d'identifier selon l'axe F1 un groupe de relevés (R9, R12, R19, R20, R6, R4, R5, R14) situés du côté positives et localisés pour la plupart en versant (ou pente) et un groupe de relevés (R13 R8 R7 R1 R10 R18 R2 R3 R11 R16 R15 R17) en abscisses négatives et correspondant à la zone très hydromorphes (inondée pendant des longs mois durant l'année).

Ainsi à cet axe F1 sont associées 12 espèces correspondant au groupe du peuplement sahélien (*Acacia albida* (Del.) A. chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Maytenus senegalensis* (Lam.) Excell., *Mitragyna inermis* (Will.) D. kze., *Zizyphus mauritiana* Lam., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Guiera senegalensis*, *Crateva adansonii*) et deux espèces seulement correspondant à la zone très hydromorphe *Acacia nilotica* (L.) Willd. et *Zizyphus mucronata* Willd. (très peu représentée). L'axe F1 traduit en outre la richesse floristique.

Dans la définition de l'axe F2 :

- les points lignes *Acacia albida* (Del.) A. chev. (0,24) est dans les ordonnées négatives, *Acacia nilotica* (L.) Willd. (0,22) et *Balanites egyptiaca* (0,21) sont dans les ordonnées positives ;
- les points colonnes ou relevés R4 (0,14) R5 (0,13) sont les ordonnées négatives et R12 (0,31) ordonnées positives

L'axe F2 sépare les relevés de la zone peu hydromorphe en deux groupes : un premier groupe pour les relevés dont la plupart sont localisés sur les pentes (groupe à *Acacia albida*) et un second pour les relevés situés sur les zones tabulaires (groupe à *Balanites egyptiaca*).

3.3.2 - Caractéristiques des groupes identifiés :

Les courbes de structure du groupe I (figure 6) ont une allure Gaussien avec le plus grand nombre d'individu dans la classe de 10 à 15 m pour la hauteur (I a) et de 0,5 à 1 m pour la circonférence (I b).

Les courbes de structures de groupe II ont la forme d'un J renversé ce qui implique qu'au fur et mesure que les classes augmentent, les effectifs diminuent. Les jeunes individus (0-5 m) pour les hauteurs (IIa) et (0,1-0,5 m) pour les circonférences (IIb) sont les mieux représentés. Les individus supérieurs, à 13 m de hauteur et 1,5 m de circonférence sont quasiment absents.

Les courbes de structures de groupe III ne répondent pas au même modèle :

- le IIIa montre une décroissance exponentielle, c'est-à-dire les effectifs les plus élevés se trouvent dans les classes les plus faibles et vis versa pour les grandes classes ;
- le IIIb présente une forme Gaussien, le maximum des individus se rencontre dans la classe 0,5-1 m.

