

Université de Ouagadougou

-----

N° d'ordre :  
Faculté des Sciences et Techniques  
Laboratoire de Botanique, Biologie  
et Ecologie Végétales



## THESE

présentée pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE**

**Spécialité : Sciences Biologiques Appliquées**  
**Option : Biologie et Ecologie Végétales**

par

**Ali MAHAMANE**

**STRUCTURE, FONCTIONNEMENT ET DYNAMIQUE DES PARCS  
AGROFORESTIERS DANS L'OUEST DU NIGER**

Soutenue le 23 décembre 1997  
Devant la commission d'examen :

**Président : Mahamane SAADOU**, Professeur, Université ABDOU Moumouni de Niamey

**Examineurs :**

**Sita GUINKO**, Professeur, Université de Ouagadougou

**Jean-Didier ZONGO**, Maître de Conférences, Université de Ouagadougou

**Jeanne MILLOGO/RASOLODIMBY**, Maître-assistant, Université de Ouagadougou

**Jean-Marie OUADBA**, Chargé de Recherche, INERA/CNRST Ouagadougou

## Avant - propos

La présente étude a été initiée sur financement de l'Institut International de la Recherche en Agroforesterie (ICRAF), dans le cadre du programme de bourses ANEFE. Cette bourse ayant pris fin, nous avons bénéficié d'un concours financier dans le cadre du Projet « Gestion et Amélioration de la Jachère en Afrique Occidentale ». C'est l'occasion pour nous de remercier les Responsables de ces deux institutions.

Au terme de cette étude, nous avons le plaisir de remercier les personnes qui se sont intéressées à ce travail et ont permis de le mener à bien.

Monsieur Sita GUINKO, Professeur titulaire de Botanique à la Faculté des Sciences et Technique de l'Université de Ouagadougou, pour l'intérêt qu'il a tant accordé à ce travail, ses conseils et ses encouragements. Scientifique de référence, nous sommes très honoré d'avoir travaillé dans son laboratoire, et lui exprimons ici notre profonde gratitude.

Monsieur Mahamane SAADOU, Professeur titulaire de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université ABDOU Moumouni de Niamey, qui a suivi ce travail et a bien voulu présider le jury. Ses qualités humaines exceptionnelles et sa grande disponibilité nous ont permis de mener à bien ce travail, qu'il en soit remercié.

Dr. Jeanne MILLOGO / RASOLODIMBY, Maître - Assistant à l'Université de Ouagadougou, pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail en acceptant de le juger. Elle a suivi ce travail à toutes les phases de sa réalisation. Qu'elle trouve ici notre profonde gratitude pour tous les efforts qu'elle a tant déployés pour son amélioration.

Nous sommes honoré par MM. Jean-Didier ZONGO, Maître de Conférences à l'Université de Ouagadougou et Jean-Marie OUADBA, chargé de Recherche à l'INERA/CNRST de Ouagadougou qui ont bien voulu juger ce travail.

Monsieur Jean Louis DEVINEAU, Docteur d'Etat, Directeur du Centre ORSTOM de Bobo-Dioulasso en 1995, qui nous a fait bénéficier largement de sa grande et longue expérience de chercheur. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Notre sincère reconnaissance à Monsieur Christian FLORET Coordonnateur régional du projet « Gestion et Amélioration de la Jachère en Afrique Occidentale »,

qui malgré un emploi du temps chargé a bien voulu parcourir ce document avec nous et émettre des critiques qui nous ont été très utiles. Qu'il en soit remercié.

Notre reconnaissance va également au Dr. François ACHARD, Chargé de Recherche à l'ORSTOM, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail ; sa grande disponibilité et ses conseils nous ont été d'une grande utilité. Au niveau de l'ORSTOM Niamey il nous a facilité l'accès au matériel de travail (véhicules, ordinateurs, documentation). Qu'il trouve ici l'expression de nos sincères remerciements.

Notre sincère reconnaissance à Dr. Garba MOUNKAILA, Faculté des Sciences et Dr. Aboubacar AWAISS, Chef du Département Génie / Rural Eaux et Forêts Faculté d'Agronomie, pour les nombreuses heures qu'ils ont passées à lire ce document et ont bien voulu apporter leurs critiques.

Que Dr. Maxime BANOIN, Chef du Département Production animale (Faculté d'Agronomie) et Coordonnateur National du Projet « Gestion et Amélioration de la Jachère en Afrique Occidentale » trouve ici notre reconnaissance pour les conseils qu'il nous a toujours donnés et ses encouragements.

Que Monsieur Laouali ADA, Directeur de l'Environnement / Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, trouve ici notre gratitude pour les soutiens multiformes qu'il nous a apportés. Depuis 1992 il nous a toujours encouragé à mener ces travaux. Qu'il en soit vivement remercié.

Notre reconnaissance va à Mr Lamine MAHAMANE ATTAOU, Ingénieur des Eaux et des Forêts, Responsable du Service Sylviculture et Restauration des Terres (Direction de l'Environnement) pour son soutien moral.

Nous remercions Dr. Yadjj GUERO, Chef du Département Sciences du sol et Dr. Harouna KORE, Chef du Département Sociologie et Economie Rurale (Faculté d'Agronomie) qui ont bien voulu discuter avec nous de certains aspects de cette thèse. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous remercions Dr. Karimou AMBOUTA, Doyen de la Faculté d'Agronomie, Dr. Idrissa SOUMANA, Coordonnateur du Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA) et Mr. Gérard HUET, Conseiller Technique du CRESA, pour l'appui qu'ils nous ont apporté.

Que Dr. Pierre HIERNAUX, à l'ICRISAT / ILCA, trouve ici notre reconnaissance pour avoir accepté de discuter avec nous sur le sujet.

Nous remercions Mr. Frank TIMOUK, Antenne Télédétection AGRHYMET Niamey, pour les conseils qu'il nous a apportés au cours du stage que nous avons effectué au niveau de son laboratoire.

Nous sommes reconnaissant à Mr. Mounkaïla GOUMANDAKOYE, Directeur de l'Environnement en 1995, actuellement à l'Observatoire du Sahel et du Sahara (OSS) à Ouagadougou, pour ses encouragements.

Notre reconnaissance à Dr. Pierre COUTERON à ENGREF(Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts) de Montpellier et Dr. Josiane SEGHIERI, à l'ORSTOM Niamey en 1995, pour les efforts qu'ils ont toujours déployés afin que nous puissions mener à terme cette thèse. Qu'il trouvent ici le fruit de leurs efforts.

Que MM. Aboubacar ISSA, Hassane MOUSSA (INRAN) et feu Amoul KINNI tous ingénieurs des Eaux et des Forêts avec qui nous avons fait nos premiers pas dans ce domaine, trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous n'oublions pas Dr. SHANONO, Responsable du "Centre de multiplication du Bétail de Toukounous", et ses collaborateurs pour leur accueil. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Que les populations des villages de Boumba, Toukounous, Koré, Tidani, Tarkassa, Tara, Tiko et Bogodjotou trouvent ici nos sentiments de reconnaissance pour l'accueil précieux qu'elles nous ont toujours réservé au cours de nos séjours successifs.

Nous remercions tout le personnel administratif et technique de l'ORSTOM pour l'aide qu'il nous a apportée, en particulier MM. CIREUDE, Responsable du parc automobile, TAHIROU, documentaliste, Issoufou ALHERI et Abdoulaye OUMAROU, tous deux chauffeurs.

Enfin nos vifs remerciements vont à mes collègues et amis de l'Université de Ouagadougou et de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, pour leur soutien morale et matériel.

Niamey le 10 novembre 1997

## Résumé

## Sommaire

	Pages
INTRODUCTION.....	10
Problématique.....	10
Objectif du travail.....	15
Conception du parc agroforestier dans le contexte de la zone d'étude.....	15
Diversité du concept parc agroforestier.....	16
Travaux réalisés sur les parcs agroforestiers.....	18
Rôles des parcs agroforestiers le long du transect d'étude.....	20
Méthode d'approche.....	21

## Première partie : GÉNÉRALITÉS SUR LE MILIEU

<b>Chapitre 1 : Milieu physique.....</b>	<b>23</b>
I. Situation géographique.....	23
II. Géologie.....	23
III. Géomorphologie.....	26
IV. Sols.....	26
V. Climat.....	29
<b>Chapitre 2. Milieu biotique.....</b>	<b>33</b>
I. Végétation.....	33
II. Population et activités socio-économiques.....	37
A. Population.....	37
1. Les différents groupes ethniques.....	37
2. Répartition et densité de la population .....	37
B. Activités socio-économiques.....	37
1. Agriculture.....	39
2. Élevage.....	39
Conclusion partielle .....	40

## Deuxième partie : STRUCTURE DES PEUPELEMENTS DES PARCS AGROFORESTIERS

### Chapitre 1 : Physionomie générale des parcs agroforestiers.....41

I. Méthode d'étude.....	41
II. Résultats.....	41
A. Variation liée au gradient pluviométrique .....	41
B. Variation liée à l'hydrogéologie et à la morphopédologie.....	43
1. Le long du Dallol Bosso.....	43
2. Suivant la topographie.....	48
C. Variation liée à l'ancienneté de l'occupation humaine.....	48
D. Influence des circuits des troupeaux.....	50
III. Choix des sites d'étude et présentation des sites.....	50
A. Justification du choix des sites.....	50
B. Présentation des sites .....	51
1. Site de Toukounous.....	51
2. Site de Banizoumbou.....	52
3. Site de Kouringuel.....	52
4. Site de Ticko.....	52
5. Site de Boumba.....	52
6. Site de Tara.....	53
Conclusion .....	53

### Chapitre 2 : Analyse démographique.....58

I. Matériel et méthode d'étude.....	58
A. Photo-interprétation.....	58
B. Méthode d'échantillonnage.....	58
C. Étude de la structure des populations ligneuses des parcs.....	59
1. Relevés structuraux de la végétation.....	60
2. Profils structuraux des ligneux.....	60
D. Traitement des données.....	60
1. Analyse factorielle des correspondances.....	60

2. Analyse de la structure .....	60
II. Résultats.....	62
A. Site de Tiko, parc à <i>Hyphaee thebaica</i> .....	62
1. Histoire de l'occupation agricole .....	62
2. Utilisation des ressources.....	63
3. État de l'occupation des sols.....	63
4. Structure du parc à <i>Hyphaene thebaica</i> .....	63
4.1. Historique de l'implantation du peuplement.....	63
4.2. Structure du parc.....	65
5. Conclusion.....	65
B. Site de Banizoumbou, parc à <i>Faidherbia albida</i> .....	67
1. Étude de la structurale de la végétation.....	67
1.1 Analyse des relevées floristiques .....	67
a. Résultats de l'AFC.....	67
b. Structure de la populations de <i>Faidherbia albida</i> .....	69
3. Conclusion.....	70
D. Site de Boumba, parc à <i>Butyrospermum paradoxum</i> .....	71
1. Cartograohie.....	71
2. Apport de l'analyse de la structure à la compréhension de de la dynamique du peuplement de parc.....	71
3. Structure des groupes.....	72
4 Caractéristiques de la régénération potentielle.....	75
5. Conclusion.....	76
E. - Site de Kouringuel, parc à <i>Neocarya macrophylla</i> .....	76
1. Résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances.....	76
2. Structure des groupes.....	76
3. Conclusion.....	80
F. - Site de Tara, parc à <i>Butyrospermum paradoxum</i> et <i>Parkia biglobosa</i> .....	81
1. Cartographie .....	81
2. Résultats de l'AFC.....	81
3. Structure des groupes.....	84

3.1. Groupe 1.....	84
3.2. Groupe 2.....	85
3.3. Groupe 3.....	86
3.4. Groupe 4.....	89
3.5. Groupe 5.....	90
3.6. Groupe 6.....	90
4. Conclusion.....	92

F. - Site de Toukounous, parc à <i>Faidherbia albida</i> .....	92
1. Cartographie .....	92
2. Analyse des releés floristiques.....	92
3. Structure des groupes .....	94
3.1. Groupe 1.....	94
3.2. Groupe 2.....	96
3.3. Groupe 3.....	96
3.4. Groupe 4.....	97
3.5. Groupe 5.....	97
4. Conclusion .....	100

**Chapitre 3 : Apport de la télédétection dans l'analyse de la structure des peuplements ligneux des champs en milieu sahélien : cas du site de Banizoumbou.....101**

I. Introduction.....	101
II. Méthodologie générale.....	102
A. Définition de la zone d'étude et choix des sites - tests.....	102
B. Problématique de la phénologie des espèces et leur signature spectrale.....	102
C. Les données satellitaires.....	104
D. Photographies aériennes.....	106
E. Méthode d'analyse des images.....	106
1. Corrections géométriques.....	106
2. Cartographie du couvert ligneux.....	108

III. Utilisation des indices de végétation dans l'analyse de la structure de la végétation.....	108
A. Méthode d'étude.....	108
B. Résultats.....	111
1. Interprétation des valeurs de luminance calculées.....	111
2. Problème de l'interférence des peuplements ligneux des champs et des jachères. ....	112
3. Interférence sol - végétation.....	112
IV. Utilisation des compositions colorées dans l'analyse de la structure des peuplements ligneux des champs.....	114
A. Méthode d'étude.....	114
B. Résultats.....	114
V. Evaluation de la densité des arbres des peuplements ligneux des champs et des jachères en milieu sahélien à partir de données satellitaires spot panchromatiques.....	117
A. Méthode d'étude.....	117
B. Résultats.....	120
C. Discussions.....	124
VI. Conclusion.....	126
Conclusion partielle.....	127

### **Troisième partie : FONCTIONNEMENT DES PARCS AGROFORESTIERS**

#### **Chapitre 1 . - Gestion des ressources ligneuses des parcs agroforestiers.129**

I. Introduction.....	129
II. - Méthode d'étude.....	129
III. - Résultats.....	129
A. Traitements appliqués aux arbres et aux peuplements.....	129
1. Conduite des arbres de parc.....	129
1.1. Modeste taille de formation.....	129

1.2. Cueillette.....	130
B. Gestion du peuplement de parc.....	130
1. Renouvellement des arbres du parc.....	130
2. Maintien de la diversité du parc.....	132
3. Entretien de la régénération potentielle.....	132
C. Les haies bordières.....	133
1. Rôle.....	133
2. Place dans l'approvisionnement en bois des villages.....	134
3. Conduite des haies.....	134
D. Gestion des ressources ligneuses .....	134
1. Exploitation pastorale.....	134
2. Bois de feu.....	134
3. Bois de construction.....	135
4. Clôture.....	135
4. Gestion involontaire.....	135
F. Comment les populations créent des parcs agroforestiers.....	136
1. Création volontariste.....	136
2. Impact des contrats de fumure.....	136
3. Influence des projets de développement.....	136
Conclusion.....	136

## **Chapitre 2 - Apport des activités de cueillette dans les revenus des ménages.....178**

I. Introduction.....	141
II. Méthode d'étude.....	141
1. Enquête.....	141
2. Mode de calcul. ....	142
3. Les exploitations choisies.....	142
III. Résultats .....	144
A. Les produits de cueillette du domaine agroforestier.....	144
1. Les plantes ligneuses.....	145
a. <i>Maerua crassifolia</i> .....	145

b. <i>Boscia senegalensis</i> .....	145
c. <i>Balanites aegyptiaca</i> (Dattier sauvage) .....	145
d. <i>Leptadenia hastata</i> .....	146
e. <i>Butyrospermum paradoxum</i> .....	146
f. <i>Neocarya macrophylla</i> .....	146
g. <i>Hyphaene thebaica</i> .....	146
2. Les plantes herbacées.....	147
3. Calendrier agricole.....	147
B. Les revenus tirés des produits agroforestiers.....	149
C. Période de cueillette.....	157
D. Rôle joué par les essences de parc dans la sécurité alimentaire des populations.....	157
E. Problématique de la périodicité de la fructification chez le karité..	158
F. La cueillette une activité de survie.....	158
G. Synthèse.....	159
IV. Conclusion.....	159

### **Chapitre 3 : Le potentiel séminal édaphique et la densité des semis.....163**

Introduction.....	13
I. Matériel et méthode d'étude.....	164
A. Choix des espèces pour le test de germination en pépinière.....	164
B. Capacité de reproduction des semenciers.....	164
C. Potentiel séminal édaphique.....	164
D. Comportement de la germination de quelques essences de parc en pépinière.....	164
E. Effectifs des plantules dans les parcs.....	165
II. RÉSULTATS.....	165
A. Potentiel séminal édaphique et effectifs des jeunes sujets.....	165
1. Site de Tara.....	165
2. Site de Tiko.....	168
3. Site de Boumba.....	170
4. Site de Bogodjotou.....	171

B. Comportement de la germination des semences en pépinière.....	172
C. Morphologie du système racinaire.....	174
III. Conclusion.....	177
Conclusion partielle. ....	178

## **Quatrième partie : DYNAMIQUE DES PARCS AGROFORESTIERS**

### **Chapitre 1 : Les facteurs d'évolution des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger.....180**

I. Introduction.....	180
II. Influence du gradient pluviométrique.....	180
III. Influence liée aux activités de l'homme.....	180
A. Influence liée à ses animaux.....	180
B. Influence liée aux prélèvements effectués par les populations.....	181
IV. Influence liée à la profondeur de la nappe phréatique.....	181
V. Proposition pour la sauvegarde des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger.....	181
VI. Synthèse et onclusion.....	182

### **Chapitre 2 : Rôle des parcs agroforestiers dans la remonté biologique des sols .....183**

I. Méthode d'étude.....	183
1. Prélèvement des échantillons.....	183
2. Analyse chimique.....	183
2.1. Mesure du pH en eau des sols.....	183
2.2. Dosage du carbone organique.....	184
2.3. Dosage de l'azote total.....	184
II. Résultats.....	185
1. Variation de la teneur en azote total.....	185
2. Variation de la teneur en carbone total.....	186
3. Variation du pH du sol. ....	190
D. Teneur en phosphore.....	191

E. Conclusion.....	192
Conclusion partielle.....	194
<b>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>195</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>202</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>213</b>

## Résumé

Le présent travail est conduit sur les parcs arborés de l'Ouest du Niger. L'étude a été menée suivant un transect nord - sud, le long d'un gradient pluviométrique. Elle s'est intéressée à caractériser l'état actuel d'équilibre de ces parcs. Dans un premier temps, une description de la physionomie générale a été faite pour mettre en évidence les principaux types rencontrés dans cette région. Mais compte tenu du nombre important de ces parcs agroforestiers, seulement six terroirs villageois correspondant à cinq types physionomiques ont été retenus pour une description fine. Il s'agit de parcs sélectionnés (*Neocarya macrophylla*, *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa*) et de parcs construits (*Faidherbia albida* et *Hyphaene thebaica*). Cette étude nous a permis de conclure que la structure actuelle des parcs pour chaque type physionomique est le résultat de pratiques propres à chacun des terroirs villageois. En effet ceux - ci présentent des différences par rapport à la situation morphopédologique et la densité de la population. Les produits (feuilles, fleurs et fruits) tirés de ces parcs agroforestiers contribuent à améliorer de manière substantielle les revenus des ménages (6 à 50 %) et sont utilisés aussi comme aliment de substitution pendant les périodes de soudure alimentaire. Le bois obtenu à partir des émondes est largement utilisé par les ménages comme bois de feu. L'étude a montré que par rapport aux diverses sollicitations dont font l'objet les essences de parc, leur dynamique actuelle dépend essentiellement des activités menées par l'homme. En effet, aux terroirs à forte densité humaine correspond une dynamique régressive des essences de parc (*Butyrospermum paradoxum*, *Hyphaene thebaica* et *Parkia biglobosa*). Mais l'espèce *Butyrospermum paradoxum* se régénère avec la pratique de la jachère. C'est ainsi que le parc qu'elle constitue se régénère moins dans les terroirs de Boumba et de Gongueye, alors que c'est le contraire qui est observé dans celui de Tara où la jachère arbustive est pratiquée. *Parkia biglobosa* se caractérise par la faible densité des jeunes sujets. *Neocarya macrophylla* se régénère bien dans le terroir de Kouringuel ; il en est de même pour *Hyphaene thebaica* dans celui de Ticko, contrairement à sa situation dans la vallée sèche du Dallol Bosso où les pressions d'utilisation sont importantes. Cette étude a montré qu'un même type physionomique de parc présente des caractéristiques (régénération, densité de jeunes et grands sujets) variables suivant les terroirs villageois. Il est ainsi possible d'exploiter les possibilités de régénération des parcs présentant une dynamique régressive. En effet il existe une régénération potentielle qui peut s'exprimer ; il suffit de lui accorder une chance et ceci ne peut se faire que par la sensibilisation des acteurs du milieu rural.

Par ailleurs cette étude a montré que les données de télédétection peuvent être utilisées dans la cartographie de peuplements de parc à *Faidherbia albida*.

Les espèces de parc comme *Faidherbia albida* et *Hyphaene thebaica* jouent un rôle important dans la régénération de la fertilité des sols ; à cet égard leur vulgarisation est une solution économiquement viable.

**Mots clés :** Niger, parc arboré, télédétection, structure, fonctionnement, dynamique des populations, gestion, *Faidherbia albida*, *Butyrospermum paradoxum*, *Parkia biglobosa*, *Hyphaene thebaica*.

## INTRODUCTION

### Problématique

Au Niger la population croît au rythme de 3,1 % par an d'après le recensement général de la population de 1988<sup>2</sup> et sa projection d'ici l'an 2030 est donnée par la figure 01. Avec cette croissance démographique, les besoins en céréales, base de l'alimentation des populations, croissent également, alors que les productions agricoles diminuent sous l'effet conjugué des sécheresses récurrentes et de l'appauvrissement des sols. En effet les rendements agricoles connaissent une baisse (PIERI, 1990, Fig. 02 a et b). C'est ainsi qu'entre 1979 et 1989 l'indice de production par habitant est passé de 112 en 1988 à 82 en 1989 (FAO, 1989). Les accroissements de production observés sont dus à l'augmentation des surfaces cultivées et non à l'accroissement des rendements tel que le montre le tableau 01. Or aujourd'hui les surfaces cultivables sont saturées et on ne peut plus augmenter les productions par accroissement des surfaces. Il se trouve que pour satisfaire les besoins croissants des populations, chaque champ doit produire davantage. La conséquence est une pérennisation des cultures sur les champs, une réduction de la durée de la jachère, un morcellement des surfaces cultivées et une diminution des rendements agricoles (ADA et ROCKSTRÖM, 1993, Fig. 02 et 03). Il se pose donc le problème de la gestion de la fertilité des sols. La figure 04, élaborée par PIERI (1990) montre comment évolue les teneurs en matière organique des sols en fonction de la durée d'exploitation. Au niveau des différents horizons du sol on note une diminution des teneurs qui est fonction de la durée de la mise en culture.

Tableau 01. - Evolution des superficies, des rendements et des productions

	Superficie	Rendement	Production
Maïs	6,4	-0,7	5,5
Mil	2,7	0,2	2,9
Sorgho	6,3	-2,1	3,8
Niébé	4,9	-2,5	2,3

(FAO, 1982)

Le problème de la diminution de la fertilité des sols a ainsi pour corollaire la baisse des rendements agricoles (Fig. 02).

Evolution de la population (en million)

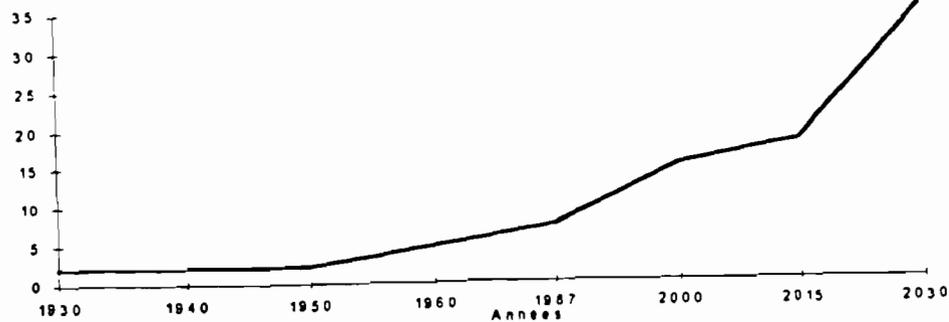
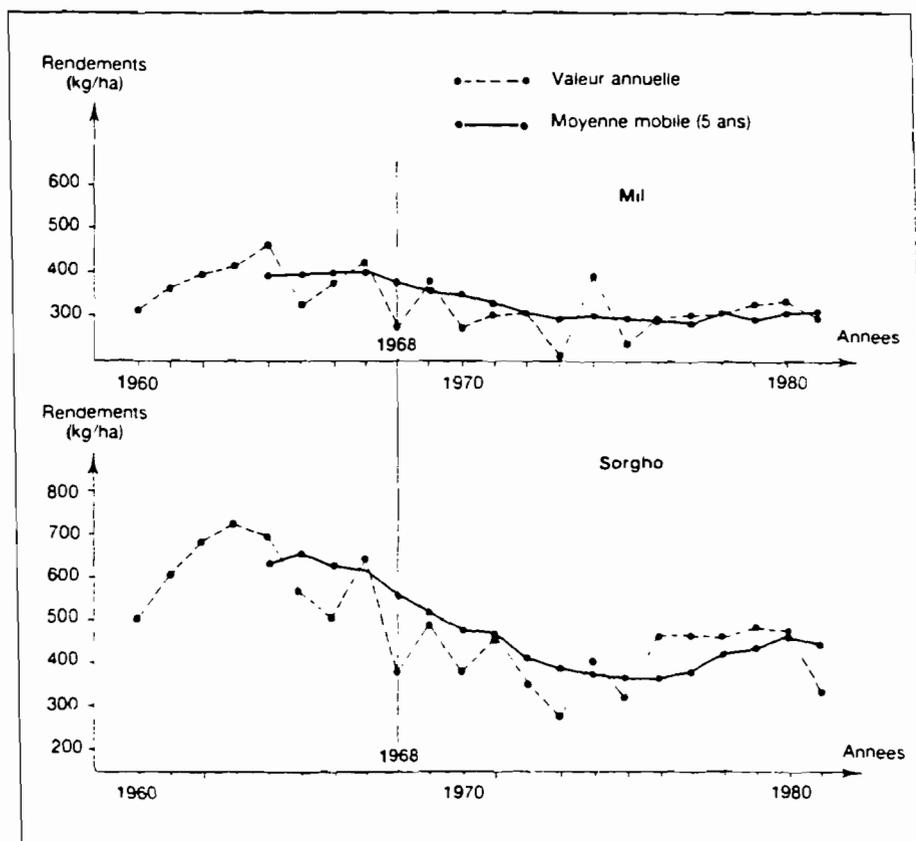


Fig. 01. - Projection de l'accroissement démographique au Niger. Le taux d'accroissement annuel, avec un taux de fécondité inchangé atteindra 3,2 % entre 1987 - 2000, 3,6 % entre 2000 - 2015 et 4 % entre 2015 - 2030 (Banque mondiale, 1989).



Source : Club du Sahel, 1982.

Fig. 02. - Evolution des rendements en mil et sorgho au Niger de 1960 à 1981 (PIERI, 1990).

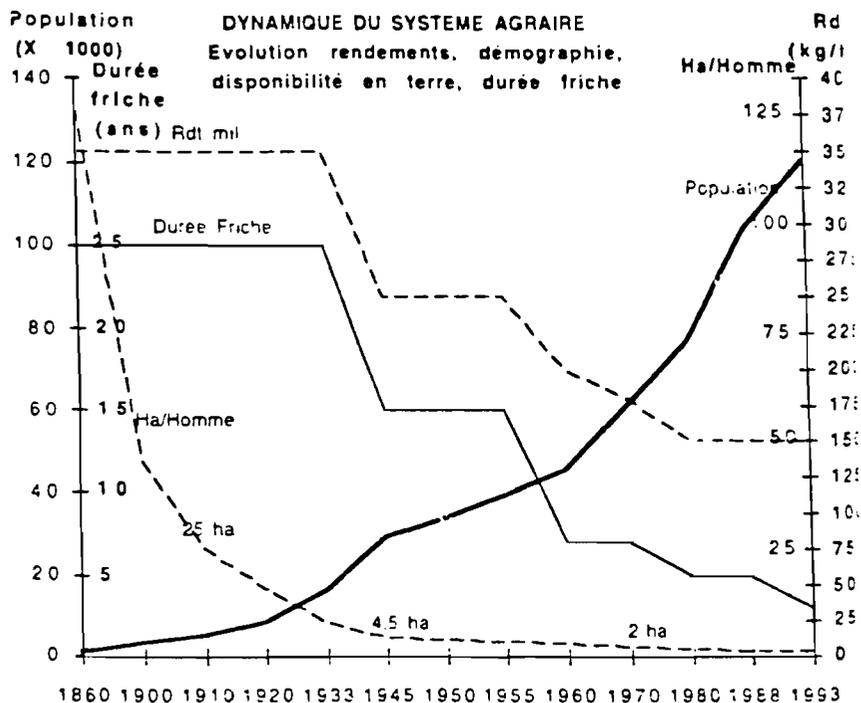


Fig. 3. - Evolution de la moitié du 19<sup>ème</sup> siècle à nos jours, des relations entre la croissance démographique, la durée des friches, et les rendements du mil au ZARMAGANA (ADA et ROCKSTRÖM, 1992).

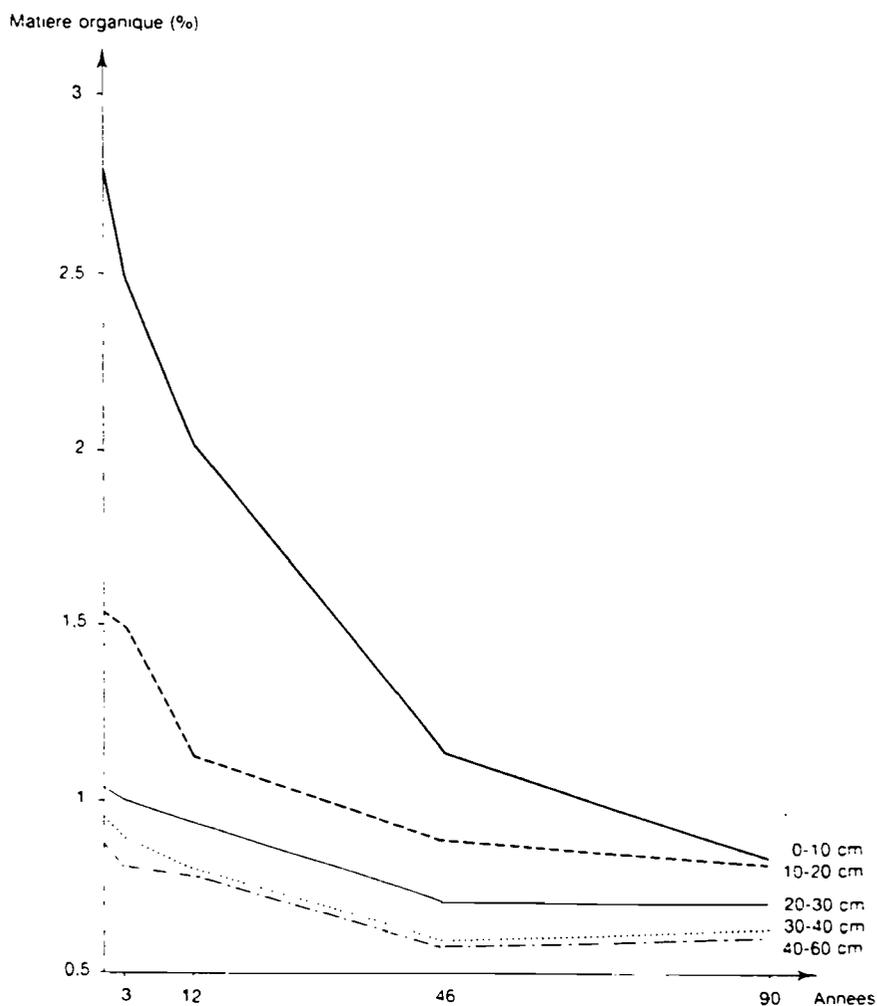


Fig. 04. - Evolution du taux de matière organique du sol à différentes profondeurs, en fonction du nombre d'années de culture (PIERI, 1990).

Par ailleurs il faut satisfaire les besoins en bois énergie, de plus en plus croissants, de cette population dont les grands centres urbains sont les principaux consommateurs (Fig. 05). Or les surfaces réservées aux formations naturelles connaissent une réduction par une dégradation liée aux effets conjugués des prélèvements excessifs et aux sécheresses. En revanche, les surfaces cultivées concernent des domaines relativement étendus. L'avenir de la forêt au Niger sera-t-il dans le domaine agroforestier ? A ce titre n'est-il pas temps de s'intéresser à l'état des peuplements dans ce domaine ? En effet face à ce déséquilibre, qui s'accroît d'année en année, il faut identifier parmi les pratiques traditionnelles des paysans celles qui accélèrent la remontée de la fertilité des sols, dans le contexte d'une pression démographique croissante, afin de les soutenir. Bien entendu, cet

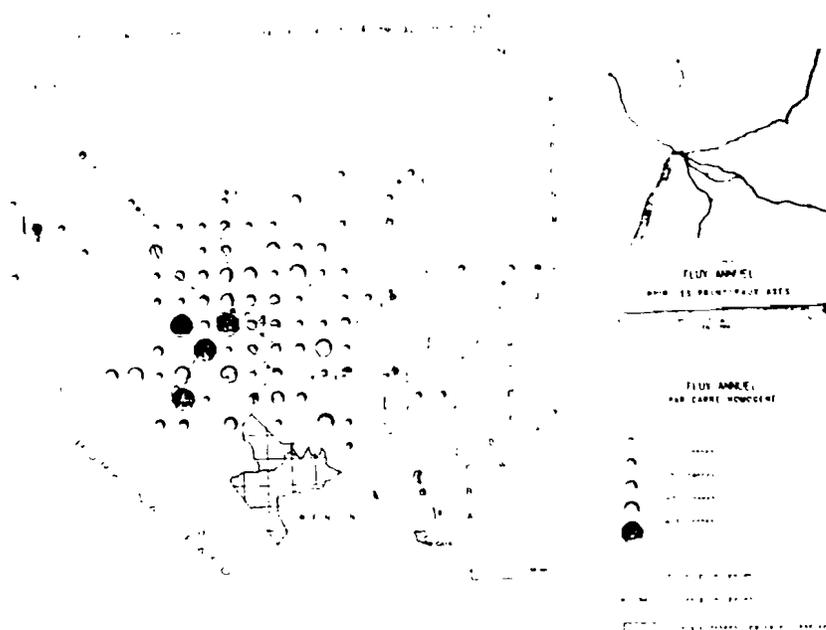


Fig. 05. - Flux d'approvisionnement en bois de la ville de Niamey (d'après PELTIER et al., 1994).

objectif doit être visé avec des moyens peu coûteux pour être reproductible par les paysans. Ceci va nécessiter des investigations pour comprendre les pratiques traditionnelles des populations en tenant compte des exigences écologiques des espèces, dans le contexte des terroirs villageois.

Ainsi, la présence des arbres dans les champs ne répond-elle pas à cette attente ? En effet, plusieurs auteurs ont souligné l'efficacité des essences ligneuses

dans la remontée biologique des sols, notamment les légumineuses fixatrices d'azote (LESUEUR et *al*, 1995 ; MAÏ MOUSSA, 1996, CTFT, 1990). De même la contribution de ces essences dans l'approvisionnement en bois des villages a été rapportée par plusieurs auteurs (DEPOMMIER, 1995). Par ailleurs, dans cette zone écoclimatique difficile la cueillette, pratiquée par les populations, joue un rôle non négligeable dans l'atténuation de leurs difficultés. Ainsi l'agroforesterie a-t-elle fait l'objet d'un intérêt croissant au cours de ces dernières années ? En effet, depuis le sommet de RIO en 1992, l'agroforesterie connaît un regain d'intérêt (Action 21, 1992).

Un effort doit être fait pour restaurer la fertilité des terres de la zone agropastorale et cela passe par la régénération de la couverture arborée.

### **Objectifs du travail**

L'objectif du présent travail est de déterminer les influences respectives des facteurs anthropiques et écologiques sur "la structure, le fonctionnement et la dynamique des parcs agroforestiers" et de faire ressortir leur rôle en tant qu'alternative à la disparition de la jachère. Par ailleurs l'étude de la structure s'avère nécessaire pour des espèces qui se trouvent à la limite nord de leur aire de répartition géographique. Elle permet ainsi de compléter les descriptions de structure qui ont été faites en zone soudanienne au sud OUEDRAOGO (1994) ; MAHAMANE (1995) et DALLIERE (1995).

### **Conception du parc agroforestier dans le contexte du transect d'étude**

Le parc, de par son origine, est le résultat d'activités anthropiques. Suivant la fonction qui lui est associée, il est classé diversement selon les auteurs. Pour PELISSIER (1980 a), « la composition et le rôle assigné au parc sont révélateurs de la stratégie que chaque société conduit à l'égard du milieu où elle vit ». Partant de cette idée, « ce ne sont pas seulement des besoins et des techniques que traduit le parc, c'est la nature de la société et son histoire, et d'une certaine manière sa structure, qu'il éclaire. Ainsi, au-delà des relations matérielles d'une population avec

les différentes composantes de son environnement, c'est son type d'organisation qui se trouve transcrit dans le paysage ». Au regard de ce qui précède, plusieurs éléments entrent dans la définition du parc agroforestier. Pour notre part, les éléments retenus pour définir les parcs agroforestiers, le long de notre transect d'étude, sont prioritairement : le rôle joué par l'essence principale dans la restauration de la fertilité des sols, dans la production de fourrage ligneux, dans l'alimentation humaine et dans la pharmacopée traditionnelle. Secondairement, sont pris en compte la production de bois énergie, de bois d'oeuvre et les aspects institutionnels.

### **Diversité du concept parc agroforestier**

Le mot parc est un terme ancien. Il a fait, et continue de faire, l'objet de plusieurs définitions et de travaux de chercheurs relevant de diverses disciplines. Pour les phytoécologues, ce terme est utilisé pour définir des systèmes écologiques, sans rapport direct avec les cultures annuelles. C'est le cas de CHIPP (1926, *in* SCHNELL, 1971), de TROCHAIN (1980), de MARCHAL (1980) et de PARENT (1991), qui définissent des savanes parcs, en combinant la strate herbacée à celle des arbres et arbustes.

Pour les géographes, la définition du parc prend une connotation anthropo-écologique (GALLAIS, 1975 ; PELISSIER, 1980 ; LAHUEC, 1980 et SEIGNOBOS, 1982). Elle intègre aux arbres et aux animaux des faits anthropiques, les arbres et les cultures annuelles associées. Pour les agroforestiers, l'accent est mis sur les interactions entre les cultures, les arbres et les facteurs écologiques. Ainsi, BONKOUNGOU (1994), définit le parc agroforestier comme "un système d'utilisation des terres dans lequel les végétaux ligneux pérennes sont délibérément conservés en association avec les cultures et / ou l'élevage dans un arrangement spatial dispersé et où existent à la fois des interactions écologiques et économiques entre les ligneux et les autres composantes du système". La définition des géographes est donc voisine de celle des agroforestiers à laquelle se rattache la notre pour les parcs répartis le long du transect. Le parc est donc un peuplement ligneux préservé dans les champs, en fonction de son utilité et des règles institutionnelles, en

association avec des cultures et / ou l'élevage, une partie de l'année, avec des interactions écologiques et économiques.

En revanche, BAUMER (1995) estime tout récemment que les expressions "forêts parcs" ou "parcs arborés" recouvrent des réalités diverses, qui n'ont pas été incluses dans la nomenclature de Yangambi (1951) et dans la classification de l'UNESCO (1973), malgré l'importance des surfaces concernées. Il définit la forêt - parc "comme un type de végétation dominé par des ligneux (...) de tendance équienne qui ont une densité faible à moyenne, dont les cimes ne se touchent jamais et sont même assez distantes".

Partant de ce fait, il ressort que, quelle que soit la définition considérée, l'arbre constitue le pivot du système. Il va sans dire que cet état des faits occulte, certainement, le côté institutionnel. Dans le but de suppléer à cet handicap, n'est - il pas impératif de poser la problématique du parc à la fois au niveau des acteurs endogènes et exogènes (SERPANTIE, 1993) ? En effet, des sociologues comme FREUDENBERGER (1993) et MANZO I. et ALLOKE (1991) posent le problème de la tenure foncière et de la tenure de l'arbre. A ce propos, le long de notre transect, les conceptions par rapport à cette tenure sont diverses. Celles - ci sont : la terre appartient à l'Etat, au chef du village, au propriétaire du sol. C'est également la même conception qu'on retrouve vis à vis des arbres, à savoir les arbres appartiennent à l'Etat, à Dieu et au propriétaire du sol. Ainsi, tout le monde est unanime sur la responsabilité que doit assumer le propriétaire du sol en cas de coupe d'arbres sur son domaine, ceci en vertu des principes établis par le Code Forestier relatifs aux espèces protégées (article 16 du Code Forestier, 1974).

Au travers de cette "intrusion" directe et répressive dans le rapport traditionnel de l'homme à l'arbre, un sentiment tabou a progressivement été développé par les populations vis à vis de l'arbre, le rapport de l'arbre étant aujourd'hui considéré comme un mal nécessaire comme l'ont souligné MANZO I. et ALLOKE (1991). Il en résulte une influence sur le comportement des acteurs individuels du milieu rural, comportement qui contribue à façonner les paysages ruraux.

Ce qui précède illustre, un tant soit peu, la complexité des éléments entrant dans la définition du parc agroforestier. C'est donc la résultante de la juxtaposition d'un ensemble d'éléments, culturels, économiques, institutionnels et écologiques ?

En revanche, malgré cette multiplicité des éléments entrant dans la définition du parc, celle - ci ne présente pas une différence marquée entre la région sahélienne et la région soudanienne. Cependant, ce qui est spécifique à chaque région est liée à l'importance de la distribution spatiale des types physiologiques qui seraient, elle même, endogène à la répartition géographique des espèces. C'est ainsi qu'en région sahélienne on peut assister à la prédominance des parcs à physiologie dominée par *Faidherbia albida*, tandis qu'en zone soudanienne ce sont ceux à *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa* qui prennent le relais.

Une typologie de ces parcs agroforestiers a été formulée par PELISSIER (1980 b). Ce dernier distingue trois types principaux de parcs en fonction du niveau d'élaboration. Il s'agit, tout d'abord, du parc le plus élémentaire, le *parc résiduel*, résultant d'un début d'élimination, par l'homme, des espèces non désirées et d'un enrichissement relatif apparent en espèces utiles qui existaient dans le peuplement d'origine. Ensuite le *parc sélectionné* qui résulte d'une action plus volontariste et plus prolongée de l'homme, pour lequel les espèces maintenues sont généralement moins nombreuses que dans les *parcs résiduels*. Enfin le *parc construit*, « beaucoup plus élaboré et réfléchi, où la sélection est plus poussée, pouvant réduire le nombre d'espèce à une et où le choix est fait longtemps en avance ». Le long de notre transect, ce sont les deux derniers types qui prédominent.

### **Travaux réalisés sur les parcs agroforestiers**

En plus de la diversité dans la conception du parc, les travaux conduits dans le domaine sont relativement nombreux. Les données sur la dynamique des populations des espèces du parc sont très fragmentaires et concernent des zones agroécologiques différentes. Cette diversité des conditions écologiques, et les modes de gestion, rendent difficile une généralisation des mécanismes qui contrôlent leur dynamique.

En zone sahélienne, et au Niger en particulier, GESCHLADT (1972), ADA (1992) ont décrit la rônèraie du Dallol Maouri. OUNTEINI (1993) a réalisé un point sur l'état des parcs agroforestiers au Niger, mais ne réalise pas une analyse de la structure. MAÏ MOUSSA (1996) a décrit la dynamique des éléments de la fertilité des sols dans l'environnement de *Faidherbia albida*.

Toujours en zone sahéenne, au Sénégal, GIFFARD (1967) a décrit des peuplements de rôniers.

En zone sahélo-soudanienne, SEIGNOBOS (1980 a et b) a décrit des parcs agroforestiers à *Faidherbia albida*, au Cameroun.

En zone soudanienne, au Burkina Faso. MAÏGA (1985) et BONKOUNGOU (1987a et b) ont conduit des travaux sur les interactions entre les arbres et les cultures. Dans cette même zone phytogéographique, la structure des parcs a été largement décrite (MARCHAL, 1980 ; LAHUEC, 1980 ; DEPOMMIER et al., 1992 ; NIKIEMA, 1993 ; OUEDRAOGO, 1990, 1994 et 1995 ; DALLIERE, 1995 et MAHAMANE, 1995). AGBAHOUGBA et al. (1989), en Côte d'Ivoire, et DEPOMMIER (1992), au Bénin, ont décrit des parcs à *Butyrospermum paradoxum*.

En fin, tout récemment, une compilation de divers travaux sur les parcs à *Faidherbia albida* est présentée dans les *Cahiers Scientifiques* du CIRAD (1995). Ces travaux viennent ainsi combler un vide dans le domaine puisque les thèmes abordés sont divers (Tableau 02).

Tableau 02. - Présentation des travaux conduits sur les parcs à *Faidherbia albida*, *Les Cahiers Scientifiques* du CIRAD, 1995.

Thèmes abordés	Auteurs
Productivité, en semences de <i>Faidherbia albida</i> et leur devenir, eu égard aux attaques par les insectes et le broutage des animaux	DEPOMMIER
Utilisation des cernes pour déterminer l'âge des peuplements, afin de décrire leur structure	DEPOMMIER et al.
Comportement de la régénération de <i>Faidherbia albida</i> , espèce pionnière	BERTRAND
Impact des pratiques traditionnelles d'émondage et leur influence	DEPOMMIER et GUERIN
Le système racinaire et le fonctionnement hydrique de <i>Faidherbia albida</i>	MATIG et al.,
Influence du parc à <i>Faidherbia albida</i> sur les cultures vivrières (mil et sorgho) et de rente (coton et arachide) au Nord Cameroun, au Sénégal et au Burkina Faso	OLIVER et al.
<i>Faidherbia albida</i> , élément décrypteur des systèmes agraires, au Cameroun	SEIGNOBOS
Dynamique de <i>Faidherbia albida</i> en fonction des conditions écologiques et anthropiques au Burkina Faso	OUEDRAOGO et ALEXANDRE
Méthode originale pour planter et gérer <i>Faidherbia albida</i>	VAN DEN BELT

Thèmes abordés	Auteurs
Protection de la régénération naturelle de <i>Faidherbia albida</i> par les exploitants au Niger	MONTAGNE
Les caractéristiques symbiotiques et écophysiologicals de <i>Faidherbia albida</i>	LESUEUR et al.,
Utilisation de la télédétection dans la caractérisation des parcs à <i>Faidherbia albida</i> au Cameroun	TRIBOULET

### Rôle des parcs agroforestiers le long du transect d'étude

Les parcs agroforestiers ont essentiellement trois rôles principaux : alimentation humaine, restauration de la fertilité des sols et production de fourrage ligneux pour les animaux.

#### \* Rôle dans l'alimentation humaine

Ce rôle est joué par les parcs à *Butyrospermum paradoxum*, *Parkia biglobosa*, *Borassus aethiopum* et *Hyphaene thebaica*. Dans les champs, ces essences sont préservées essentiellement pour les fruits qu'elles produisent, exceptionnellement un bois d'oeuvre de qualité pour le rônier. Ces essences présentent un certain nombre de valeur économique difficile à évaluer en milieu rural, quoique le capital tiré de la vente des sous produits joue plusieurs rôles au sein des ménages.