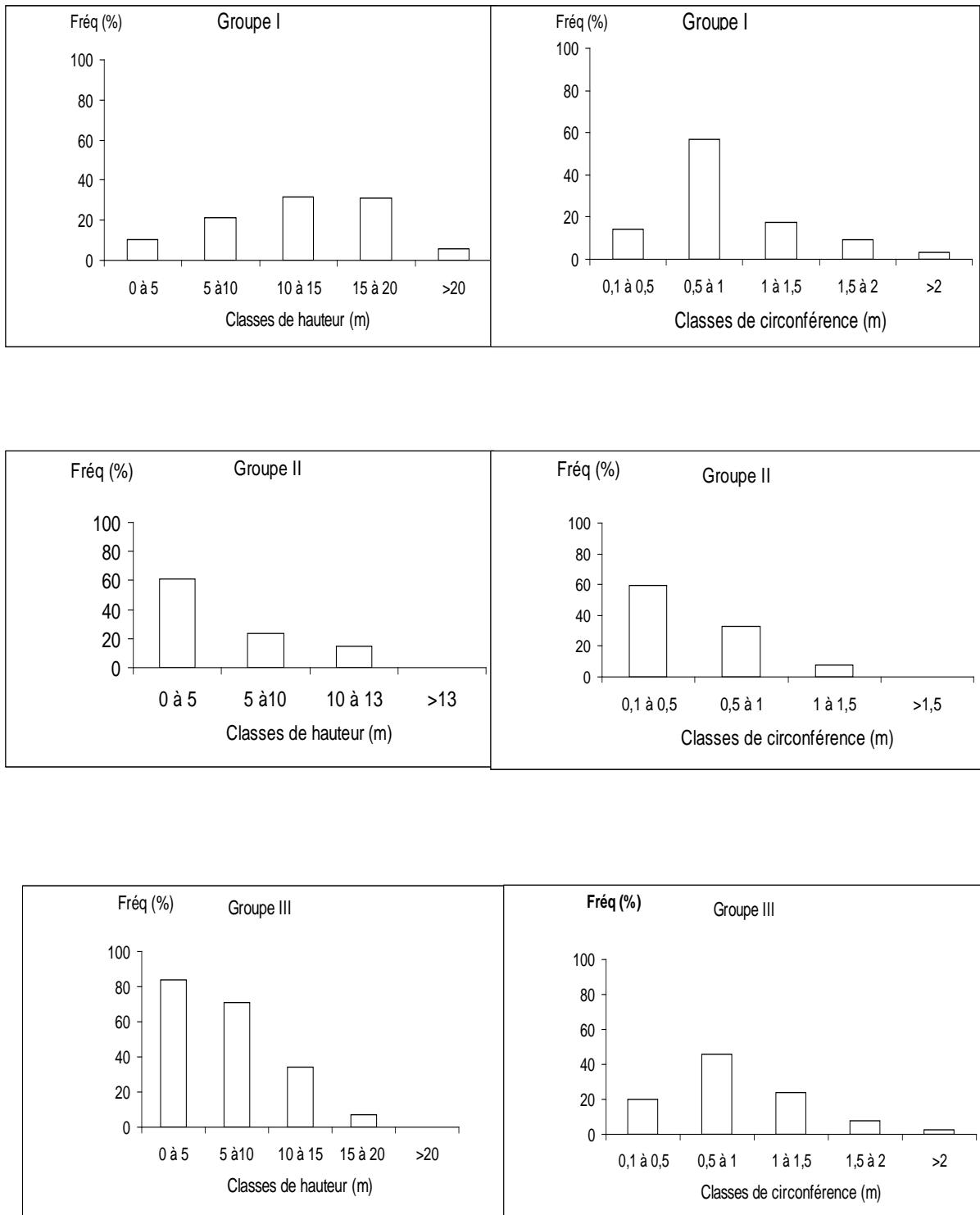


Figure 6 : Structure de différents groupes : Répartition en fonction de la taille (hauteur et grosseur)

4.1 Discussion

Le travail a étudié la diversité compositionnelle du peuplement ligneux de la forêt de Ngouye en utilisant 20 placettes d'inventaire floristique et de relevés de végétation.

Le peuplement ligneux est riche de 14 espèces réparties en 8 familles. La distance moyenne entre deux arbres est de 5 m. La différence entre densité théorique et densité observée est importante ; ya théoriquement 2 fois plus d'arbres. Cet état est due à la présence tantôt des espaces très clairsemés et des espaces où les individus sont en bosquets, entraînant un coefficient de variation de la distance moyenne assez élevé.

La densité des ligneux augmente lorsque l'on passe de zones tabulaires aux dépressions. Cette répartition est en relation avec les conditions édaphiques notamment hydriques qui sont plus favorables dans les dépressions (Cornet, 1981 ; Poss et Valentin, 1983). La contraction des ligneux dans les dépressions pourrait être liée à la sécheresse lors de ces vingt dernières années (Boudet, 1972, 1977 ; Miche, 1990 ; Vincke, 1995). Cet regroupement d'individu dans les dépressions peut être lié au fait que le fonds correspondent à des lieux chimiquement plus riches et constituent des pièges pour les ruissellement toujours favorable aux ligneux (Benoît, 1988). La présence d'espèces très développées et en bosquet montre que la végétation se développe sous les conditions favorables (Cornet et poupon, 1978).

Acacia nilotica (L.) Willd., *Acacia albida* (Del.) A. chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Zizyphus mauritiana* Lam. sont les espèces les plus fréquentes

La distribution des ligneux en fonction de la hauteur illustre deux groupes. Le groupe d'arbres à hauteur inférieure ou égale à 8m (arbustes) maintenu sous la pression anthropique et les aléas climatiques constituent l'essentiel du peuplement ligneux sur les zones tabulaires.