#### \* Rôle dans la restauration de la fertilité des sols et production de fourrage aux animaux.

Notre transect s'étend sur une zone agro-écologique très exposée à la sécheresse. Au sein de cette zone, l'agriculture est basée pendant longtemps sur la culture sur brûlis sur trois ou quatre années, suivie de plusieurs années de jachère permettant la régénération de la fertilité des sols (PIERI, 1990). Ce mode de gestion a permis de maintenir, durant des décennies, les productions agricoles à un niveau stable. Mais face à une pression démographique, sans cesse croissante, et à une

monétarisation de l'économie, la priorité a été accordée à une agriculture "consommatrice" d'espace et à la multiplication du bétail. Présentement, l'espace manque et il n'est plus possible d'augmenter les productions en multipliant les surfaces cultivées. Du coup, la durée de la jachère a considérablement diminué et les cultures se pérennisent, de plus en plus, sur les parcelles. Donc la gestion traditionnelle de la fertilité des terres, à travers la jachère longue n'a plus droit de cité. A l'inverse, pour combler le déficit céréalier, chaque champ doit produire davantage. De ce fait, l'équilibre des bilans biogéochimiques, assuré par la gestion traditionnelle de la fertilité, ne s'établit plus. Dans ces conditions, le rôle principal doit être joué par le stock arboré des parcelles cultivées autrement dit le parc arboré. Un accent particulier pourrait être mis sur l'intégration des arbres, des cultures et de l'élevage dans le but d'augmenter la durée de séjour des animaux sur les parcelles cultivées, ceci afin que l'apport de fumure soit important. Pour BREMAN et al. (1990), il faut 3 UBT en stabulation pendant la nuit, pour maintenir la production céréalière d'un hectare au niveau traditionnel. Une alternative doit être recherchée par rapport à la formulation suivante de ces auteurs : "la paille nourrit les boeufs - les boeufs labourent la terre et produisent de la fumure - la fumure fertilise les champs - les champs produisent des céréales et de la paille - la paille nourrit les boeufs", sauf qu'ici le rôle moteur doit être dévolu aux essences de parc.

#### \* Production de revenus

Bois de feu : les branchages de *Faidherbia albida*, issus d'émondes, couvrent une partie importante des besoins des populations.

Bois de service : c'est le cas de *Borassus aethiopum* et de *Hyphaene thebaica*. Ce bois sert à divers usages tels que la construction d'habitats. Le pétiole de *Borassus aethiopum* est utilisé dans la fabrication de meubles tandis que celui de *Hyphaene thebaica* est utilisé pour faire des éponges végétales et les feuilles du cordage divers.

## Méthode d'approche

L'étude des parcs agroforestiers de l'ouest du Niger est appréhendée suivant quatre grandes étapes :

- Dans la première partie il s'est avéré nécessaire de caractériser, le cadre physique, les unités de végétation et les activités humaines afin de permettre une meilleure connaissance de la mosaïque de paysages qui existe dans l'Ouest du Niger :

- Dans la deuxième partie est abordée l'étude de la structure des principaux types de parcs agroforestiers. A cet effet, une typologie générale des parcs agroforestiers a été proposée suivant un transect Nord - Sud suivie d'une description détaillée par type de parc, afin de caractériser la structure de chacun. La description de la structure a été complétée par une appréciation de l'apport des données satellitaires dans l'analyse de la distribution des peuplements ligneux des champs à travers une étude de cas ;

- La troisième partie est relative au fonctionnement des parcs agroforestiers. Il s'agit de caractériser le mode de gestion des ressources de parcs, le rôle des activités de cueillette dans le revenu des ménages et l'estimation du potentiel séminal édaphique et la densité des jeunes sujets ;

- Quant à la quatrième partie, elle se rapporte à la dynamique des parcs agroforestiers. Il est question de caractériser les facteurs d'évolution des parcs agroforestiers et la remontée de la fertilité des sols.

**Première partie**

**GENERALITES SUR LE MILIEU**

## Chapitre 1. - Milieu physique

### I. Situation géographique

La zone d'étude est située dans l'ouest du Niger en Afrique Occidentale (Fig. 1.1.1). Elle est comprise entre 1° et 4° de longitude Est et 12° et 15° de latitude Nord et est à cheval sur les départements de Dosso et de Tillabéry. Dans le Département de Tillabéry elle concerne les arrondissements de Filingué, Say, Kollo et dans le Département de Dosso ceux de Birni N'Gaouré, Dosso et Gaya. Elle englobe une zone qui s'échelonne suivant un transect nord - sud et relie l'isohyète 300 mm au Nord et celui des 800 mm au sud. Elle couvre diverses situations géomorphologiques et présente l'avantage d'inclure des parcs agroforestiers variés.

### II. Géologie

La zone s'étend sur le bassin des lullemmenden qui couvre la partie occidentale de la République du Niger (Fig. 1.1.2). L'histoire géologique de ce bassin est marquée par des périodes de transgression marine facilement identifiables pendant le primaire, le crétacé supérieur et le paléocène.

Au cours du primaire, le bassin des lullemmenden était recouvert par le golfe marin d'ouest vers le nord, théâtre d'une sédimentation à dominante détritique, de type deltaïque sur les bordures. Du permien au Cenomanien inférieur, on assiste à une sédimentation détritique à caractère continental : " le continental intercalaire " DUBOIS (1981).

Faisant suite aux dépôts chimiques du Paléocène - Eocène, un puissant épandage détritique à dominante argilo-silto-gréseuse comble le bassin des lullemmenden dans une large forme synclinale dont l'axe nord - sud se place à l'aplomb du Dalloï Maouri.

Au Niger, DUBOIS (*op. cit.*) distingue au sein du Continental Terminal (CT), 3 ensembles :

- la série sidérolithique de l'Ader Douchi (CT1) caractérisée par des argiles ferrugineuses, des sables fins à quartz non usés et des grès ferrugineux, le tout renfermant des oolithes de goethite.

# ZONE D'ETUDE DES PARCS AGROFORESRIERS DANS L'OUEST DU NIGER

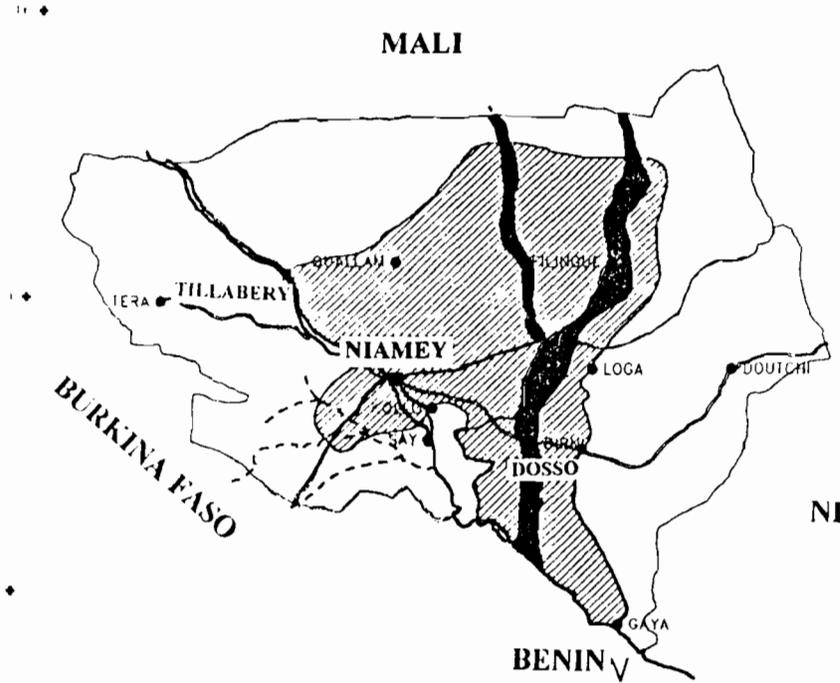
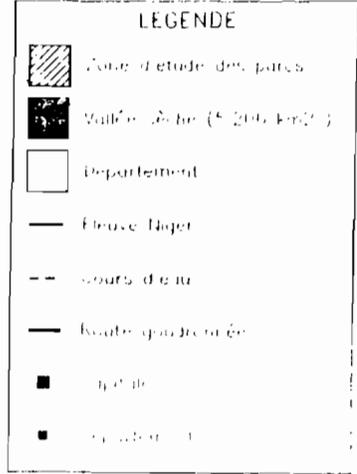
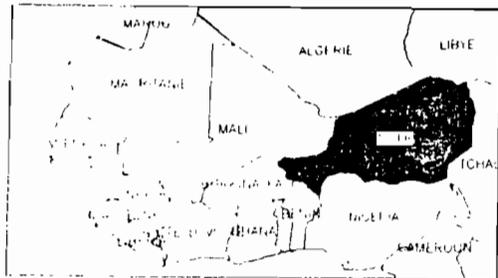


Fig. 1.1.1. Zone d'étude

Cartographe: AMADOU Boureima

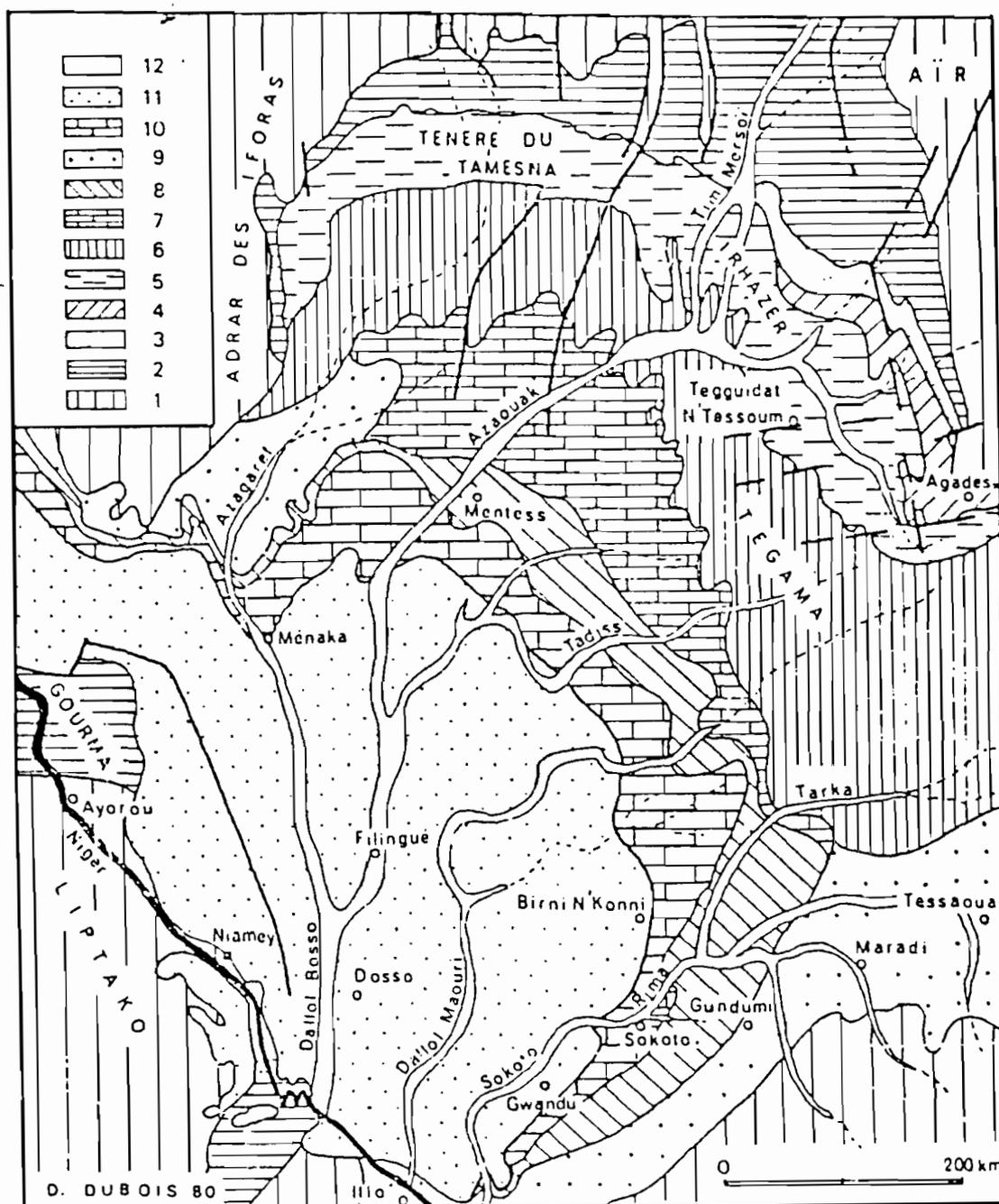


Fig. 1.1.2. - Géologie du Bassin des Iullemenden (d'après GREIGERT et PUGNET, 1965, et DUBOIS, 1979).

1 : Précambrien ; 2 : Cambrien-Carbonifère ; 3 : Permien ; 4 : Trias-Jurassique ; 5 : Wealdien ; 6 : Albien-Cénomaniens ; 7 : Cénomaniens supérieur-Sénomaniens moyen ; 8 : Sénomaniens supérieur ; 9 : Continental hamadien ; 10 : Paléocène-Eocène ; 11 : Continental terminal ; 12 : alluvions quaternaires.

- la série argilo-sableuse à lignite (CT2), qui surmonte vers l'ouest la série sidérolithique. Elle est caractérisée par des sables classés à quartz brisés, des oxydes de fer de teinte très chatoyante, cimentant les sables, et les argiles kaolinites blanches ou bariolées, alternant avec des vases contenant des débris charbonneux.

- la série des grès argileux du moyen Niger (CT3), qui est un mélange en proportions variables d'argiles, de kaolinites noyant les grains de quartz usés et de grès de couleur bariolée. Ils affleurent sur la zone d'étude, sous forme de bancs d'épaisseur pouvant atteindre quelques dizaines de mètres de roches grises ou jaunes, souvent rougeâtres, percées de cavités à enduite argilo-ferrugineux brun rouge. Ces terrains sont relayés vers l'ouest, par la lithomarge des roches du socle précambrien.

### **III. Géomorphologie**

La lithomarge des roches du socle et les formations du Continental Terminal sont recouvertes à leur sommet par une même surface d'aplanissement attribuée au Néogène supérieur. Ultérieurement cette surface a été disséquée par les cours d'eau quaternaires. Un modelé s'est ainsi lentement élaboré en contre bas de la surface d'aplanissement primitive, par enfoncement progressif des thalwegs et recul des versants parallèlement à eux mêmes. Le paysage actuel correspond à l'alternance de plateaux peu élevés (environ 200 m d'altitude) et des zones sableuses cultivées. Suivant les situations géomorphologiques, le niveau de la nappe phréatique varie, ce qui joue sur l'alimentation en eau souterraine des plantes (Fig. 1.1.2).

### **IV. Sols**

Dans sa description des sols de l'Ouest du Niger, GAVAUD (1966) fait ressortir les sols ferrugineux peu différenciés sur les formations sableuses des vallées sèches telle la série de Filingué, l'association des sols ferrugineux à action de nappe, des sols à gley, des sols à alcalis (Dallol Bosso) et l'association à sols ferrugineux à action de nappe, à sols à pseudogley, à sols vertiques, des terrasses du fleuve Niger à Gaya.

### **A. Les sols ferrugineux peu lessivés et peu différenciés sur formations sableuses des vallées sèches.**

Ces sols occupent une vaste plaine sableuse, faiblement ondulée, sans écoulement superficiel, rejetée en rive Est du Dallol, dont elle domine les alluvions argileuses et plus au Sud, la zone à chenaux, d'environ 3 mètres. Ils sont occupés par des champs de mil, défrichés dans une savane arborée à *Combretum glutinosum* et un tapis herbacé à *Aristida longiflora* complétés de quelques annuelles. Ces sols sont densément cultivés grâce à une meilleure alimentation en eau d'origine topographique (GAVAUD, 1966).

### **B. L'association des sols ferrugineux à action de nappe du Dallol Bosso**

La vallée du Dallol Bosso est une entaille à fond très plat dont la largeur oscille entre 20 et 7,5 km, la dernière des étroitures, en aval, étant due à l'affleurement des formations très dures du voltaïen. Elle est limitée par des escarpements taillés dans les grès continentaux et recoupant soit la surface ancienne proprement dite, soit le versant supérieur cuirassé souvent voilé d'une nappe sableuse. Les escarpements sont interrompus par des vallées affluentes. La couverture, à la fois éolienne et colluviale, s'unit à celle, de même nature, qui couvre de courts versants raccordant les escarpements au fond du Dallol, pour former un glacis continu, cartographié en sols régiques à faciès ferrugineux sur colluvions hétérogènes stratifiées.

Le Dallol est remblayé par une couverture extrêmement sableuse où GAVAUD (1966) distingue trois niveaux définis ci-dessous :

- T1, ou niveau supérieur ; modelé supérieur aplani à sols très rubéfiés, parfois érodés, classés comme sols ferrugineux et sols ferrugineux peu différenciés.

- T2, ou niveau moyen ; modelé superficiel plus ondulé, sols à horizon B beaucoup plus jaunâtre, classés comme sols ferrugineux à action de nappe. Ils présentent en effet très fréquemment la base jaune caractéristique de ce type d'engorgement et, parfois, des concrétions.

- T3, ou niveau des dépressions ou chenaux, actuellement sans écoulement longitudinal. Les plus profonds montrent une nappe phréatique affleurante formant

des marais dont la pérennité dépend de la pluviométrie du moment, et dont l'évaporation est responsable de la salure de certains de ces sols. Les sables en sont grossiers et vraisemblablement les mêmes que ceux du T2. Les sols sont classés comme sols à gley et sols à alcalis.

A son débouché sur le fleuve Niger, la vallée est barrée par une sorte de cordon à sols peu évolués.

### **C. L'association des sols ferrugineux à action de nappe des terrasses du fleuve Niger à Gaya**

Sur la rive Est du fleuve Niger, dès la latitude de Sya et jusqu'à l'embouchure du Dallol Maouri, des sables remplacent les sables fins argileux qui forment le matériau habituel des terrasses. Sols, textures, végétation et utilisations sont étroitement associés dans un modelé étagé (GAVAUD, 1966). C'est ainsi que la zone d'inondation du fleuve est dominée de 10 m par un bourrelet limitant une première formation de sables pauvres en éléments fins, à courbure unimodale, grano-classés et à finesse croissant vers le sommet, donc identique aux sables, présumés fluviaux, des Dallols. Ils forment une plaine sableuse légèrement ondulée s'inclinant doucement du fleuve vers l'intérieur. Les sols peu évolués à structure pratiquement particulière, sont classés comme sols ferrugineux peu lessivés peu différenciés à action de nappe en profondeur. Il s'agit de sols hydromorphes à pseudogley et des sols vertiques.

### **D. Les sols ferrugineux peu lessivés évolués sur formations sableuse du moyen Niger**

Les sols ferrugineux peu lessivés et évolués sur grès du Continental Terminal sont partiellement recouverts d'un manteau sableux à modelé éolien discret ou nul, à sols généralement très rouges, peu structurés, très acides et désaturés, carencés en calcium, à peuplement végétal monotone, pauvres en espèces, peu vigoureux et moins uniformément cultivés que les sables sur socle.

## V. Climat

### A. Pluviosité

La pluviosité présente une grande variabilité en allant des stations les plus au Sud vers les stations plus au Nord. Ainsi la pluviosité moyenne annuelle, calculée sur une période de 30 ans, oscille entre 800 et 900 mm, à Gaya, alors qu'elle n'est que de l'ordre de 300 mm à Toukounous.

L'analyse des précipitations moyennes mensuelles entre 1967 et 1995 montre que toutes les stations ont un régime pluviométrique semblable : une allure unimodale, centrée sur le mois d'août (Fig. 1.1.3).

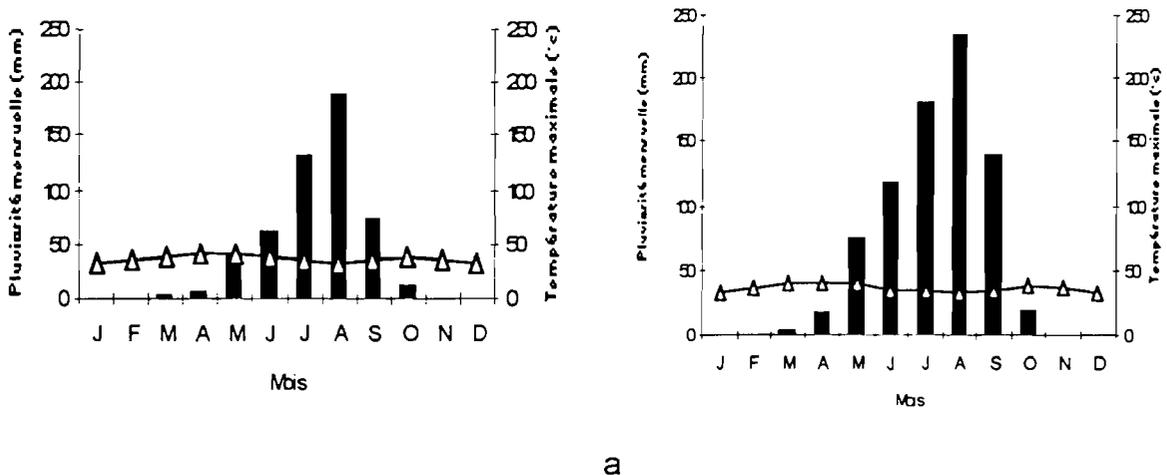


Fig. 1.1.3. Diagramme ombrothermique à la station de Niamey aéroport (a) et à Gaya (b), de 1967 à 1995. (Source Direction de la Météorologie Nationale).

L'analyse de la série des précipitations entre 1905 et 1990, de la station de Niamey, montre une variation en dents de scie et une diminution générale des précipitations au cours des dernières décennies (Fig. 1.1.4). Cette variation générale est encore mieux illustrée par la figure 1.1.5 élaborée par OZER et ERPICUM (1995). En effet la comparaison des cartes pluviométriques du sud Niger (OZER et ERPICUM, 1995) de la figure 1.1.5 montre un net glissement des isohyètes au cours de la période sèche allant de 1968 - 1987.

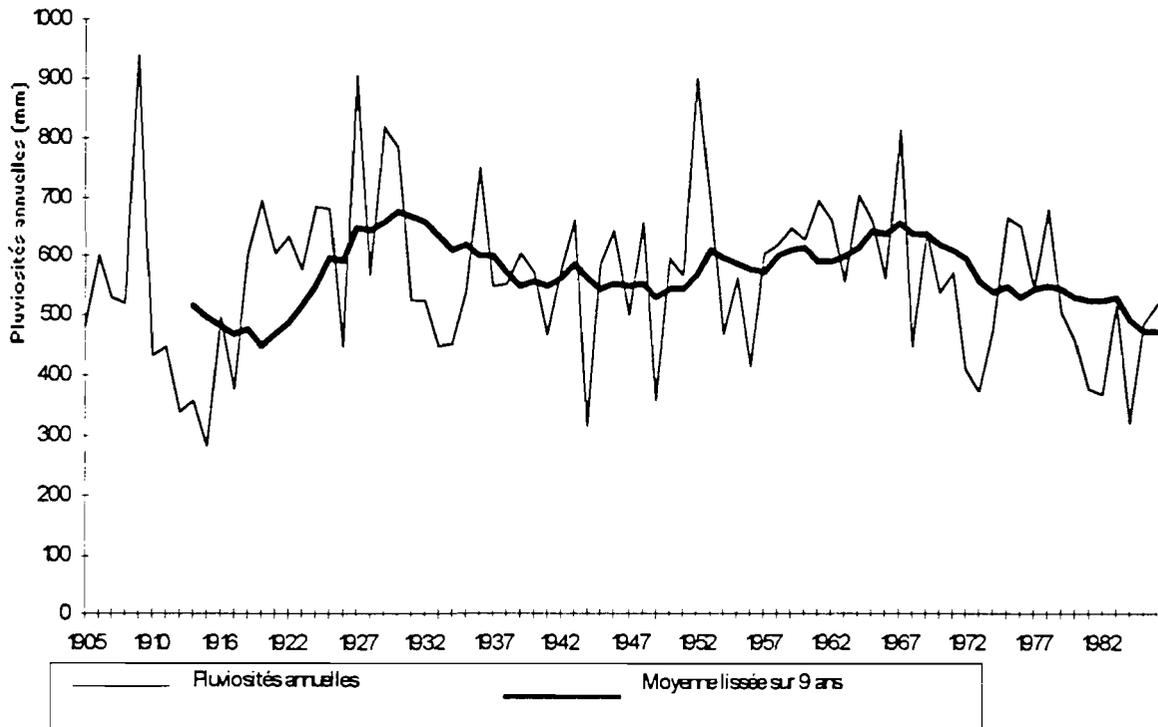


Fig. 1.1.4. - Précipitations annuelles et moyenne lissée sur neuf ans pour la station de Niamey ville de 1905 à 1990 (source des données SIVAKUMAR, 1986).

## B. Température

L'allure des températures maximales et minimales relevées pour la station de Niamey aéroport de la période couvrant 1951 - 1985 montrent que les températures passent par 4 valeurs extrêmes (Fig. 1.1.6 a) :

- deux maxima dont le premier est situé en avril - mai, en fin de saison des pluies et le second en octobre,
- deux minima dont la plus faible valeur est relevée en janvier (en saison sèche et froide) et la seconde en août (en saison des pluies).

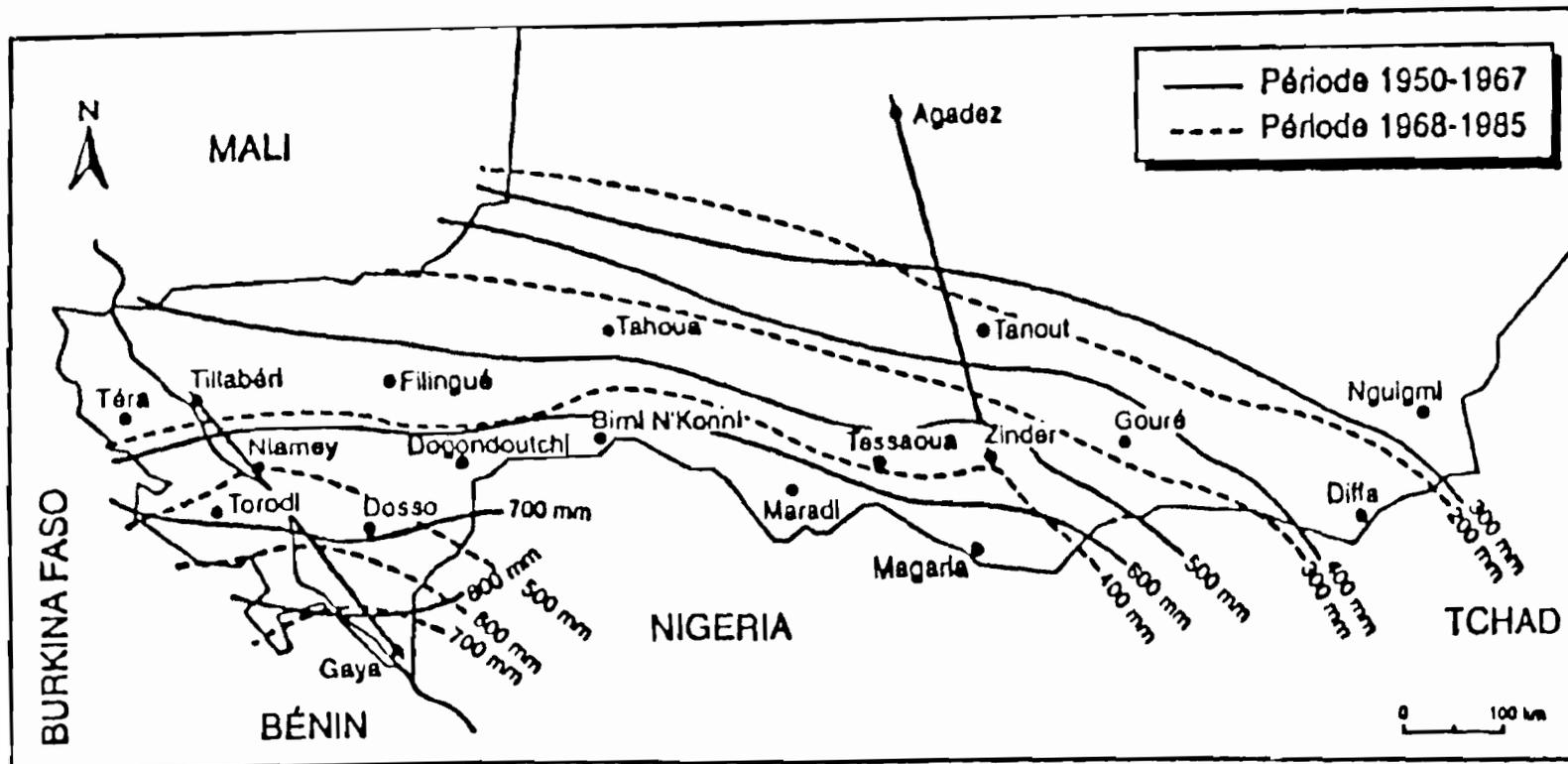


Fig. 1.1.5. - Carte pluviométrique du Sud-Niger : les isohyètes sont calculés sur les périodes humides 1950 - 1967 (—) et sèches 1968 - 1987 (---) (d'après ERPICUM et al., 1995)

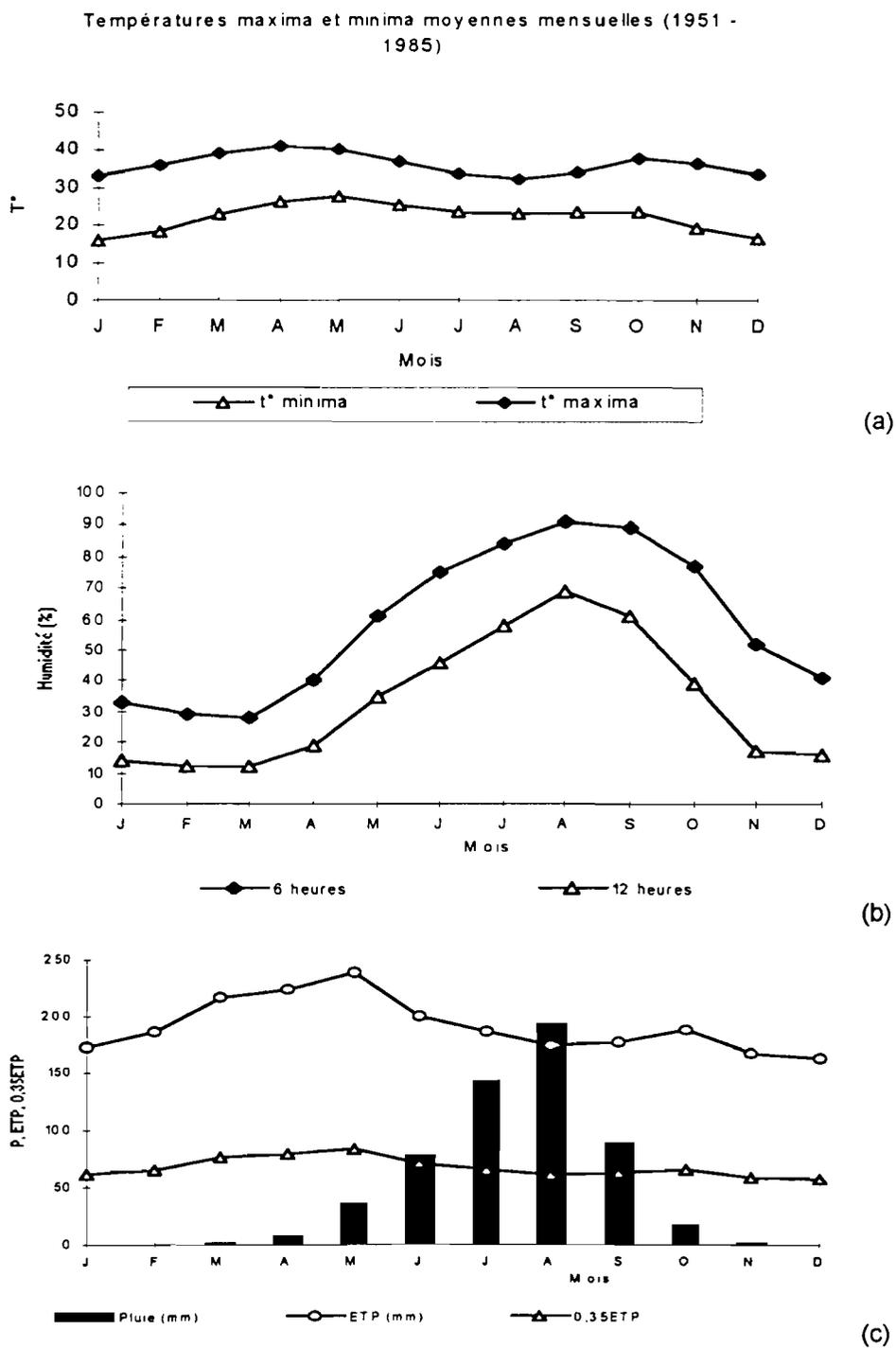


Fig. 1.1.6. - (a) Températures des maxima et des minima, (b) humidité relative et (c) pluviosités mensuelles de 1905 à 1995 et ETP.

### **C. Humidité relative**

L'humidité relative reste faible au cours des mois de novembre à avril, les jours devenant très chauds et secs. Elle augmente à l'approche de la saison des pluies, avec la remontée du Front Intertropical (FIT). Elle atteint sa valeur maximale en août (Fig. 1.1.6 b). L'humidité relative est élevée le matin la valeur élevée est 69 pour une pression de 986 mb.

### **D. Évapotranspiration**

L'évapotranspiration potentielle (Penman 1948) est très élevée en saison sèche et faible en saison des pluies. Au cours de toute l'année, l'évaporation est supérieure aux précipitations, sauf en saison des pluies. En effet l'évaporation est minimale en août. Par contre dès la fin de la saison des pluies, en septembre, elle croît pour atteindre son maximum en mars (Fig. 1.1.6 c). La valeur maximale est relevée en mai (238,4 mm) et la minimale en août (173,8 mm).

### **E. Synthèse climatique**

L'examen des différents facteurs climatiques fait ressortir une diminution générale des pluviosités annuelles et une descente des isohyètes vers le sud. Par ailleurs les températures sont élevées et l'évapotranspiration forte. En effet pendant les 12 mois de l'année elle est largement supérieure à la pluviosité mensuelle sauf en août. L'humidité relative est élevée uniquement en saison des pluies, la période de végétation active.

## **Chapitre 2. - Milieu biotique**

### **I. Végétation**

La zone d'étude s'étend à cheval des compartiments A1 et B1 des subdivisions phytogéographiques définies par SAADOU (1990, Fig. 1.2.1).

La végétation du Compartiment A1 est constituée par une forêt sèche basse sur les plateaux latéritiques, une forêt galerie sur les berges des Dallol, une forêt claire sur les terrasses argileuses méridionales et dans les toposéquences de vallées, des savanes dans les vallées sèches et sur les dunes fixées surplombant les vallées. La flore comprend *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Combretum collinum*, *Crossepteryx febrifuga*, *Afromorsia laxiflora*, *Securidaca longepedunculata*, *Ostryoderris sthulmanii*, *Dioscorea dumetorum*, *Costus spectabilis*, *Aloe buettneri*, *Zygotritonia crocea*, *Dioscorea quartiniana*, *Dioscorea praehensilis* sur les plateaux latéritiques. Dans les forêts galeries les espèces principales sont *Nauclea latifolia*, *Daniellia oliveri*, *Kigelia africana*, *Albigia chevalieri*. *Butyrospermum paradoxum*, *Neocarya macrophylla*, *Borrassus aethiopum* et *Andropogon gayanus* caractérisent la flore des vallées sèches.

Quant au compartiment Nord sahélien occidental B1 la végétation est constituée par des steppes armées dans les zones basses et des steppes arbustives sur les substrats sableux.

Dans cette zone, les facteurs d'hétérogénéité de la végétation sont le substrat géologique dont l'influence se manifeste par le biais du modelé (relief) et par l'importance de certaines caractéristiques du sol (texture d'horizons intermédiaires). Ceci se comprend aisément puisque nous sommes en présence d'une végétation très largement contrôlée par la disponibilité hydrique. Cette dernière résultant, principalement, de la redistribution de l'eau dans les bassins-versants, par le biais du ruissellement. Cette redistribution s'observe à l'intérieur même d'une entité géologique, des points haut et des versants vers les cours d'eau temporaires.

Ainsi dans l'ouest du Niger, les groupements végétaux en présence sont, en référence à l'*Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale* (TROCHAIN, 1957) :

- les fourrés tigrés ou brousse tigrée
- la steppe arbustive
- les savanes arborée, arbustive et herbeuse.

La brousse tigrée constitue la végétation caractéristique des plateaux. Les principales espèces de la strate ligneuse sont *Combretum micranthum*, *C. nigricans*, *Guiera senegalensis*, *Acacia ataxacantha*. Les herbacées sont représentées, par

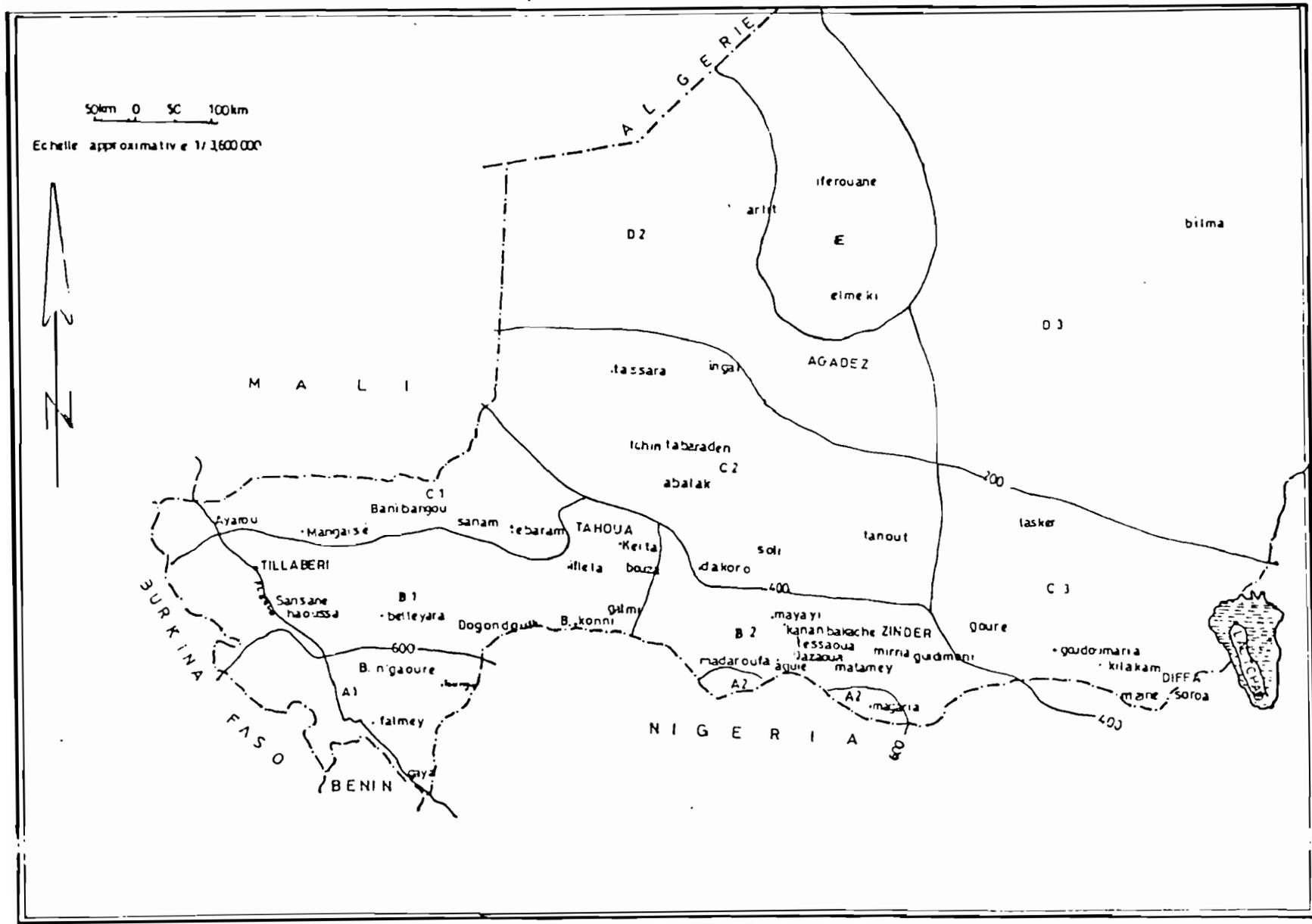


Fig. 1.2.1. - Subdivision phytogéographique de la République du Niger (SAADOU, 1990).

*Zornia glochidiata*, *Aristida adscencionis*, *Cassia mimosoides*, *Loudetia togoensis*, etc. Ces fourrés tigrés présentent une grande variabilité suivant un gradient pluviométrique Nord - Sud (AMBOUTA, 1984), il en est de même pour les espèces ligneuses :

- la steppe arbustive ou buissonnante, généralement sur les versants sableux (ergs anciens) est constituée d'espèces ligneuses comme *Sclerocarya birrea*, *Guiera senegalensis*, etc., et d'herbacées comme *Cassia mimosoides*, *Andropogon gayanus*, etc.

Le long du Dallol, on peut noter que l'homogénéité des conditions édaphiques entraîne celle de la physionomie des peuplements végétaux qui montrent surtout des variations floristiques en latitude. Les peuplements naturels sont profondément transformés par les défrichements.

- La savane est piquetée de quelques arbres variant selon la pluviométrie :

\* au Nord, *Combretum glutinosum* et *Balanites aegyptiaca* dominant, s'y ajoutent *Maerua crassifolia*, *Bauhinia rufescens*, *Piliostigma reticulatum*.

\* au centre apparaissent *Neocarya macrophylla*, *Prosopis africana*, *Ficus sp.*, *Terminalia avicennioides*, et en sous strate *Annona senegalensis*.

\* au sud, apparaissent des espèces nettement soudaniennes : *Butyrospermum parkii*, *Sclerocarya birrea*, *Daniellia oliveri*, et *Pterocarpus erinaceus*.

Les graminées hygrophiles couvrent les zones temporaires d'inondation dont les lisières, et les buttes exondées qui les parsèment, sont couvertes de bouquets ligneux de palmiers et autres essences.

La végétation reflète donc assez bien les conditions édaphiques du Dallol : aux sables pauvres correspondent des prairies et des espèces ligneuses à *Combretum glutinosum*, *Terminalia avicennioides*. Dans les zones où le niveau de la nappe phréatique est peu profonde se développent des palmiers. Le terrain à légère salure comporte des espèces comme *Neocarya macrophylla* (GAVAUD, 1967).

## **II. Population et activités socio-économiques**

### **A. Population**

#### **1. Les différents groupes ethniques**

SIDIKOU (1980), distingue 5 groupes ethniques : les Haoussa (50 %), Songhaï - Zarma - Dendi (24%), Peuls (10,5%), Touaregs (9,5%), Kanouri, Boudouma (5,5%) et 0,5% pour les autres.

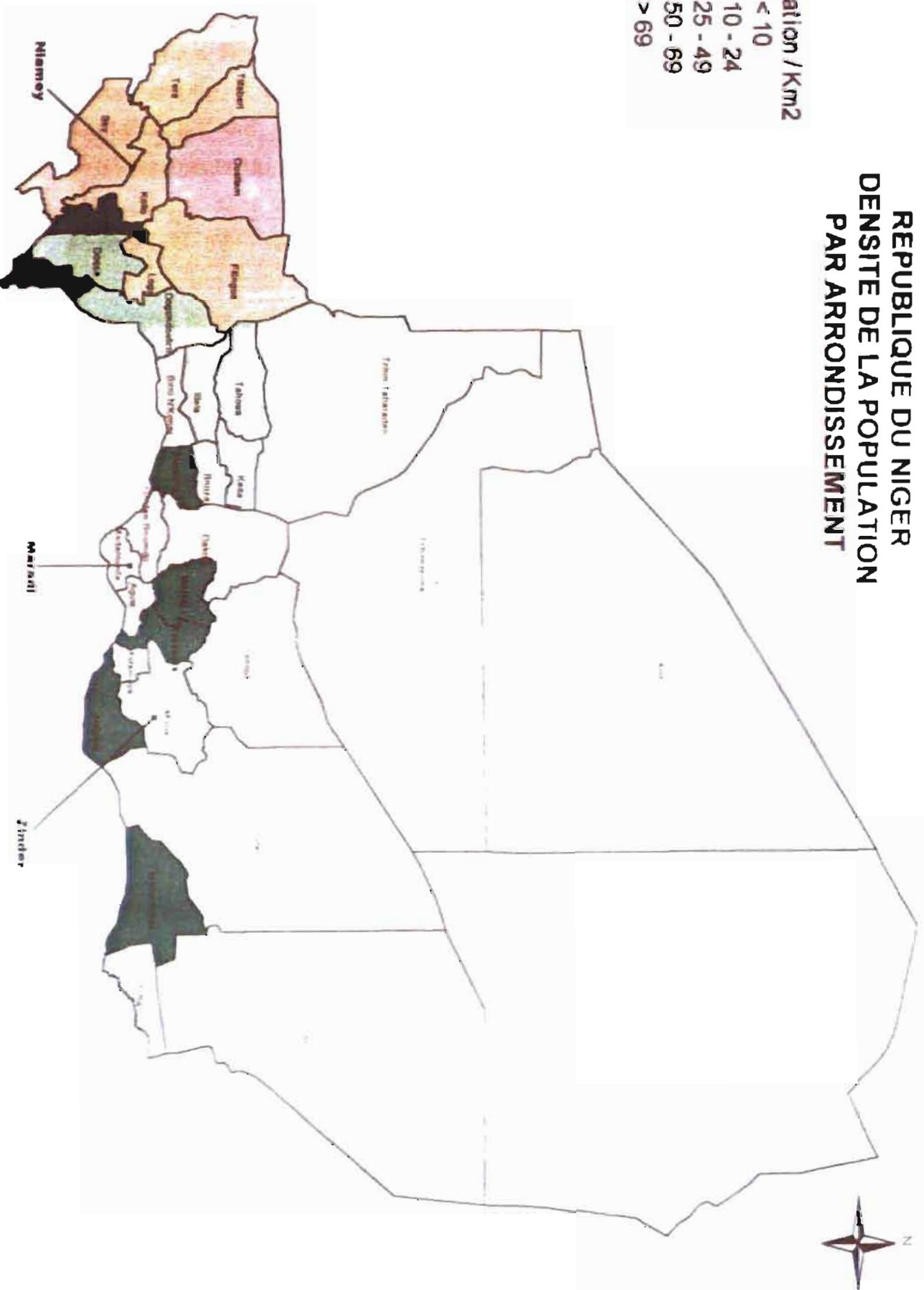
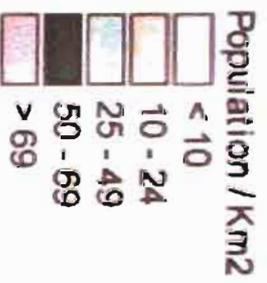
#### **2. Répartition et densité de la population**

La population dans l'ouest du Niger est à majorité rurale. Le recensement général de la population de 1988 chiffre celle-ci à 7,25 millions d'habitants qui croit à un taux de 3,2 % par an. La distribution des densités rurales moyennes est très hétérogène et montre une opposition entre le nord du pays presque vide et la mince frange méridionale concentrant l'essentiel de la population (Fig. 1.2.2). Les densités rurales moyennes extrêmes varient de moins de 10 habitants au km<sup>2</sup> au nord à plus de 69 habitants au km<sup>2</sup> au sud. Cette hétérogénéité dans la répartition de la population est déterminée par des conditions écologiques très variables. Ainsi les fortes densités sont - elles relevées essentiellement dans les zones où certaines conditions sont propices à la pratique de cultures sous pluie. En effet, comme nous l'avons vu, dans l'Ouest du Niger existe un gradient climatique qui détermine beaucoup les activités des populations. Ainsi le sud plus arrosé est également plus peuplé. Cette inégalité dans la répartition de la population entre les régions s'accroît d'année en année, malgré les efforts des autorités qui tentent de fixer les populations dans leur terroir par la promotion de diverses activités agricoles.

### **B. Activités socio-économiques**

Pour GALLAIS (1975) l'évolution de l'occupation humaine dans les régions sahéliennes tient par des rapports symétriques de cause à effet qu'à celle de

# REPUBLIQUE DU NIGER DENSITE DE LA POPULATION PAR ARRONDISSEMENT



l'économie. Il souligne que dans ces régions trois faits dominant, inséparables et complémentaires : l'extensification agricole, la migration (ou l'exode) à longue distance, le développement de l'élevage.

Les principales activités économiques des populations sont l'agriculture et l'élevage, auxquelles s'ajoutent l'artisanat, la cueillette et le petit commerce. Les cultures principales sont le mil, le sorgho (associées au niébé et à l'oseille), l'arachide et le riz. Les cultures maraîchères demeurent une activité secondaire en saison sèche.

## **1. Agriculture**

Dans cette zone, le paysan pratique la culture extensive sur de vastes surfaces de laquelle il attend essentiellement la couverture de ses besoins céréaliers. Les productions agricoles dépendent plus des pluies que des autres facteurs (travail et fumier). Ainsi, le paysan pratique des semis légers mais répétés, à partir du moment où des pluies de 10 à 15 mm peuvent assurer la germination. Selon GALLAIS (1975), le paysan fait ses semis avec prudence, ne risquant à chaque reprise qu'une faible quantité de semences. Il peut ainsi répéter l'opération à trois ou quatre reprises. Dans ces conditions, les surfaces cultivées sont imprévisibles, demeurant inférieures aux surfaces défrichées ou par contre exigeant des défrichements sommaires supplémentaires. Mais dans plusieurs cas les besoins alimentaires en céréales ne sont pas couverts. Il faut d'autres éléments de l'économie paysanne pour compenser d'une part le déficit vivrier et d'autre part pour faire face à diverses dépenses. En saison sèche, les paysans pratiquent les cultures irriguées ou de décrue, pour produire de l'oignon, la laitue, etc.

## **2. Élevage**

L'élevage est extensif et basé, principalement, sur les troupeaux de bovins, d'ovins et de caprins. Le cheptel est le moyen le plus populaire de "capitaliser", échappant d'avantage que l'argent aux sollicitations diverses. A ces motivations générales s'ajoutent celle de la tradition pastorale sahélienne : habitude du lait et du beurre, prestige sociale du propriétaire du troupeau. En plus de ces faits, comme le

souligne GALLAIS (*Op. Cit.*). Le cheptel est le capital - réserve pondérant l'irrégularité des récoltes, médiateur entre celle-ci et les dépenses fixes de l'impôt.

L'exploitation des parcours de notre zone d'étude se caractérise par des déplacements saisonniers des troupeaux. En saison des pluies, les animaux sont confiés aux peuls qui les amènent en transhumance, souvent dans les pays voisins, pratique communément appelée la grande transhumance. Quant à la petite transhumance, elle concerne les déplacements saisonniers des troupeaux entre la vallée du Dallol Bosso et les plateaux. Ainsi en hivernage, les animaux sont conduits vers les plateaux où les espaces à vocation pastorale s'étendent sur des surfaces relativement étendues. Ils y restent pendant toute la durée de la saison des pluies. Après les récoltes, ils reviennent dans le Dallol où ils bénéficient des résidus agricoles (mil, sorgho, etc.). Ce retour coïncide généralement avec le développement foliaire et la fructification de *Faidherbia albida*.

### **Conclusion partielle**

Les caractéristiques du milieu biophysique font ressortir les faits suivants :

- la croissance démographique est importante alors que les ressources ligneuses s'amenuisent d'une année à l'autre. Ceci se traduit par un déséquilibre important entre les besoins des populations et la productivité du milieu ;

- la crise des systèmes de production y est relative à la fois à la baisse de la fertilité des sols et à celles des précipitations moyennes annuelles enregistrées ces dernières années.

Ainsi dans un pays où le contrôle de l'accroissement démographique est difficile (plus de 95 % de la population vit en milieu rural et est non sensibilisée) un accent particulier doit être mis sur la gestion de la fertilité des sols, en vue d'améliorer les rendements agricoles. Or les arbres préservés dans les champs jouent entre autres ce rôle. La question qui se pose actuellement est donc de savoir la nature de ces peuplements, leur importance pour les acteurs du milieu rural et leur état actuel d'équilibre. Une réponse à cette question ne peut être apportée qu'après une caractérisation d'ensemble des types physiologiques et une analyse fine de quelques types représentatifs au sein de terroirs villageois pris comme témoins.

**Deuxième partie**

**STRUCTURE DES PARCS AGROFORESTIERS**

## Chapitre 1 : Physionomie générale des parcs agroforestiers

### I. Méthode d'étude

Notre transect est orienté le long du Dallol Bosso, de part et d'autre de la longitude 3° est. La description de la physionomie générale des parcs agroforestiers est réalisée à partir de points d'observation localisés sur la figure 2.1.1. Au cours de cette description, un accent particulier est mis sur l'analyse de l'organisation horizontale et verticale de la végétation, qui selon GODRON (1971) a une signification écologique puisqu'elle régit la répartition du flux de photons. Bien entendu les paysans se fondent sur l'importance du recouvrement pour décider de la densité des ligneux dans leurs champs. Cette description est réalisée à l'aide de la méthode des relevés en ligne (SAADOU, 1995), le long de segments de 100 m. Elle consiste à relever le long de la ligne, les coordonnées des sujets interceptés. Pour tous les individus relevés les paramètres suivants ont été mesurés : la hauteur totale, la circonférence à 1,3 m (DBH), le diamètre moyen de la couronne dans deux axes perpendiculaires et la hauteur de la première ramification.

Les strates retenues correspondent à celles déjà définies par DEVINEAU (1995) pour la végétation des savanes soudaniennes. Il s'agit :

- \* de la strate arbustive basse, de 2 à 4 m ;
- \* de la strate arbustive haute, de 4 à 8 m ;
- \* de la strate arborée basse, de 8 à 16 m ;
- \* et de la strate arborée haute, de 16 à 32 m.

### II. Résultats

Trois principaux facteurs conditionnent la structure des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger : le gradient pluviométrique, l'hydrogéologie, et la morphopédologie, l'ancienneté de l'occupation humaine et enfin les circuits des animaux. Il faut noter que les impacts de ces facteurs s'additionnent et il est souvent difficile de faire la part de chacun.

# CARTE DE LOCALISATION DES SITES D'ETUDE DES PARCS AGROFORESTIERS DE L'OUEST DU NIGER

**LEGENDE**

-  Site d'étude de parcs
-  Parc agroforestier
-  Frontière
-  Route nationale
-  Route de terre
-  Route de construction
-  Village
-  Département
-  Arrondissement
-  Point d'observation
-  Localités visitées

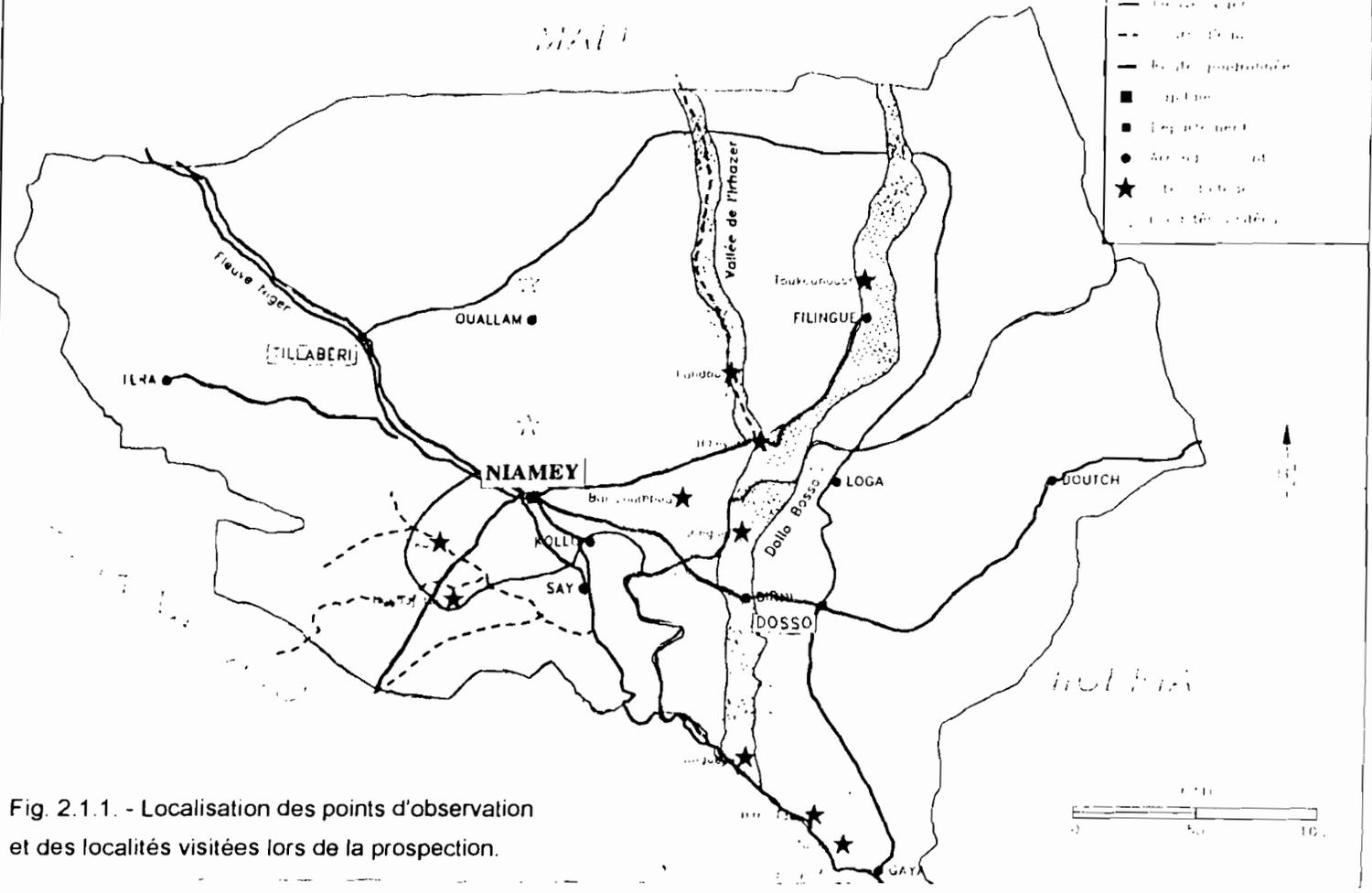


Fig. 2.1.1. - Localisation des points d'observation et des localités visitées lors de la prospection.

## A. Variation liée au gradient pluviométrique

La figure 1.1.6 met en lumière le gradient pluviométrique nord-sud de la zone d'étude. Dans le même sens, on peut remarquer que la physionomie du parc agroforestier varie en fonction de la distribution géographique des espèces, pour une même situation morphopédologique. En effet il existe un gradient dans la distribution des essences de parc en allant du nord au sud. C'est ainsi que, les parcs bien typés et à physionomie dominée par des espèces plus sahéliennes telles que *Faidherbia albida* caractérisent sans équivoque, les peuplements ligneux des champs dans les environs de 13°40' où la pluviosité moyenne annuelle sur 30 ans est de 335,2 mm à Filingué.

Dans les environs de 13°22'19"E et 2°54'36"N, avec une pluviosité moyenne annuelle de 519,1 mm à Birni N'Gaouré, le parc à *Neocarya macrophylla* caractérise le peuplement arboré des champs.

Avec une pluviosité moyenne annuelle de 790,2 mm, 12°09'85", la physionomie du parc est dominée par des espèces soudaniennes *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa*.

## B. Variation liée à l'hydrogéologie et à la morphopédologie

Deux situations principales se dégagent, d'une part la vallée sèche du Dallol Bosso et d'autre part les terrasses ou glacis de raccordement.

### 1. Le long du Dallol Bosso.

Dans ce cas précis, nous avons l'addition de deux facteurs majeurs. Il s'agit de la profondeur du niveau de la nappe phréatique et du type de sol. La profondeur du niveau de la nappe phréatique présente une variation du sud vers le nord et des terres basses vers les terres hautes. Dans la partie septentrionale (14°27'86"), sur sols bruns sub-arides à drainage réduit de la vallée (I, 6) le peuplement arboré des champs est dominé par *Faidherbia albida*, *Acacia nilotica*, *A. Raddiana* et *Balanites aegyptiaca*. Sur les formations sableuses de la série de Fandou, *Faidherbia albida*

domine, accompagnée de *Combretum glutinosum* et *Balanites aegyptiaca* (Fig. 2.1.2).

Dans les environs de Deytégui (14°10'28"E et 2°50'25"N), la densité arborée est de 22 pieds à l'hectare dont 14 pour *Faidherbia albida*. Les espèces compagnes sont *Guiera senegalensis*, *Maerua crassifolia*, *Combretum aculeatum*, *C. glutinosum*, *Salvadora persica*, *Ziziphus mauritiana* et rarement *Acacia seyal*, observée dans les champs à proximité des dépressions. Le recouvrement global du parc est en moyenne de 4,19 % avec un maximum au sein de la strate de 8 à 16 m de hauteur. Il s'agit d'un parc arboré bas (Fig. 2.1.3).

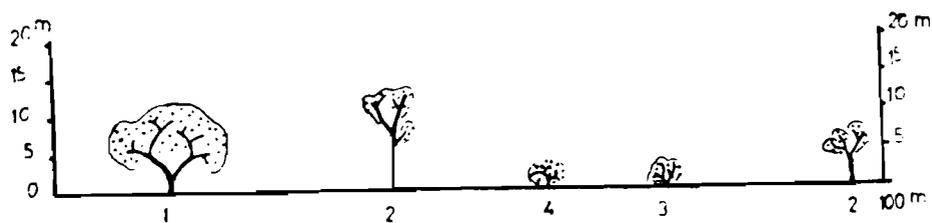


Fig. 2.1.2. - Profil « spécifique » d'un parc à *Faidherbia albida* dans les environs de Toukounous (14°30'27"N et 2°51'33"E).

1 : *Acacia raddiana* ; 2 : *Faidherbia albida* ; 3 : *Maerua crassifolia* ;  
4 : *Balanites aegyptiaca* (jeune sujet).

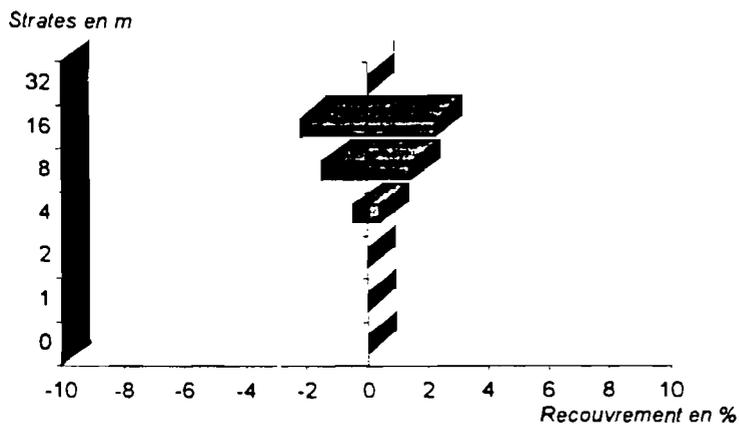


Fig. 2.1.3. - Profil moyen schématisant la distribution du recouvrement par strate du parc à *Faidherbia albida*, à Deytégui (14°10'28"E et 2°50'25"N).

Dans les environs de Balayera, la physionomie du parc reste dominée par *Faidherbia albida*, avec des densités relativement élevées. A Kogori, par exemple, ( $13^{\circ}41'46''\text{E}$  et  $2^{\circ}54'18''\text{N}$ ), la densité du parc arboré est de 54 pieds à l'hectare dont 48 pieds pour *Faidherbia albida*. Le recouvrement moyen est de 12,6 %, avec un maximum au sein de la strate 8 à 16 m. Il correspond à un parc arboré bas (Fig. 2.1.4.) (Photo 1).

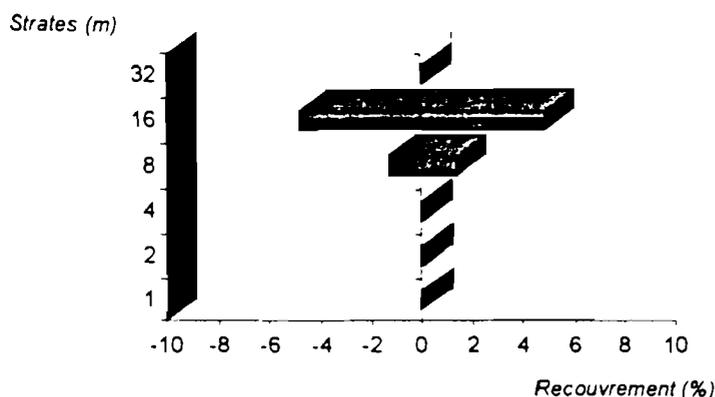


Fig. 2.1.4. - Distribution du recouvrement par strate, parc à *Faidherbia albida* à Kogori ( $13^{\circ}41'46''\text{E}$  et  $2^{\circ}54'18''\text{N}$ ).

A cette latitude, apparaît au sein du parc, çà et là, des îlots de *Hyphaene thebaïca* (Photo 2). Les espèces compagnes sont *Balanites aegyptiaca*, *Neocarya macrophylla*, *Acacia nilotica* var *Adansonii* et *Ziziphus mauritiana*. Dans la régénération potentielle du milieu apparaît *Annona senegalensis* (Fig. 2.1.5).

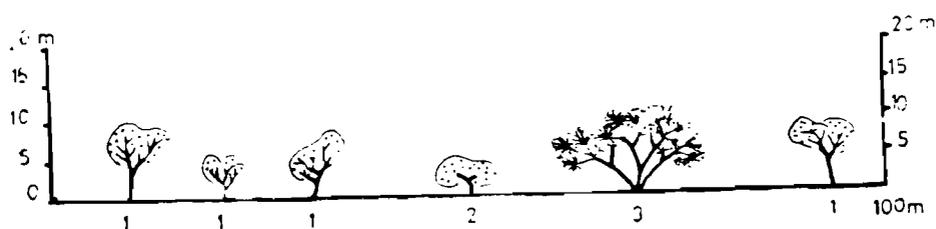


Fig. 2.1.5. - Profil d'un parc à *Faidherbia albida* à Zawintène ( $13^{\circ}48'90''\text{N}$  et  $2^{\circ}59'70''\text{E}$ )  
 1 : *Faidherbia albida* ; 2 : *Neocarya macrophylla* ;  
 3 : *Hyphaene thebaïca*

*Neocarya macrophylla*, qui présente une distribution éparse dans les environs de Baleyara, forme un parc bien typé à Kouringuel ( $13^{\circ}22'19''\text{E}$  et  $2^{\circ}54'36''\text{N}$ ) (Fig.

2.1.6). La densité des arbres est de 30 pieds par hectare dont 28 pour *Neocarya macrophylla*. Le recouvrement arboré, de 6 %, est maximum entre 4 et 8 m traduisant ainsi un parc arbustif haut (Fig. 2.1.7) (Photo 3).

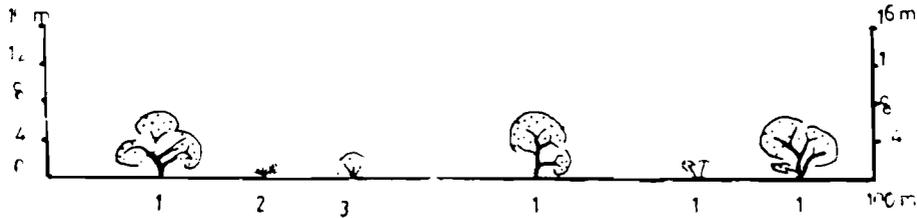


Fig. 2.1.6. - Profil d'un parc à *Neocarya macrophylla* à Kouringuel Maïyaki ( $13^{\circ}21'79''N$  et  $2^{\circ}53'20''E$ ).

1 : *Neocarya macrophylla* ; 2 : *Hyphaene thebaica* ;  
3 : *Annona senegalensis*.

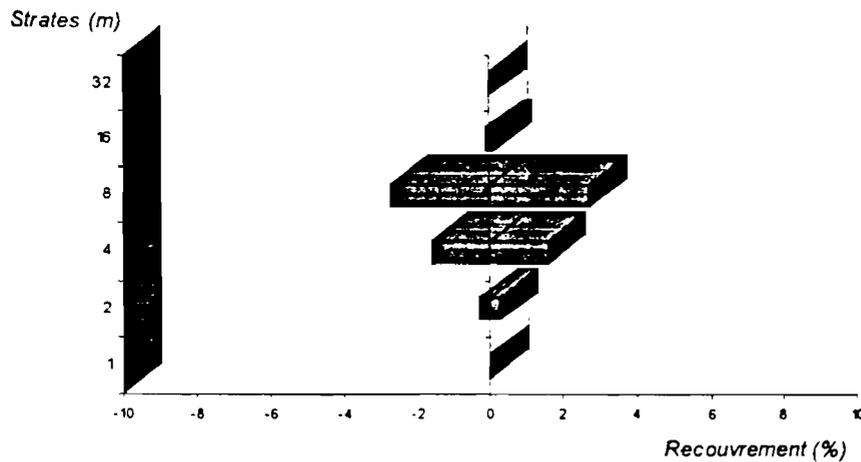


Fig. 2.1.7. - Distribution du recouvrement par strate, parc à *Neocarya macrophylla*, à Kouringuel ( $13^{\circ}22'19''E$  et  $2^{\circ}54'36''N$ ).

Les espèces compagnes de ce type physiologique sont *Adansonia digitata*, *Detarium microcarpum*, *Prosopis africana*, *Diospyros mespiliformis*, *Tamarindus indica*, *Ficus platyphylla*, *Balanites aegyptiaca* et *Hyphaene thebaica*.

Dans les environs de Birni N'Gaouré, la densité de *Neocarya macrophylla* est équilibrée par celle de *Faidherbia albida*. Les espèces compagnes sont *Acacia nilotica var Adansonii*, *Balanites aegyptiaca* et *Detarium microcarpum*. Cependant on peut relever des îlots denses de *Faidherbia albida*.

Dans la partie méridionale du Dallol ( $11^{\circ}59'85''$ ), où la nappe phréatique est peu profonde (10m), l'espèce ubiquiste des champs est *Butyrospermum paradoxum* (Fig. 2.1.8). Les espèces compagnes sont *Neocarya macrophylla*, *Detarium microcarpum*, *Borassus aethiopum*, *Sclerocarya birrea*, *Crataeva religiosa*, *Parkia biglobosa*. Sur les versants, celle-ci progresse vers un faciès à physionomie dominée par *Neocarya macrophylla*. Le peuplement de karité forme des peuplements plus ou moins purs. Localement en bordure des dépressions et le long des berges du fleuve Niger se développent des parcs relictuels à ronier (*Borassus aethiopum*) (Photo 4, 5, 6).

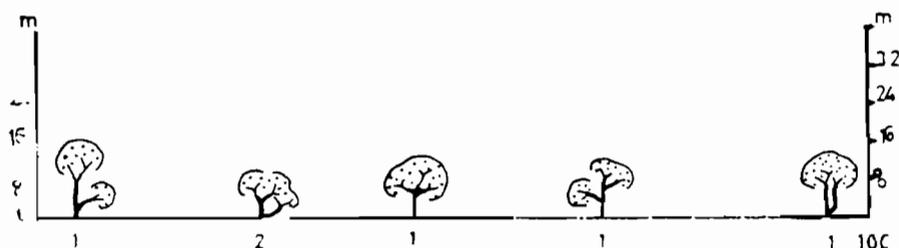


Fig. 2.1.8. - Profil d'un parc à *Butyrospermum paradoxum* à Boumba ( $12^{\circ}24'44''\text{N}$  et  $2^{\circ}53'78''\text{E}$ ).

1 : *Butyrospermum paradoxum* ; 2 : *Piliostigma reticulatum*.

Le recouvrement arboré est de 16 % et est dominant dans la strate 8 à 16 m. Il s'agit d'un parc arboré bas.

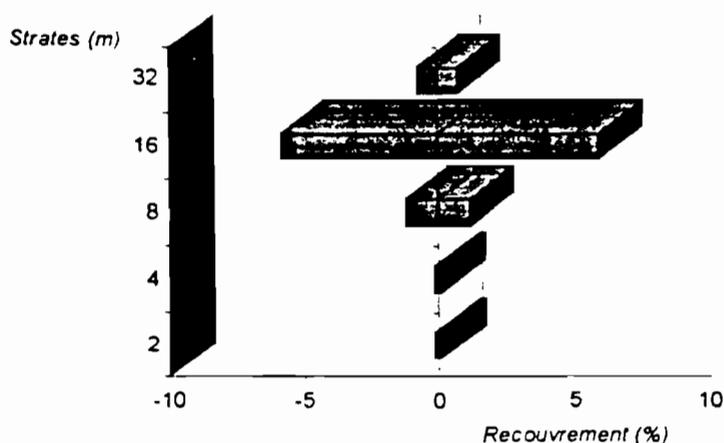


Fig. 2.1.9. - Distribution du recouvrement par strate, parc à karité à Boumba ( $12^{\circ}24'44''\text{N}$  et  $2^{\circ}53'78''\text{E}$ ).

Concernant les formations de plateau, à égale latitude, on peut se référer à la description des peuplements ligneux déjà réalisée par AMBOUTA (1980). Il s'agit des brousses ponctuées, au nord des 14° de latitude, jusqu'à la savane arborée homogène vers Gaya, au sud. SAADOU (1990) décrit de grands ensembles floristiques intégrant les formations naturelles et les agrosystèmes (Fig. 1.2.1).

## 2. Suivant la topographie

Suivant la topographie, la distribution des espèces, dans les conditions du milieu naturel, répond à la théorie des "groupes écologiques imbriquées en écailles" (GODRON, 1969). En effet il y a une succession des espèces, depuis les espèces hygrophiles, en bas de pente, jusqu'aux espèces xérophiles, en haut de pente. C'est ainsi que, sur les points hauts de toposéquence, on ne peut relever que des «parcs résiduels» au sens de PELISSIER (1980). Par ailleurs, en partant du lit du Dallol Bosso vers les sommets (plateaux) apparaît une variation sensible dans la composition floristique des essences préservées dans les champs. Par exemple à la latitude de 12°47'52", en plus des types physiologiques ci-dessus décrits, sur la série de TANTCHIA (GAVAUD et al., 1969) des formations sableuses du moyen Niger (I, 5) sur les terrasses, s'étend un parc à *Faidherbia albida* plus ou moins bien typé. Les espèces compagnes sont : *Acacia nilotica var Adansonii*, *Sclerocarya birrea*, *Bauhinia rufescens*, *Hyphaene thebaica*, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum*, *Balanites aegyptiaca* et *Detarium microcarpum*.

Toujours sur les formations du moyen Niger, la zone qui alterne avec les plateaux cuirassés, dans les champs, renferme des formations relictuelles dont les principales espèces sont : *Combretum nigricans*, *C. glutinosum*, *Acacia nilotica*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea* et *Prosopis africana*.

### C. Variation liée à l'ancienneté de l'occupation humaine

L'ancienneté de l'occupation humaine est un des facteurs principaux qui caractérisent la structure des parcs agroforestiers dans l'Ouest du Niger. Ainsi aux milieux anciennement cultivés correspondent des parcs construits à *Faidherbia albida*, témoins de l'ancienneté des activités anthropiques. Ces types de parc se

localise généralement autour des villages, tel est le cas du parc à *Hyphaene thebaica* dans le terroir de Tiko et *Faidherbia albida* à Banizoumbou. Ces deux villages ont respectivement environs 300 et 200 ans, d'après les populations locales. C'est également le cas des parcs agroforestiers sélectionnés à *Butyrospermum paradoxum*, *Parkia biglobosa*, *Neocarya macrophylla*.

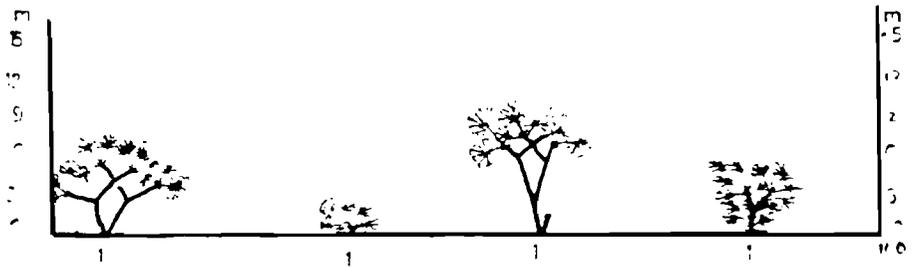


Fig. 2.1.10. - Profil d'un parc à *Hyphaene thebaica* à Tiko ( $13^{\circ}14'24''\text{N}$  et  $1^{\circ}50'03''\text{E}$ ).  
1 : *Hyphaene thebaica*.

Le recouvrement moyen est de 5,5 %, avec, avec une hauteur variée entre 8 et 16 m, il s'agit d'un parc arboré bas (Fig. 2.1.11).

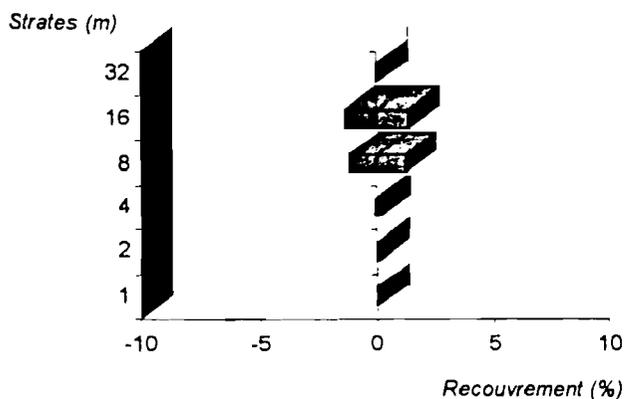


Fig. 2.1.11. - Distribution du recouvrement par strate, parc à *Hyphaene thebaica* à Tiko ( $13^{\circ}14'24''\text{N}$  et  $1^{\circ}50'03''\text{E}$ ).

Par ailleurs, *Adansonia digitata*, en plus de la distribution compagne dans le peuplement, forme des îlots plus ou moins denses sur des terres supposées d'anciens sites habités. C'est le cas d'un parc à *Adansonia digitata* situé aux environs de  $12^{\circ}08'20''\text{N}$  et  $12^{\circ}23'11''\text{N}$ .

## D. Influence des circuits des troupeaux

Dans l'ouest du Niger, au voisinage du Dallol Bosso, aux deux périodes correspondent des déplacements saisonniers du troupeau (bovins, ovins et caprins). Il s'agit d'une part de la saison des pluies au cours de laquelle le troupeau quitte le Dallol pour les plateaux et d'autre part la saison sèche, au cours de laquelle les animaux regagnent le Dallol pour bénéficier des résidus de cultures. Cette période coïncide avec la fructification de *Faidherbia albida* dont les animaux consomment fruits et feuilles. L'accessibilité facile à l'eau (profondeur de la nappe phréatique faible, existence de mares) et l'existence d'un pâturage de qualité, maintiennent longtemps le troupeau dans la zone. Ainsi une dissémination des semences de *F. albida* par zoochorie après passage dans le tube digestif se réalise. Ce phénomène joue en faveur d'une extension du parc à *Faidherbia albida*.

Sur les plateaux, autour des anciens villages, ce type de parc se crée et se développe ensuite, ce qui témoigne de l'apport des semences par les hommes et les animaux. L'entretien assuré par l'homme favorise l'installation et le développement des individus de *Faidherbia albida*.

## II. Choix et présentation des sites d'étude

### A. Justification du choix des sites

Le choix des sites est porté sur un nombre représentatif de ces types physiologiques. Il est fait suivant un transect orienté nord - sud, le long du Dallol Bosso. Il s'agit des sites de Boumba, Kouringuel et Toukounous, sur les alluvions quaternaires. Par ailleurs, pour tenir compte des diverses situations géomorphologiques, nous avons retenu des sites sur les terrasses où des villages sont anciennement. Cette seconde catégorie de sites est représentée par :

- Tara et Banizoumbou, sur le Continental Terminal ;
- Tiko, sur le Précambrien.

Les sites choisis sont au nombre de 6 et les critères de choix sont : la fonction principale du parc et son importance pour les populations. Ils sont consignés dans le tableau 02.

Tab. 2.1. - Les sites d'étude et leurs caractéristiques

Type physiologique	Sites	Coordonnées géographiques	Extension sur le terroir	Type parc
<i>Faidherbia albida</i> <sup>1</sup>	Toukounous	14°27'86"N 03°21'95"E	parc diffus	Construit
	Banizoumbou	13°31'N 2°40'E	parc localisé	Construit
<i>Hyphaene thebaïca</i> <sup>1</sup>	Tiko	13°14'24"N 1°50'3"E	parc localisé	Construit
<i>Balanites aegyptiaca</i> <sup>1</sup>	Bogodjotou	13°04'35"N 1°48'71"E	parc diffus	Sélectionné
<i>Butyrospermum paradoxum</i> <sup>1</sup>	Boumba	12°24'44"N 2°53'78"E	parc diffus	Sélectionné
<i>Butyrospermum paradoxum</i> <sup>1</sup> , <i>Parkia biglobosa</i> <sup>1</sup> , <i>Bombax costatum</i> <sup>1</sup>	Tara	11°59'85"N 3°21'62"E	parc diffus	Sélectionné

## B. Présentation des sites

### 1. Site de Toukounous

Le site de Toukounous se situe dans la vallée sèche du Dallol Bosso (14°27'86"N 03°21'95"E). Il s'agit d'un *parc construit* à *Faidherbia albida*. Les sols dominants sont de texture sableuse mise à part quelques dépressions argileuses. La profondeur moyenne du niveau de la nappe phréatique<sup>2</sup> est de 30 m. La pluviosité moyenne annuelle est de 300 mm. Il est situé dans la circonscription administrative de Filingué, où la densité moyenne de la population, au km<sup>2</sup>, est de 10 habitants. Il s'agit d'un site anciennement peuplé ( GADO, 1985). La culture principale associée au parc est le mil (*Pennisetum typhoides*) puis le sorgho (*Sorghum bicolor*) cultivé dans les dépressions argileuses, autour des termitières et quelques fois sous la couronne des *Faidherbia albida*.

<sup>1</sup> Espèce protégée par le Code Forestier, Ministère de l'Economie et du Climat République du Niger, 1974.

<sup>2</sup> Mesurées à partir des puits repérés au voisinage des villages.

## 2. Site de Banizoumbou

Le site de Banizoumbou se localise sur un bassin versant, sur les formations du Continental Terminal. Il s'agit d'un jeune parc à *Faidherbia albida*. Les sols dominants sont de texture sableuse. La densité de la population est de 10 habitants au km<sup>2</sup>. La culture principale associée au parc est le mil (*Pennisetum typhoides*). La pluviosité moyenne annuelle est de 500 mm. La profondeur de la nappe phréatique est de 50 m.

## 3. Site de Kouringuel

Le site de Kouringuel s'étend dans la vallée sèche du Dallol Bosso, dans le Canton de Koygolo. La densité de la population est de 50 à 69 habitants au km<sup>2</sup>. Les sols sont de texture sableuse, sur les alluvions du quaternaire. La physionomie du parc est dominée par *Neocarya macrophylla*. A ce parc est associé la culture du mil hâtif.

## 4. Site de Ticko

Le site de Tiko est localisé dans le Canton de Torodi, Arrondissement de Say, à 60 km au sud ouest de Niamey (13°14'24"N 1°50'3"E). La densité moyenne de la population est de 10 à 24 habitants au km<sup>2</sup>. Les sols dominants ont une texture sableuse. La pluviosité moyenne annuelle est de 600 mm. Sur le plan géologique, il s'étend sur les formations géologiques du précambrien et en bas de toposéquence. Il s'agit d'un parc construit à *Hyphaene thebaica*

## 5. Site de Boumba

Le site de Boumba est situé au sud de l'Arrondissement du Boboye, à l'embouchure du Dallol Bosso au fleuve Niger (12°24'44"N 2°53'78"E). La densité moyenne de la population est estimée entre 50 et 69 habitants au km<sup>2</sup>. L'activité principale des populations est la culture de *Pennisetum typhoides* (variété hâtive), dans le Dallol et le mil tardif sur les plateaux et terrasses. La texture dominante des sols est sableuse. Sur le plan géologique, il s'étend sur les dépôts des alluvions

quaternaires (DUBOIS, 1979). La principale espèce du parc arboré est le karité (*Butyrospermum paradoxum*), suivi du *Neocarya macrophylla*. Suivant la typologie faite par PELISSIER (1980b), il s'agit de parc sélectionné.

## 6. Site de Tara

Le site de Tara est situé dans l'Arrondissement de Gaya, sur les terrages du fleuve Niger (11°59'85"N 3°21'62"E). La densité moyenne de la population est comprise entre 50 et 69 habitants au km<sup>2</sup>. Le substrat géologique est représenté par le Continental Terminal. Les sols dominants sont à texture sablo - limoneuse. Sur ces terres sont pratiquées des cultures de mil hâtif et de mil tardif, avec prédominance de ce dernier. Ces deux cultures sont fortement concurrencées par le riz (*Oryza sativa*) qui nécessite beaucoup de travaux, pendant des périodes bien précises de l'année.

Les principales espèces du parc sont *Butyrospermum paradoxum*, *Bombax costatum* et *Parkia biglobosa*. Suivant la typologie faite par PELISSIER (1980b), il s'agit d'un parc sélectionné.

## Conclusion

Au terme de cette caractérisation des différents types physiologiques des parcs agroforestiers présents dans la zone d'étude, il ressort que les principaux types retenus sont suivants : les parcs à *Faidherbia albida*, à *Neocarya macrophylla*, à *Butyrospermum paradoxum*, à *Hyphaene thebaica* et à *Borassus aethiopum*. Il s'agit là de parcs bien structurés. Parmi ceux-ci, les parcs à *Faidherbia albida* sont beaucoup plus représentés en superficie et sont bien typés entre 13° et 14° de latitude nord. Celui à *Neocarya macrophylla*, intermédiaire, est bien structuré dans les environs de 13°21'79" de latitude Nord. Quant au parc à *Butyrospermum paradoxum*, il occupe la partie méridionale du Dallol, au sud de 12°31'06" de latitude nord. Cette dernière forme en association avec *Parkia biglobosa*, et sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudogley, un parc mixte. En revanche *Hyphaene thebaica* forme des îlots disparates. En effet la pression de l'utilisation liée à l'espèce fait qu'elle ne forme guère de peuplements étendus. Il ne s'agit que de peuplements relictuels dans les terroirs où elle bénéficie d'une certaine

protection. En dehors de ces îlots *Hyphaene thebaica* présente une distribution communément éparse dans l'ensemble des types physiologiques. En effet, JACQUARQ (1980) souligne que dans les habitats très perturbés, une contrainte sévère empêche la re-végétalisation. Ailleurs, là où les pressions d'utilisation ne sont pas fortes, *Hyphaene thebaica* présente une population relativement équilibrée. C'est la situation qui est observée dans le terroir de Tiko.

Sur un tout autre plan, il faut noter que, dans l'ouest du Niger, le recouvrement arboré des parcs est peu dense (généralement inférieur à 5%), à l'exception du parc à *Butyrospermum paradoxum* qui comporte un recouvrement moyen de l'ordre de 12 %.

En plus les parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger présentent une certaine diversité suivant les conditions du milieu naturel. Tous les arbres se développent de façon naturelle. Diverses fonctions sont liées à ces essences. Les plus communes sont l'alimentation, la régénération de la fertilité des sols et la production de fourrages ligneux pour les animaux. Il va sans dire que pour un même type physiologique, la structure peut varier d'un terroir à l'autre. Ceci a nécessité le choix d'un certain nombre de terroirs témoins pour des études plus approfondies de la structure et des types d'utilisation, afin d'approcher les parts respectives des facteurs écologiques et anthropiques qui déterminent l'état actuel des parcs agroforestiers.

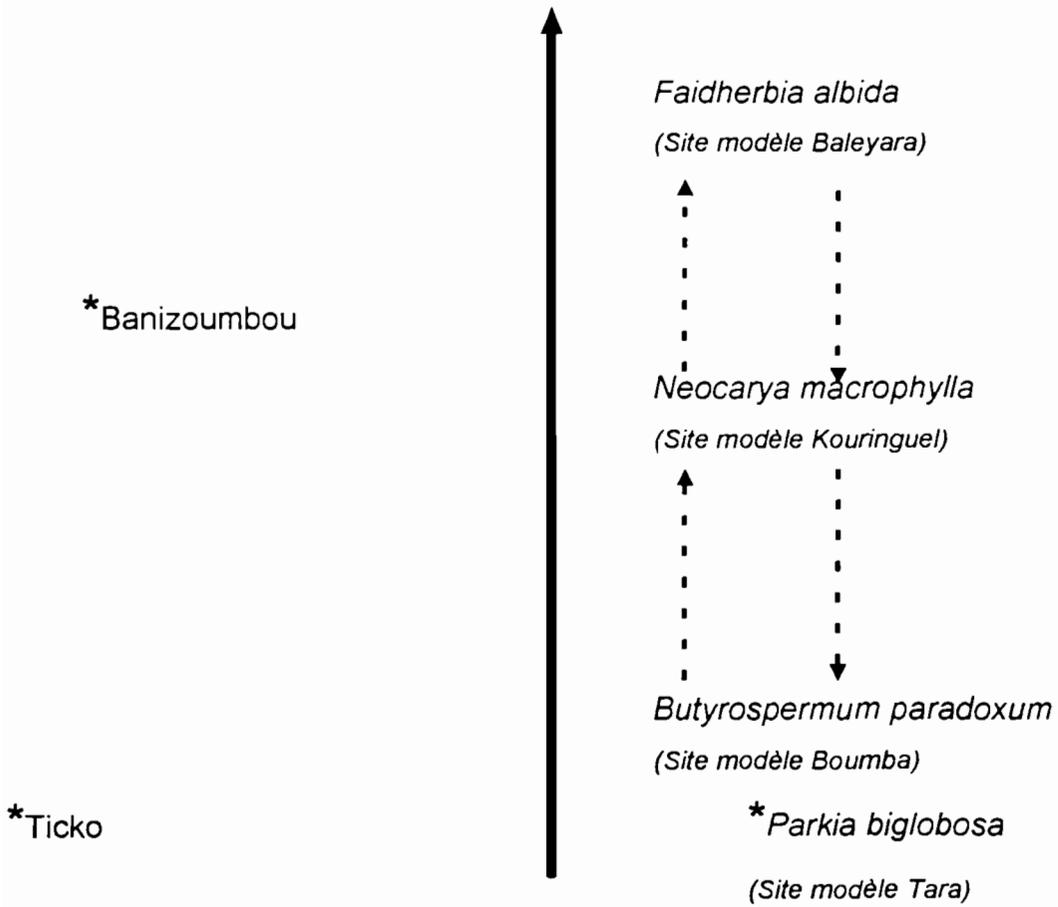


Fig. 2.1.12. - Type de distribution spatiale des parcs agroforestiers le long du Dallol Bosso.

## Planche photographique N°1



Photo 1 : Aspect du parc à *Faidherbia albida*, dans le terroir de Baleyara associé à une culture de mil.



Photo 2 : Aspect du parc résiduel à *Hyphaene thebaica*, dans le terroir de Baleyara associé à une culture de mil.



Photo 3 : Aspect du parc à *Neocarya macrophylla*, dans le terroir de Kouringuel, associé à une culture de mil.

Planche photographique N°1 suite



Photo 4 : Aspect du parc à *Butyrospermum paradoxum*, dans le terroir de Boumba, associé à une culture de mil.



Photo 5 : Aspect du parc à *Parkia biglobosa*, dans le terroir de Tara, associé à une culture de mil.



Photo 6 : Aspect du parc à *Borassus aethiopum*, dans le terroir de Birni Tadj, en saison sèche.

## **Chapitre 2 . - Analyse démographique**

### **I. Matériel et méthodes d'étude**

Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé une approche historique, écologique et socio-économique afin de mettre en évidence les facteurs et mécanismes qui déterminent la dynamique actuelle des parcs agroforestiers. Ainsi une typologie des terroirs villageois a été réalisée à partir de photographies aériennes, quelle que fois à partir d'images satellitaires, lorsque les premières ne sont pas disponibles pour un site donné.

#### **A. Photo-interprétation**

Elle a consisté à choisir des photographies aériennes de trois dates différentes (1950, 1975 et 1992) et pour chacun des sites faisant l'objet des observations. L'interprétation a consisté à définir des unités homogènes sur les photographies du point de vue physiographique et physionomique. Pour chacun des sites des unités ont été ainsi définies. Le nombre d'unités est variable suivant les sites, et chaque unité élémentaire a servi de base pour l'échantillonnage au sol.

#### **B. Méthode d'échantillonnage**

Pour assurer un échantillonnage équilibré une grille de points réalisée sur papier transparent a été apposée aux minutes de la photo-interprétation. Les coordonnées des points (correspondant à des situations topographiques, des types de sol, des unités de végétation) ont été relevées et saisies sur ordinateur à l'aide du programme informatique STATITCF. Un test de Khi carré a permis de faire un choix au sein de chaque unité de végétation, en fonction de son importance. Cependant les sites pour lesquels nous ne disposons pas de photographies aériennes, l'échantillonnage a été fait dans des placettes contiguës disposées le long de transects qui traversent les terroirs.

## C. Étude de la structure des populations ligneuses des parcs

### 1. Relevés structuraux de la végétation

Une distinction a été faite d'une part entre les individus des strates arbustive et arborée composant la population du parc et ceux de la strate sous arbustive d'autre part qui représentent la régénération potentielle. Pour le premier groupe, la superficie des relevés est de 1 ha (soit 100 m x 100 m), tandis que pour le second elle est de 0,01 ha (soit 10 m x 10m). La régénération potentielle regroupe la régénération par souches et la régénération par graines.

Les paramètres mesurés sur les individus de taille supérieure à 1,5 m sont :

- la hauteur de chaque individu ;
- la circonférence mesurée à 1,3 m, au dessus du sol ;
- le nombre de tiges ;
- le diamètre du houppier, mesuré au sol suivant deux axes perpendiculaires, en simulant sa projection verticale ;
- l'état phytosanitaire ;
- les phytopratiques ;

Pour les individus de taille inférieure à 1,5 m, nous avons utilisé des coefficients d'abondance - dominance du type de l'échelle de BRAUN BLANQUET (GOUNOT, 1969).

- + recouvrement de moins de 1 %, espèce très rare, rencontrée une seule fois ;
- 1 recouvrement compris entre 1 et 4 %, espèce assez rare ;
- 2 recouvrement compris entre 4 et 9 % ;
- 3 recouvrement compris entre 10 et 14 % ;
- 4 recouvrement compris entre 15 et 20 % ;
- 5 recouvrement compris entre 20 et 25 % ;
- 6 recouvrement supérieur à 25 %.

## **2. Profils structuraux des ligneux**

Pour chacun des types de parcs agroforestiers, il a été réalisé un profil structural. Ces profils permettent de schématiser la structure verticale de chaque type de parc. Les relevés ont été effectués suivant la méthode de la ligne interceptrice et ont concerné des variables dendrométriques tel que la hauteur totale, la circonférence, le diamètre moyen du houppier.