Un deuxième groupe avec beaucoup plus d'individus, constitués essentiellement des individus très élancés d'*Acacia nilotica* (L.) Willd. dans les dépressions, moins influencées par l'anthropisation.

La structure par classe de circonférence montre que le peuplement ligneux régénère assez bien (20,7 % entre 0 et 50cm). Dès le retour de l'eau c'est l'*Acacia nilotica* qui pousse le premier en abondance. La prédominance de cette espèce est confirmée par les études menées par la FAO (2001) qui constate que cette espèce représente 85 à 95 % de l'effectif de la forêt classée de Ngouye.

Le recouvrement des ligneux très élevé dans les dépressions provient des grands arbres à cimes jointives contrairement aux autres zones. Le recouvrement faible de la zone tabulaire est lié à l'anthropisation de cette zone du fait de sa proximité aux champs.

La surface terrière est beaucoup plus importante dans les zones de dépressions ceci par la présence fréquente des individus de gros tronc.

La distance moyenne entre individus donne une information sur la distribution de la végétation. Les arbres sont clairsemés sur les zones tabulaires et les pentes et sont sous forme de bosquets dans les zones de dépression. Ce qui explique la différence entre les densités théorique et observée.

Au-delà des paramètres structuraux de la végétation, la diversité spécifique a permis d'appréhender le niveau d'organisation du peuplement.

D'autres paramètres comme la dominance ont une importance de la description de la structure spécifique du peuplement. Cette dominance traduit l'importance d'une espèce évaluée en fonction de la surface ou du volume qu'elle occupe (Touffet, 1982).

La diversité et la dominance varient en sens inverse c'est-à-dire à une diversité élevée correspond une dominance faible.

Selon Devineau et al. (1984), l'enrichissement d'un milieu en espèce dépend de sa disponibilité en « site d'accueil » et du « potentiel floristique » environnant, c'est-à-dire du nombre d'espèces présentes dans la flore de la région et capables de s'installer. Dans ce milieu, la végétation est spécifiquement pauvre et le nombre de sites limités. Un certains nombre de facteurs influencerait la structure et régénération des peuplements de ce milieu.

EN effet, le surpâturage en entraînant le prélèvement et le piétinement des jeunes pousses par les animaux, réduit le potentiel de régénération de la végétation des parcours (Miehe, 1990).

Les hommes, en coupant les grands arbres de la forêt pour s'approvisionner en bois de service ou de feu, contribuent au déséquilibre du peuplement et à la perturbation de la régénération.

Le système d'élevage a aussi contribué de manière significative à la dégradation de la forêt. En effet le gardiennage des troupeaux en saison sèche n'est se pratique presque pas dans l'espace ouvert de la forêt : or la divagation du bétail constitue une contrainte majeure à la régénération de la végétation ligneuse (BESSE et al, 1997 Miches, 1990; Rocheleau et al, 1994 ; GOUDET, 1985). Le surpâturage entraîne également une diminution de la dynamique de la végétation (Poissonet et al, 1992)

Le vent par son action de dissémination, a une influence sur la régénération (Coe & Coe, 1987 ; Augspurger, 1989)

Au fil des temps, les ligneux parviennent à développer des stratégies adaptatives permettant ainsi aux jeunes individus d'atteindre l'âge adulte. Ce qui met en évidence des réelles capacités de régénération naturelle de la végétation ligneuse sahélienne (Boudet, 1977 ; Benoît, 1984). Ce processus permet la remontée biologique.

Des cas semblables de remontée biologique ont été rapportés par Noble (1977), dans les zones arides australiennes et par Floret (1981) dans les steppes du sud tunisien (Grouzis, 1988). Ces modifications diffèrent lorsque l'on considère les espèces séparément.

En zone sahélienne, les capacités de régénération résident dans les caractères d'adaptations des espèces, des structures de végétation, à la sécheresse et à la variabilité des conditions édapho-climatiques (Grouzis, 1988).

4.2 - Conclusion

Ce travail nous a permis de mettre en évidence la faible richesse spécifique, la structure spatiale et bonne organisation du peuplement de la végétation ligneuse de Ngouye ainsi que sa variation suivant les microtoposéquences. La flore, peu diversifiée, est dominée par les Mimosacées et Cesalpiniacées, suivies des Rhamnacées et des Balanitacées. Les espèces les plus importantes sont *Acacia nilotica*, *Acacia albida*, *Piliostigma reticulatum*, *Ziziphys mauritiana*.