### **D. Traitement des données**

#### **1. Analyse factorielle des Correspondances**

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée dans le traitement des données, à l'aide du programme informatique STATICF. Elle consiste à représenter les relevés et les variables sous forme d'un nuage de points, dans un espace multidimensionnel. Une réduction du nuage de points aboutit à sa projection dans quelques plans privilégiés qui en donnent une image la moins déformée possible donc traduisant au mieux l'information fournie par le tableau des données. Cette méthode permet, entre autre, de représenter sur la même figure les relevés et les variables. Chaque axe factoriel rend compte d'une partie de l'information totale contenue dans le tableau. Elle décroît pour les axes 2, 3, etc.

Nous envisageons cette analyse factorielle des correspondances pour répondre à deux types de question : tout d'abord dans le cas de l'étude des parcs agroforestiers, quels sont les facteurs du milieu (écologiques ou historiques) qui sous-tendent la dynamique des espèces sur les divers sites.

#### **2. Analyse de la structure**

##### **a. Rappel de définitions**

Dans "dynamique des populations", DAZOZ (1974) note qu'il est possible de décrire les phénomènes qui se produisent dans une population en considérant soit les générations, soit les cohortes.

La *génération* correspond à l'ensemble des individus qui sont nés en même temps.

La *cohorte* est le nombre d'individus qui ont vécu simultanément un même événement origine mais qui n'ont pas forcément le même âge.

La *démographie* peut se définir comme l'étude de la structure des populations et de leurs transformation au cours du temps.

L'*effectif* d'une population est le nombre d'individus qui la compose.

## **b. Méthodologie**

La distribution des arbres par classe de circonférence ou de hauteur est généralement utilisée pour rendre compte de la structure des populations ou des peuplements forestiers (DEVINEAU 1984). Assimilées à des classes d'âges pour une espèce ou pour un peuplement donné, les distributions des circonférences ont été ajustées à des lois diverses (DEVINEAU, *op. cit.*).

Communément, ces classes de circonférence sont assimilées à des classes d'âge (DAZOS, 1974). Selon FRONTIER et *al.* (1991) les distributions d'âge permettent d'accéder à la démographie de la population, c'est à dire à sa répartition en générations et en cohortes. En effet si le recrutement se fait par cohortes, l'analyse de la structure par classe d'âge permet de comprendre la cinétique des peuplements. Ces auteurs notent que "le comptage des anneaux annuels du bois permet, après coupe du tronc ou prélèvement d'un cylindre à partir de la surface, de déterminer l'âge d'un arbre". Ces considérations justifient notre choix porté sur la circonférence pour analyser la structure des principales espèces des peuplements ligneux des champs.

Une telle corrélation serait d'un grand intérêt pour caractériser la structure des populations d'espèces si on tient compte des conditions dans lesquelles ces essences se sont développées. Ces conditions sont généralement complexes dans les milieux arides fortement anthropisés, comme les parcs en zone subsaharienne où la pression sur les ligneux est très forte (OUEDRAOGO, 1994). Ces utilisations sont l'écorçage, l'émondage et l'ébranchage, ce qui modifie beaucoup les conditions d'une croissance naturelle.

Ainsi, cette méthode dendrométrique comporte des limites qui ont été soulignées par DEVINEAU (1984) en forêts tropicales naturelles où classe de

circonférence et classe d'âge ne coïncident pas de manière satisfaisante. OLDEMAN (1972, cité par DEVINEAU, 1984) décrit "l'effet de libération" dû au passage des individus d'une strate pauvre en énergie lumineuse où la croissance des arbres est faible à une strate plus riche en énergie lumineuse où la croissance des arbres est plus forte. En plus dans les régions où la pharmacopée traditionnelle occupe une place significative dans les soins des populations, les troncs des arbres de certaines espèces font l'objet d'une mutilation considérable. On peut ainsi se poser des questions sur la pertinence de l'utilisation de cette variable, de même que la proportion des individus touchés par ces pratiques est généralement faible suivant la densité et l'étendue des peuplements.

Néanmoins, par manque de descripteurs plus pertinents, les classes de circonférence restent très utilisées pour l'analyse structurale de la végétation ligneuse (DEVINEAU, 1984) préférentiellement à la hauteur encore plus sujette à perturbation à cause des techniques de gestion (émondage, étêtage, élagage, etc., OUEDRAOGO, 1994).

Cette description sera complétée par l'exploitation de quelques variables de dimension telles que la densité moyenne, le recouvrement moyen global par strate et la surface terrière.

## **II. Résultats**

### **A. Site de Tiko, parc à *Hyphaene thebaica***

#### **1. Histoire de l'occupation agricole**

La population de la zone était essentiellement éleveur. Aujourd'hui, avec les problèmes de sécheresse qui, très souvent, portent préjudice aux troupeaux, beaucoup se sont intéressés à l'agriculture. Par ailleurs, il faut noter que ces peuls cohabitent avec des sédentaires Zarma et Haoussa, agriculteurs et commerçants qui se sont installés dans la zone.

## 2. Utilisation des ressources

Dans le cas de ce site il y a des propriétaires fonciers qui sont représentés par la chefferie. C'est elle qui veille sur la distribution des terres. Comme précédemment, la gestion des ressources sylvicoles dépend de la communauté dans sa totalité.

## 3. État de l'occupation des sols

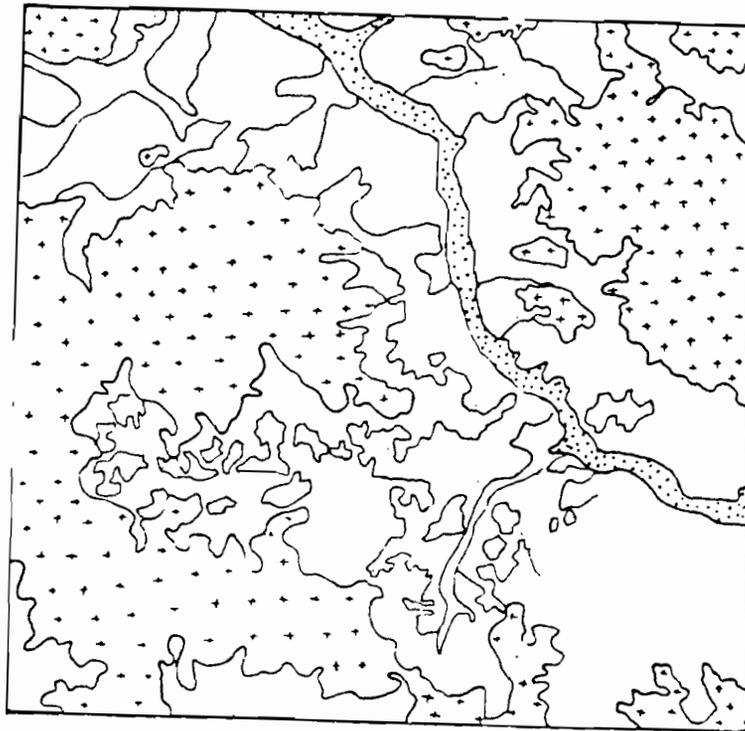
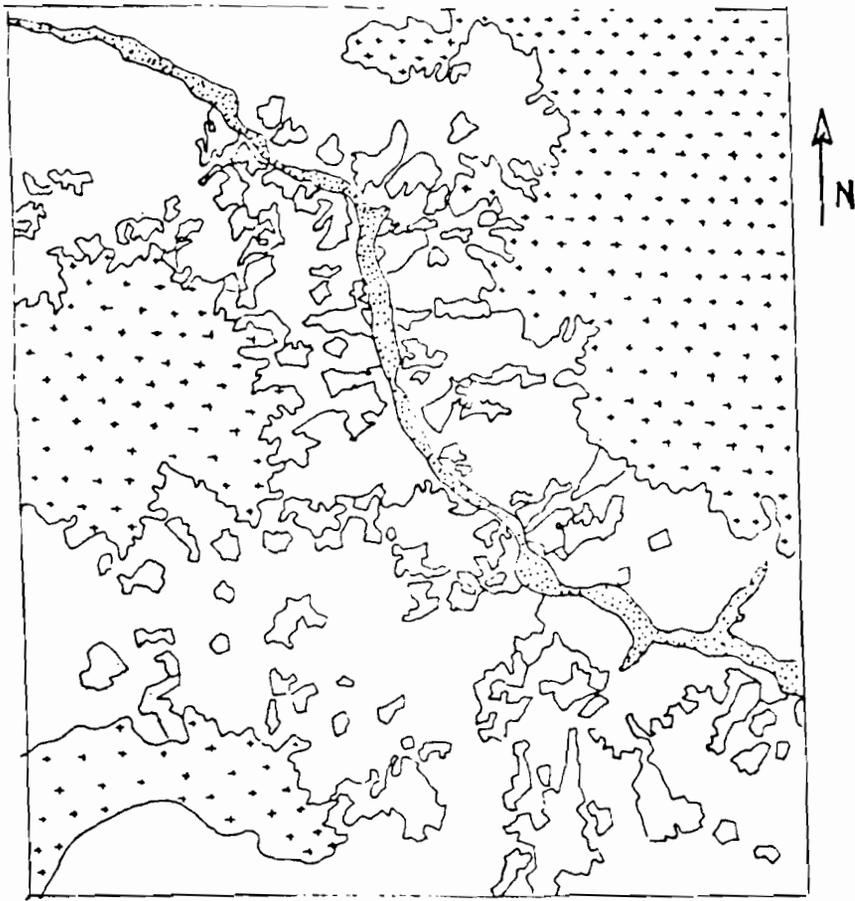
L'interprétation des photographies aériennes de 1950 permet de comprendre qu'à cette date les jachères et les formations naturelles étaient encore importantes. Les champs cultivés étaient répartis le long du bas - fonds et autour des habitations dont la localisation est étroitement liée à ce réseau (Fig. 2.2.1). Les habitations étaient quasiment absentes dans le *séno*.

Entre les années 1975 et 1990, les surfaces cultivées ont doublé et parallèlement les jachères ont connu une réduction sensible (Fig. 2.2.2). Les formations ripicoles et naturelles n'ont pas connu un changement spectaculaire (Fig. 2.2.3).

## 4. Structure du parc à *Hyphaene thebaica*

### 4.1. Historique de l'implantation du peuplement

Il s'agit d'un peuplement dont les premiers sujets ont été plantés et protégés par les villageois. Ceux-ci partaient aux marchés où ils achetaient les fruits qu'ils ramènent aux enfants. Ces derniers mangent les pulpes et jettent les noix. C'est ainsi qu'ont germé les premiers sujets dont l'âge est estimé à 83 ans. Par le passé, les fruits mûrs étaient partagés entre les familles. Mais cette gestion est vite tombée en désuétude. Actuellement ce sont les fruits immatures qui sont cueillis par des commerçants qui viennent de Niamey. Ces fruits ne font pas l'objet de vente contrôlée, le propriétaire du champ demande juste une part symbolique (200 FCFA) par sac.



 Bas fond  
 Champs  
 Jachères

 Plateau cuirassé

Fig. 2.2.1. - Etat de l'occupation des sols dans le terroir de Tiko (a) en 1975. et (b) en 1990.

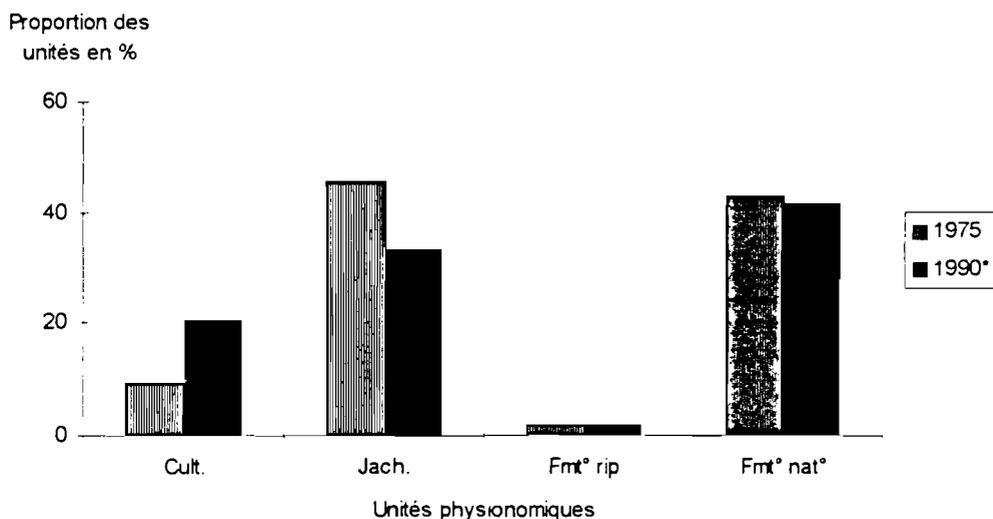


Fig. 2.2.2. - Site de Tiko, état de l'occupation des sols en 1975 et 1990

\* Données obtenues à partir de l'interprétation de mosaïque de scènes SPOT (60-323 et 60 - 324) du 3 janvier 1990, échelle 1/50 000.

**Code**

Cult = Culture

Jach = Jachère

Fmt° rip = Formations ripicoles

Fmt° nat = Formations naturelles

#### 4.2. Structure du parc

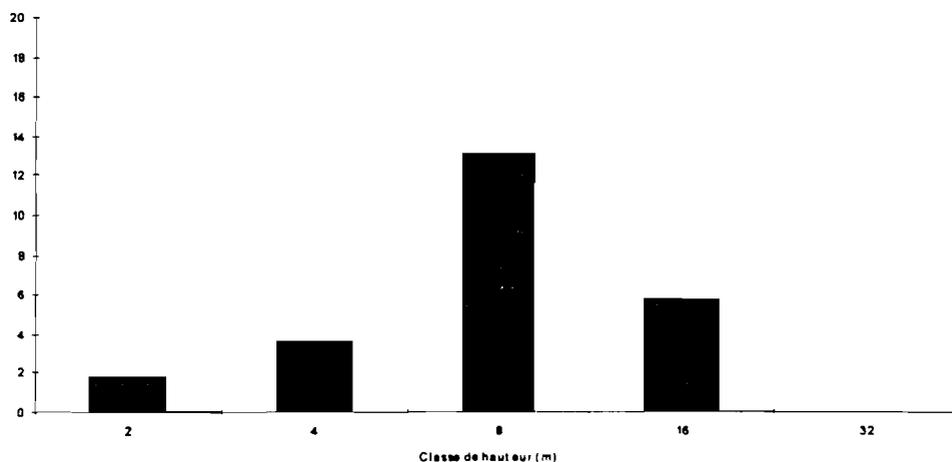
Il s'agit d'un parc à physionomie dominée par *Hyphaene thebaica*. Cette dernière représente 78,8 % des arbres assure 73% du recouvrement global des arbres qui est de l'ordre de 5,5%. Sa densité est de 27 pieds par hectare.

La réalisation d'une régression linéaire entre les effectifs et les classes de hauteur donne un coefficient de l'ordre de 0,815. Cette distribution en cloche est la preuve que l'espèce se régénère dans ce terroir (Fig. 2.2.3).

Tab. 2.2.1. - Caractéristiques du parc à *Hyphaene thebaica*

Espèces	Effectifs	Pourcentage	Densité par ha.
<i>Hyphaene thebaica</i>	216	78,8	27
<i>Balanites aegyptiaca</i>	32	11,32	4
<i>Annona senegalensis</i>	3	1	0,38
<i>Piliostigma reticulatum</i>	4	1	0,5
<i>Acacia nilotica</i>	5	2	0,63
<i>Acacia sieberiana</i>	4	1,46	0,5
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1	0,36	0,13
<i>Sclerocarya birrea</i>	5	1,82	0,63
<i>Guiera senegalensis</i>	2	0,73	0,25
<i>Combretum glutinosum</i>	2	0,73	0,25
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0,36	0,13
<i>Combretum nigricans</i>	1	0,36	0,13

Effectifs par classe

Fig. 2.2.3. - Structure de la population de *Hyphaene thebaica* par classe de hauteur.

## 5. Conclusion

Il s'agit d'un jeune parc à structure équilibrée. En fait contrairement au cas observés dans certains terroirs, ici les seules utilisations des produits du parc sont la coupe des palmes pour la fabrication de cordes et pour attacher les tiges à l'occasion de la construction des cases.

## B. Site de Banizoumbou, parc à *Faidherbia albida*

### 1. Étude de la structure de la végétation

#### 1.1. Analyse des relevés floristiques

##### a. Résultats de l'AFC

Les trois premiers axes de l'analyse factorielle des correspondances totalisent 31,4 % de l'inertie. A partir des cartes factorielles définies par les trois premiers axes, 5 types de peuplements arborés, numérotés de 1 à 5, sont définis d'après leur caractéristique floristique et leur situation topographique (Fig. 2.2.4 ; tableau 2.2.2).

Tab. 2.2.2. - Les groupes floristiques

Groupes	Caractéristiques floristiques
<i>I</i>	<i>Combretum glutinosum</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Guiera senegalensis</i>
<i>II</i>	<i>Combretum nigricans</i> , <i>Detarium microcarpum</i> , <i>Vitex crysocarpa</i> , <i>Maerua angolensis</i>
<i>III</i>	<i>Faidherbia albida</i>
<i>IV</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Piliostigma reticulatum</i> , <i>Acacia macrostachya</i> , <i>Cassia sieberiana</i> , <i>Acacia nilotica</i> , <i>Boscia angustifolia</i> et <i>Ziziphus mauritiana</i>
<i>V</i>	<i>Prosopis africana</i> et <i>Combretum micranthum</i>
<i>VI</i>	<i>Acacia senegal</i> , <i>Entada africana</i> et <i>Sclerocarya birrea</i>

Pour ce site, l'analyse sera axée sur le peuplement à physionomie dominée par *Faidherbia albida*.

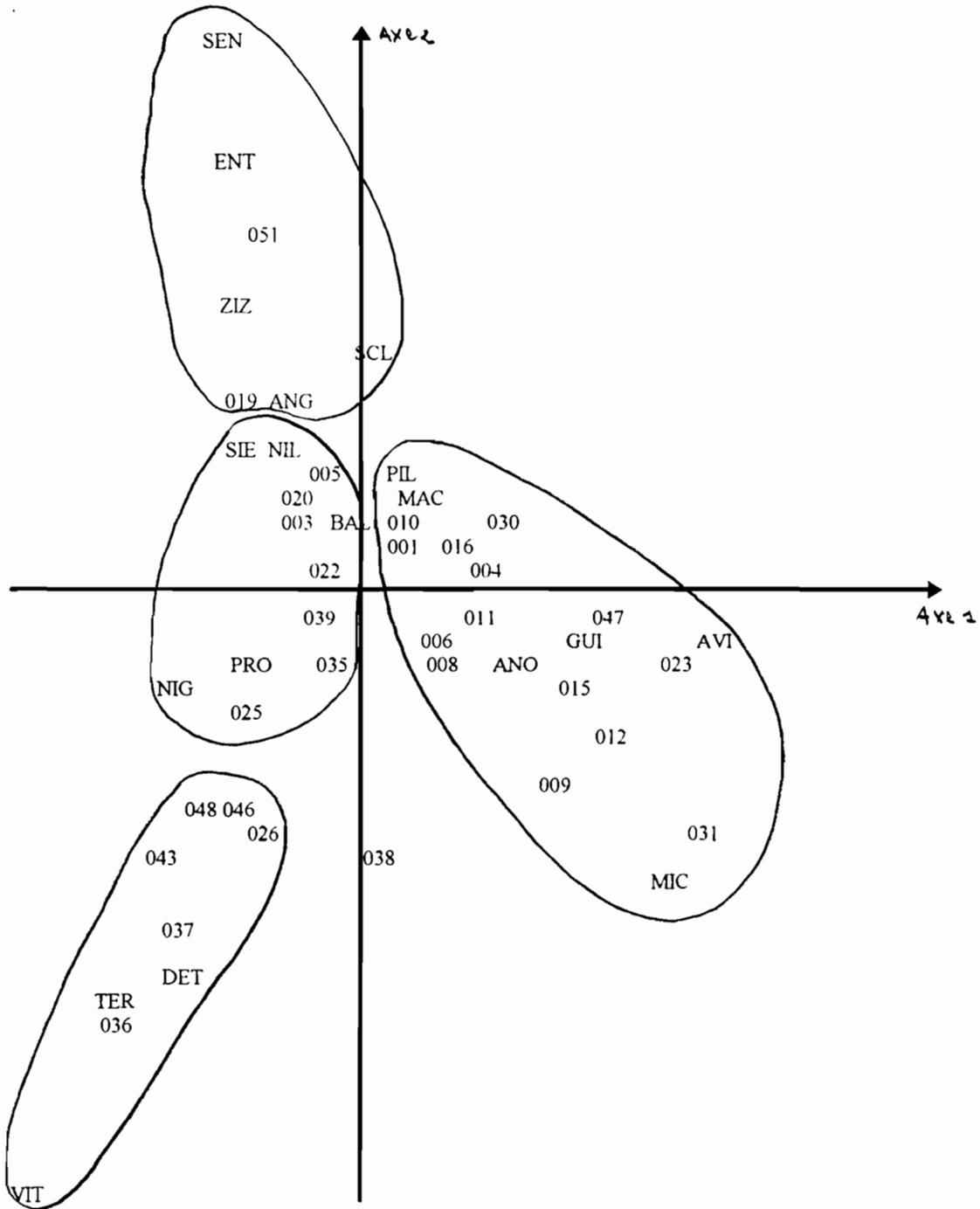


Fig. 2.2.4 . - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables)  
 Plan 1 2    Axe 1 Horizontal    Axe 2 Vertical

## b. Structure de la population de *Faidherbia albida*

Les principales espèces relevées sur ce site sont : *Prosopis africana*, *Combretum glutinosum*, *Faidherbia albida*, *Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum* et *Balanites aegyptiaca*. Ces espèces présentent chacune une structure qui lui est propre eu égard au type de gestion dont elles font l'objet.

Il s'agit d'un jeune parc vue la densité des individus dans les classes inférieures.

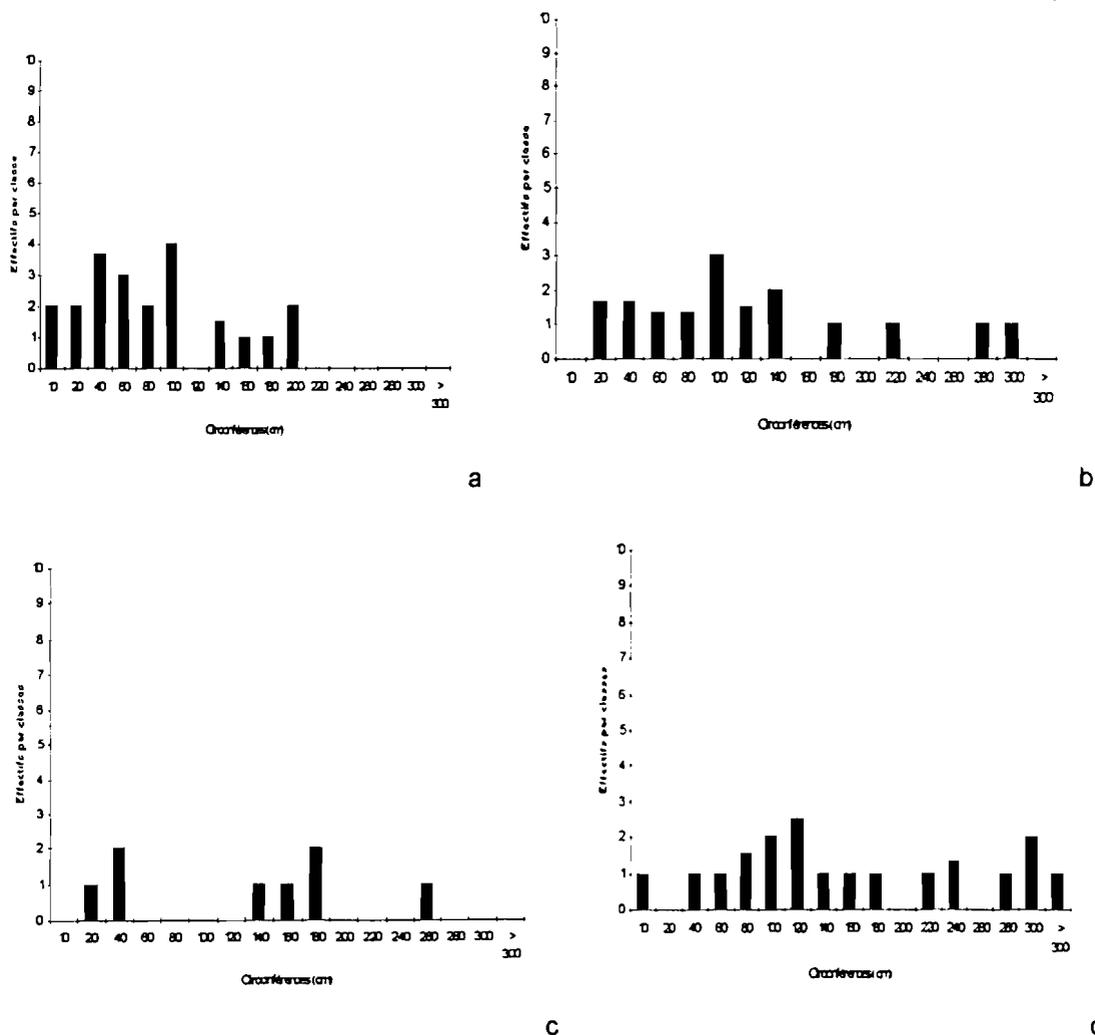


Fig. 2.2.5. a, b et c. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupements.

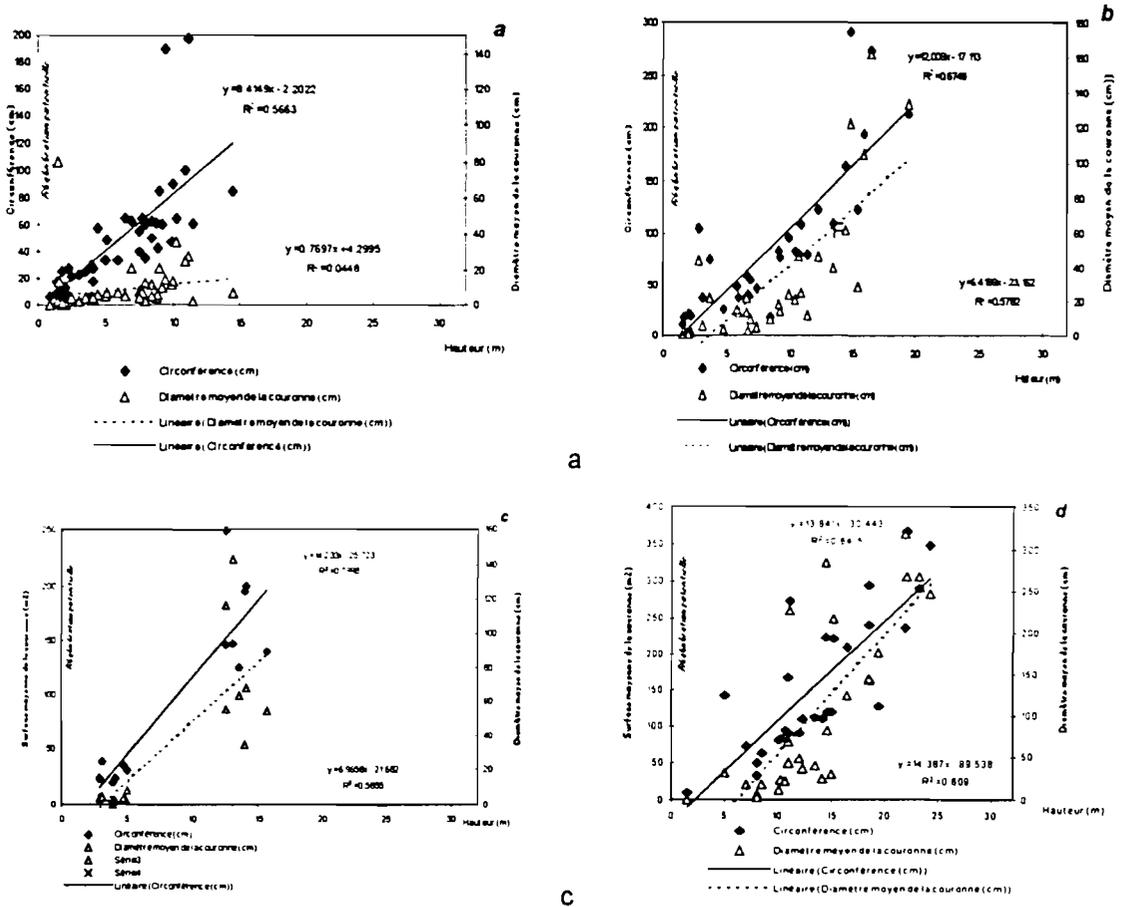


Fig. 2.2.6 a, b et c. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc.

### 3. Conclusion

Le parc à *Faidherbia albida* dans le terroir de Banizoumbou se caractérise par la diversité des générations. Cette diversité de structure est liée à celle des pratiques culturales. Les paysans qui ont pratiqué anciennement le contrat de fumure avec les Peuls ou les Bella ont vu se régénérer un peuplement de *Faidherbia* dans leurs champs. Il s'agit d'un parc peu dense mais dynamique. Ceci est illustré par l'abondance relative des jeunes sujets dans les faibles classes de circonférences (Fig. 2.2.5. a , b et d). Mais ces faciès diffèrent entre eux par la densité et la distribution des gros sujets (Fig. 2.2.5. b et c). Le faciès de la figure 2.2.5. c se singularise par la faible densité des sujets.

Les coefficients de régression entre la hauteur totale d'une part et la surface moyenne de la couronne et la circonférence d'autre part sont moyens (Fig. 2.2.6).

## D. Site de Boumba, parc à *Butyrospermum paradoxum*

### 1. Cartographie

Le résultat de l'interprétation des photographies aériennes de 1996 est représenté par la figure 2.2.7. On peut noter que tous le terroir est cultivé.

### 2. Apport de l'analyse de la structure à la compréhension de la dynamique du peuplement de parc

Les sujets de *Butyrospermum paradoxum* représentent 56 % du peuplement, c'est ainsi l'analyse de la structure a été réalisée sur ces derniers.

Pour comparer la structure des parcs agroforestiers, l'analyse des distributions par classes de circonférences a été réalisée grâce à l'analyse factorielle des correspondances.

Les trois premiers axes assurent 55,1% de l'inertie totale du nuage de points.

L'axe 1 est défini sur des karité de diamètre inférieur ou égal à 200 cm de diamètre du côté négatif et des karité de diamètre supérieur à 20 cm du côté positif de l'axe.

L'axe 2 est caractérisé par des karité de diamètre compris entre 120 et 160 cm du côté positif et des karité de diamètre supérieur à 200 cm du côté négatif.

L'analyse factorielle des correspondances a mis en évidence 4 groupes ou faciès de parcs présentés ci-dessous.

Le groupe 1 est constitué par les espèces suivantes : *Butyrospermum paradoxum*, *Gardenia ternifolia*, *Piliostigma reticulatum*, *Prosopis africana*, *Sclerocarya birrea* et *Acacia nilotica*.

Le groupe 2 comporte *Butyrospermum paradoxum* et *Hyphaene thebaica*.

Le groupe 3 est constitué par *Butyrospermum paradoxum*, *Faidherbia albida*, *Borassus aethiopum*, *Terminalia avicennioides*, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea*, *Gardenia ternifolia*, *Vitex doniana*.

Enfin le groupe 4 renferme *Butyrospermum paradoxum* et *Sclerocarya birrea*.

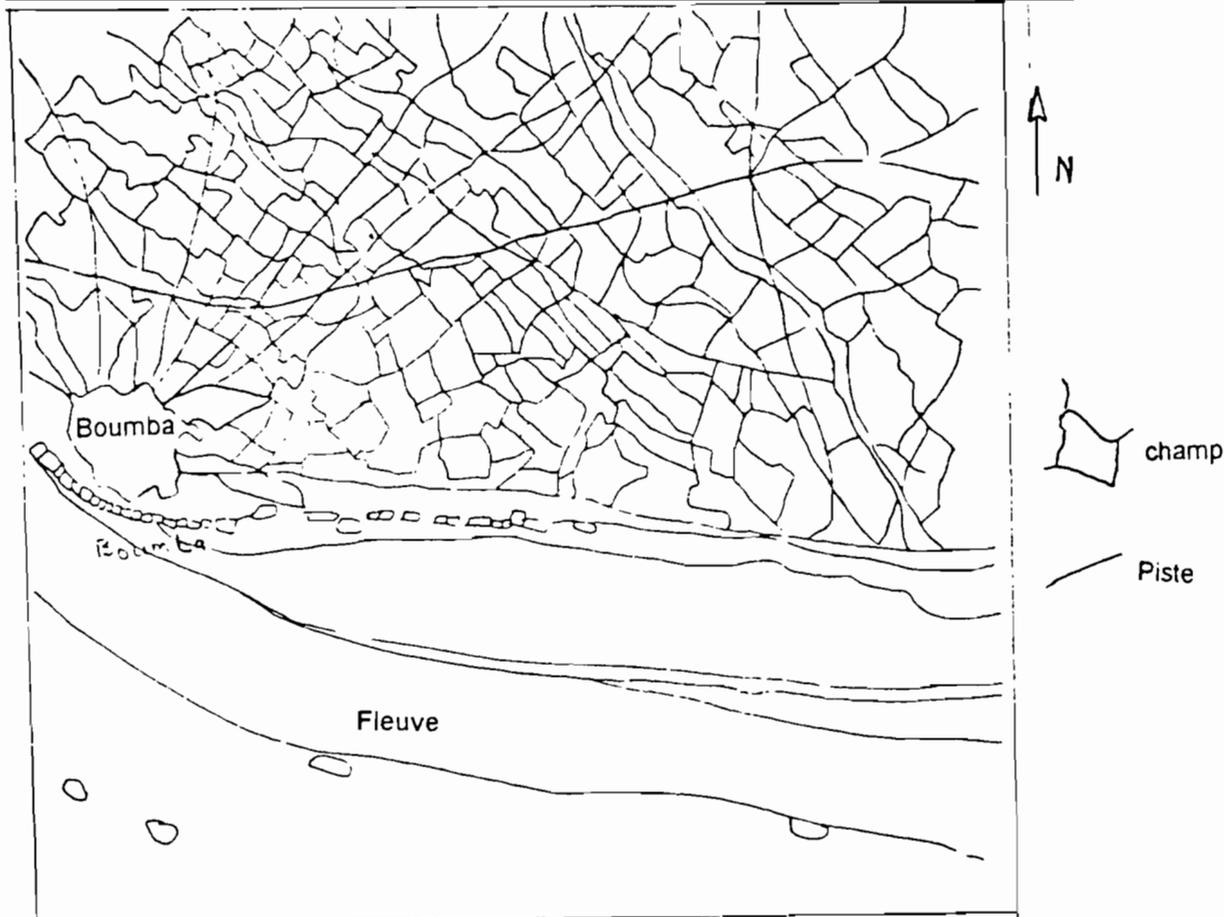


Fig. 2.2. 7. - Typologie partielle du terroir de Boumba

### 3. Structure des groupes

Les caractéristiques communes à ces différents groupes sont l'absence d'individus dans les classes de circonférences faibles, ce qui peut être attribué à un entretien régulier du sous bois.

La distribution des différentes classes de circonférence montre que les faibles classes de circonférence sont peu représentées. Il s'agit généralement de peuplements se développant dans un milieu anciennement cultivé.

Le groupe 1 dont la population est représentée essentiellement par des individus centrés sur les classes de circonférence comprises entre 120 et 260 cm (Fig. 2.2.10 a). Il s'agit d'une population relativement équiennne. Pour ce groupe, les individus sont mieux représentés dans la strate arborée basse. La circonférence est mieux corrélée avec la hauteur que la surface moyenne de la couronne (Fig. 2.2.11 a).

Le groupe 2 dont l'histogramme des distributions des classes de circonférences est très irrégulier et ne comporte pratiquement pas d'individus dans les classes inférieures. Les plus fortes classes de circonférence sont représentées

de façon très hétérogène par quelques individus (Fig. 2.2.10 b). Ces générations présentent de grandes différences par la densité des individus. Comme précédemment, la circonférence est mieux corrélée avec la hauteur que la surface moyenne de la couronne. La population se répartit entre les strates arbustive haute (4 à 8 m) et arborée basse (8 à 16 m) (Fig. 2.2.11 b).

Le groupe 3 représenté par des individus dans une gamme plus étendue de classe de circonférence (Fig. 2.2.10 c). Cette structure est beaucoup plus dynamique. *A priori*, il peut s'agir de karité de plusieurs générations. Ce faciès de parc est plus représentatif vue la densité des individus. La majorité des individus de la population est localisée au niveau de la strate arborée basse (8 à 16 m) (Fig. 2.2.11 c). Par ailleurs dans le peuplement existent des sujets pour lesquels la couronne est relativement plus grande.

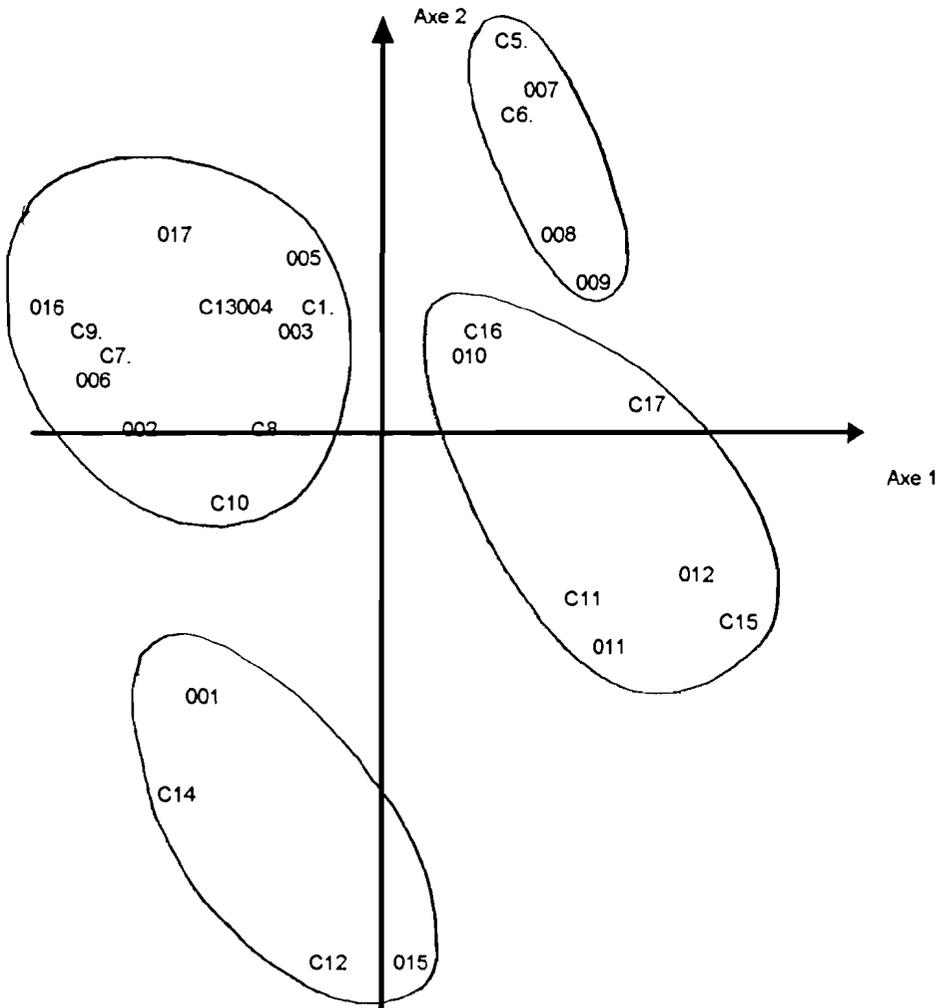


Fig. 2.2.8. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables)  
Plan 1 2 Axe 1 Horizontal Axe 2 Vertical

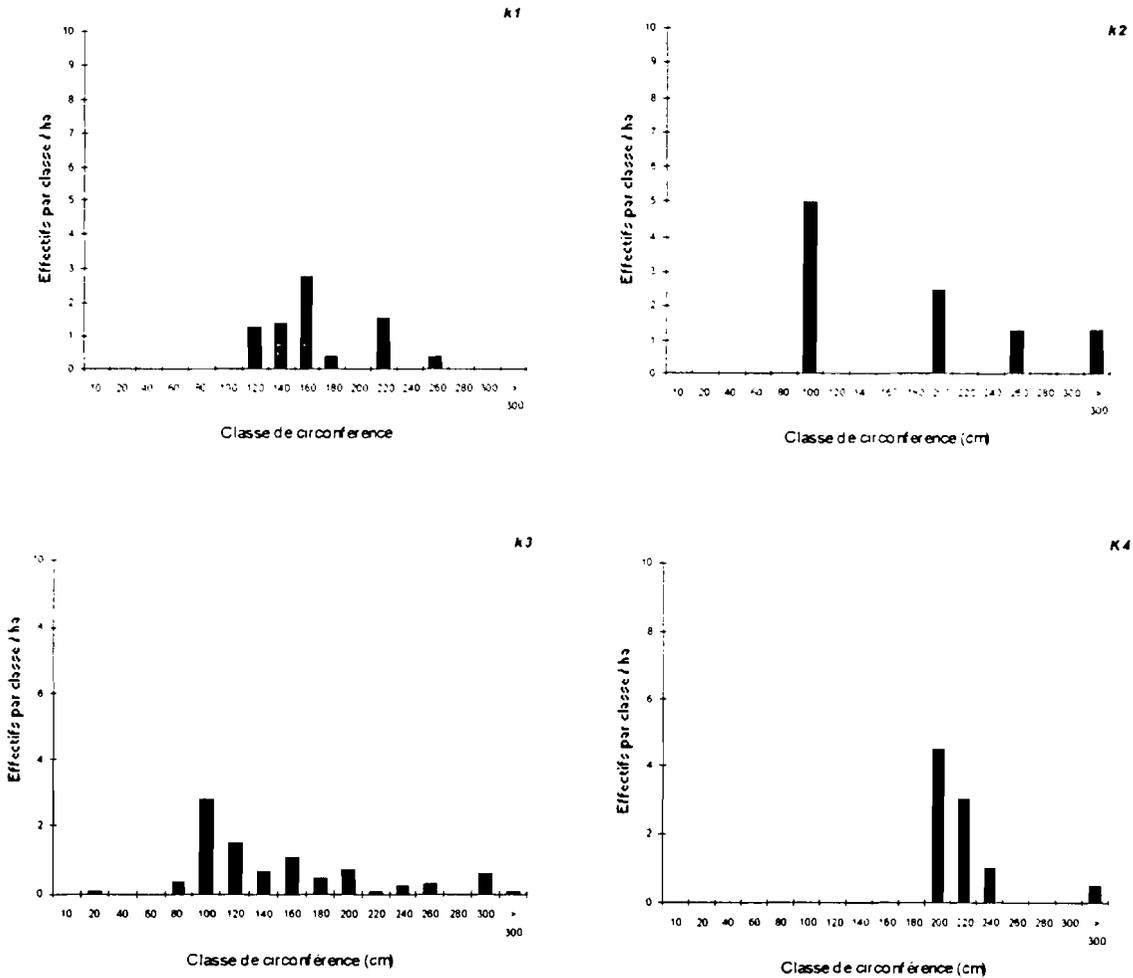


Fig. 2.2.9. a, b, c et d. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupes mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances.

Le groupe 4 est représenté uniquement par des individus très âgés. Il s'agit de vieux parc qui ne se régénèrent pratiquement pas (Fig. 2.2.10 d). La régression entre la hauteur totale et le recouvrement est moyen. Pour ce groupement, la surface moyenne de la couronne semble mieux corrélée avec la hauteur que la circonférence (Fig. 2.2.11 d).

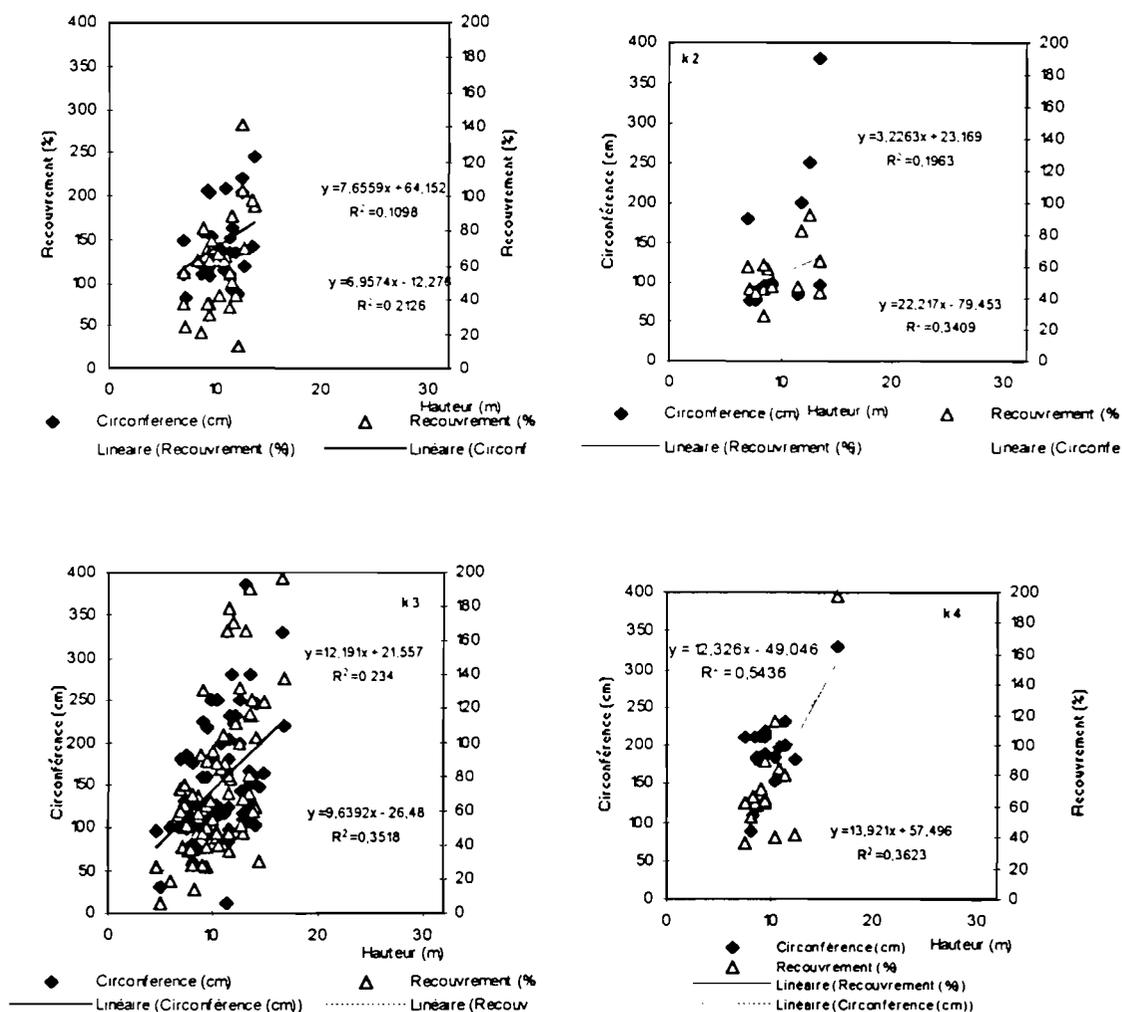


Fig. 2.2.10 a, b, c et d. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc.

La régression entre la hauteur totale et le recouvrement d'une part et la circonférence d'autre part donne des coefficients de corrélations faibles. Ce diagramme met en lumière la prédominance des individus de la strate arborée basse (8 à 16 m).

#### 4. Caractéristiques de la régénération potentielle

La régénération potentielle comporte les espèces suivantes : *Piliostigma reticulatum*, *Annona senegalensis*, *Sclerocarya birrea*. Le *Butyrospermum paradoxum* qui domine dans la strate arborée n'est que très peu voir non représenté dans la régénération potentielle du milieu.

## 5. Conclusion

Le parc à karité, dans les terroirs témoins de Boumba et Gongueye, se caractérise actuellement par un certain vieillissement. En effet l'examen des différents faciès de parc a montré que les faibles classes de circonférence sont très peu représentées. Le peuplement se caractérise au contraire par une prédominance des individus des classes supérieures. L'élimination constante des individus de la régénération potentielle fait que, pour beaucoup d'espèces, la population ne se régénère pas. Par ailleurs le parc à karité fait l'objet de cueillette diminuant d'emblée la disponibilité en semences des sols. Ce problème sera abordé dans la quatrième partie.

### E. Site de Kouringuel, parc à *Neocarya macrophylla*

Les individus de *Neocarya macrophylla* représentent 60 % du peuplement. L'analyse de la structure est donc basée sur la population de cette espèce.

#### 1. Résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances

L'analyse factorielle des correspondances met en lumière 5 groupes (Fig. 2.2.11).

#### 2. Structure du groupe

Le groupe 1 est défini sur des individus de circonférences comprises entre 20 et 100 cm. Il correspond à un peuplement équié vue la distribution des classes de circonférence (Fig. 2.2.12 a). La majorité des individus ont une hauteur inférieure à 8 m (Fig. 2.2.13 a). Pour ce groupement les espèces compagnes sont : *Sclerocarya birrea*, *Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida*. Les régressions entre hauteur totale et surface moyenne de la couronne d'une part et la circonférence d'autre part donnent des coefficients moyens.

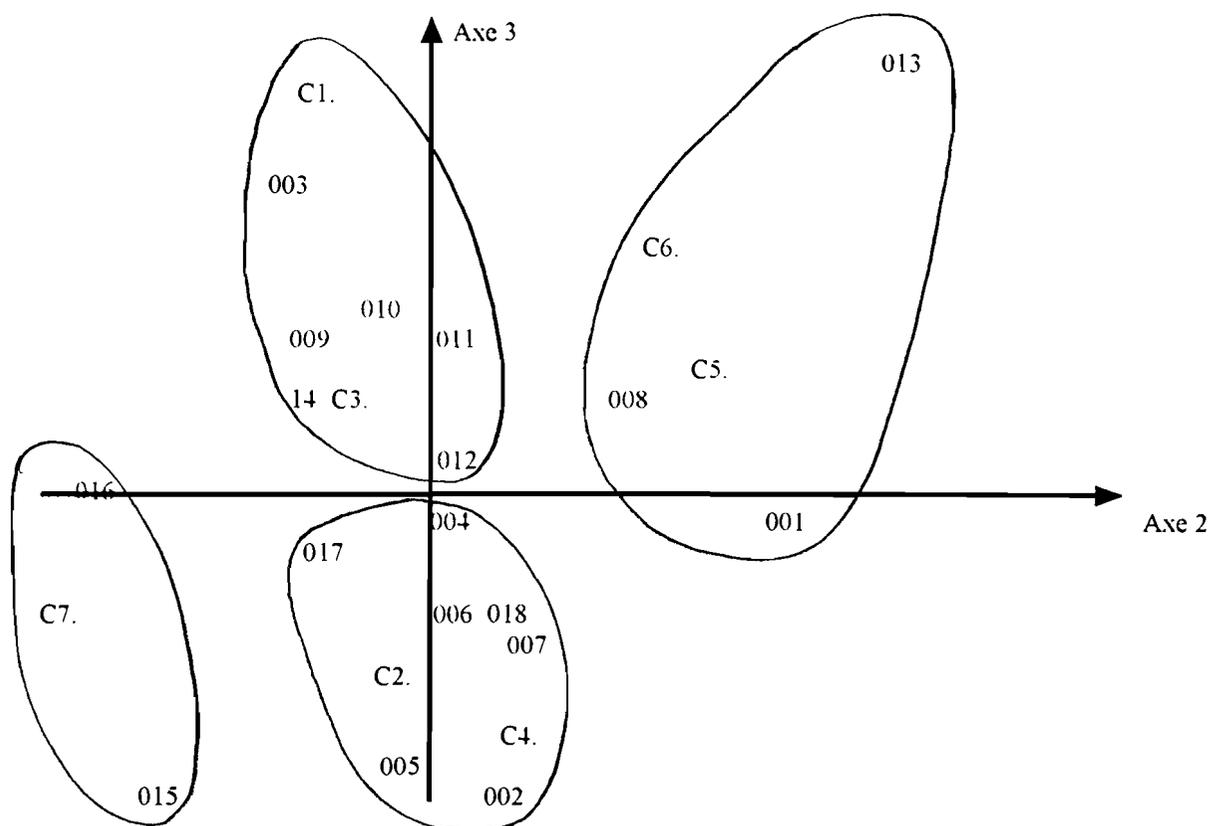


Fig. 2.2.11. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables)  
Plan 2 3 Axe 2 Horizontal Axe 3 Vertical

Tab. 2.2.2. - Régénération potentielle

Espèce	Fréquence %
<i>Annona senegalensis</i>	80
<i>Hyphaene thebaica</i>	40
<i>Sclerocarya birrea</i>	20
<i>Vitex doniana</i>	20
<i>Piliostigma reticulatum</i>	20

Le groupe 2, défini sur des individus de classe de circonférence inférieure à 100 cm, est caractérisé par des jeunes sujets (Fig. 2.2.12 b). La majorité des individus ont une hauteur inférieure à 4 m (Fig. 2.2.13 b). Il s'agit d'un parc arbustif haut.

Les espèces compagnes sont : *Piliostigma reticulatum*, *Grewia flavescens*, *Faidherbia albida* et *Acacia nilotica*. Les coefficients de régression sont faibles entre la hauteur totale et la circonférence et la surface moyenne de la couronne.

Tab. 2.2.3. - Régénération potentielle

Espèce	Fréquence %
<i>Annona senegalensis</i>	57
<i>Diospyros mespiliformis</i>	14
<i>Combretum glutinosum</i>	14
<i>Neocarya macrophylla</i>	14

Le groupe 3 est caractérisé par des individus des classes de circonférences comprises entre 120 et 140 cm (Fig. 2.2.12 c). Il s'agit d'un parc arboré bas (Fig. 2.2.13 c).

L'espèce compagne de ce groupement est *Piliostigma reticulatum*. On peut noter de forts coefficients de régression entre la hauteur et la surface moyenne de la couronne et la circonférence (Fig. 2.2.13 c).

Tab. 2.2.4. - Régénération potentielle

Espèce	Fréquence %
<i>Annona senegalensis</i>	100
<i>Piliostigma reticulatum</i>	33
<i>Neocarya macrophylla</i>	33

Le groupe 4 caractérisé par la présence de 2 générations de *Neocarya macrophylla* dont la première est centrée sur les individus ayant une circonférence comprise entre 20 et 60 cm et la seconde entre 100 et 140 cm (Fig. 2.2.12 d). On peut noter la dominance des individus dans la strate arbustive basse (Fig. 2.2.14 3). L'espèce compagne du groupe est *Faidherbia albida*.

Tab 2.2.5. - Régénération potentielle

Espèce	Fréquence %
<i>Annona senegalensis</i>	50
<i>Neocarya macrophylla</i>	50
<i>Piliostigma reticulatum</i>	25

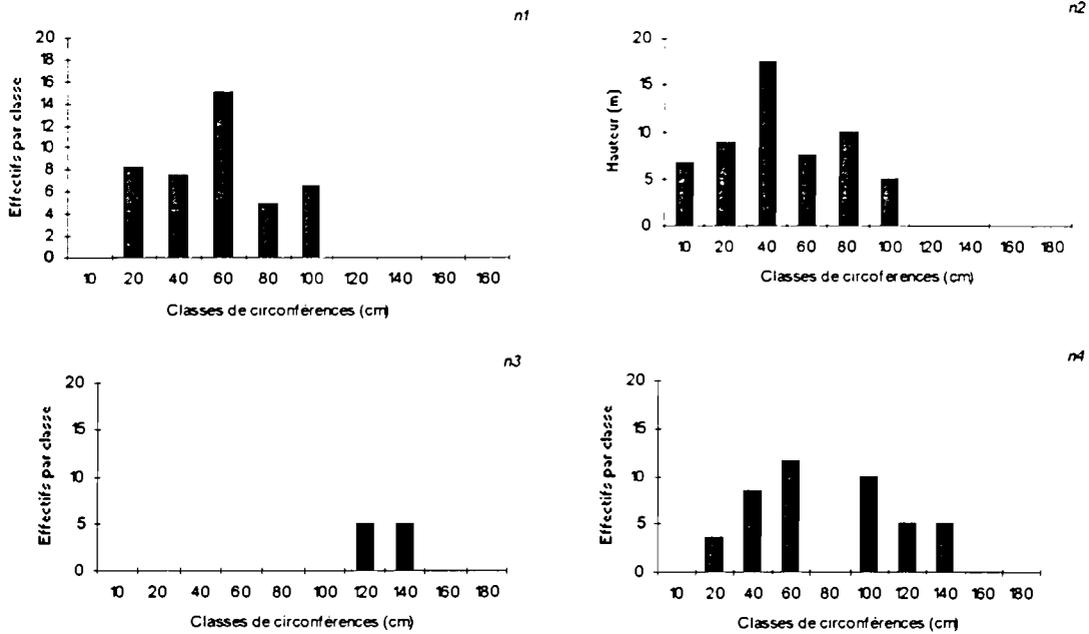


Fig. 2.2.12. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupements mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances.

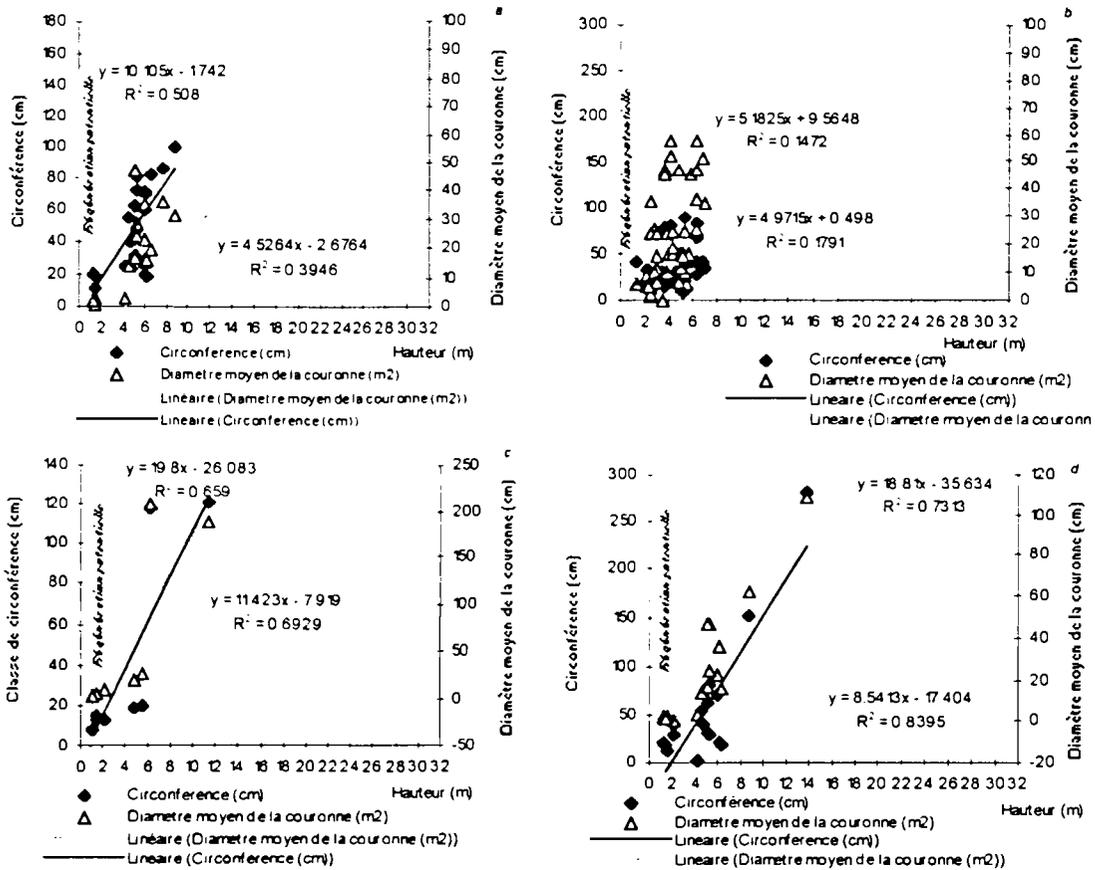


Fig. 2.2.13. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc.

### 3. Conclusion

Contrairement au parc à *Butyrospermum paradoxum*, *Neocarya macrophylla* se caractérise par une certaine dynamique. En effet les jeunes classes de circonférence comportent beaucoup d'individus. C'est seulement le groupe 3 qui comporte moins d'individus dans les faibles classes de circonférence. Il s'agit d'un groupe localisé à la périphérie villageoise. Les groupes des dépressions semblent plus denses et dynamiques.

## F. Site de Tara, parc à *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa*

### 1. Cartographie

L'interprétation des photographies aériennes de 1975 montre l'existence des champs cultivés au tour du village (Fig. 2.2.14). Les jachères se situent à des distances relativement grandes du village.

### 2. Résultats de l'AFC

Les quatre premières valeurs propres, de l'analyse factorielle des correspondances, valent 1,6532 et représentent 43,7 % de la variation totale (ou inertie). 7 groupes, définis sur leurs caractéristiques floristiques, sont distingués (Fig. 2.2.15). Celles-ci sont notées dans le tableau ci-dessous.

Tab. 2.2.6. Caractéristiques floristiques des groupes ou faciès

Groupes	Espèces caractéristiques
<u>I</u>	<i>Adansonia digitata</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Bauhinia rufescens</i> , <i>Mangifera indica</i> et <i>Faidherbia albida</i> .
<u>II</u>	<i>Entada africana</i> , <i>Acacia sieberiana</i> , <i>Combretum nigricans</i> , <i>Neocarya macrophylla</i> , <i>Mitragyna inermis</i> et <i>Crataeva religiosa</i>
<u>III</u>	<i>Combretum glutinosum</i> et <i>Piliostigma reticulatum</i> .
<u>IV</u>	<i>Butyrospermum paradoxum</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> et <i>Tamarindus indica</i>
<u>V</u>	<i>Prosopis africana</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Sterculia setigera</i> et <i>Sclerocarya birrea</i>
<u>VI</u>	<i>Bombax costatum</i> , <i>Ficus gnaphalocarpa</i> et <i>Pterocarpus erinaceus</i>
<u>VII</u>	<i>Ficus dekdekena</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Lannea microcarpa</i> <i>Ostryodermis sthulmanii</i> et <i>Anogeissus leiocarpus</i>



-  plateau en rase
-  Bas fond
-  champs
-  Village
-  Piste

Fig. 2.2.14. - Parcellaire du terroir de Tara

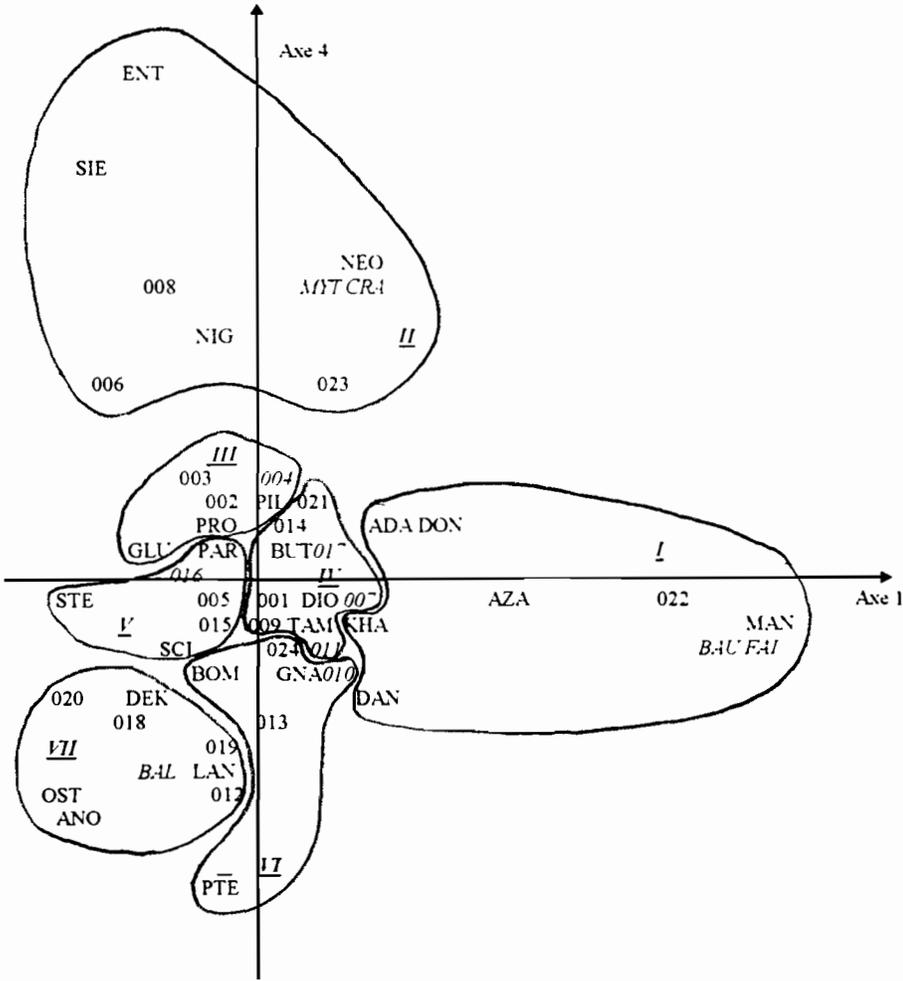


Fig. 2.2.15. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables)  
Plan 1 4 Axe 1 Horizontal Axe 4 Vertical

### 3. Structure des groupes

#### 3.1. Groupe I

##### a. Caractéristiques floristiques

Tab. 2.2.7. - Proportion des essences

Espèces	Proportion (%)
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	29
<i>Vitex doniana</i>	29
<i>Faidherbia albida</i>	5,9
<i>Mangifera indica</i>	18
<i>Adansonia digitata</i>	5,9
<i>Azadirachta indica</i>	5,9
<i>Bauhinia rufescens</i>	5,9

##### b. Structure du groupe

Dans ce parc mixte, la distribution des classes de circonférence montre la prédominance des individus des classes de circonférences comprises entre 60 et 250 cm (Fig. 2.2.16 a).

Ce peuplement est caractérisé par des individus des strates arbustives haute et basse (Fig. 2.2.17 a)

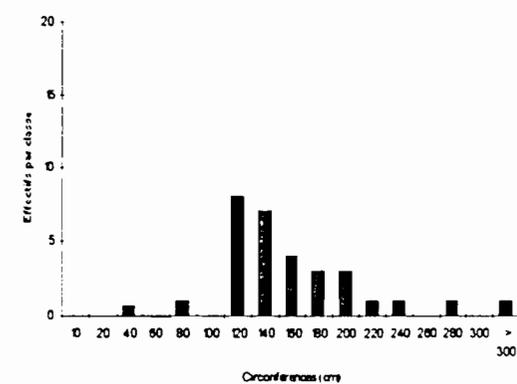
La régénération potentielle est caractérisée par *Piliostigma reticulatum*, *Feretia apodanthera*, *Dichrostachys cinerea* et *Morus mesozyzia*.

### 3.2. Groupe II

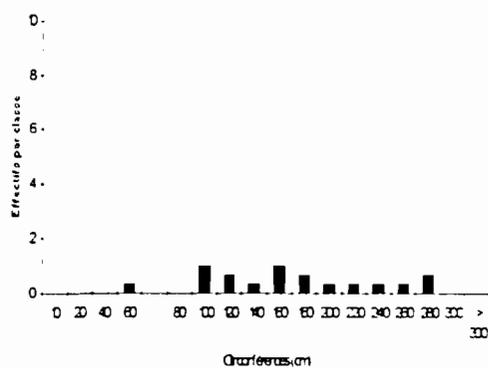
#### a. Caractéristiques floristiques

Tab. 2.2.8. - Proportion des essences

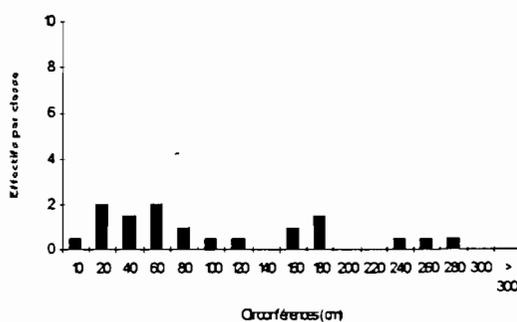
Espèces	Pourcentage (%)
<i>Vitex doniana</i>	19
<i>Neocaraya macrophylla</i>	19
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	13
<i>Prosopis africana</i>	13
<i>Parkia biglobosa</i>	13
<i>Tamarindus indica</i>	6
<i>Piliostigma reticulatum</i>	6
<i>Mytragyna inermis</i>	6
<i>Crataeva religiosa</i>	6



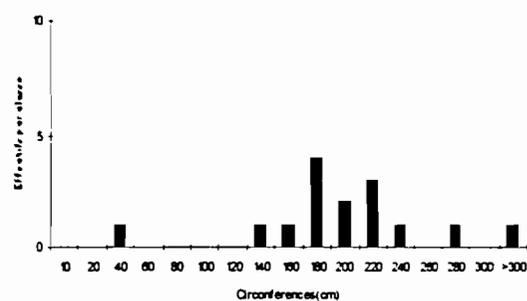
I



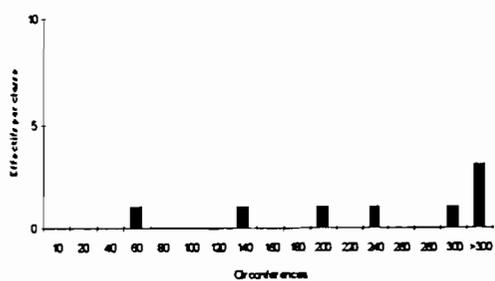
II



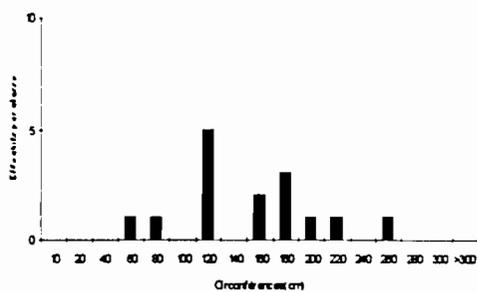
III



IV



V



VI

Fig. 2.2.16 I, II, III et IV. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupes mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances Tara

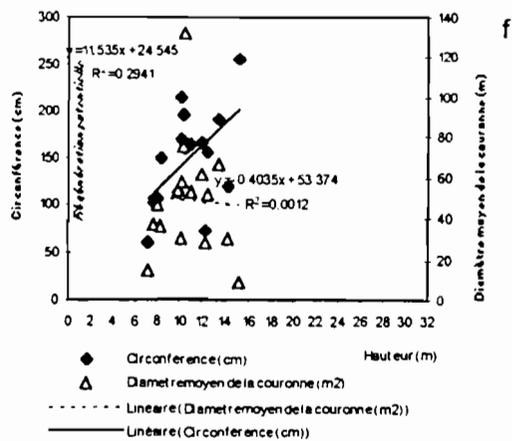
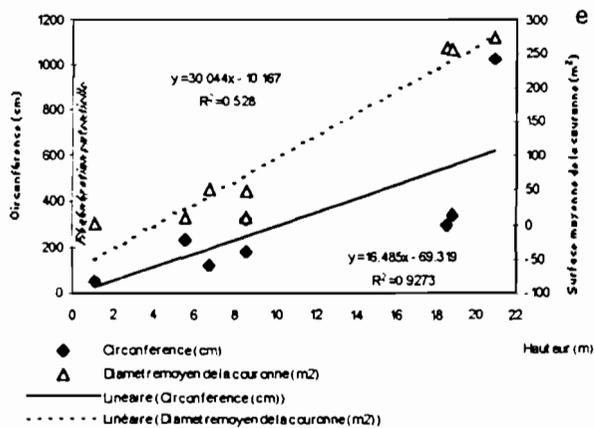
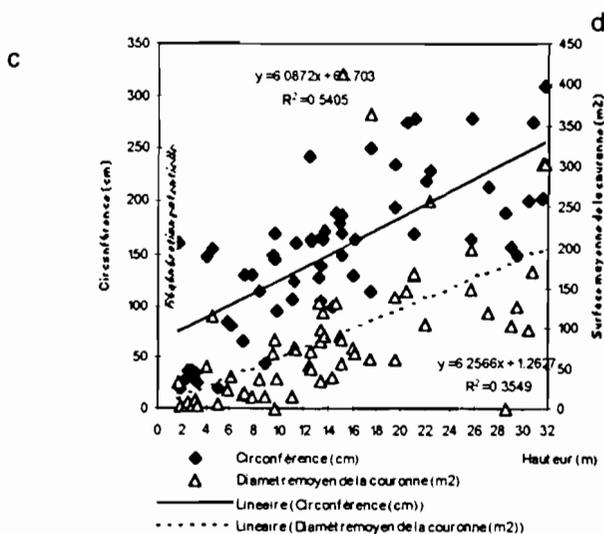
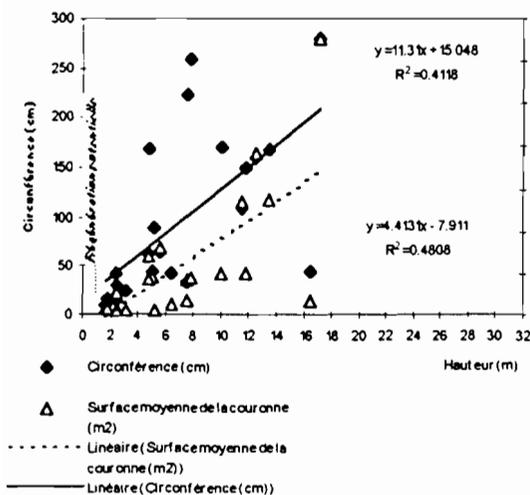
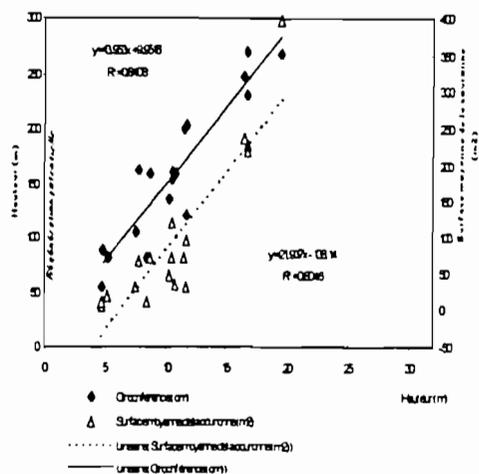
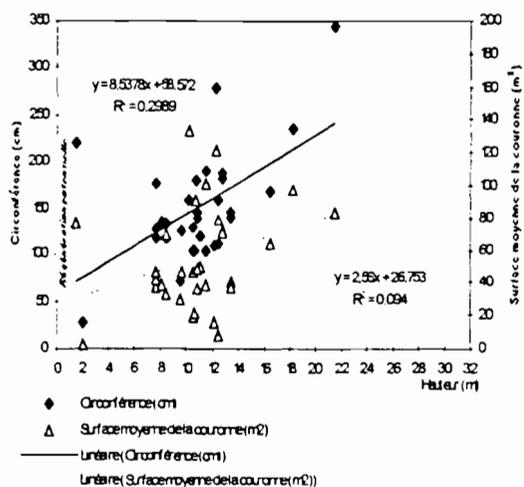


Fig. 2.2.17 a, b, c, d, e et f. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc.

### b. Structure du groupe

Il s'agit d'un parc mixte dont les principales espèces sont : *Neocarya macrophylla* et *Vitex doniana*. Au sein de ce groupement, ce sont les individus de la strate arbustive basse qui dominent. Cette structure est à mettre à l'actif de la diversité du parc. En effet les individus de la strate arbustive basse peuvent être constitués essentiellement d'individus de petit diamètre.

La distribution du recouvrement montre que toutes les strates sont occupées.

## 3.3. Groupe III

### a. Caractéristiques floristiques

Les espèces du groupement sont consignées dans le tableau 2.2.9.

Tab. 2.2.9. - Proportion des essences

Espèces	Proportion (%)
<i>Adansonia digitata</i>	50
<i>Parkia biglobosa</i>	25
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	13
<i>Prosopis africana</i>	13

### b. Structure du groupe

Il s'agit d'un parc mixte à physionomie dominée par *Adansonia digitata*. La distribution des individus par classe de hauteur montre la prédominance des individus de grands diamètres (Fig. 2.2.16 c). Les sujets de petit diamètre sont rares.

Dans ce peuplement dominant des individus de la strate arbustive haute et de la strate arborée haute (Fig. 2.2.17 c).

La régénération potentielle est constituée par : *Piliostigma reticulatum*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Sclerocarya birrea*, *Securinega virosa* et *Ziziphus mauritiana*.

### 3.4. Groupe IV

#### a. Caractéristiques floristiques

Les espèces relevées dans ce parc sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Tab. 2.2.10. - Proportion des essences

Espèces	Proportion (%)
<i>Bombax costatum</i>	29
<i>Parkia biglobosa</i>	19
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	14
<i>Prosopis africana</i>	5,1
<i>Lannea microcarpa</i>	5,1
<i>Daniellia oliveri</i>	5,1
<i>Azadirachta indica</i>	5,1
<i>Tamarindus indica</i>	3,4
<i>Sclerocarya birrea</i>	3,4
<i>Vitex doniana</i>	3,4
<i>Diospyros mespiliformis</i>	3,4
<i>Terminalia avicennioides</i>	1,7
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1,7
<i>Khaya senegalensis</i>	1,7

## b. Structure du groupe

### C. Régénération potentielle

Elle est représentée par : *Combretum micranthum*, *Terminalia avicennioides*, *Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea*, *Morus mesozyzya*, *Feretia apodanthera*, *Piliostigma reticulatum*, *Dichrostachys cinerea*, *Combretum nigricans*, *Khaya senegalensis*, *Acacia macrostachya*, *Balanites aegyptiaca*, *Cadaba farinosa* et *Guiera senegalensis*.

### 3.5. Le groupe V

#### a. Caractéristiques floristiques

Les espèces relevées sont : *Parkia biglobosa*, *Butyropermum paradoxum*, *Sterculia setigera*, *Cassia sieberiana* et *Combretum glutinosum*.

#### b. Structure du faciès

Il s'agit d'un parc peu dense, en moyenne 6 pieds par ha. Par ailleurs ce faciès est représenté surtout par des individus âgés de circonférence comprise entre 120 et 200 cm. Les jeunes sujets de l'espèce sont rares (Fig. 2.2.16 e). Seuls sont entretenus les individus âgés qui assurent une certaine fonction.

Ce faciès comporte 4 catégories d'individus notamment dans la strate arbustive et la strate arborée (Fig. 2.2.17 e).

La régénération potentielle est constituée par : *Piliostigma reticulatum*, *Combretum collinum*, *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis* et *Dicrostachys cinerea*.

### 3.6. Groupe à *Butyrospermum paradoxum*

#### a. Caractéristiques floristiques

La composition floristique de ce groupe VI est consigné dans le tableau 2.2.11.

Tab. 2.2.11. - Caractéristiques floristiques du faciès VI

Espèce	Proportion (%)
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	38,6
<i>Bombax costatum</i>	18,2
<i>Parkia biglobosa</i>	12,5
<i>Prosopis africana</i>	6,81
<i>Adansonia digitata</i>	5,66
<i>Piliostigma reticulatum</i>	3,41
<i>Vitex doniana</i>	3,41
<i>Tamarindus indica</i>	2,27
<i>Combretum nigricans</i>	1,14
<i>Khaya senegalensis</i>	1,14
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	1,14
<i>Sclerocarya birrea</i>	1,14
<i>Ficus platyphylla</i>	1,14
<i>Gardenia ternifolia</i>	1,14
<i>Terminalia avicennioides</i>	1,14

*Butyrospermum paradoxum* représente 38,6 % du peuplement, l'analyse de la structure a porté seulement cette espèce.

### **b. Structure du groupe**

Ce parc se caractérise par la dominance des individus des classes de circonférences comprises entre 120 et 240 cm (Fig. 2.2.16 f). Les classes inférieures sont très peu représentées. Il s'agit d'un peuplement dominé par de gros individus essentiellement.

La régression entre la hauteur et la circonférence d'une part et la surface moyenne d'autre part donne une corrélation relativement bonne. Elle montre la dominance des

individus dans la strate arborée basse, la strate arborée haute étant peu représentée (Fig. 2.2.17 f).

Les espèces de la régénération potentielle sont : *Piliostigma reticulatum*, *Khaya senegalensis*, *Combretum collinum*, *Combretum glutinosum*, *Acacia ataxacantha*, *Guiera senegalensis*, *Dichrostachys cinerea*, *Stereospermum khuntianum*, *Borassus aethiopum* et *Sclerocarya birrea*. On comprend de part cette liste, l'importance de la régénération potentielle qui ne comporte pas de jeunes karité.

## Conclusion

Le parc du terroir de Tara est relativement diversifié, les différents faciès des parc décrit prouve cette diversité. Il s'agit d'une façon générale de parc peu dynamique. Les faibles classes de circonférence étant peu occupées.

### G. Site de Toukounous, parc à *Faidherbia albida*

#### 1. Cartographie

La figure 2.2.18 représente la typologie du terroir de Toukounous.

#### 2. Analyse des relevés floristiques

*Faidherbia albida* représente 41,2 % de l'ensemble des individus du parc. L'analyse de la structure a porté uniquement sur la population de cette espèce. Cependant les individus des autres espèces feront l'objet d'une analyse globale à travers la régression entre la hauteur totale des individus, leur circonférence et la surface moyenne de la couronne.

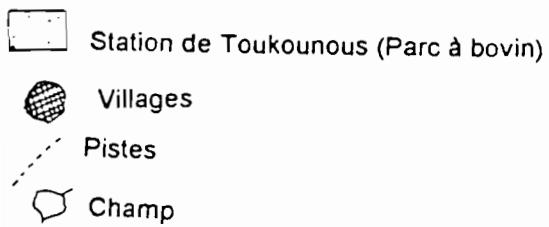
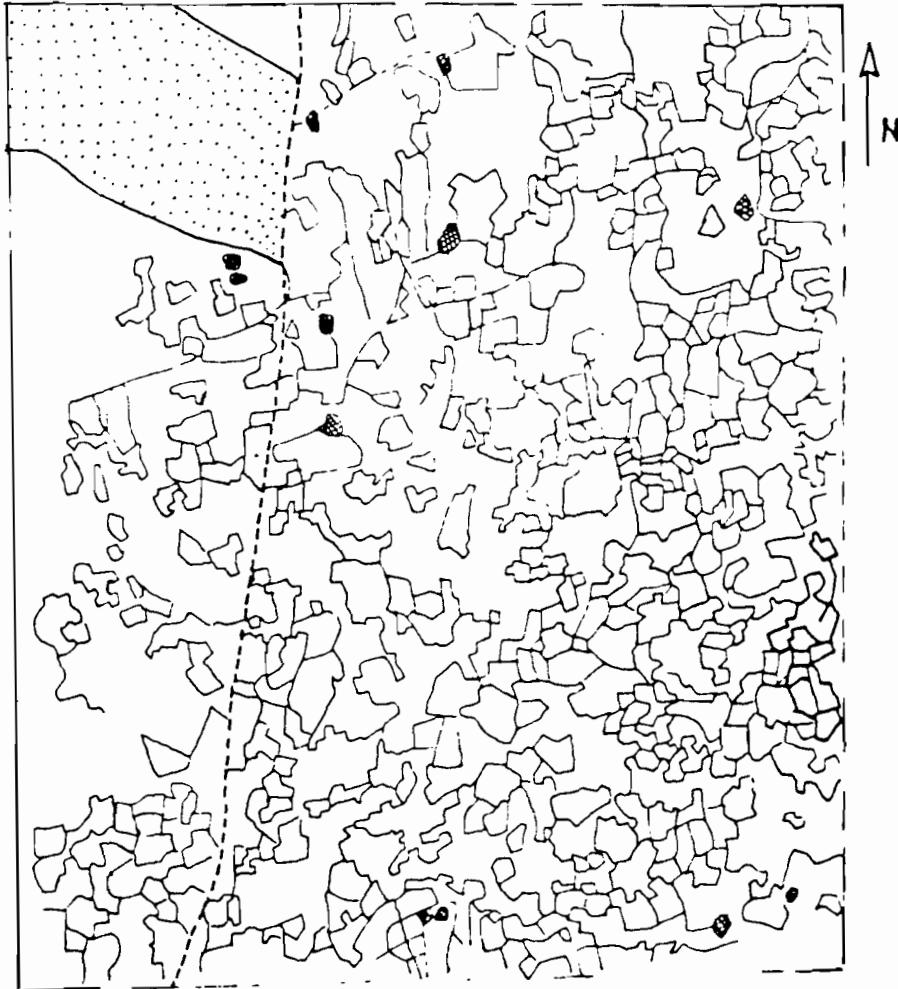


Fig. 2.2.14. - Parcellaire du terroir de Tara

Tab. 2.2.12 : Proportion des essences

Espèces	Proportion (%)
<i>Faidherbia albida</i>	41,2
<i>Balanites aegyptiaca</i>	21,4
<i>Acacia raddiana</i>	13,7
<i>Maerua crassifolia</i>	7,68
<i>Salvadora persica</i>	5,51
<i>Combretum aculeatum</i>	2,82
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2,82
<i>Bauhinia rufescens</i>	1,79
<i>Combretum micranthum</i>	1,79
<i>Acacia senegal</i>	0,64
<i>Guiera senegalensis</i>	0,26
<i>Boscia senegalensis</i>	0,26
<i>Acacia senegalensis</i>	0,13

### 3. Structure des groupes

#### 3.1. Groupe 1

##### a. Structure du groupe

La structure de la population du parc correspond à une distribution de type gaussien (Fig. 2.2.20 a). Il s'agit de parc de la périphérie villageoise. Il s'agit d'individus appartenant à la même histoire.

##### b. Régénération potentielle

La régénération potentielle comporte : *Acacia raddiana*, *Faidherbia albida*, *Combretum aculeatum* et *Balanites aegyptiaca*. Il s'agit surtout d'espèces de la régénération des essences de parc. Il s'agit d'un type de parc qui ne bénéficie pas de jachères. Il est relativement vieux et a besoins d'être régénéré (Fig. 2.2.21 a).

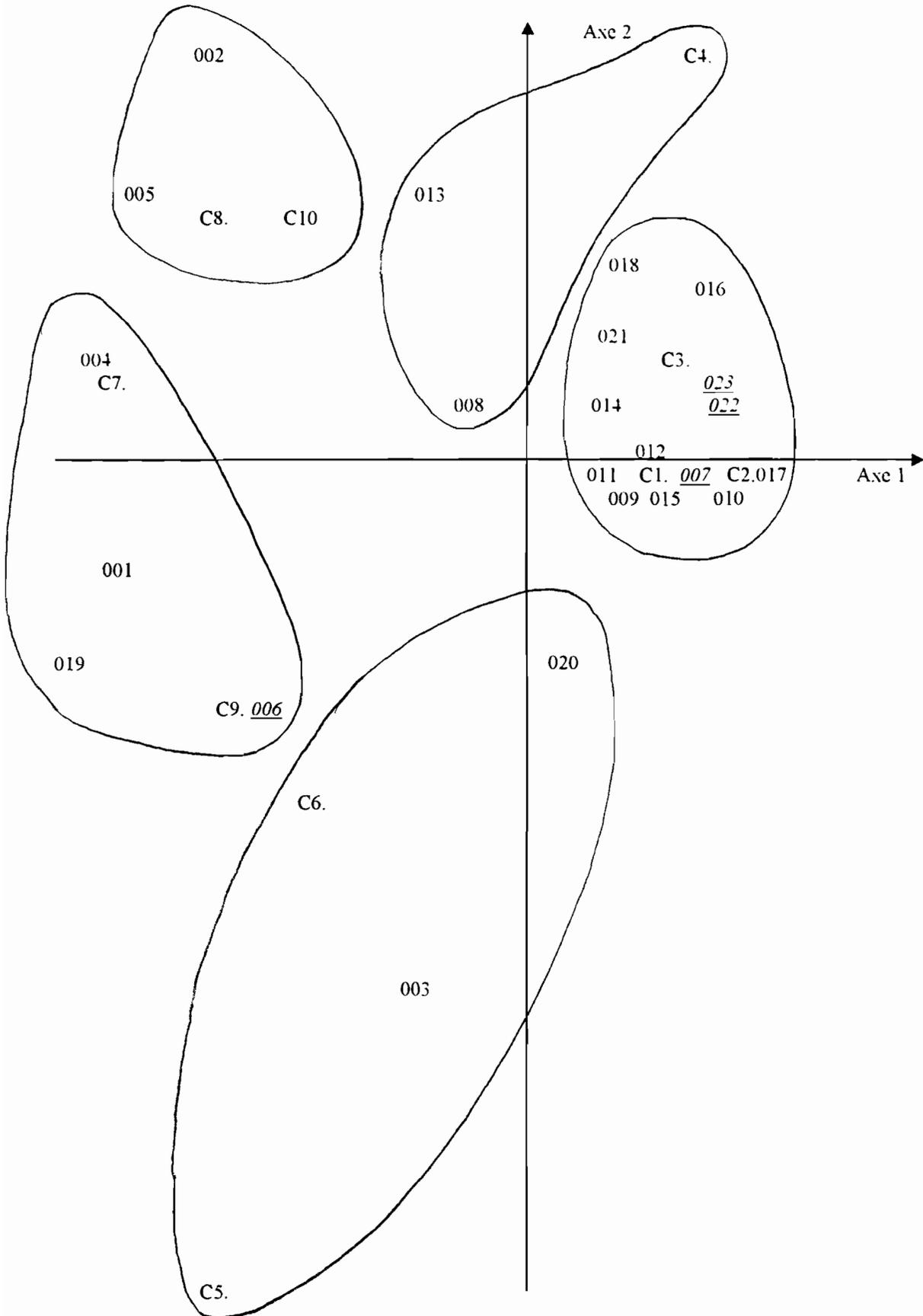


Fig. 2.2.19. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables)  
Plan 1 3    Axe 1 Horizontal    Axe 3 Vertical

### 3.2. Groupe 2

#### a. Structure du groupe

Ce type de parc se caractérise par la dominance des jeunes sujets (Fig. 2.2.20 b). Les individus âgés n'existent pratiquement pas dans le peuplement. Le recouvrement est maximum dans la strate arbustive basse (Fig. 2.2.21 b).

#### b. Régénération potentielle

La régénération potentielle comporte : *Acacia raddiana*, *Faidherbia albida*, *Combretum aculeatum*, *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia rufescens* et *Balanites aegyptiaca*.

### 3.3. Groupe 3

#### a. Structure du groupe

La distribution des individus par classe de circonférences donne une courbe de type bimodal. Ceci correspond à la présence de deux catégories d'individus. La première génération plus jeune et la seconde qui correspond à une génération relativement équilibrée (Fig. 2.2.20 c).

#### b. Régénération potentielle

La régénération potentielle est constituée par : *Acacia raddiana*, *Maerua crassifolia*, *Combretum glutinosum* et *Balanites aegyptiaca*.

### **3.4. Groupe 4**

#### **a. Structure du groupe**

Plusieurs générations de *Faidherbia albida* existent dans ce peuplement. Le recrutement s'est donc fait par génération (Fig. 2.2.20 d).

#### **b. Régénération potentielle**

Cette régénération potentielle comporte : *Acacia raddiana*, *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana* et *Maerua crassifolia*.

### **3.5. Groupe 5**

#### **a. Structure**

Trois générations de *Faidherbia albida* se dégagent. La première génération tend vers une distribution de type log-normal (Fig. 2.2.20 e), suivie de deux génération de type gaussien.