Il semble intéressant de poursuivre les investigations afin d'établir la diversité fonctionnelle (phénologique des principales espèces) du peuplement le long de microtoposéquences.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADJAKPA J.B.**, 2006 - *Flore et végétation du bas delta de l'Oueme des zones humides du sud-Benin*, Thèse de doctorat de 3eme cycle de biologie végétale, option écologie. UCAD/FST, 83p
- AKPO L.E. & GROUZIS M.**, 1996 - *Influence du couvert végétal sur la régénération de quelques espèces ligneux sahéliens (Nord Sénégal)*. Revue webbia 50 (2) 247-263
- AKPO L.E.**, 1993 - *Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien*. Edit ORSTOM, paris, 174p.
- AKPO L.E. & GROUZIS M.**, 1998 - *Influence du couvert ligneux sur la diversité spécifique de la végétation herbacée dans la forêt classée Bakor (Haute Casamance)*. AAU Reports 39 : 169-181.
- AKPO L.E.**, 1998 - *Effet de l'arbre sur la végétation herbacée dans quelques phytocénoses au Sénégal .Variation selon un gradient climatique*. Thèse de doctorat d'état en science naturelle, FST /UCAD (Sénégal), 133p.
- AMAT J.P., BELIRANDO G., VINCENT C., DUBOIS J.J, HOTYAT M., KERGOMARD C., ROU G., ROUGERIE G., VEYRET V., VERGNE Y.**, 1999 - *Les milieux forestiers, Aspect géographique*, Sedes1999, 329p
- ANONYME**, 2000 - *Annuaire sur l'environnement et les ressources naturelles du Sénégal*. 268p.
- SEPMCE**, 2007- *communication sur la problematique de consommation du bois et du charbon de bois comme source d'énergie en Mauritanie*. Atelier kiffa du 16 au 17 fevrier, 4p
- AUGSPURGER C. K.**, 1989 – Morphology and aerodynamics of wind dispersed legumes. In Stirton C. H. and Zarucci, J. L. (Eds), Advances in legumes biology. Monogr. Syst. Bot. Missouri bot. Gard 29 : 451-466.
- BANOIN M.**, 1994 - *Caractérisation des forêts parcs*. In « *parcs agro forestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'ouest* : Actes du symposium international tenu à Ouagadougou (Burkina Faso) 25-27 octobre 1993 ; 226.150-163.
- BARBIER E. B., ACREMAN M. ET KNOWLER D.**, 1993 - *Evaluation économique des zones humides (Guide à l'usage des planificateurs et des décideurs de la convention de Ramsar)* Gland. Suisse 144p.
- BENOIT M.**, 1988 - *La lisière du kooya, espèce pastoral et paysage dans le Nord du Sénégal (Ferlo)*. L'Espace Géographique, Paris, 2, 95-108.
- BERHAUT J.**, 1967 - *Flore du Sénégal*. Edition clairafrique Dakar. Sénégal, 2eme édition : 485p
- BERTRAND A.**, 1991- *Le problème foncier des forêts tropicales : le foncier de l'arbre et les fonciers forestiers*. Revue Bois et Forêts de tropiques No 227 1^{er} trimestre.
- BOUDET G.**, 1972 –*Désertification de l'Afrique tropicale sèche*. sér., 2,12,(4),505-524.
- BOUDET G.**, 1977 – *Désertification ou remontée biologique au Sahel*. Cab. ORSTOM, sér., Biol., rol. XII, (4), 293-300
- BOUDET G.**, 1984 - *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*, 4^{eme} édition. Paris, Ministère de la coopération, Manuels et Précis d'élevage 4, 1- 254
- CAMARA A. A.**, 2000 - *Régénération du peuplement ligneux des chantiers de production de bois de*