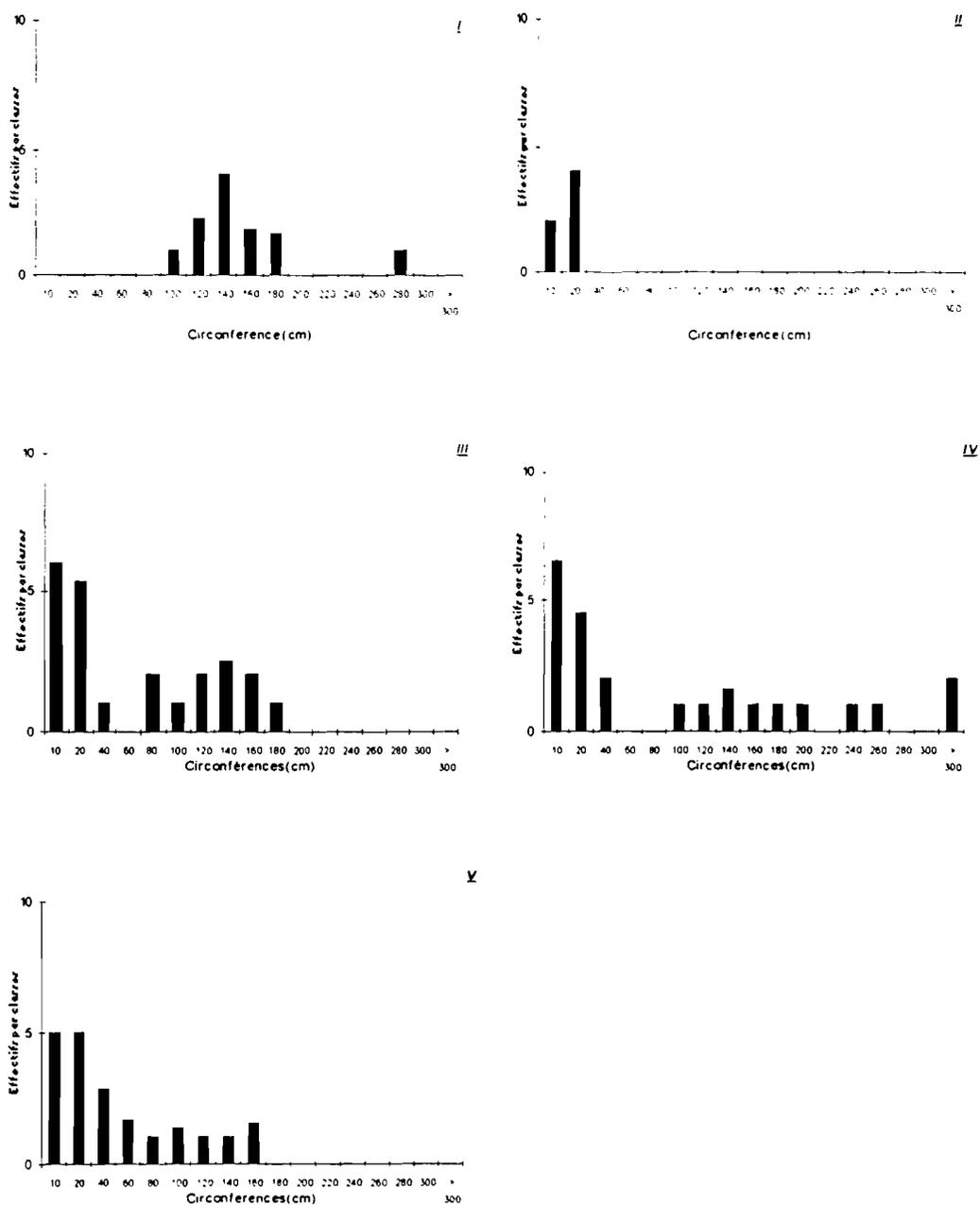


Fig. 2.2.20. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour le parc à *Faidherbia albida*

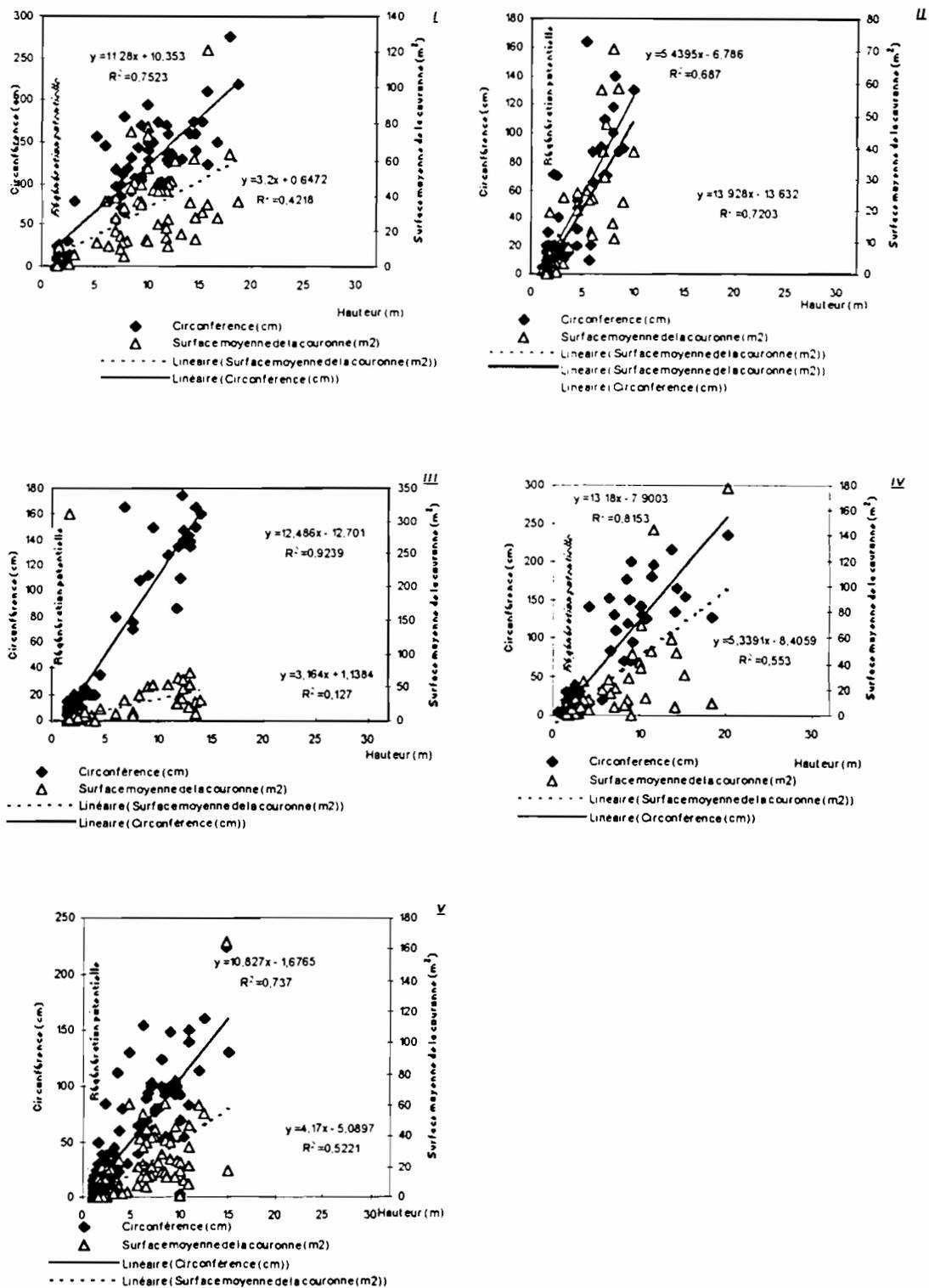


Fig. 2.2.21. - Diagramme hauteur (m) - recouvrement (m<sup>2</sup>) - circonférence (cm) du parc à *Faidherbia albida*

On peut noter la dominance des individus de la strate arbustive basse et haute (Fig. 2.2.21 e).

#### **b. Régénération potentielle**

*Faidherbia albida*, *Combretum aculeatum*, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Salvadora persica*, *Combretum glutinosum*.

#### **4. Conclusion**

Ce parc présente des faciès plus dynamiques par la dominance relative des jeunes sujets. La densité des individus est maximum dans les strates arbustive basse et arborée haute. L'abondance des individus au sein de la strate arbustive basse traduit un recrutement appréciable dans le peuplement.

### **Chapitre 3. - Analyse de la structure des peuplements ligneux des champs en milieu sahélien à partir de données de télédétection : cas du site de Banizoumbou.**

#### **I. Introduction**

La gestion locale des ressources naturelles en zone soudano-sahélienne nécessite une bonne compréhension préalable de leur distribution spatiale et de la façon dont elles sont couramment utilisées. Ceci va être conditionné par l'identification précise d'unités agroécologiques sur la base de critères clairement définis. C'est une façon, entre autres, d'approcher la capacité d'adaptation des systèmes écologiques naturels face à des conditions changeantes. C'est dans ce cadre que l'utilisation des données satellitaires à haute résolution spatiale pour l'inventaire cartographique des peuplements ligneux des champs a été motivée par le caractère à la fois synoptique et spatialement détaillé de l'information transmise par le satellite SPOT. En effet la cartographie par télédétection permet une identification plus précise des unités homogènes et des facteurs d'hétérogénéité (BADINET, 1984 ; KELIAN, 1994).

A partir de ces données satellitaires plusieurs auteurs ont calculé et utilisé des indices de végétation pour estimer le développement annuel ou inter-annuel de la végétation (TAYLOR et *al.* 1985, GIRARD et *al.* 1989, JUSTICE et *al.* 1990).

Ce travail a pour objectif la caractérisation de l'organisation structurale des peuplements ligneux, en particulier des champs et des jachères, pour un certain nombre de terroirs villageois dans l'ouest du Niger. Cette caractérisation se fait à partir d'un indicateur perceptible et quantifiable sur les images satellitaires : l'organisation spatiale des ligneux, en utilisant la haute résolution spatiale des données SPOT. Il permettra d'apprécier la pertinence de l'utilisation de ces données SPOT dans l'analyse de la structure des peuplements ligneux des champs et des jachères. Pour atteindre cet objectif, l'amélioration des contrastes sur image, le calcul d'indices de végétation, l'application de filtres et la création de compositions colorées ont été privilégiés dans la caractérisation des peuplements ligneux. Ici seule la végétation ligneuse est prise en compte car la végétation herbacée n'intervient pas significativement dans les réponses spectrales des bandes utilisées.

## II. Méthodologie générale

### A. Présentation du site de travail

Le site d'étude a été retenu suite à une mission de prospection, sur la base de la disponibilité de données satellitaires SPOT. La superficie moyenne du site est d'environ 100 km<sup>2</sup>, soit 10 km x 10 km en moyenne. Il s'agit d'un jeune parc à *Faidherbia albida* localisé à la périphérie du village de Banizoumbou. Dans d'autres endroits du terroir, la physionomie du peuplement arboré présente une certaine variabilité. C'est ainsi que, dans le domaine cultivé, on peut relever des peuplements à physionomie dominée par *Prosopis africana*, *Detarium microcarpum*, *Combretum glutinosum*. Les peuplements naturels des plateaux sont constitués de brousses tigrées dont les espèces principales sont *Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis* et *Combretum nigricans*.

### B. Problématique de la phénologie des espèces et leur signature spectrale : Influence des émondages sur la réflectance des essences

Dans ce terroir, les individus de *Faidherbia albida* ne sont pas émondés, contrairement à ce qui est observé sur la photo 2.3.1 qui est un cas fréquent le long du Dallol Bosso. Donc sur ce site, *a priori*, le diamètre de la couronne des individus de *Faidherbia* ne va pas varier. En revanche les rejets de souches y abondent à la faveur de la pratique de la jachère. Les arbres étant considérés en fonction du toit de leur couronne, il peut y avoir similitude entre arbre (élément constitutif du parc) et rejet de souche (une composante de la régénération ; Fig. 2.3.1). En conséquence, il y a une influence sur les indices de végétation calculés sur la base du recouvrement par la végétation.



Photo 7. - Aspect typique d'un parc à *Faidherbia albida* associé à une culture de mil (*Pennisetum thypoides*), dans la vallée sèche du Dallol Bosso, le 31 juillet 1996. (13°45'N et 2°60'E). On peut noter l'ampleur des émondages liés à l'utilisation pastorale.

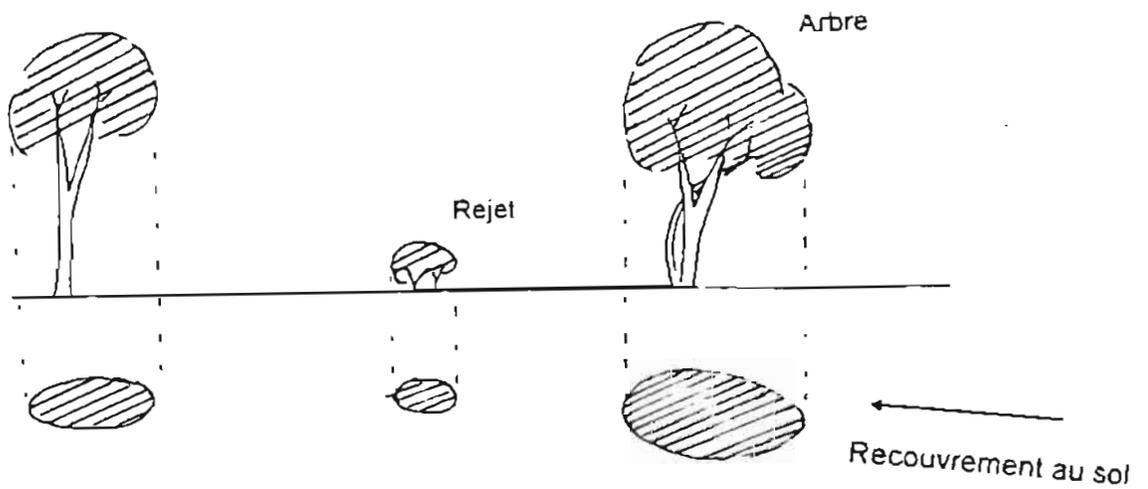


Fig. 2.3.1. - Similitude entre hauteur des arbres et leur recouvrement.

### C. Les données satellitaires

Dans cette étude, nous utilisons des images du satellite SPOT qui réalise des missions de télédétection des paysages avec un système de capteurs HRV (Haute Résolution Visible) pouvant opérer dans trois bandes spectrales notées XS1, XS2 et XS3, avec une résolution spatiale de 20 m ; ou dans une bande panchromatique notée P avec une résolution spatiale de 10 m (Fig. 2.3.2). Selon JOFFRE et LACAZE (1993), la haute résolution est mieux indiquée dans l'évaluation du couvert ligneux. Pour GUYOT (1989) les bandes spectrales de SPOT et de LANDSAT TM sont suffisamment fines pour permettre de caractériser l'état de la couverture végétale ou différents types de sols ou de roches. En plus PUECH et CARETTE (1995), estiment que l'utilisation de plusieurs canaux permet une approche plus efficace de l'utilisation du sol.

Ceci justifie pour notre part l'utilisation des données des deux modes d'observation de SPOT notamment :

- le mode panchromatique "P", pour lequel l'observation est réalisée sur un seul canal correspondant à la partie visible du spectre, sans le bleu (0,51 à 0,73  $\mu\text{m}$ ). Cette prise de vue donne des images en niveaux de gris,
- et le mode multibande "XS", pour lequel l'observation est réalisée sur trois canaux : XS1 (0,50 à 0,59  $\mu\text{m}$ ), XS2 (0,61 à 0,68  $\mu\text{m}$ ) et XS3 (0,79 à 0,89  $\mu\text{m}$ ). La composition des 3 canaux permet la réalisation de compositions colorées.

Les données utilisées correspondent à celles du niveau 1B du catalogue de SPOT - IMAGE (GUYOT, 1989). Ces types de données comportent des corrections géométriques qui sont faites à partir de repères terrestres de coordonnées connues (GIRARD et al. 1996).

Les données satellitaires sont obtenues en février 1991 pour les images Spot panchromatiques et en mars 1993 pour les images SPOT multibande "XS" dans la scène 60-324.

Les prises de vue ont été donc réalisées en saison sèche, à un moment où les herbacées sont sèches. Elles n'interviennent donc pas dans la photosynthèse. En plus les teneurs en matière organique des sols sont globalement faibles (< 2 %) (GAVAUD et al., 1967). Par conséquent, on admet que les activités

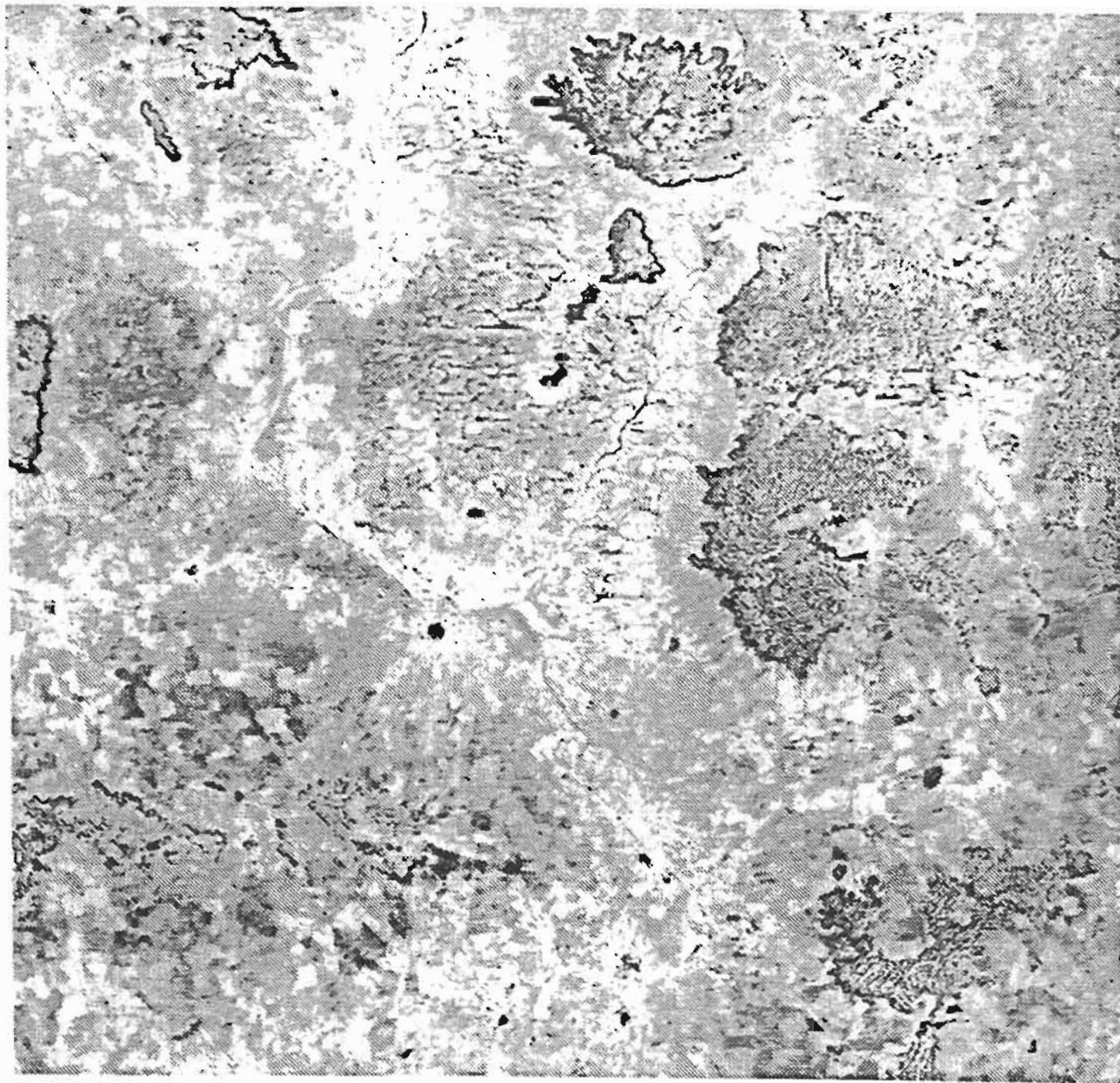


Fig. 2 3 2. Image Spot original du 16 /02 / 1991

photosynthétiques dans le rouge et le proche infrarouge sont dues essentiellement aux essences ligneuses. Or au cours de la période indiquée, c'est surtout *Faidherbia albida* qui comporte un développement foliaire appréciable (SAADOU, 1990 et HIERNAUX et *al.*, 1994). Aussi, dans ce compartiment phytogéographique (SAADOU, 1990), des espèces caducifoliées à feuillaison variable existent. Cependant au Niger *Balanites aegyptiaca* présente une phénologie différente à celle des peuplements observés à Niono (Mali) par HIERNAUX et *al.* (1994). En effet SAADOU (*Comm pers.*) note que l'espèce perd ses feuilles rapidement en mars et elle les renouvelle presque aussitôt en même temps que les fleurs.

#### **D. Photographies aériennes**

Des photographies aériennes à l'échelle 1/60000, de janvier 1992, sont disponibles pour la zone d'étude (Fig. 2.3.3). En plus de ces données, des observations de terrain ont été réalisées en septembre 1996.

#### **E-. Méthode d'analyse des images**

##### **1. Corrections géométriques**

Le logiciel de traitement d'images OSIRIS développé par l'ORSTOM est utilisé pour analyser les images. Il s'agit d'un logiciel qui est utilisable sous Unix, sur station de travail Sun en réseau, il est doté d'une interface utilisateur conviviale, compatible XWINDOWS. Il permet de visualiser des images sur écran 8 bits et 24 bits couleur, de réaliser des classifications supervisées et non supervisées, d'appliquer divers filtres, de générer des MNT.

Le logiciel propose également deux méthodes de rectification, l'une globale (par rectification polynomiale) et l'autre locale (par triangulation). OSIRIS manipule des images satellitaires et des images scannées à différents formats (TIFF, PCX et SunRaster etc.).

Les images créées par les capteurs contiennent des déformations spatiales. Par ailleurs, elles ne sont pas présentées suivant l'une ou l'autre projection



Fig. 2.3.3. - Vue partielle du terroir de Banizombou

cartographique (UTM) d'usage courant. Elles doivent subir d'une part des corrections du niveau 1B, c'est à dire des corrections radiométriques et des corrections géométriques liées aux déformations systématiques introduites par le système (rotation de la terre, effet panoramique), et d'autre part des corrections du niveau 2 ; il s'agit de corrections bidimensionnelles pour restituer la scène dans un système de représentation cartographique donné : Lambert Conforme, Mercator Transverse, Equatorial Oblique, Stéréographique polaire ou polyconique. Cette correction est faite grâce à des points d'appui. L'image est corrigée dans une projection cartographique. Elle est donc directement superposable à une carte.

## **2. Cartographie du couvert ligneux**

Pour l'analyse des sites, nous avons retenu le terme unité agro-écologique ou paysage. Pour CICERI et *al.* (1977) il s'agit d'une notion à la fois qualitative, quantitative et esthétique, qui fusionne un ensemble de perception et de concepts comme l'échelle, le relief, la couverture végétale et l'occupation humaine. Ainsi le calcul de  $(PIR - R) / (PIR + R)$ , à partir des données de luminance de SPOT, la création de compositions colorées et l'application de filtres de type Laplacien ont permis de dresser pour chaque site une carte des diverses unités de végétation. Le logiciel Photoshop a été utilisé au cours des différentes manipulations.

## **III. Utilisation des indices de végétation dans l'analyse de la structure de la végétation**

### **A. Méthode d'étude**

#### **1. Présentation des indices**

La mesure de la couverture végétale est dérivée des images de télédétection (HRV et TM) à partir desquelles on déduit des indices de végétation pour chaque classe de couverture du sol ou de culture présente. Ils sont calculés pour des images multibandes et correspondent à des combinaisons de réflectance dans

différentes bandes de longueurs d'onde. Ils correspondent ainsi à des rapports de canaux. Ces indices sont utilisés de manière à réduire la variabilité des données radiométriques qui est due à des facteurs externes aux couverts végétaux, tels que l'éclairement solaire, les propriétés optiques du sol (GIRARD et *al.*, 1989). Comme plus de 90% de l'information spectrale sur un couvert végétal est contenue dans les bandes rouges (R) et proches infrarouge (PIR), ce sont ces deux bandes qui sont le plus souvent combinées.

Nous avons testé divers indices afin de bien cibler celui qui caractérise au mieux la distribution des essences ligneuses des champs et des jachères du point de vue netteté dans la distribution spatiale. Les indices testés sont :

le NDVI (Normalised Difference Vegetation Index, TUCKER, 1977) :

$$\text{NDVI} = (p_{\text{pir}} - p_r) / (p_{\text{pir}} + p_r) \text{ (Fig. 5.4).}$$

où PIR est la réflectance ou la luminance dans le proche infrarouge et R est la réflectance ou la luminance dans le rouge.

le PVI (Perpendicular Vegetation Index, RICHARDSON et WIEGAND, 1977) :

$$\text{PVI} = [(p_{\text{sr}} - p_r)^2 + (p_{\text{spir}} - p_{\text{pir}})^2]^{0.5}$$

le SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index, HUETE, 1988) :

$$\text{SAVI} = [(p_{\text{pir}} - p_r) / (p_{\text{pir}} + p_r + L)] (1 + L)$$

le TSAVI (Transformed Soil Vegetation Index, BARET et GUYOT, 1991) :

$$\text{TSAVI} = a(p_{\text{pir}} - a p_r - b) / (p_r + a p_{\text{pir}} - ab)$$

ou d'autres indices comme le WDSAVI, le MSAVI, le GEMI et les indices de brillances pour OSIRIS.

Parmi ces différents indices, celui qui est le plus couramment utilisé est la « différence normalisée » (NDVI) (BONN, 1996 ).

Cet auteur précise que le NDVI est très utilisé à cause de sa simplicité. Cependant il présente l'inconvénient d'être très dépendant des propriétés optiques du sol sous-jacent.

Pour BONN (1996), l'évaluation des taux de couverture du sol par les indices de végétation a des limites à cause de la végétation sénescente qui est confondue avec le sol nu, par les indices n'utilisant que le visible et le proche infrarouge. L'objectif de la présente étude étant de caractériser la structure de la végétation ligneuse, ceci constitue pour nous un atout majeur dès lors que la végétation herbacée sèche n'est pas prise en compte.

## **2. Choix d'indices**

Des essais successifs de classification par méthode barycentrique et méthode des hypercubes ont été conduits jusqu'à l'obtention des résultats satisfaisants. Ces essais ont été réalisés sur des canaux bruts et néocanaux (indice de végétation, indice dérivé et indice de brillance). Le meilleur résultat (image classée) a été obtenu pour un essai associant XS3 sur le plan rouge, XS2 sur le plan vert et XS1 sur le plan bleu.

## **3. Classification des images**

La méthode de traitement retenue pour obtenir une classification de la végétation repose sur un seuillage de l'indice de végétation normalisé (NDVI).

De l'image corrigée ont été extraites des imagerie de taille variable et centrées sur les terroirs de Banizoumbou et de Ouinditène. Ce sont ces imagerie qui ont été utilisées pour analyser les divers éléments présents dans les terroirs. Leur identification sur les données multispectrales se fait à partir des valeurs de luminance.

## 4. Seuillage interactif

Il consiste à segmenter les valeurs de réflectance en classes de valeurs dont le nombre est défini par l'opérateur. Un tel découpage fait perdre des détails, puisque qu'il s'agit de créer des classes. Chaque classe apparaît comme une tache d'intensité de couleur homogène reflétant une fourchette de valeur de réflectance. Les seuils des différentes classes ainsi que leur nombre sont déterminés en fonction des détails que l'on veut faire apparaître. Pour décrire les peuplements ligneux des champs, nous avons retenus 5 classes dans le canal 1 : les valeurs allant de 115 à 120 pour la première classe, les valeurs allant de 121 à 125 pour la deuxième classe, les valeurs allant de 126 à 130 pour la troisième classe, les valeurs allant de 131 à 136 pour la quatrième classe et pour la cinquième classe celles allant de 137 à 142.

Ces seuils ont été retenus en fonction des valeurs de réflectances de certains éléments de l'image que nous avons choisis comme référence (arbre, goudron, cuirasse) sans que le traitement ne soit une classification proprement dite.

## B. Résultats

Les résultats cartographiques obtenus sont présentés dans la figure 2.3.4.

### 1. Interprétation des valeurs de luminance calculées

A partir des valeurs d'indices de végétation calculées on peut déduire les unités de végétation suivantes (Fig. 2.3.4) :

- les valeurs très fortes représentent les unités composées d'arbres et d'arbustes à densité élevée et à fortes activités chlorophylliennes. Il s'agit généralement d'anciennes jachères et de formations relictuelles de thalwegs. Cette valeur caractérise également les haies bordières des champs lorsqu'elles sont larges. En effet ces structures comportent de fortes densités ligneuses pour les limites des champs de brousse.
- Les valeurs fortes correspondent aux unités pour lesquelles la densité ligneuse est moyenne et avec une certaine activité chlorophyllienne. Cette unité englobe

non seulement le parc à *Faidherbia albida*, à la périphérie du village de Banizoumbou mais aussi les formations relictuelles des thalwegs.

- Les valeurs moyennes englobent les unités à peuplement ligneux peu denses, qui engloberait les jachères et les peuplements ligneux des champs à faible couvert ligneux. Au vue des listes floristiques établies à partir des données de septembre 1996, les espèces dominantes sont *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Detarium microcarpum*.
- Les valeurs faibles correspondent à des densités ligneuses faibles. Il s'agit généralement des champs à faible couvert ligneux. Les espèces dominantes sont *Guiera senegalensis* et *Combretum glutinosum*.
- Les valeurs très faibles correspondent à des champs à peuplement ligneux épars.

## **2. Problème de l'interférence des peuplements ligneux des champs et des jachères**

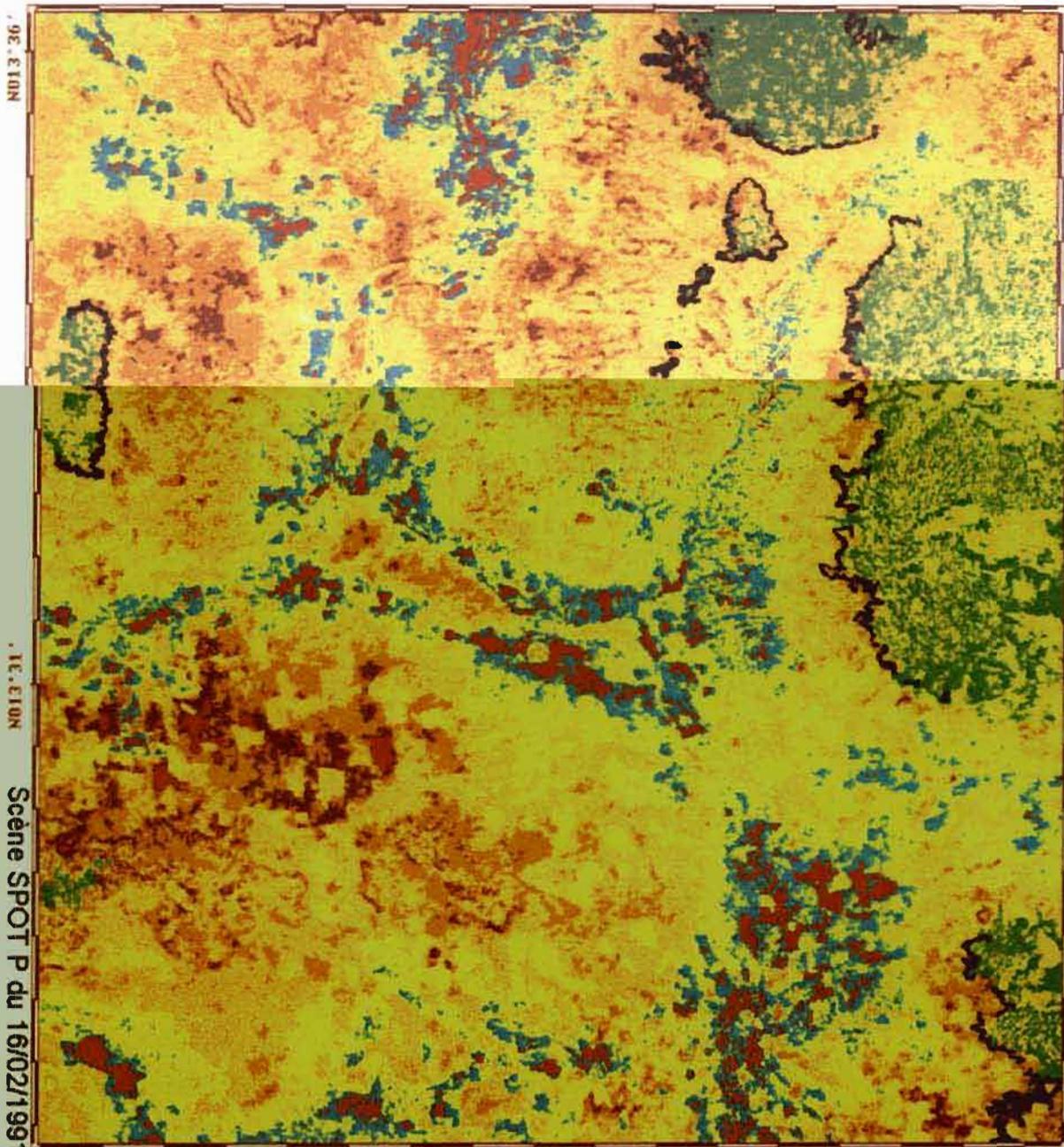
Pour BONN (1996) les indices de végétation sont surtout utilisés pour déterminer les paramètres des couverts végétaux peu denses ou moyennement denses. Ainsi ces indices peuvent être utilisés à bon escient pour caractériser la distribution spatiale des couverts ligneux à certaines périodes de l'année. Les résultats obtenus peuvent permettre de faire une distinction entre les couverts ligneux denses et faibles. Mais la difficulté majeur réside dans la distinction entre les champs et les jachères. Ainsi une confusion peut être faite entre les parcs arborés denses et les jachères à fort couvert ligneux d'une part et d'autre part entre les peuplements ligneux des champs peu denses et les jachères jeunes.

## **3. Interférence sol - végétation**

Sur ce point, il faut noter que lorsque la végétation est peu couvrante, la réponse spectrale des peuplements est affectée par la réflectance de la surface des sols. Pour les parcs à *Faidherbia albida*, à priori il y a une influence du sol sur la réflectance des individus du peuplement, quoique cette influence ne modifie pas les caractéristiques de la distribution spatiale du phénomène. En revanche le problème majeur dans l'utilisation des données satellitaires reste l'interférence entre les différents types de groupements végétaux.

Scène SPOT XS du 31/03/1993

©CNES, SPOT - image distribution



E002° 35' Projection UTM 31 E002° 40' ellipsoïde de Ckarke 1880

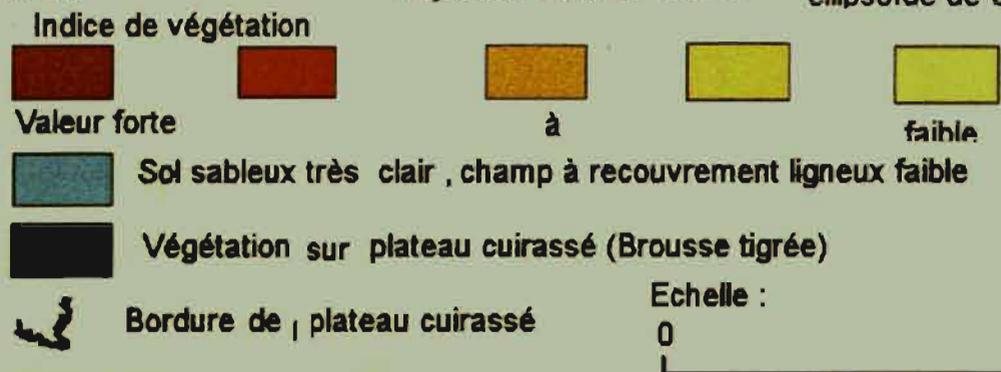


Fig. 2.3.4. - Indice de végétation (NDVI): Peuplement ligneux des champs, des jachères et des formations naturelles site de Banizoumbou

## **IV. Utilisation des compositions colorées dans l'analyse de la structure des peuplements ligneux des champs**

### **A. Méthode d'étude**

La composition colorée est obtenue par synthèse chromatique des 3 couleurs additives : rouge, vert et bleu, associées chacune à un canal de l'image. La résultante d'une telle combinaison est une image couleur (composition colorée en fausses couleurs). C'est une simulation d'une émulsion infrarouge couleur. Dans le cas de SPOT, le bleu est affecté à XS1, le vert à XS2 et le rouge à XS3. Pour les besoins d'analyse, nous avons remplacé le XS2 par le panchromatique. Le P+XS (remplacement du canal 2 par le panchromatique) se justifie par le fait qu'il y a une meilleure corrélation entre les histogrammes des deux images. En effet le panchromatique s'étend sur toute la bande du visible et le canal 2 sur le vert.

Elle est obtenue par synthèse chromatique des 3 couleurs additives : rouge, vert et bleu, associées chacune à un canal de l'image. La résultante d'une telle combinaison est une image couleur (composition colorée en fausses couleurs). C'est une simulation d'une émulsion infrarouge couleur. Dans le cas de SPOT, le bleu est affecté à XS1, le vert à XS2 et le rouge à XS3. Pour les besoins d'analyse, nous avons remplacé le XS2 par le panchromatique. Le P+XS (remplacement du canal 2 par le panchromatique) se justifie par le fait qu'il y a une meilleure corrélation entre les histogrammes des deux images. En effet le panchromatique s'étend sur toute la bande du visible et le canal 2 sur le vert.

Par ailleurs, il faut noter que les produits photographiques offerts par la plupart des distributeurs de produits de télédétection comprennent des produits des compositions colorées de trois bandes spectrales qui sont XS1, XS2 et XS3 pour HRV/SPOT. Chaque composante image est alors transformée en un signal analogique qui module l'intensité d'un des faisceaux couleur, en rouge, en vert ou en bleu.

Il faut noter qu'à l'opposée des indices de végétation, ici les éléments de base, utilisés dans la définition des unités agro-écologiques, sont bien reconnaissables. Ce sont, entre autres : les houppiers des arbres, leur distribution spatiale, l'aspect des champs, des jachères, et les haies bordières.

On peut ainsi définir des unités en fonction de la taille des éléments, leur distribution spatiale et leur densité. C'est ainsi que le parc arboré apparaît bien distinct sur ces compositions colorées.

## B. Résultats

L'analyse des résultats cartographiques montre que :

- la création de compositions colorées permet de réaliser une étude fine des entités agro-écologiques. En effet sur la composition colorée (Fig. 2.3.5), la délimitation du parc arboré peut se faire de manière satisfaisante au sein des peuplements à *Faidherbia albida*. C'est ainsi que les critères d'identification (densité et distribution spatiale) en fait le domaine privilégié de l'interprétation analogique. Dans le terroir de Ouinditene, localisé dans la vallée sèche du Daliol Bosso, le parc à *Faidherbia albida* apparaît plus nettement. En revanche, autour du village de Banizoumbou, localisé sur un bassin versant, ce parc s'étend sur des surfaces relativement peu étendues. Par ailleurs, à part cette structure particulière ceinturant le village de Banizoumbou, il n'a pas été toujours aisé de séparer le peuplement ligneux des champs et des jachères au sein de ce terroir. Pour ce site, le parc arboré se répartit essentiellement autour du village et est plus diversifié ailleurs avec l'association d'autres espèces comme *Combretum glutinosum*, *Prosopis africana* et *Detarium microcarpum*.

- par ailleurs, la combinaison de canaux multidates permet également de réaliser une étude diachronique. La figure 2.3.5 présente différentes unités agro-écologiques du site de Banizoumbou représentant l'état de la dynamique de l'occupation des sols entre 1991 et 1993. Ainsi l'utilisation de différents canaux permet un suivi efficace des ressources naturelles du milieu.

Les figure 2.3.5 est une composition colorée centrée sur le site de Banizoumbou. *A priori* elle peut être utilisée au même titre que les photographies aériennes.

N013°36'

N013°31'

E002°40'

Projection UTM31, ellipsoïde de Ckarke 1880



**Légende :**

-  Jachères en février 1991
-  Jachère en mars 1983
-  Jachères pérennes
-  Structure du parc arboré

-  Aspect de la brousse tigrée en 1993
-  Situation de la brousse tigrée en février 1991
-  Haies bordières



Fig. 2.3.5. -- Analyse de la végétation en composition colorée multidate P+XS, site de Banizoumbou

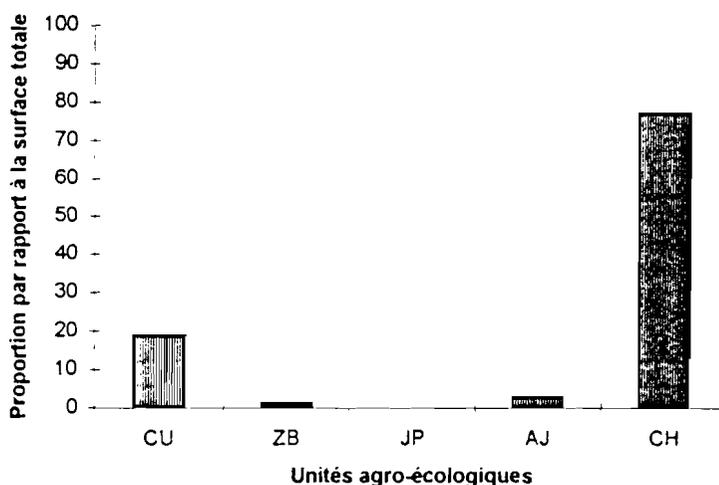


Fig. 2.3.6.- Proportion des unités agro-écologiques, site de Banizoumbou.

CU = Surface occupée par la cuirasse

ZB = Zone de prélèvement de bois

JP = Jachères pérennes entre 1991 et 1993

AJ = Anciennes jachères défrichées en 1993

CH = Champs et jeunes jachères en 1993.

## V. Evaluation de la densité des arbres des peuplement ligneux des champs et des jachères en milieu sahélien, à partir de données satellitaires SPOT panchromatiques

### A. Méthode d'étude

L'évaluation de la densité des peuplements ligneux des champs a été possible grâce à l'application de filtre. Rappelons que d'après BONN (1996), le filtrage est toute technique visant à éliminer le bruit contenu dans les données. En théorie de l'information, le bruit est défini comme toute donnée non utile qui masque l'information. Ce bruit peut provenir de deux sources différentes :

1. du système de mesure , de transmission ou support des données.
2. des sources externes à l'objet observé, comme l'atmosphère, le relief ou l'antenne pour les micro-ondes, etc.

En plus il existe diverses techniques de filtrage qui ne seront pas abordées ici. Ce sont : l'analyse des fréquences spatiales, le filtrage sans transformée et le filtrage avec transformée. Dans le cas présent , nous allons utiliser des filtres de type laplacien.

Les relations entre la densité des arbres et les données de télédétection ont été établies à partir d'une approche dirigée. Il s'agit d'une méthode qui a été utilisée, avec succès, par JOFFRE et LACAZE (1991) en milieu aride au sud de l'Espagne.

Le traitement a consisté en l'application d'une convolution par deux filtres de type laplacien. Les opérateurs utilisés portent respectivement sur 5 et 9 pixels, et correspondent à la somme de l'image originale et de l'image filtrée, procédure couramment utilisée pour le rehaussement des contours d'une image tout en préservant son contenu radiométrique (NIBLACK, 1985 *in* JOFFRE et al. 1992). Le premier opérateur est défini par :

$$L1 = 5x_{(i,j)} - x_{(i-1,j)} - x_{(i+1,j)} - x_{(i,j-1)} - x_{(i,j+1)}$$

où  $x_{(i,j)}$  est la valeur lue pour le pixel  $i,j$  de l'image.

Le second opérateur est défini par :

$$L2_{(i,j)} = x_{(i,j)} + x_{(i-1,j)} + x_{(i+1,j)} + x_{(i,j+1)} + x_{(i,j-1)} - x_{(i-1,j-1)} - x_{(i-1,j+1)} - x_{(i+1,j-1)} - x_{(i+1,j+1)}$$

Sous forme de matrice les deux fonctions se présentent de la façon suivante :

$$F1 \begin{vmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad F2 \begin{vmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 \end{vmatrix}$$

Les résultats de ces deux fonctions ont été combinés par une fonction minimum :

$$IL_{(i,j)} = \text{Min} (L1_{(i,j)}, L2_{(i,j)})$$

Un seuillage est alors appliqué :

$IL_{(i,j)} < S$  : pixel "arbre",

$IL_{(i,j)} > S$  : pixel "non arbre".

On obtient finalement une image binaire correspondant à l'indice laplacien seuillé (ILS). La valeur ILS est égal à 0 pour les pixels sans arbres, à 100 pour les pixels "arbres" (car un arbre par pixel correspond à 100 arbres par hectare). Pour chaque zone de référence on pourra donc comparer directement la valeur moyenne d'ILS et le nombre d'arbres par ha estimé d'après les photographies aériennes. L'ensemble des traitements a été fait sur station et sur micro-ordinateur à l'aide du logiciel PHOTOSHOP.

Pour contrôle de terrain, 23 zones de référence homogènes pour le recouvrement des arbres ont été sélectionnées. L'ensemble de ces zones couvrent 2 936 837,1 ha, soit environ 2,4 % de la superficie de l'imagerie couvrant le site. Les parcelles échantillons ont été localisées sur la composition colorée. Celle - ci s'est avérée irremplaçable pour la validation de terrain. En effet elle permet un repérage précis des parcelles - échantillons. Le contrôle de terrain a porté sur les éléments suivants : l'utilisation actuelle du site, son utilisation en 1991 et 1993, les espèces dominantes. Pour avoir plus de précision sur ces éléments, nous avons sollicité la contribution des exploitants. Par ailleurs, sur le terrain, pour chaque zone homogène, la densité des arbres a été mesurée sur une surface d'1 ha. Parallèlement, nous avons vérifié au sein de chaque échantillon la nature des éléments obtenus à l'issue du traitement de l'imagerie.

En plus, sur les photographies aériennes à l'échelle 1/60000, la densité des arbres, pour ces mêmes zones, a été estimée par comptage des couronnes (Fig. 2.3.3). Compte tenu de la qualité et de l'échelle des photographies aériennes, les comptages fiables n'ont pu être réalisés, en moyenne, que pour des densités inférieures ou égales à 45 arbres par ha. Pour chaque zone de référence, on a

calculé sa valeur moyenne pour les données SPOT-P. En plus des relevés réalisés en septembre 1996 ont été pris en compte pour augmenter la taille de l'échantillon.

## B. Résultats

L'application des filtres Laplaciens à l'image SPOT conduit à un étalement de la distribution des niveaux de luminance. Cependant l'histogramme obtenu reste unimodal ; c'est ainsi que la détermination du seuil  $S$  optimum a été faite après plusieurs essais. Le meilleur coefficient de corrélation entre densité d'arbres et ILS est obtenu pour la valeur  $S = 9$ , et pour un ajustement passant par l'origine et dont la pente est égale à 1,153 (Fig. 2.3.7). On admet donc que chaque pixel "arbre" contient effectivement 1 arbre. Il va sans dire que cette définition est globale. En effet puisqu'on définit l'arbre en fonction de sa signature spectrale, chaque arbre est défini à partir de la projection de son houppier au sol. Or dans ces agrosystèmes, caractérisés par des coupes répétitives des rejets de souches, au cours des défrichements des champs, les arbres étant vus par le toit, il y a une similitude entre couronne d'arbres et couronne formée par les rejets de souches. Le résultat cartographique est présenté à la figure 2.3.8.

Pour les peuplements arborés des champs cultivés, la densité des arbres déterminée sur le terrain est corrélée très positivement avec celle de l'image après traitement des données (Fig. 2.3.7). En revanche pour les jachères le coefficient de corrélation est faible (Fig. 2.3.8). En effet pour ce type de formation, constituant des brousses plus ou moins diffuses, la taille optimale des houppiers des arbres et / ou arbustes, susceptible de caractériser un pixel reste à définir. En effet la taille des houppiers des individus de *Guiera senegalensis* est largement inférieure à celle du pixel pour que ce dernier détermine les caractéristiques d'un pixel. Ceci n'est pas le cas dans les champs où il s'agit d'individus dont les houppiers sont suffisamment développés pour que chaque arbre détermine les caractéristiques d'un pixel de 10 m de résolution spatiale. Pour le cas des jachères, les calculs effectués sur nos échantillons permettent de relever, en moyenne, 17,52 pieds d'arbres et / ou arbustes par pixel.

Le coefficient de corrélation entre données de terrain et celles des photographies aériennes est faible par rapport à celui obtenu après traitement des

données. Pour ces photographies aériennes, le nombre d'arbres qu'on peut compter peut atteindre en moyenne 45 arbres par ha (Fig. 2.3.3).

La généralisation des résultats à l'ensemble d'une imagerie est présentée à la Fig. 2.3.10 (imagerie traitée). Ce type de cartographie des couverts arborés clairs, basé sur l'information texturale déduite des données SPOT panchromatiques, apparaît plus fiable que les classifications basées sur les seules valeurs radiométriques. La visualisation de la composante arborée de ce type d'agrosystème permet alors une meilleure compréhension de leur fonctionnement à l'échelle régionale, et facilite ainsi leur suivi temporel avec des données satellitaires à pouvoir de résolution spatiale plus faible.

Ce résultat confirme la validité de l'hypothèse de départ concernant l'adéquation de la résolution de 10 m pour la détection des arbres des parcs agroforestiers en milieu sahélien. Des résultats similaires ont été obtenus par JOFFRE et *al.* (1992) dans la détection des arbres des *dehasas* en milieu semi-aride dans le sud de l'Espagne.

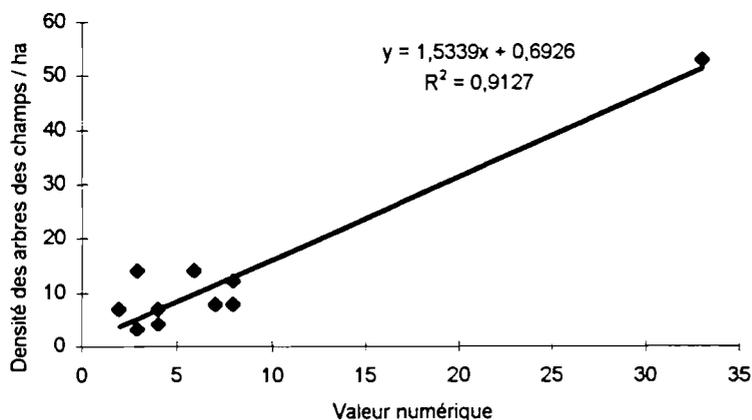


Fig. 2.3.8. - Corrélation entre densité des arbres des champs et celle des arbres sur image binaire.

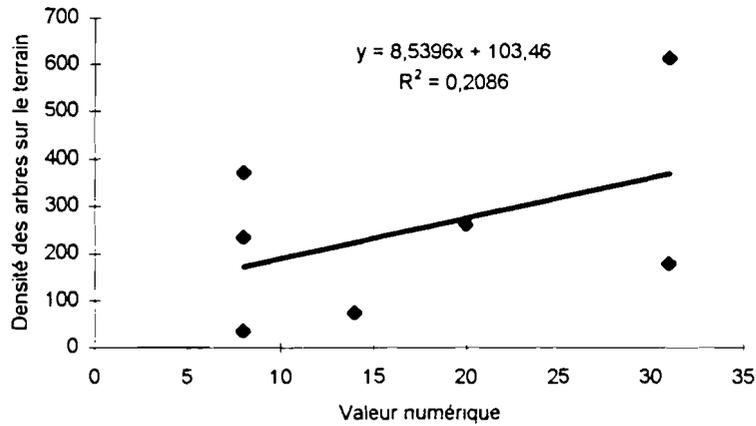


Fig. 2.3.9. - Corrélation entre densité des arbres et arbustes des jachères et sur image binaire. En moyenne chaque pixel correspond à 17,52 arbustes.

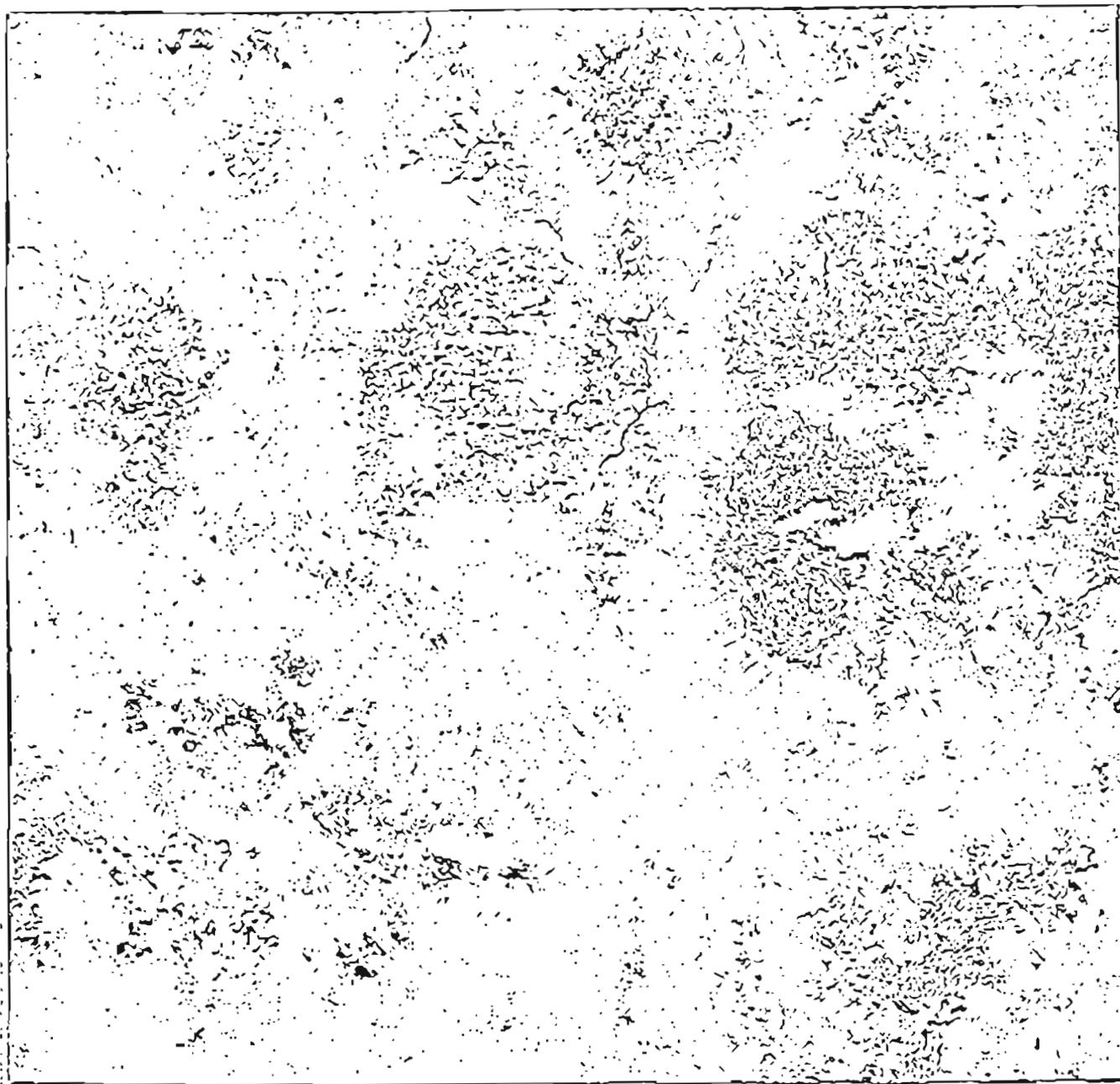


Fig. 2.3.10. - Visualisation des données traitées (pixels « arbre » en noir après traitement des données (Indice Laplacien Seuillé) de l'imagette de la Fig. 2.3.2.

0 1 2 3 4

07021 - 1005 1110

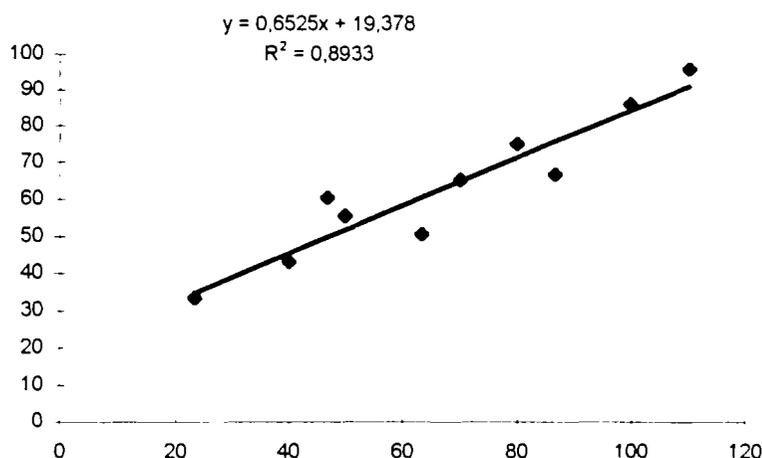


Fig. 2.3.11. - Corrélation entre densité des arbres et arbustes des champs et sur photographie aérienne au 1/60000.

### C. Discussions

Dans l'analyse de la structure des peuplements ligneux des champs, l'utilisation des indices de végétation s'est avéré limitée. En effet la difficulté majeure se situe au niveau de la distinction des unités agro-écologique qui comportent des caractéristiques spectrales très voisines. C'est ainsi que, dans les conditions de nos sites d'étude, avec les indices de végétation, il s'est avéré difficile de faire une différence entre champs à forte densité ligneuse et les anciennes jachères au sein desquelles à *priori* la densité ligneuse est également élevée. En revanche, ce cette difficulté peut être surmonté par un contrôle au sol permettant de lever le doute. Il faut donc faire appel à d'autres méthode de classification. L'utilisation des compositions colorées permet une caractérisation plus précise grâce aux possibilités d'interprétation analogique qu'elle permet. En plus, elle offre la possibilité de réaliser une analyse diachronique, ce qui permet de mieux appréhender la dynamique de l'occupation des sols. Ces résultats rejoignent ceux de LASSELIN et *a/*. (1990), obtenus sur des périmètres irrigués au Mali. Par ailleurs l'application de filtres de type Laplacien permet de bien visualiser la distribution spatiale du parc arboré.

## **Le rôle déterminant des superficies respectives**

Ces résultats confirment donc une influence nette des surfaces respectives dans la ségrégation des différentes entités du paysage. C'est ainsi qu'on peut relever une influence de l'étendue du type de parc et de la densité du peuplement arboré. Par ailleurs la composition floristique des différentes unités est déterminante (activités chlorophylliennes). C'est pourquoi le peuplement de *Faidherbia albida* apparaît plus nettement sur les surfaces pour lesquelles elle est dominante (bonne activité chlorophyllienne).

## **La pertinence de l'utilisation des images à haute résolution spatiale dans l'analyse de la structure des peuplements ligneux**

Les images satellitaires peuvent être utilisées à bon escient pour caractériser la structure des parcs agroforestiers. Mieux encore cette caractérisation peut être plus précise pour des peuplements présentant une physionomie particulière. C'est le cas du parc à *Faidherbia albida*. En effet il s'agit d'une espèce présentant un bon développement foliaire pendant la saison sèche (HIERNAUX et al., 1994). Les valeurs de luminance y sont fortes (activité chlorophyllienne) et permettent ainsi de mieux décrire la structure du peuplement.

## **Les limites de l'utilisation des données satellitaires à haute résolution spatiale**

Pour les indices de végétation, le problème majeur se situe au niveau de la distinction entre les unités agro-écologique qui comportent les mêmes caractéristiques spectrales. Ainsi dans les conditions de nos sites d'étude, avec les indices de végétation, il est difficile de faire une différence entre champs à forte densité ligneuse et les anciennes jachères au sein desquels à priori la densité ligneuse est également élevée. En revanche, ce problème peut être surmonté par un contrôle de terrain permettant de lever le doute.

## **Les périodes indiquées pour les prises de vue aérienne suivant la phénologie des principales espèces dominant la physionomie des parcs agroforestiers**

Connaissant la phénologie des principales espèces des sites étudiés et les résultats obtenus avec les données satellitaires, il est possible de faire des propositions par rapport aux dates indiquées pour des prises de vue satellitaires.

### **Les parcs à *Faidherbia albida***

Pour ce type de parc, une précision appréciable peut être obtenue avec des prises de vue aériennes réalisées en saison sèche grâce à sa phénologie qui est décalée par rapport à celle des autres espèces. En effet pendant cette période, le recouvrement des herbacées sèches est faible, donc leur activité chlorophyllienne est très réduite. BONN (1996) souligne que l'utilisation du NDVI permet de minimiser l'influence des herbes sèches puisque la méthode utilise surtout l'absorption dans le rouge et le proche infrarouge.

### **Les peuplements ligneux à physionomie dominée par des Combretacées**

Ces essences subissent une abscission plus ou moins poussée en saison sèche. De ce fait la réflectance induite ne peut refléter exactement la densité du couvert ligneux. Une caractérisation appréciable des peuplements ne peut donc s'effectuer qu'en saison des pluies. Or en ce moment l'influence des cultures et du tapis herbacé est nette.

## **VI. Conclusion**

En milieu sahélien, la haute résolution spatiale de Spot offre plusieurs possibilités pour caractériser l'organisation spatiale des ressources naturelles du milieu, notamment le parc agroforestier. Parmi ces possibilités, l'application de filtres et la création de compositions colorées se sont avérées plus efficaces. En effet pour des peuplements ouverts, comme le parc agroforestier, l'application de filtres

caractérise de façon satisfaisante la distribution spatiale des arbres. Par ailleurs la création de compositions colorées s'est avérée également efficace dans l'analyse diachronique du milieu. En outre elles permettent une qualité cartographique, une précision de localisation des thèmes et des limites entre unités. C'est donc un outil intéressant pour la cartographie et la surveillance d'unités agro-écologiques, donc pour le suivi des ressources naturelles. En effet la combinaison de canaux de dates différentes permet de mieux caractériser l'évolution de l'occupation des sols.

De ce fait, si l'on considère l'ensemble des thèmes traités, les possibilités offertes par les données SPOT sont :

- la possibilité d'effectuer rapidement des études diachroniques et évolutives, par la superposition des données de dates différentes
- la précision cartographique dans le cas des compositions colorées
- la possibilité de cartographier le couvert ligneux après filtrage des images
- la localisation de points d'observation sur le terrain

C'est donc un outil à privilégier dans l'aménagement, la gestion et la protection des ressources naturelles du milieu.

Afin d'optimiser les données d'une image SPOT panchromatique dans la caractérisation de la structure des parcs agroforestiers, nous préconisons :

- la création de compositions colorées par association de canaux (P+XS)
- l'application de filtres de type Laplacien pour préciser les informations structurales.

### **Conclusion partielle**

De l'analyse de la structure des différents types physiologiques, les caractéristiques suivantes se dégagent :

- le parc à *Faidherbia albida* est plus dynamique par la présence de jeunes sujets dans les classes inférieures. Ceci aussi bien dans le terroir témoin de Toukounous que dans celui de Banizoumbou. Le profil démographique de l'espèce se rapproche plus du modèle de distribution de Gompertz (TOMASSONE, 1992). Par ailleurs, de jeunes sujets de l'espèce ont été notés dans tous les relevés.

- le parc à *Hyphaene thebaica* présente une allure en cloche. Au sein de celle-ci, toutes les classes sont représentées. Dans les terroirs témoins où l'espèce a été notée comme compagne, elle présente beaucoup d'individus dans la régénération potentielle. Il s'agit d'une espèce itéropare pour laquelle cette caractéristique s'exprime dans les conditions de fortes utilisations.

- le parc à *Butyrospermum paradoxum* : Une différence se dégage entre le terroir témoin de Boumba et celui de Tara. A Boumba, le profil démographique de *Butyrospermum paradoxum* présente une allure en cloche. La majorité des faciès étudiés ne comporte pas d'individus dans les faibles classes de circonférences. Au sein de ce terroir, il se pose donc le problème de la régénération de l'espèce.

A Tara, les jeunes sujets sont beaucoup plus présents qu'à Boumba de même que, là également, les sujets âgés sont dominants. Au niveau de ce terroir, le faciès à *Parkia biglobosa* se caractérise par un déficit dans le recrutement.

Le parc à *Neocarya macrophylla* présente une allure régulière par la présence régulière d'individus, aussi bien dans les différentes classes de circonférence que dans la régénération potentielle.

Par ailleurs, il faut noter que la haute résolution spatiale peut être utilisée efficacement pour caractériser la distribution spatiale des parcs agroforestiers. A cet effet il faut noter que nous avons trouvé un coefficient de corrélation de 0,91 entre les données de terrain et celles des images spot.

## **Troisième partie**

### **FONCTIONNEMENT DES PARCS AGROFORESTIERS**

## **Chapitre 1. Gestion des ressources liées aux parcs agroforestiers**

### **I. Introduction**

La gestion des ressources naturelles, dont la composante parc n'est qu'une fraction, fait de plus en plus l'objet de la préoccupation des autorités politiques. Il est dans ce cas nécessaire de clarifier les relations qui existent entre ces divers types de parc et les populations qui les gèrent.

### **II. Méthode d'étude**

La démarche adoptée est une enquête à caractère ethnobotanique. Elle est menée auprès des exploitants des champs. Le questionnaire employé à cet effet est présenté en annexe 2. Suivant le type de parc et les terroirs envisagés, le mode de gestion varie.

### **III. Résultats**

#### **A. Traitements appliqués aux arbres et aux peuplements**

##### **1. Conduite des arbres de parc**

###### **1.1. Modeste taille de formation**

Dans l'ensemble, la plupart des arbres préservés se développent naturellement en fonction des facteurs écologiques et de la sélection opérée par les exploitants. Certains font l'objet d'une modeste taille, qui consiste à couper quelques branches, généralement celles du bas. Il s'agit d'une opération qui est menée dans l'objectif de réduire la gêne aux cultures par effet d'ombrage. Toute fois, l'opération peut aussi avoir pour objectif de stimuler la croissance apicale de l'arbre. C'est la technique qui est couramment pratiquée chez *Faidherbia albida* et *Hyphaene thebaica*, entre autres. Pour cette dernière, ce sont les vieilles palmes qui sont coupées.

Ces phytopratiques impriment une physionomie particulière aux peuplements de parc. Suivant le type de parc, les individus dominant au niveau d'une strate particulière:

- la strate arbustive haute et arborée basse pour le parc à *Butyrospermum paradoxum* (Fig. 3.1.1).

- la strate arbustive pour le parc à *Neocarya macrophylla* (Fig. 3.1.2) ;

- et la strate arbustive basse et la strate arborée basse pour le parc à *Faidherbia albida* (Fig. 3.1.3). Cette figure montre l'abondance des individus dans ces deux strates.

## 1.2. Cueillette

Il est utile à ce niveau de faire une différence entre l'accès aux produits pour les populations locales pour lesquelles l'accès est libre, de celles qui viennent d'ailleurs, soumises à certaines conditions. Par ailleurs l'étendue du peuplement peut pousser les populations à faire recours à des modes de gestion particulière. Mais d'une façon générale, l'accès aux produits de cueillette est libre à toute personne qui désire utiliser la ressource pour satisfaire ses propres besoins. C'est ainsi que les fruits du karité sont accessibles à tout le monde. Les propriétaires des champs n'interdisent pas la cueillette. Concernant le néré, les gousses appartiennent au propriétaire foncier. Celui qui emprunte la terre a seulement le droit de cultiver. Les produits de *Hyphaene thebaica* sont accessibles à tout un chacun. Il s'agit du stipe, des palmes et des fruits.

## B. Gestion du peuplement de parc

### 1. Renouvellement des arbres du parc

Il concerne la plantation et la protection de la régénération naturelle. Il ne tient pas une place importante dans les pratiques paysannes. En effet cette protection ne se fait actuellement qu'à travers les activités menées par les ONG, les projets de développement et les services techniques.

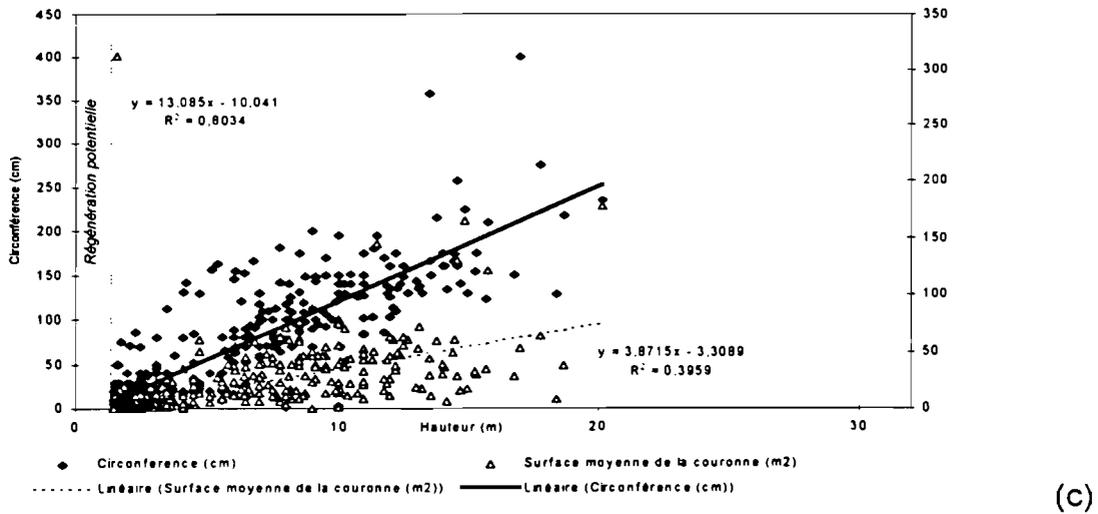
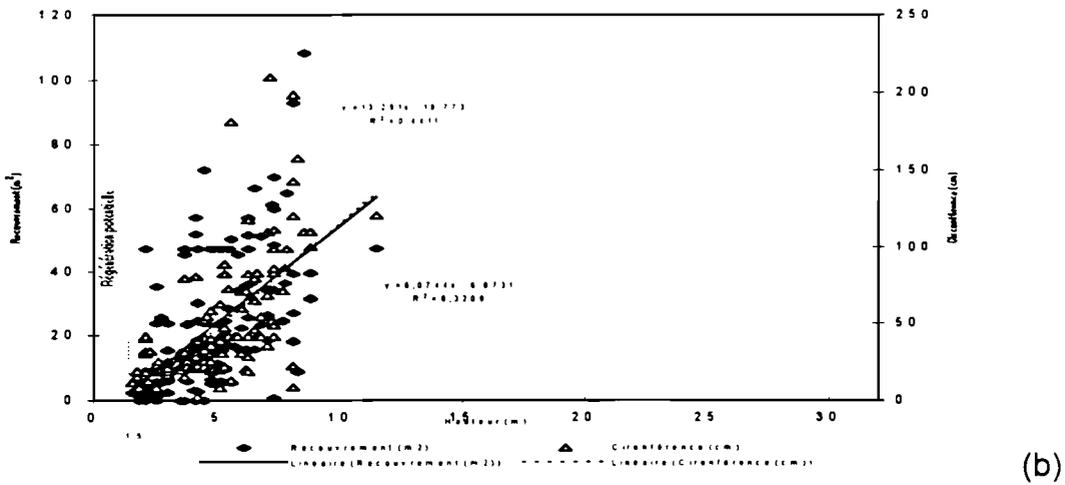
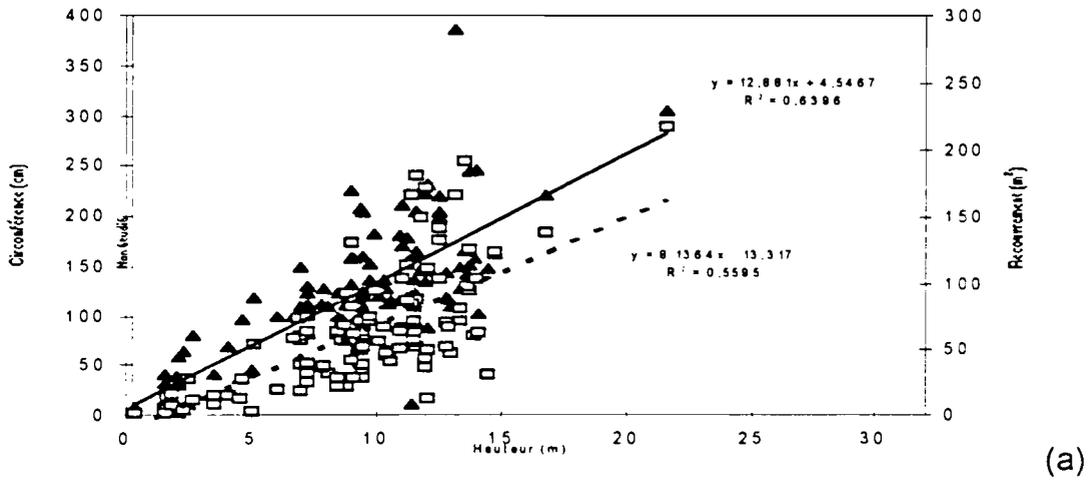


Fig. 3.3.1. - Diagramme hauteur (m) - recouvrement ( $m^2$ ) et circonférence (cm) (a) du parc à *Butyrospermum paradoxum*, (b) du parc à *Neocarya macrophylla* et (c) du parc à *Faidherbia albida*.

## 2. Maintien de la diversité du parc

Il consiste à favoriser le développement de certaines espèces. Ceci aboutit à la création d'un type particulier de parc correspondant aux besoins des exploitants. Ces types de parc sont ceux à *Hyphaene thebaica* et *Faidherbia albida*.

## 3. Entretien de la régénération potentielle

En plus des prescriptions du Code Forestier, qui protègent certaines essences ligneuses, l'ensemble du peuplement du parc fait l'objet d'une gestion propre aux populations qui contrôlent directement les ressources de leur terroir.

### a. Entretien des souches

Les périodes de coupe des souches sont variables. C'est ainsi qu'elles peuvent être ou non coupées avant les semis. Au cours du premier sarclage, les souches non coupées ou celles qui se sont considérablement développées le sont. En revanche tout est fait pour éviter leur mort, puisque le paysan sait que la disparition d'une souche est suivie de l'élimination de ses effets sur le sol.

Ces souches ne sont généralement pas coupées avant le premier sarclage. Elles font l'objet de beaucoup d'attention de la part du paysan qui les préserve afin d'augmenter la densité de semis. En effet compte tenu des conditions particulières dans les environs des souches les poquets de semis y sont multipliés, d'où les termes « *touri-bon* ou *fari mani* » en zarma et « *taska* » en Haoussa.

L'opération consiste à couper les rejets de souches à chaque préparation du champ, avant la saison des pluies. Le bois produit peut être utilisé comme bois de feu ou pour renforcer les haies mortes. Mais les tiges peuvent être regroupées en tas puis brûlées. Les espèces concernées varient suivant les sites.

Pour *Maerua crassifolia*, les souches subissent une coupe répétitive pour assurer le renouvellement des feuilles qui vont être cueillies. Ces jeunes feuilles, beaucoup plus tendre, sont préférées à celles des pieds non coupés. Ainsi pour cette essence les souches ne sont pas brûlées, au contraire elles font l'objet d'une

protection particulière de la part du paysan qui s'y attend à un résultat, à savoir la production de feuilles de bonne qualité.

## **b. Protection de la régénération naturelle et plantation**

La protection de la régénération naturelle concerne surtout *Faidherbia albida*. Les jeunes sujets repérés sont taillés, par la coupe des branches basses. Une seule tige est sélectionnée et c'est la même qui le sera les années suivantes. Ceci contribue à assurer un port à l'arbre qui en sera issu.

Les plantations dans les champs sont rares même si elles sont opérées. Ces plantations concernent essentiellement des fruitiers comme *Mangifera indica*, *Psidium guajava*.

## **c. Taille de formation des jeunes sujets**

Pour que la plante se développe bien, certaines branches sont sélectionnées et coupées. Cette opération a été notée surtout pour *Faidherbia albida*. Elle consiste à couper les branches basses. L'objectif recherché est la stimulation de la croissance apicale du plant.

## **C. Les haies bordières**

### **1. Rôle**

Elles ont pour rôle la délimitation des champs cultivés. Dans ce cas, les exploitants dont les champs font frontière s'entendent à laisser sur la bordure des essences ligneuses. Chacun des deux y a accès. Ils ont également pour rôle d'assurer une certaine protection contre la divagation des animaux qui peuvent causer beaucoup de dégâts aux cultures.

Par ailleurs ces haies constituent aussi une source importante de bois de feu et de construction.

## 2. Place dans l'approvisionnement en bois des villages

Tant que le bois est disponible au niveau de ces structures, proches des villages, les paysans les préfèrent par rapport aux autres ressources.

## 3. Conduite des haies

Parfois cette conduite dépend des circonstances du moment. Dans la zone de Toukounous, où ces haies sont constituées d'épineux, essentiellement *Acacia raddiana* et *Balanites aegyptiaca*, la présence d'oiseaux granivores peut aboutir à la coupe des arbres de la haie. Ce type de traitement est appliqué afin d'éviter que les arbres n'abritent les oiseaux.

## D. Gestion des ressources ligneuses

### 1. Exploitation pastorale

Cette forme d'exploitation concerne le parc à *Faidherbia albida*. Elle consiste à couper quelques branches feuillées. Cette forme d'exploitation ne reste pas sans conséquence sur la dynamique de l'espèce. En effet il s'agit d'un mode d'exploitation qui peut remettre en cause la fructification des arbres. Mais dès lors qu'il s'agit d'une espèce protégée par le Code Forestier, l'exploitation ne peut être que clandestine, c'est à dire en l'absence du propriétaire du champ qui est tenu responsable de tout dommage causé sur les arbres de son champ.

### 2. Bois de feu

Au sein de certains terroirs, le bois de chauffe n'est pas disponible et les ménagères utilisent celui issu de émondage de *Faidherbia*, qui ne suffit pas également pour couvrir les besoins des populations. Dans ce cas ce sont les bouses de vache qui sont utilisées comme combustible de substitution. Mais les propriétaires des champs n'acceptent pas qu'on ramasse des bouses de vaches

dans leur champ puisque ce serait un départ d'éléments fertilisants. Les aires de ramassage sont ainsi très limitées.

Une différence subsiste entre les villages témoins. C'est ainsi que les villages situés dans la vallée sèche du Dallol Bosso utilisent surtout les branchages de *Faidherbia albida* issues des émondés et des coupes de rejets de souches. Occasionnellement les bouses de vaches sont utilisées pour compenser les déficits.

Au niveau de koré par exemple, les branches de *Faidherbia albida* assurent 100 % des besoins en bois de feu des ménages.

### **3. Bois de construction**

Très peu d'espèces de parc sont utilisées comme matériel de construction. En revanche les tiges sont fort utilisées lors de la fermeture des toits des maisons.

### **4. Clôture**

Les clôtures sont renouvelées après dégradation des précédentes. Les prélèvements, pour leur réalisation, sont opérés sur les arbres du parc arboré, de la régénération potentielle qui s'exprime dans les champs et dans les jachères.

### **4. Gestion involontaire**

Elle tient en l'augmentation de la densité de la population. Ce phénomène est indépendant de la volonté des gens qui exploitent les ressources du milieu. Les caractéristiques de cette gestion involontaire sont la saturation de l'espace qui est complètement verrouillé, la durée de la jachère est courte. Mais ce danger est atténué à cause de bonne garantie de régénération de *Faidherbia albida*. Ainsi les paysans maintiennent une certaine densité dans les champs. Cette densité est contrôlée, d'où des jeunes *Faidherbia albida* sont coupés. Ce comportement est la résultante d'un comportement de la part du paysan. En effet en plus du côté positif de l'espèce, plusieurs maux sont attribués à *Faidherbia albida* :

- un pied de *Faidherbia albida* non émondé par les bergers constitue un réservoir potentiel de germes (chenille surtout) en plus le feuillage ne sera pas bon.

- en année de pluviosité déficitaire, les environs de *Faidherbia* ne produisent pas bien. en dehors de la forte production de biomasse, les rendements en grains seront faibles.

- en plus, pour le paysan, il faut toujours de la place pour d'autres essences en respectant les densités.

## **F. Comment les populations créent des parcs agroforestiers**

### **1. Création volontariste**

La méthode la plus courante de créer un parc est la plantation. Mais cette opération est rare le long de notre transect d'étude.

### **2. Impact des contrats de fumure**

Les contrats de fumure pratiqués par les exploitants peuvent aboutir à la création de parc à *Faidherbia albida*.

### **3. Influence des projets de développement**

Elle a lieu à travers les techniques de protection de la régénération naturelle. Un exemple concret au Niger est le Projet Gao dans le Département de Dosso. Après ce projet, les populations continuent à protéger les semis de *Faidherbia albida*.

## **Conclusion**

Au vue de ces résultats, il ressort que le traitement appliqué aux arbres se répète chaque année pour la régénération potentielle. Vis à vis des arbres de la strate arborée c'est essentiellement la coupe des branches par les bergers peuls qui est appliquée annuellement. Ceci ne correspond pas à une logique puisqu'il peut subsister des arbres qui ne vont pas être coupés.

La gestion des peuplements ligneux des champs dépend de plusieurs facteurs du milieu. Parmi ceux-ci les prescriptions du Code Forestier tient une place

fondamentale. En effet les principales espèces de parc sont soumises à une législation qui les protège. L'utilité de ces essences fait qu'elles sont menacées à cause des pressions d'utilisation s'y exerçant.

A côté de ces lois qui conditionnent l'utilisation des ressources naturelles, existent les coutumes.

La conduite du peuplement consiste donc à favoriser le développement de certains individus, en fonction des conditions du moment : évolution de la composition floristique, de la fertilité des sols, de la vulgarisation de techniques par les projets de développement et des besoins en produits forestiers

Plusieurs paramètres interviennent dans la prise de décision du paysan pour couper un arbre ou non. D'abord il y a des sujets qui sont protégés uniquement pour l'ombrage qu'ils produisent. La coupe des branches basses permet d'éviter la gêne aux cultures

Par ailleurs, le paysan gère harmonieusement les rejets des souches. C'est ainsi que les coupes lors de la préparation des champs afin de libérer plus de place pour les céréales dont principalement le mil, le sorgho et le niébé, sont utilisées dans les clôtures et permet au cultivateur de semer plus dense grâce à la fertilité ainsi régénérée.

#### Planche photographique N°2



Photo 8 : régénération assistée de *Faidherbia albida*

Planche photographique N°2 suite



Photo 9 : Résultat de protection de la régénération de *Hyphaene thebaica*. Les feuilles sont coupées dans leur tiers supérieur pour éviter les prélèvements.



Photo 10 : Plantation de Manguier dans les champs à Koré (Toukounous) (15 août 1996). jm = Jeune plant de manguier ; en = enclos servant à la protection du jeune plant.



Photo 11 : Préparation des champs pour les semis. Cette opération comporte une coupe des rejets de souche (ici paysan entrain de couper les rejets de *Annona senegalensis*. Cc = coupe coupée ; Tc = tiges coupées. Les tas feront l'objet de brûlis une fois que les tiges sont sèches.

## Planche photographique N°2 suite



Photo 12 : b = Bois de *Faidherbia albida* vendu en tas sur la route (Clichée SAADOU M., 1990).

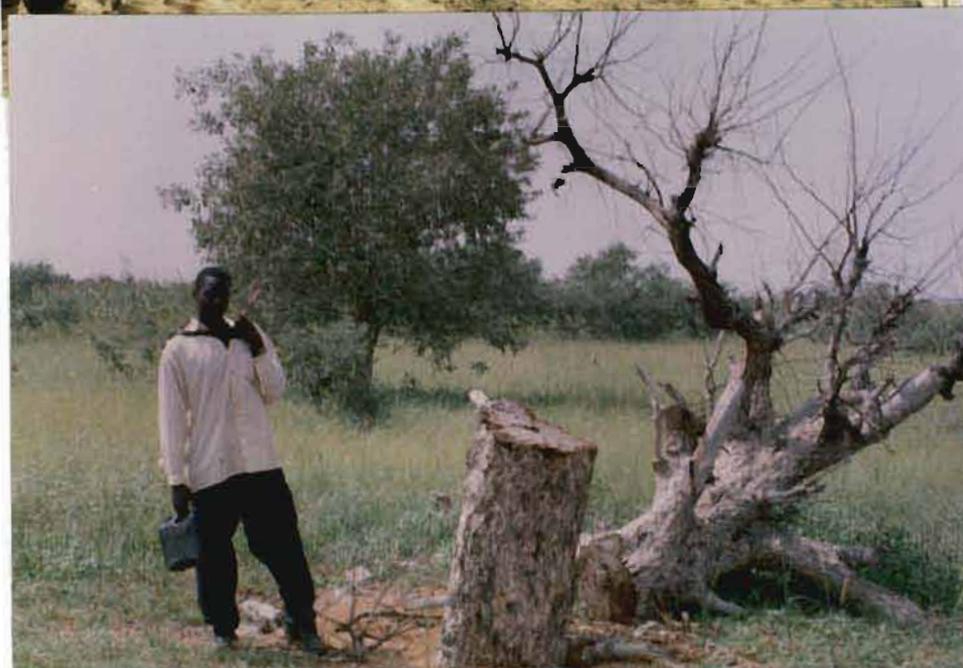


Photo 13 : Pied de *Prosopis africana* émondé pour la fabrication de mortier.



Photo 14 : Forgeron au travail : utilisation du charbon de *Prosopis africana*. ch = charbon de bois obtenu à partir du bois de *Prosopis africana*.

## Planche photographique N°2 suite



Photo 15 : Ancien site de grenier. Ici les branches du *Prosopis africana* sont fortement sollicitées à cause de leur résistance contre les attaques des termites.



Photo 16 : Base de grenier, confectionnée à partir de tiges de mil, et destinée à être déposée sur les piquets de *Prosopis africana* de la photo 14 ci-dessus.



Photo 17 : Préparation de ruche traditionnelles (18 avril 1997).  
 r = ruches ; f = Fermeture de la ruche ; s = Confection de secco avec des tiges de *Ctenium elegans*. Ces secco sont utilisés pour former la ruche ; e = Ecorce de *Butyrospermum paradoxum*.

## **Chapitre 2. - Apport des activités de cueillette dans les revenus des ménages**

### **I. Introduction**

En zone sahélienne, le caractère aléatoire de la pluviosité annuelle fait que, la culture est qualifiée de « culture à haut risque » ou de "culture loterie" (Pelissier, 1984). Elle procure au paysan une production élevée lorsque la saison pluvieuse est bonne et satisfaisante lorsqu'elle est moyenne. Les sécheresses, qui en découlent, ont creusé davantage le déficit en céréales, aliments de base indispensable à la survie des populations comme le souligne DIARRA (1995). Leurs conséquences ont été largement analysées par plusieurs auteurs (DIARRA, *op. cit.* ; BERNUS 1967, 1980 a et 1980 b ; Le HOUEROU, 1980 ; TOUPET, 1980). Les populations font davantage recours aux achats de céréales provenant d'autres régions et aux produits de cueillette, afin de corriger le déficit alimentaire chronique (DIARRA, 1995). Pour nombre d'auteurs, la cueillette d'espèce sauvage est considérée comme une activité complémentaire dont les produits offrent des intérêts spécifiques : alimentation humaine ou animale, revenu, activité artisanale, pharmacopée traditionnelle. Mais le caractère sauvage de ces produits fait qu'ils sont le plus souvent absents dans les statistiques nationales de production, d'échange et de consommation, de même qu'ils jouent un rôle fondamental dans l'atténuation des difficultés alimentaires des populations. En effet dans cette zone climatique, il suffit de deux pluies favorables pour que les populations commencent à cueillir les feuilles des plantes telles que *Gynandropsis gynandra* et *Cassia tora*.

### **II. Méthode d'étude**

#### **1. Enquête**

Il est question ici d'un choix raisonné des ménages ayant fait l'objet de l'enquête. Les revenus calculés correspondent à des productions brutes. Au cours de l'enquête, nous avons demandé à chaque exploitant de noter pour les produits

vendus, un certain nombre de renseignements notamment : les quantités et prix de vente (cf. feuille de vente en annexe).

## **2. Mode de calcul**

Il faut noter qu'au Niger les prix de vente des produits sont très variables au cours de l'année et d'une localité à l'autre. Le mode de calcul adopté ici est simple puis qu'il a consisté en une addition des prix de vente des différents produits de cueillette écoulés sur le marché au cours de la saison. Par ailleurs la production agricole (mil généralement) a été exprimée en valeur monétaire en vue de faciliter les comparaisons. Pour ce faire le nombre de bottes récoltées par exploitation a été exprimé en kg. Ceci a été rendu possible grâce à des rapports établis sur la base de données recueillies auprès des populations. C'est ainsi qu'un sac de 100 kg correspond en moyenne à 6 - 7 bottes<sup>1</sup>. En plus compte tenu de la variation des prix du sac de mil au cours de l'année, nous avons retenu 12500 F comme prix moyen du sac, pour faciliter les calculs.

## **3. Les exploitations choisies**

Il faut rappeler que notre typologie des parcs agroforestiers est basée sur des critères d'ordre écologiques et floristiques et non socio-économique. Ceci étant, au sein d'un même type physiologique de parc existe une hétérogénéité socio-économique. Pour ces suivis de production, nous avons réalisé 6 monographies dans 6 types d'exploitation, pouvant être considérés comme des modèles. Les 6 exploitations présentent des différences suivant le gradient pluviométrique. Elles pratiquent toutes la culture du mil, base de l'alimentation dans la zone d'étude, la cueillette et un petit élevage de sécurité.

---

<sup>1</sup> Il faut souligner que le nombre de bottes, correspondant à 100 kg après décorticage, est variable d'une région à l'autre puisque la taille des bottes varie suivant ces régions.

**a. Exploitation 1** (Parc à *Butyrospermum paradoxum*)

Il s'agit d'une exploitation conduite par une ménagère qui a 8 personnes à sa charge. Elle est chef de ménage puisqu'il y a 25 ans que son mari est malade. La main d'oeuvre familiale est peu importante et les cultures vivrières absorbent la totalité de cette force de travail. Elle exploite deux champs dont un en mil hâtif et un second en mil tardif. En plus elle pratique la culture de l'oseille et des arachides qu'elle vend sur les marchés locaux. Parallèlement elle fait le petit commerce par la vente de baignés et de soubala.

**b. Exploitation 2** (Parc à *Butyrospermum paradoxum*)

L'exploitation 2 présente les mêmes caractéristiques que la précédente. Elle est également conduite par une ménagère qui a 4 personnes à sa charge. Cette exploitation dispose de trois champs, dont l'un est cultivé en mil hâtif et l'autre en mil tardif. Elle pratique la cueillette des noix de karité, des feuilles de *Cerathotheca sesamoïdes* et *Corchorus tridens* qu'elle vend au marché. En plus elle cultive le riz pluviale.

**Exploitation 3** (parc à *Butyrospermum paradoxum*)

Il s'agit d'une exploitation composées de 7 personnes. Là également la main d'oeuvre est peu importante et elle est consacrée exclusivement aux cultures vivrières dont la principale est le mil. Les enfants et les filles pratiquent la cueillette qui leur procure un revenu.

**Exploitation 4** (Parc à *Hyphaene thebaica*)

Il s'agit d'un type un peu particulier par la présence d'un verger. Le chef d'exploitation a 13 personnes à sa charge. En dehors de la culture du mil, qui est la principale activité en saison des pluies, elle dispose d'un verger dont les principales espèces sont : *Mangifera indica*, *Langelaria cireria*, *Psidium guajava*, *Citrus sinensis*

et *Parkia biglobosa*. Les produits issus du verger sont vendus localement, ce qui lui procure un certain revenu.

#### **b. Exploitation 5 (Parc à *Balanites aegyptiaca*)**

Cette exploitation présente les mêmes caractéristiques que les 3 premières. Les personnes à la charge du chef d'exploitation sont au nombre de 11 dont seulement deux bras valides. En dehors de la culture du mil, il confectionne des seccos qu'il vend au marché de Torodi. Ses enfants pratiquent la cueillette des feuilles de *Adansonia digitata*, de *Cassia tora*, de *Tapinanthus globiferus*, la gomme arabique, les fruits de *Diospyros mespiliformis*. Les revenus tirés de la vente de ces produits sont consacrés à l'achat d'habits aux enfants et de petits ruminants.

#### **3. Exploitation 6 (Parc à *Faidherbia albida*)**

Il s'agit d'une famille de 10 personnes dont deux seulement travaillent dans les champs. La culture principale est le mil. Les enfants pratiquent la cueillette des feuilles de *Maerua crassifolia*, les fruits de *Boscia senegalensis* et les fruits de *Balanites aegyptiaca*.

Pour les zones faisant l'objet de cueillette, celle-ci se fait dans l'ensemble de l'agrosystème.

### **III. Résultats**

#### **A. Les produits de cueillette du domaine agroforestier**

Cette cueillette concerne les produits cueillis sur les plantes ligneuses et herbacées. Le présent travail est conduit essentiellement sur les essences ligneuses du transect d'étude. Très souvent, ces produits sont autoconsommés d'où la difficulté d'estimer avec exactitude leur contribution à la sécurité alimentaire des populations.

## 1. Les plantes ligneuses

### a. *Maerua crassifolia*

Les feuilles après une longue cuisson, sont consommées avec un peu de sel et de soubala. Elles peuvent être réduites en pâte salée mélangée avec du beurre. C'est un aliment de disette ou de soudure. Il s'agit d'une plante ligneuse feuillée toute l'année. Elle comporte une floraison en août - septembre, une fructification en octobre - novembre et une fructification uniquement en décembre (SAADOU, 1990) (Photo 24).

### b. *Boscia senegalensis*

Le fruit mûr prend une couleur jaunâtre, généralement en début de saison des pluies. La pulpe est blanchâtre et sucrée. Après une longue cuisson, cette pulpe devient un concentré très sucré. Cet extrait peut être mélangé à d'autres aliments. Les noyaux sont également récoltés, avant la maturité des fruits (juin - juillet). L'extraction des amandes requiert des opérations de brûlage, de concassage, de séchage, de battage et de vannage. Séchés, ces noyaux peuvent se conserver pendant environ 6 mois (DIARRA, 1995). On les fait gonfler dans de l'eau avant de les consommer avec du lait ou simplement par ajout d'huile ou de soubala, en fonction des moyens des paysans (Photo 24).

### c. *Balanites aegyptiaca* (Dattier sauvage)

Les fruits ont une pulpe rougeâtre, un peu sucrée. Ils sont sucés directement dans la bouche ou macérés dans de l'eau afin d'obtenir une boisson rafraîchissant. Les amandes des noyaux sont également consommées telles quelles après une longue cuisson. Les fleurs sont aussi consommées crues.

**d. *Leptadenia hastata***

Il s'agit d'une liane qui grimpe sur les arbres des sols pauvres. Les feuilles sont bouillies avec du sel et consommées telles quelles ou associées avec des tourteaux d'arachides, suivant le revenu des paysans (Photo 31).

**e. *Butyrospermum paradoxum***

Le karité est surtout connu pour son beurre. Selon BONKOUNGOU (1987) il constitue "une des principales sources de matière grasse d'origine végétale. Avant l'introduction en Afrique du sésame importé de l'INDE et de l'arachide venue d'Amérique, le beurre de karité était la substance oléagineuse d'origine végétale la plus communément utilisée dans les régions sèches d'Afrique où n'existe pas le palmier à huile". Les utilisations des produits issus de l'arbre ont été largement exposés par BONKOUNGOU (1987) et BOGNOUNOU (1988) (Photo 25 et 26).

**g. *Neocarya macrophylla***

Il s'agit d'un arbre qui donne des drupes. La pulpe est consommée lorsque le fruit est mur. Dès juin - juillet les populations cueillent les fruits pour les faire mûrir plupart. Les noix des fruits sont extraits et vendus sur les marchés (Photo 27 et 28).

**h. *Hyphaene thebaica***

Il s'agit d'une essence qui produit des drupes. Les fruits sont cueillis murs ou crus pour l'albumen. Les palmes sont aussi récoltées et commercialisées vers les marchés (Photo 29 et 30).

## 2. Les plantes herbacées

### a. *Oryza barthii*

Il s'agit d'une plante annuelle qui se développe naturellement en hivernage, dans les dépressions argileuses humides. Elle ne bénéficie pas de soins particulier de la part des populations. L'accès au terrain est libre à tout un chacun.

### c. *Gynandropsis gynandra*

Il s'agit également d'une plante annuelle qui se développe sur des terrains pauvres. Sa vitesse de croissance est rapide puisque après deux pluies, les populations cueillent les feuilles. Elles sont consommées après une cuisson telles quelles ou en association avec de la farine de céréales ou leur son (mil, sorgho) (Photo 14).

## 3. Calendrier agricole et cueillette

En zone sahélienne, GROUSIS et SICOT (1980), SAADOU (1990) et HIERNAUX (1994) ont souligné l'importance de l'étendue des périodes de floraison et de fructification des essences ligneuses. Parmi ces essences beaucoup sont consommées par les populations locales comme aliment de substitution. Il va sans dire que ces périodes d'utilisation potentielle correspondent aux périodes de soudure. Mais cette activité coïncide surtout avec la période des semis et des sarclages des champs de mil (Fig. 3.2.1). Ainsi cette cueillette fait - elle l'apanage des garçons n'ayant pas l'âge d'aller au champs et des filles et femmes. Ainsi il ressort de nos résultats d'enquête que c'est essentiellement les familles au sein desquelles cette tranche d'âge est présente qui profitent plus des produits de la cueillette. Les hommes adultes consacrent tout leur temps aux sarclage du mil.