- chauffe et de charbon de bois au Sénégal oriental.* DEA, UCAD -FST. Dakar 58 p
- CHARAHABIL M.,** 2006 – *Flore et Végétation Ligneuses de trois Forêts communautaires au Sine – Saloum (Centre –Ouest du Sénégal).* DEA, UCAD -FST. Dakar. 31p
- COE M. & COE C.,** 1987 – *Larges herbivores, Acacia trees and bruchid beetles.* S. Afri. J. Sci. 131 : 162
- CORNET A.,** 1981 – *Le bilan hydrique et son rôle dans la production de la strate herbacée de quelques phytocénoses sahéliennes au sénégal.* Thèse, Uni. des sciences et tech. du Languedoc, 353p.
- CORTHEY R.,** 1996 - *Analyse floristique de la forêt sempervirente de Yapo* (Côte d'Ivoire).
- COUREL M. F.,** 1984 - *Etude de l'évolution récentes des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites.* Thèse d'état, Paris I, 407p
- CROW T. R., HANEY A. ET WALLER D. M.,** 1994 – *Report on the scientific roundtable on biological diversity convened by the chequamegon and nicolet National forest.* General technical report NC-166. USA Forest service, North Central forest Experiment Station, Saint Paul, Minnesota, USA
- CURTIS J. T. AND MCINTOSH R.P.,** 1950 - *The interactions of certain analytic and synthetic phytosociological characters.* Ecology 32 : 434-455
- DIOUF J. c.** 2001 - *Dynamique du peuplement ligneux dans l'aire du forage de Thieul (Ferlo – sud ; Sénégal).* DEA, UCAD -FST Dakar 38 p.
- DIOUF M.,** 2000 - *Dynamique des écosystèmes sahéliens : Effet des microsites topographiques sur la diversité de la végétation ligneuse au Ferlo (Nord du Sénégal).* DEA, UCAD -FST, Dakar 44 p.
- DIVINEAU J. L., LECORDIER C. ET VUATTIONX R.,** 1984 – *Evaluation 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 (1) 103, 103-133.
- DUMON R.,** (1980) - *La forêt, source d'énergie et d'activités nouvelles,* Masson, 143p
- GAUTIER D.,** 1993 - *L'arbre et le système agroforesterie Bamiléké.* Revue Le flamboyant, No 26, juin 1993,226 :17-19.
- GERARD R.,** 1995 - *Savanes ; l'herbe, l'arbre et l'homme en terre tropicales,* Masson, Paris, 268p.
- GOUDET J. P.,** 1985 - *Equilibre du milieu naturel tropical sèche, végétation ligneuse et désertification.* Revue Bois et Forêts des tropiques, 1er trimestre 1985 : 3-15.
- GROUZIS M., ALBERGEL J.,** 1988 - *Du risque climatique à la contrainte écologique. Indice de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso.* In Eldin M.
- GUINIER PH.,** 1947 - *Technique forestière,* la Maison Rustique, Paris 316p
- IBRAHIM N.,** 1998 - *Principes d'agriculture durable.* Edition ESTEM 121p
- JAQUES P., BENOIT G., JONAS N.,** 2000 - *Guide de planification stratégique de la biodiversité dans une perspective de développement durable.*
- KOECHLIN J.,** 1989 – *Adaptation des systèmes agro-pastoraux aux milieux du Niger et dans le paraiba.* In : B Bret., les hommes face à la sécheresse, IHEAL et EST, collection « travaux et Mémoire » 42, 317,321.

- LE HEROU H. N.**, 1993 - *Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches de l'Afrique*, In « l'homme peut-il refaire ce qu'il a défaîtu ? Restauration-réhabilitation des terres dégradées des zones arides et semi-arides) Edit John-Libbey Eurotext, Montroye. Sous presse
- LEBRUN J. P. ET STORK A. L.**, 1991, 1992, 1995 et 1997 – *Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservation du jardin botanique de Genève*, I, II, III, IV, 249, 257, 341 et 712p.
- LEDANT J. P.**, 1987. « *Démographie et Désertique : un problème complexe* ». RISED (Reguler. Inform. Syst. on Environ. and Develop.
- LEGENDRE L. ET LEGENDRE P.**, 1984 - *Ecologie numérique. Tome I. Le traitement multiple des données écologiques*. Masson, 260p.
- LIENOU G.**, 1995 - *Relation écoulements de surface-écoulements souterrains dans le bassin dela Néma (Sine Saloum, Sénégal)*. Mémoire de DEA de Géologie, FST/UCAD (Sénégal), 91p
- MICHEL S., SIMONE S.**, 1973 « *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux* ». Editeurs scientifiques Unesco 2000, 434p
- MIEHE S.**, 1990 – *Inventaire et suivi de la végétation dans les parcelles pastorales à Windou Thengoly*. GTZ. 108p
- MIEHES S.**, 1990 - *Inventaire et suivi de la végétation dans les parcelles pastorales à Windou Thengoly. Rapport de campagne*, GTZ/ 108p.
- NGOM D.**, 2000 - *Place de l'arbre dans les systèmes de production du terroir hydrologique de la Nema dans le Niombato (Saloum, Sénégal)*. Mémoire de fin d'étude, CRESA FA/UAM (Niger) : 57p.
- PELISSIER P.**, 1966 - *Les paysans du Sénégal, les civilisations agraires du Cayor à la Casamance*. St-Yrieix, Imp. Fabrègue, 939p
- POISONNET J., CHAMBRIS F. & TOURE I.**, 1999 - *Equilibre et déséquilibre des phytocénoses sahéliennes. Influence de la pluviosité annuelle et de la proximité des points d'eau*, pp283-296.In « *l'aridité, une contrainte au développement* » : colloque didactique, Paris, 597p.
- POSS R. ET VALENTIN C.**, 1983 – *Structure et fonctionnement d'un système eau- sol- végétation. une toposéquence erratique de savane (Katiola, Côte d'Ivoire)*. Cab. ORSTOM, sér. Pédol., XX, 4, 341- 360.
- POUPON H.**, 1977 - *Etude de la phénologie de la strate ligneuse à Fété Olé (Sénégal septentrional) de 1971 à 1977*, Bull. IFAN, 41, 1, 44-85
- POUSSE M.**, 1988 - *Du nombre à l'image : aide à l'interprétation des données de télédétection par le traitement d'images et la composition colorée*. Thèse de doctorat, université de paris I, 204 pages
- RAMADE F.**, 1990 – *Eléments d'écologie fondamentale*, McGRAW-HILL., Paris, 403p.
- RIOU G.**, 1995 - *Savane, l'herbe, l'arbre et l'homme en terre tropicale*, MASSON, paris, 128p.
- SALL P. N.**, 1996 - *Les parcs agro forestiers du Sénégal : Etats des connaissances et perspectives de recherche*. Rapport de consultation No 100, SALWA/ICRAF : 147p.
- SENE A.**, 2000 - *Dynamique et stratégies gestion des parcs agroforeliers dans le bassin arachidier*

(Sénégal) .In « population rurale et environnement dans un contexte bioclimatique méditerranéen ». Séminaire international MEDENPOP (Tunisie) 2000.

SERVANT M., SERVANT-VILDARY S., 2000 - UNESCO éditeurs scientifiques 434p.

THEBAUD B., 1995 - *Foncier, dégradation des terres et désertification en Afrique : réflexion à partir de l'exemple du sahel*. IIED, Dossier No57 : 44p

THIAM S., 1997 - *suivi des écosystèmes sahéliens à partir de la télédétection satellitaire : application au delta du Niger (Mali) et la région de lac de Guiers (Sénégal)*. thèse de doctorat, Université de paris I Panthon-Sorbonne, U.F.R. de Géographie 181p

TOURE E.H. S. N, 1990 - *Migration et développement agricole dans le Nord du Sénégal (Funataro)*: 1954 -1980. Université de Paris VIII, département d'anthropologie et de sociopolitique, Thèse de Doctorat, 208p

TOUTAIN B., BORTOLI L., DULIEU D., FORIGIMI G., MENAUT J. C. ET PIOT J., 1983-
Espèces ligneuses et herbacées dans les écosystèmes pâturés sahéliens de Haute Volta. ACCGRIZA (LAT), gerdat, 124p

TROUCHAIN J., 1980 - *Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique*, Université Paul sebastier, Toulouse, 468p.

VIERS GEORGES, 1970 - *Géographie des forêts*, presse universitaire de France ; xp

VINCKE C., 1995 – *La dégradation des systèmes écologiques sahéliens. Effets de la sécheresse et des facteurs anthropiques sur l'évolution de la végétation ligneuse du Ferlo (Sénégal)*. MFE, UCL-FSA/UEF, 82p

WEIGEL J., (1994) - *Agroforesterie Pratique à l'usage des agents de terrain en Afrique tropicale sèche* ; édition du ministère de la coopération française, 211p