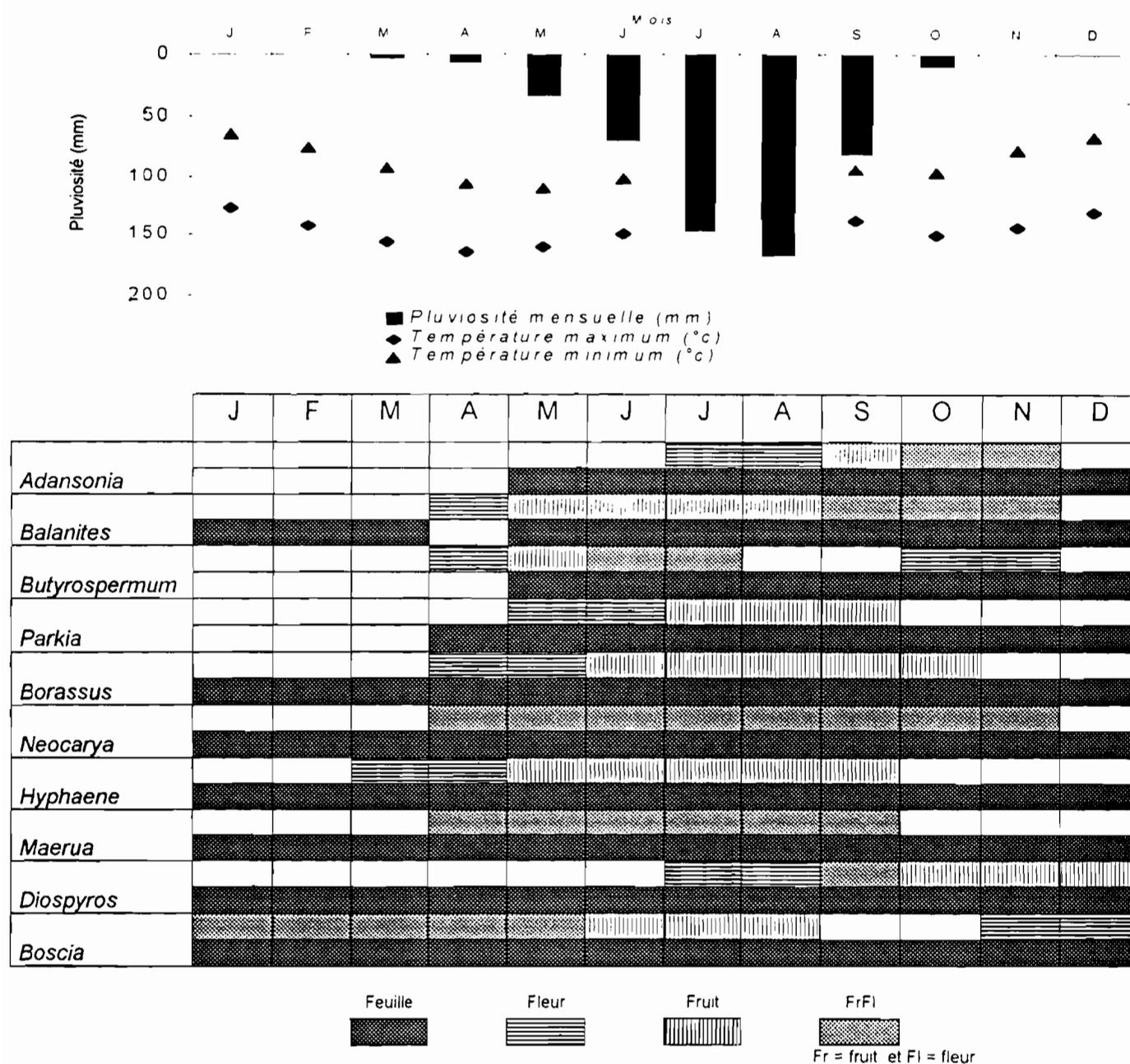


Fig. 3.2.1. - Phénologie des espèces ligneuses d'après SAADOU (1990), en comparaison avec les principaux paramètres climatiques moyens pour une période de 28 ans à la station de Niamey aéroport.

Le tableau 3.2.1 montre que plusieurs produits sont utilisés comme compléments alimentaires ou comme aliments de substitution au cours de l'année. Il s'agit de produits cueillis soit à partir des peuplements ligneux des champs, soit des formations naturelles. Cette cueillette est sporadique.

Tableau 3.2.1 : Utilisation des principaux produits de cueillette.

Plantes	Période de cueillette	Contribution à la couverture alimentaire des besoins	Potentiel par rapport aux besoins	Contraintes
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	Juin - août	3 mois	insuffisant	Temps de ramassage et d'extraction de l'huile
<i>Maerua crassifolia</i>	mai - septembre	plusieurs mois	disponible	Temps de cueillette, cuisson
<i>Leptadenia hastata</i>	mai - septembre	plusieurs mois	disponible	Temps de cueillette, cuisson
<i>Neocarya macrophylla</i>	mai - septembre	plusieurs mois	disponible	Temps de cueillette, mûrissement
<i>Gynandropsis gynandra</i>	saison des pluies	2 à 3 mois	disponible	Temps de cueillette
<i>Boscia senegalensis</i>	mai - juin	3 mois	insuffisant	Temps de cueillette, préparation

## B. Les revenus tirés des produits agroforestiers

### 1. Résultats de l'enquête

Au niveau de l'exploitation 1, le flux monétaire engendré par les produits de cueillette est de 46 900 F CFA. Cette somme est destinée entièrement à l'achat de mil (Tableau 3.2.2). Elle assure ainsi 9,46 % des besoins de la famille (Tableau 3.2.3). Mais l'utilisation des produits de cueillette a lieu essentiellement pendant la période de soudure, d'où leur importance capitale.

Tableau 3.2.2. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons (*Boumba - Gongueye*)

<u>Domaine agroforestier</u>	Espèce (Produits)	Période	Prix (FCFA)	Destination	
(cueillette)	<i>Butyrospermum paradoxum</i>	1996	0 <sup>2</sup>		
		1997	16 500	Achat de mil	
	<i>Cerathotheca sesamoides</i>	1995	2400	Achat de mil	
		1996	2500	Achat de mil	
	<i>Hyphaene thebaica</i> 40 nattes (dourmier)	1995	17 000	Achat de mil	
		1996	8500	Achat de mil	
<b>Total</b>			<b>46 900</b>		
<u>Domaine agricole</u>		Années	Production	Valeur monétaire (F CFA)	Destination
	<i>Pennisetum americanum</i> (mil)	1995	35 bottes	437 500	Autoconsommation
		1996			
	<i>Oryza sativa</i> (riz)	1995	2 sacs	10 000	Autoconsommation
		1996			
	<i>Hibiscus asper</i>	1995	25 kg	11 500	Autoconsommation
		1996			
<b>Total</b>				459 000	

Tableau 3.2.3. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période). (*Boumba - Gongueye*)

a

<u>Domaine agroforestier</u>	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Butyrospermum paradoxum</i> (karité)	4,06
<i>Cerathotheca sesamoides</i>	1,21
<i>Hyphaene thebaica</i>	4,19

b

<u>Domaine agricole</u>	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Pennisetum thyphoides</i>	66,88
<i>Oryza sativa</i>	12,13
<i>Hibiscus asper</i>	11,53

Au niveau de l'exploitation 2, les flux monétaires engendrés par les produits de cueillette représente 29750 FCFA, soit au total 7,57 % de la couverture des besoins de la famille. Le karité à lui seul procure 6,38 % des besoins de la famille.

<sup>2</sup> En 1996 le karité n'a pas produit.

Tableau 3.2.4. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.

<u>Domaine agroforestier</u>	Espèce (Produits)	Période	Prix (FCFA)	Destination	
(cueillette)	<i>Butyrospermum paradoxum</i>	1995	0		
		1996	18750	Achat de mil	
	<i>Cerathotheca sesamoides</i>	1995	3500	Achat de mil	
		1996	7500	Achat de mil	
<b>Total</b>			<b>29750</b>		
<u>Domaine agricole</u>		Années	Production	Valeur monétaire (F CFA)	Destination
	<i>Pennisetum amencanum</i> (mil)	1995	67 bottes	139 583,33	Autoconsommation
		1996	55 bottes	114,583,33	Autoconsommation
	<i>Oryza sativa</i> (riz hivernal)	1995	2 sacs	20000	Autoconsommation
		1996			
<b>Total</b>				174166,66	

Tableau 3.2.5. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).

a

Domaine agroforestier	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Butyrospermum paradoxum</i> (karité)	6,38
<i>Cerathotheca sesamoides</i>	1,19

b

DOMAINE AGRICOLE	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Pennisetum thyphoides</i> (mil)	86,48
<i>Oryza sativa</i> (riz)	5,95

Les apports monétaires au sein de l'exploitation 3 représentent 50 000 f consacrés exclusivement à l'achat du mil.

Tableau 3.2.6. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.

<u>Domaine agroforestier</u>	Espèce (Produits)	Période	Prix (FCFA)	Destination	
(cueillette)	<i>Butyrospermum paradoxum</i>	1995	0 <sup>1</sup>		
		1996	15 000	Achat de mil	
	<i>Cerathotheca sesamoides</i>	1995	15 000	Achat de mil	
		1996	20 000	Achat de mil	
<b>Total</b>			<b>50 000</b>		
<u>Domaine agricole</u>		Années	Production	Valeur monétaire (F CFA)	Destination
	<i>Pennisetum amencanum</i>	1995		59 000	Autoconsommation
		1996			
	<i>Arachis hypogea</i>	1995		3500	Autoconsommation
		1996			
Autres	<i>Aide de la part de</i>	ses	enfants	Niamey	
<b>Total</b>			62 500		

Tableau 3.2.7. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).

**a**

**b**

Domaine agroforestier	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	18,18
<i>Cerathotheca sesamoides</i>	21,21
Aide	60,61

DOMAINE AGRICOLE	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Pennisetum thyphoides</i>	
<i>Oryza sativa</i>	

L'exploitation 4 présente une spécificité par rapport aux autres puisque l'ensemble des produits du domaine agroforestiers sont issus de son verger. Ces produits représentent 7,67 % des besoins de la famille.

Tableau 3.2.8. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.

<u>Domaine agroforestier</u>	Espèce (Produits)	Période	Prix (FCFA)	Destination
(cueillette)	<i>Mangifera indica</i>	1995	21 500	Impôt, manège de sa fille,
		1996	30 000	
	<i>Langelana sp</i>	1995	15 000	Achat de pagnes pour ses 4 femmes
		1996	32 000	
	<i>Psidium guajava</i>	1995	51500	Achat de mouton pour la tabaski
		1996		
<i>Citrus sinensis</i>	1995	13 000	Achat de mil	
	1996	9 000		
<i>Parkia biglobosa</i>	1995	8 000	Achat de mil	
	1996	9 000		
<b>Total</b>			180 000	
<u>Domaine agricole</u>	<i>Pennisetum amencanum</i>	1995	480	Autoconsommation
		1996	280	Autoconsommation
<b>Total</b>				

Tableau 3.2.9. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).

**a**

<u>Domaine agroforestier</u>	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Mangifera indica</i>	3
<i>Langelaria sp.</i>	2,62
<i>Psidium guyava</i>	0,3
<i>Citrus cinensis</i>	0,76
<i>Parkia biglobosa</i>	0,99

**b**

DOMAINE AGRICOLE	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Pennisetum thyphoides</i>	92,32

Au niveau de l'exploitation 5, le revenu tiré de la vente des produits de cueillette représente 81675 F sur les deux années. En dehors de l'achat de vivres, cette somme a permis à cette exploitation d'investir dans le petits ruminants. Parmi les espèces de cueillette, c'est surtout *Cassia tora* (3,58 %) et *Acacia senegal* (gomme) (2,54 %) qui procurent le maximum de ressources au niveau de cette exploitation. Un fait nouveau au niveau de cette exploitation, il s'agit de la diversité des produits de cueillette. Là également ce travail de cueillette est assuré exclusivement par les enfants. Il s'agit généralement de cueillette sporadique.

Tableau 3.2.10. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.

<b>Domaine agroforestier</b>	<b>Espèce (Produits)</b>	<b>Période</b>	<b>Prix (FCFA)</b>	<b>Destination</b>
(cueillette)	<i>Andropogon gayanus</i> <sup>3</sup>	1995	15 000	Vente
		1996	non	
	<i>Cassia tora</i>	1995	30000	2 moutons, 1 chèvres, dépenses au cours des mariages.
		1996		
	<i>Adansonia digitata</i>	1995	6800	
		1996		
	<i>Tapinanthus globiferus</i>	1995	2625	
1996				
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1995	750		
	1996	5250		
<i>Acacia senegal</i> (gomme)	1996	10000	1 mouton, Achat d'habits 1 chèvre, dépenses pour la famille au cours des mariages.	
	1997	11250		
<b>Total</b>			<b>81 675</b>	
<b>Domaine agricole</b>		<b>Années</b>	<b>Production</b>	<b>Valeur monétaire Destination (F CFA)</b>
	<i>Pennisetum americanum</i>	1995	170	354 167 Autoconsommation
		1996	193	402 083 Autoconsommation
	<i>Vigna unguiculata</i> (fane de niébé)	1996	7 500	Achat d'habits
		1997		
Autres	vente de seccos	1995	15 000	Achat de 3 sacs de mil à 43 000 F, de produits pharmaceutiques
		1996	43 000	
<b>Total</b>			<b>1 289 333</b>	

\* Pas noté

<sup>3</sup> Il confectionne des seccos qu'il vend sur les marchés de la région.

Tableau 3.2.11. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).

**a**

<u>Domaine agroforestier</u>	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Andropogon gayanus</i>	1,79
<i>Cassia tora</i>	3,58
<i>Adansonia digitata</i>	0,81
<i>Tapinanthus globiferus</i>	0,31
<i>Diospyros mespiliformis</i>	0,63
<i>Acacia senegal (gomma)</i>	2,54

**b**

<u>Domaine agricole</u>	
Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Pennisetum americanum</i>	90,33

Au niveau de l'exploitation 6, *Maerua crassifolia*, *Boscia senegalensis* et *Gynandropsis gynandra* interviennent pour une part importante dans l'alimentation de la famille. En effet les terres agricoles de cette exploitation sont situées dans une zone où les risques climatiques sont importants. Ceci se traduit habituellement par des productions déficitaires fréquentes et le seul recours des populations est la cueillette.

Tableau 3.2.12. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.

<u>Domaine agroforestier</u>	Espèce (Produits)	Période	Prix (FCFA)	Destination	Achat
(cueillette)	<i>Maerua crassifolia</i>	1996	1850	Achat de mil, de	soumbala et de sel
	<i>Boscia senegalensis</i>	1996	1250	Achat de mil, de	soumbala et de sel
	<i>Gynandropsis gynandra</i>	1996	feuilles	Autoconsommation	
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	1996	fruits	Autoconsommation	
<u>Domaine agricole</u>	<i>Pennisetum americanum</i> (mil)	1996	67 bottes	Autoconsommation	
Autres	Aide de son fils qui est parti en exode	1996	8500	Achat de mil	

Tableau 3.2.13. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).

a		b	
Domaine agroforestier		Domaine agricole	
Nom scientifique	Proportion (%)	Nom scientifique	Proportion (%)
<i>Maerua<sup>4</sup> crassifolia</i>	1,3	<i>Pennisetum amencanum</i>	97,83
<i>Boscia senegalensis</i>	0,88		

Parmi les exploitations choisies, c'est le n°4 qui se singularise par rapport aux autres. En effet contrairement aux autres celui-ci dispose d'un verger de fruitiers qui lui procure une gamme variée de produits. Les autres exploitations se caractérisent par l'exploitation des produits issus de plantes qui poussent naturellement dans les champs.

Au vue de ces résultats, on peut constater que les revenus tirés des parcs agroforestiers varient suivant le gradient pluviométrique. Au niveau du parc à *Butyrospermum paradoxum* et *Cerathotheca sesamoides*, qui représentent respectivement 10,01 % et 2,91 % dans les revenus de l'exploitation n°1. Les revenus issus de la vente des produits obtenus à partir de *Hyphaene thebaica* représente 10,31 % des revenus de ce ménage.

Les mêmes tendances sont observées au niveau des exploitations 2 et 3, c'est à dire que les produits obtenus à partir de *Butyrospermum paradoxum* et *Cerathotheca sesamoides* sont importants.

Au niveau de Bogodjotou, les principaux produits de cueillette sont les feuilles de *Cassia tora*, de *Adansonia digitata*, du *Tapinanthus globiferus*, des fruits de *Diospyros mespiliformis*, de *Balanites aegyptiaca* et la gomme arabique obtenue à partir de *Acacia senegal*. Au niveau de l'exploitation retenue (tableau 7.9 et 7.10) c'est *Cassia tora* qui procure le maximum de revenu.

Plus au nord c'est *Maerua crassifolia* qui procure le plus de revenu suivi de *Boscia senegalensis*.

<sup>4</sup> Au niveau de cette exploitation les feuilles de *Maerua crassifolia* arrivent à constituer 100 % des besoins alimentaires de la famille.

### C. Période de cueillette

Elle est inféodée à la phénologie des essences qui est variable (Fig. 3.2.2). En revanche les besoins des populations sont maximales pendant la période de soudure (Fig. 3.2.2). Au sein de certains ménage, au cours de la période de soudure, les feuilles de *Maerua crassifolia* entrent pour 100 % dans les repas. C'est précisément le cas de l'exploitation n°6 qui est en situation pluviométrique marginale.

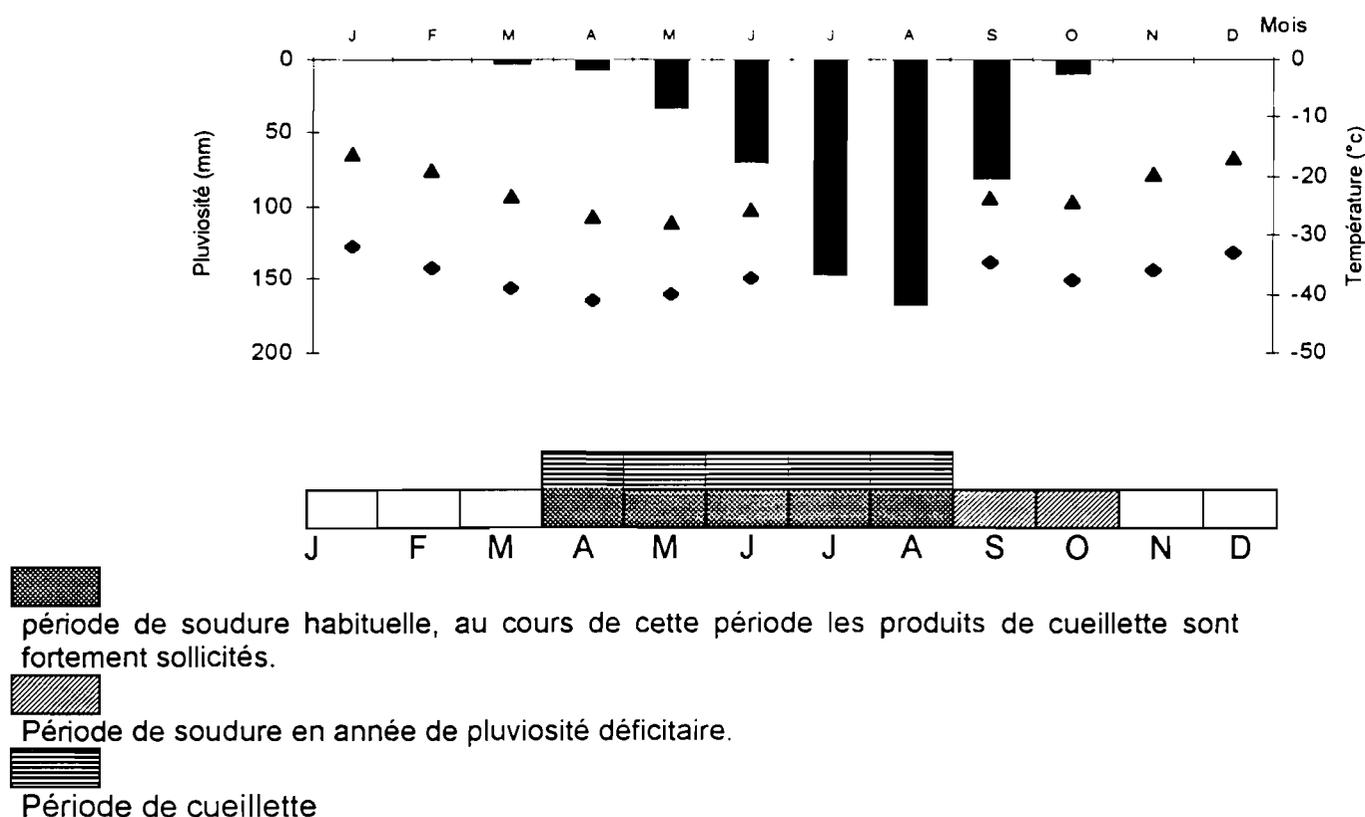


Fig. 3.2.2. Périodes au cours desquelles les difficultés alimentaires sont chroniques, pendant l'année en relation avec les périodes d'utilisation des produits de cueillette.

### D. Rôle joué par les essences de parc dans la sécurité alimentaire des populations

A partir des résultats ci-dessus exposés, on comprend que les produits de cueillette constituent un complément à la ration quotidienne des populations. En

période de soudure, ils peuvent même constituer une alimentation de substitution. en effet BERNUS (1980) rapporte qu'en zone sahélienne, « face aux difficultés engendrées par la sécheresse, les populations qui restent sur place tentent d'utiliser toutes les ressources végétales disponibles ». Mais faut-il souligner que la récolte de produits alimentaires, principalement *Maerua crassifolia*, *Gynandropsis gynandra* et *Cassia tora*, a lieu même si la production est bonne. Ceci permet aux populations d'assurer les dépenses courantes et de disposer d'un petit élevage. Il s'agit de la forme la plus courante d'investissement en milieu rural. C'est le cas de l'exploitation n°5, au sein de laquelle les recettes faites à travers la vente des feuilles du *Cassia tora* et de la gomme arabique, ont permis d'acheter 3 moutons et 2 chèvres sur deux ans. Généralement ce petit élevage est utilisé ultérieurement en fonction des besoins de la famille (cérémonies, achat de vivres, habillements). Ceci laisse présager l'importance que prennent ces produits au sein des familles.

### **E. Problématique de la périodicité de la fructification chez le karité**

On a vu que les fruits de *Butyrospermum paradoxum* procurent d'importants revenus pour les populations. Mais à cause de la périodicité de la productivité (BAGNOU N. et al., 1995) de *Butyrospermum paradoxum*, ce rôle n'est pas toujours joué. Ceci est révélé par cette anecdote rapportée par les populations « *le karité ne supporte pas l'enfant d'autrui deux ans de suite* ». Cette anecdote traduit donc toute l'importance économique de l'arbre pour ces populations.

Mais cette irrégularité de la production ne comprend pas uniquement le karité. En effet comme l'a souligné BERNUS (1980) le déficit pluviométrique est préjudiciable aux pâturage ainsi qu'aux produits de cueillette consommés régulièrement. Dans ces conditions, les populations se reportent sur les espèces herbacées plus résistantes, à cycle court, tels *Tribulus terrestris* ou *Cenchrus biflorus*.

### **F. La cueillette une activité de survie**

Les résultats d'enquête montrent que les populations de notre transect d'étude font largement recours aux produits de cueillette soit pour s'assurer une alimentation de subsistance, soit pour accroître la production. Cette activité joue un

rôle primordial pour les familles ne disposant pas d'une main d'oeuvre importante pour mettre en valeur leurs terres. Par ailleurs ces ressources étant moins sujettes aux déficits pluviométriques par rapport aux cultures vivriers, constituent pour le monde paysan un refuge en attendant une « aide alimentaire » aléatoire et largement en deçà de leurs besoins même si elle arrive.

Il est important de souligner qu'il n'y a pas de conflits dans la gestion de ces ressources naturelles, tout un chacun a accès aux différents produits, dans les limites établies par le Code Forestier (Ministère de l'Economie et du Climat, 1974).

## G. Synthèse

Au vue des résultats obtenus par exploitation, il ressort que la cueillette ne joue pas le même rôle dans les ménages. Elle constitue une activité concurrente pour les travaux champêtres des hommes. Elle est menée essentiellement par les femmes et les jeunes filles, même si, pour les premières, elle constitue une activité concurrente par rapport aux travaux qu'elles mènent dans leurs parcelles d'arachide ou de gombo.

## IV. Conclusion

Dans un de ses travaux, BOURZAT (1984) tire la conclusion que « conduire une enquête économique est toujours un pari difficile ». En effet de nombreux points méthodologiques restent à améliorer pour mieux appréhender les flux réels des produits de cueillette.

Le long du transect d'étude l'irrégularité des pluies se traduit par un déficit céréalier important. Les populations locales tentent de résoudre ces problèmes par l'exploitation des ressources naturelles. Les principales formes d'exploitation sont la cueillette des fruits et feuilles. Les espèces de cueillette (*Butyrospermum paradoxum*, *Maerua crassifolia*, *Cassia tora*, *Cerathotheca sesamoides*, etc.) assurent un revenu permettant aux populations de se payer des céréales pour combler ces déficits. Ceci représente une forme d'exploitation de la diversité du milieu. Il s'agit d'une activité menée essentiellement par les femmes et les enfants. Les hommes, quant à eux, effectuent les travaux champêtres qui demandent plus

d'énergie. En revanche les revenus tirés de la vente des produits de la cueillette profitent à tous les membres de la famille.

A travers ces résultats, deux aspects fondamentaux de la question méritent une attention particulière. D'une part l'importance que jouent ces espèces dans la sécurisation alimentaire des populations du monde rural et d'autre part la pérennisation des populations des différentes espèces concernées. Ceci dit, un accent particulier doit être mis sur le devenir des peuplements pour assurer la pérennité de la ressource, en veillant sur leur régénération, gage du renouvellement des peuplements. Ceci représente une forme indirecte d'aide aux populations qui utilisent ces ressources.

### Planche photographique N°3



Photo 24 : Vente au marché de produits de cueillette.  
 m = feuille de *Maerua crassifolia* (5 FCFA la boule)  
 b = baie de *Boscia senegalensis* (5 FCFA la mesure de la louche)  
 l = louche.  
 s = Soubbala



Photo 25 : Noix de karité ramassées par les femmes pour la préparation de beurre de karité.

## Planche photographique N°3

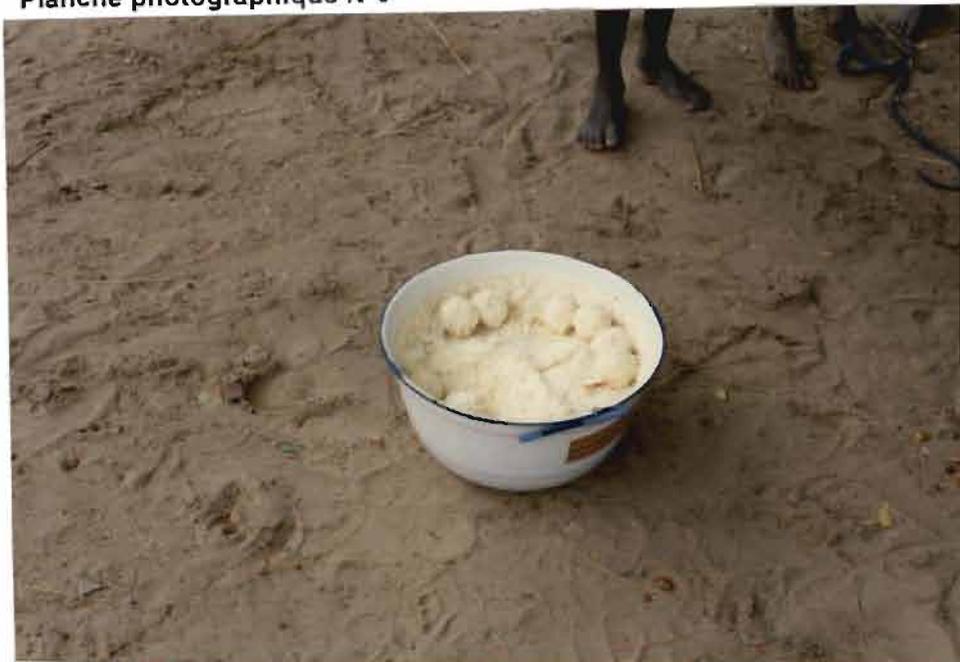


Photo 26 : Beurre de karité : une boule coûte 5 FCFA.



Photo 27 : Fruits de *Neocarya macrophylla* en vente par les jeunes filles.



Photo 28 : Les produits sont vendus en fruits, soient deux fruits à 25 FCFA, ou après extraction des noix dont un sachet coûte 100 FCFA.

## Planche photographique N°3

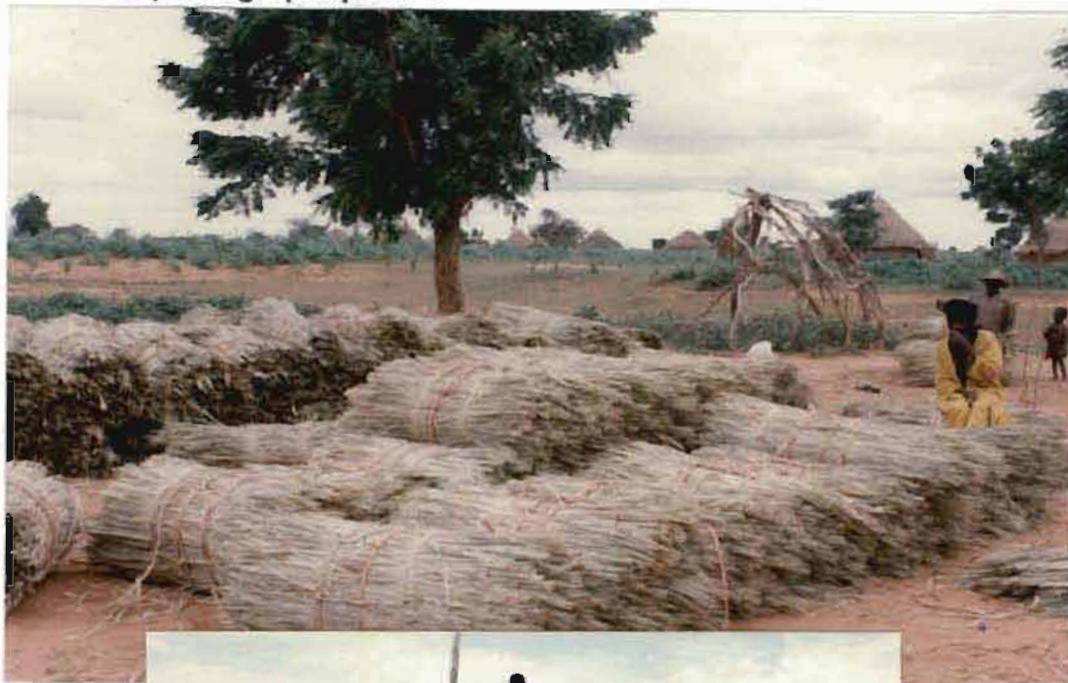


Photo 29 : Palmes de *Hyphaene thebaica* attachées en fagots dont un coûte de 2000 à 2500 FCFA au marché de Baleyara.

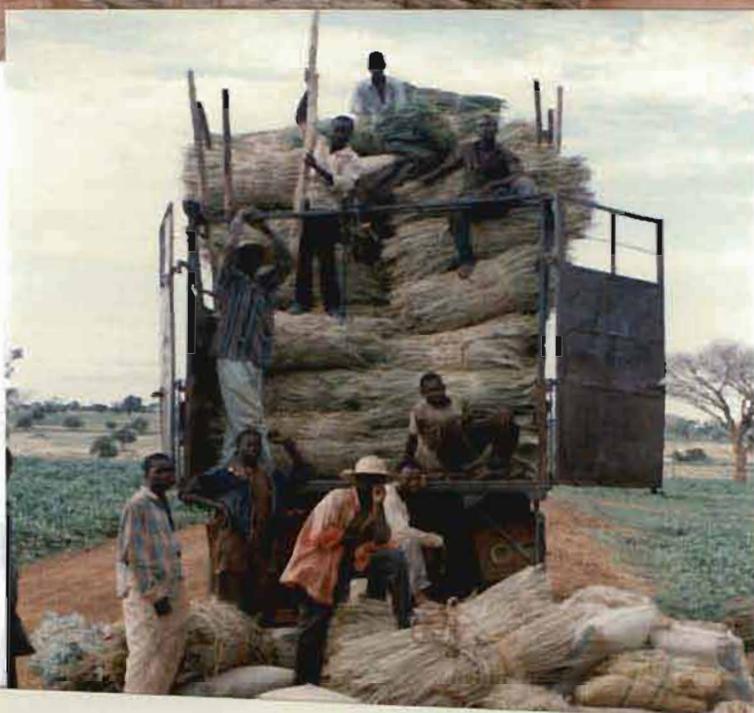


Photo 30 : Camion chargé de palmes de *Hyphaene thebaica* pour le marché de Baleyara.



Photo 31 : Cueillette des feuilles de *Gynandropsis gynandra* par les jeunes filles. Pour ces populations, cette activité de cueillette joue un rôle fondamental dans l'atténuation de la période de soudure.

## **Chapitre 3. - Le potentiel séminal édaphique et la densité des jeunes sujets**

### **Introduction**

Pour GRIME (1970) le continuum pour une population est, à un instant  $t$ , l'union de deux sous-ensembles :

- le sous-ensemble des individus potentiels (par exemple la « banque de semences »),
- le sous-ensemble des individus réalisés.

Pour cet auteur, chaque population d'une espèce, chaque individu d'une population occupe une fraction de ce continuum. Ainsi après l'étude de la structure des populations des principales espèces, il s'avère maintenant nécessaire d'aborder les potentialités du milieu, à travers la disponibilité en semences du sol et l'aptitude de celles-ci à germer dans les conditions naturelles.

HARPER et WHITE (1970) ont décrit le comportement d'une population végétale, en tenant compte de la « pluie de graines » et du filtre de germination, de la dormance, de la densité de plantes et du rendement, de l'auto-éclaircissage, notamment. Ces auteurs partent de la composante « graines viables » de la population dont beaucoup peuvent être en condition de dormance dans un réservoir de graines, d'où une certaine quantité peuvent être libérée occasionnellement. Quelques graines peuvent mourir avant que les mécanismes de dormance soient rompus. Ensuite intervient le filtre environnemental ; quelques graines pourront pénétrer certaines barrières mais pas toutes. Ces plantules qui pourront s'établir poussent et se reproduisent à différents degrés ; une fructification continue ou intermittente peut se produire. Les graines produites réalimentent la banque de graines ou peuvent germer directement.

### **I. Matériel et méthode d'étude**

Les éléments sur lesquels sont portés les observations sont :

- la capacité de reproduction ;
- le potentiel séminal édaphique.

### **A. Choix des espèces pour le test de germination en pépinière**

Nous avons utilisé 6 espèces pour le test de germination en pépinière. Il s'agit de : *Khaya senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, *Prosopis africana*, *Adansonia digitata* et *Acacia nilotica var. Adansonii*. Les semences utilisées ont été en partie récoltées sur le terrain, en partie reçues du Centre National des Semences Forestières (Direction de l'Environnement).

### **B. Capacité de reproduction des semenciers**

Elle a été appréciée à travers la récolte totale des productions annuelles des semenciers. Pour ce faire nous avons demandé à un villageois de cueillir quotidiennement les fruits pour des sujets retenus en avance en fonction des caractéristiques dendrométriques suivantes : hauteur totale, la circonférence du tronc à 1,3 m.

### **C. Potentiel séminal édaphique**

La méthode de travail a consisté à prélever un volume de sol sur des surfaces de 1 m de côté et 20 cm de profondeur et dans les quatre directions cardinales par rapport au tronc des arbres. Après prélèvement, la terre est broyée puis tamisée à l'aide de tamis de 1 mm de diamètre. Les semences sont triées manuellement afin de les débarrasser des impuretés (chaumes, fragments de tiges) et réparties par espèce. Le nombre de répétition est de 10 par espèce. La méthode n'est pas appliquée chez *Borassus aethiopum* dont les fruits sont systématiquement ramassés par les populations.

### **D. Comportement de la germination de 6 essences de parc en pépinière**

Six essences citées ci-dessus sont concernées par le test de germination en pépinière.

Les traitements appliqués sont les suivants :

a. Préparation d'un lit de semis avec irrigation quotidienne et apport de fumure.

b. Préparation d'un lit de semis, avec irrigation quotidienne, sans fumure.

c. Témoins sans irrigation ni fumure. Les seules ressources en eau sont limitées à la lame d'eau qui tombe au cours de la saison des pluies.

Par essence et par traitement, nous avons semé 100 graines. L'apport de l'eau se fait tous les jours, matin et soir, en raison du contenu d'un arrosoir de 10 l pour une surface de 2 m<sup>2</sup>, soit 5 l / m<sup>2</sup>. Le comptage des levées est quotidien.

## **E. L'inventaire des plantules dans les parcs**

Il s'agit de compter les plantules dans des surfaces de 1 m<sup>2</sup>, sous la couronne des arbres et 50 m<sup>2</sup> hors couvert. Cette opération a eu lieu, sur le terrain en septembre et octobre, en fin de saison des pluies. Généralement après les opérations de sarclage, en fonction de la pluviosité, en plus des souches qui rejettent, des vagues de germination peuvent se produire dans les champs. Le nombre de répétition est de 15 par espèce sous la couronne et 5 hors couronne.

Par ailleurs des profils racinaires ont été effectués pour les stades jeunes de certaines essences, afin d'appréhender le développement racinaire de ces jeunes sujets, dès lors que c'est ce système qui conditionne l'alimentation en eau.

## **II. RÉSULTATS**

### **A. Potentiel séminal édaphique et effectifs des jeunes sujets**

#### **1. Site de Tara**

Au niveau de ce site, les espèces sous lesquelles les relevés sont réalisés ont été retenues en fonction de la physiologie du parc. Les résultats présentés dans le tableau 3.3.1 montrent l'abondance des semences sous *Vitex doniana* et *Parkia biglobosa*. Les espèces pour lesquelles le maximum de semences a été relevé sont : *Vitex doniana*, *Sclerocarya birrea*, *Bombax costatum*. En revanche des

espèces de cueillette comme *Butyrospermum paradoxum*, *Ziziphus mauritiana*, *Adansonia digitata* et *Parkia biglobosa* ont été très peu voire non relevées.

### 1.1. *Parkia biglobosa*

#### a. Présence des semences dans le sol

La densité en semences dans le sol est très faible, ceci aussi bien sous les couronnes des semenciers de l'espèce qu'en dehors (Tableau. 3.3.1).

Tableau 3.3.1.- Site de Tara : nombre moyen de semences par espèce / m<sup>2</sup> sous la couronne des arbres et hors couronne (par 50 m<sup>2</sup>), parc mixte à *Butyrospermum paradoxum* et *Bombax costatum*.

Espèces relevées ↓	Valeur moyenne sous couronne ↓						Valeur moyenne hors couronne ↓				
	Pb	Pa	Lm	Sb	Vd	Bc	Fg	Bp	Pb	Lm	H C
<i>Balanites</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Adansonia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prosopis</i>	3	0	1	0	7	0	0	0	1	0	1
<i>Sclerocarya</i>	12	0	0	16	4	0	0	0	0	0	2
<i>Vitex</i>	7	0	0	0	106	0	0	7	1	0	3
<i>Diospyros</i>	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ziziphus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bombax</i>	0	2	0	0	0	1	1	0	0	3	0
<i>Azadirachta</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Butyrospermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

P b = *Parkia biglobosa*

P a = *Prosopis africana*

L m = *Lannea microcarpa*

S b = *Sclerocarya birrea*

V d = *Vitex doniana*

B c = *Bombax costatum*

B p = *Butyrospermum paradoxum*

H C = relevés effectués hors du houppier.

### **b. Effectifs des semis**

Ces effectifs sont très faibles, puisque c'est seulement un individu qui a été observé dans une jachère.

## **1.2. *Butyrospermum paradoxum***

### **a. Présence des semences dans le sol**

Les résultats obtenus montrent que les semences de l'essence sont peu présentes dans le sol, aussi bien sous couronne qu'en dehors (tableau 3.3.1).

### **b. Effectifs des semis**

Au même titre que les semences, les germinations sont peu présentes. En effet il est rare de noter dans le parc de jeunes sujets de l'espèce.

## **1.3. *Adansonia digitata***

### **a. Présence des semences dans le sol**

Les densités en semences dans le sol sont très faibles. Il s'agit d'une essence dont les fruits sont beaucoup sollicités par les populations qui les cueillent pour leur propre consommation et quelques fois pour la vente.

### **b. Effectifs des semis**

Il n'a pas été relevé de jeunes sujets de l'espèce dans les parcs qui comportent des individus de l'espèce. Ceci est dû au fait que les perturbations dues aux opérations de sarclage détruisent probablement beaucoup d'individus.

## 2. Site de Ticko

### 2.1. *Hyphaene thebaica*

#### a. Présence des semences dans le sol

Les résultats issus du comptage montrent une prédominance des semences sous le houppier de l'arbre, de même ces densités ne sont pas négligeables hors du couvert. Les effectifs sont donnés dans le tableau ci-dessous. La dispersion naturelle est faible chez l'espèce. Celle-ci se fait surtout par l'homme et les animaux (bovins et asins). En plus la propagation de l'espèce se fait par drageon.

Tableau 3.3.2. - Site de Ticko, nombre moyen de semences sous couronne des semenciers par m<sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m<sup>2</sup>, parc à *Hyphaene thebaica*.

N° des semenciers	Valeur moyenne sous couronne	Valeur moyenne hors couronne
1	6	0
2	10	2
3	7	0
4	24	0
5	7	3
6	7	0
7	3	0
8	8	1
9	2	0
10	7	0
11	9	1
12	17	0
13	7	0
Moyenne	9	1

La distribution des semences est donc étroitement lié à celle des semenciers, de même que les semences sont relevées également dans des endroits relativement

éloignés des semenciers. En effet il s'agit d'une essence dont les fruits sont très appréciés par les hommes et les animaux. Il se produit de ce fait une distribution zoochore dans le terroir. Le nombre moyen de semences par m<sup>2</sup> sous les couronnes des arbres est de 9. En dehors des couronnes, la densité est très faible, en moyenne 1 semis par 50 m<sup>2</sup>.

### b. Effectifs des semis

De la même façon que les semences dominant sous le houppier des arbres, le semis de *Hyphaene thebaica* dominant également sous le houppier. En revanche, ces jeunes sujets apparaissent également dans tout le peuplement. Le nombre moyen de semis est de 4 par m<sup>2</sup> sous la couronne des arbres.

Tableau 3.3.3. - Site de Ticko, effectifs moyens de semis sous couronne des semenciers par m<sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m<sup>2</sup>, parc à *Hyphaene thebaica*.

N° individu	Moyenne sous couronne	Moyenne hors couronne
1	7	0
2	10	1
3	6	0
4	1	0
5	1	1
6	0	0
7	1	0
8	2	0
9	3	2
10	6	0
11	4	0
12	4	0
Moyenne	3.75	0.33

### 3. Site de Boumba

#### 3.1. *Neocarya macrophylla*

##### a. Présence des semences dans le sol

Les semences de l'espèce ont été relevées surtout sous le houppier des arbres (tableau 3.3.4). Le nombre moyen de semences est de 8,75 graines par m<sup>2</sup>.

Tableau 3.3.4. - Site de Boumba, nombre moyen de semences sous couronne des semenciers par m<sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m<sup>2</sup>, parc à *Butyrospermum paradoxum*.

N° des individus de <i>Neocarya macrophylla</i>	Moyenne sous couronne	Moyenne hors couronne
1	7,2	0
2	5,8	0
3	17	0
4	6,03	0
Moyenne	9,01	0

##### b. Effectifs des jeunes sujets

La régénération de l'espèce est principalement liée aux sujets adultes de l'espèce. Les densités sont données par le tableau qui suit :

Tableau 3.3.5. - Site de Boumba, effectifs moyens de semis sous couronne des semenciers par m<sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m<sup>2</sup>, parc à *Butyrospermum paradoxum*.

N° des individus de <i>Butyrospermum paradoxum</i>	Moyenne sous houppier	Moyenne hors houppier
1	2,5	0
2	0,75	0
3	7	0
4	3,5	0
Moyenne	3,44	0

#### 4. Site de Bogodjotou

##### 4.1. *Balanites aegyptiaca*

###### a. Présence des semences dans le sol

Pour cette essence, les densités en semences sont relativement importantes, en moyenne 5 semences par m<sup>2</sup> sous la couronne des arbres.

###### b. Effectifs des semis

Les germinations sous la couronne des arbres sont relativement élevées (4 plants m<sup>2</sup>).

##### 4.2. *Acacia nilotica* var. *adansonii*

###### a. Présence des semences dans le sol

Les densités en semences de l'espèce sont de l'ordre de 10 par m<sup>2</sup>. Cependant des densités moyennes de 1 à 3 plants ont été relevées dans le terroir de Bogodjotou.

## b. Effectifs des jeunes sujets

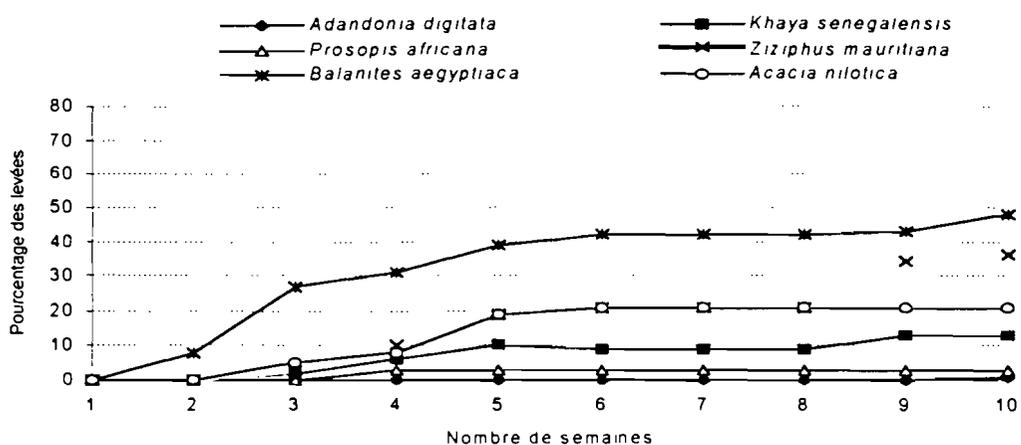
Ces effectifs sont faibles puisque les densités sont inférieures à 2 semis par m<sup>2</sup>.

## B. Comportement de la germination des semences en pépinière

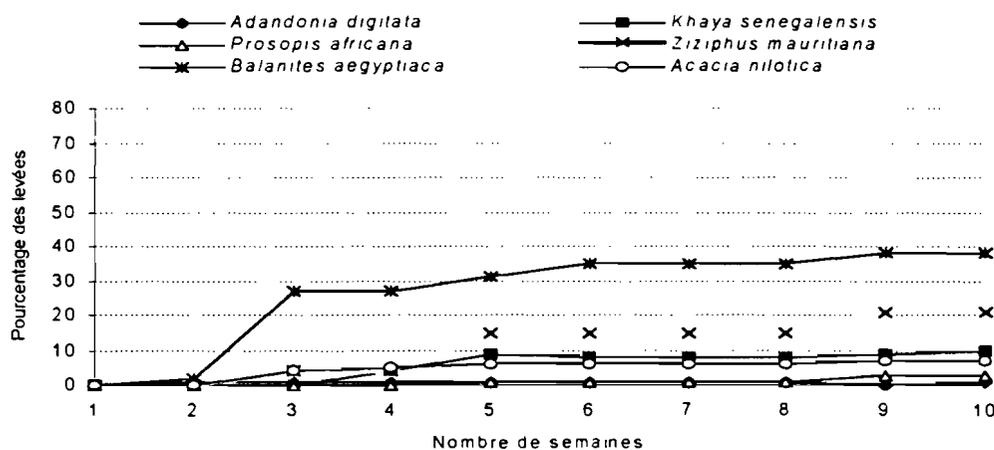
Les courbes de germination obtenues suite au suivi des levées pour 6 essences font ressortir l'impact de la quantité d'eau disponible dans le sol et la composition chimique de ce dernier, sur le comportement de la germination des essences. Cette germination est améliorée sur des sols riches en humus (apport) et suffisamment approvisionnés en eau (figure 3.3.1 a). La germination est appréciable lorsque l'apport d'eau est suffisant, sans apport de fumier (figure 3.3.1.b). Globalement les courbes de germinations décrivent la même allure dans les deux situations, la différence est perceptible surtout vis à vis des valeurs observées. En revanche quand l'apport d'eau n'est pas suffisant, il apparaît une différence marquée entre les espèces. C'est ainsi que *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* comportent des vagues de germinations appréciables après des pluies qui humidifient suffisamment le sol, 60 et 40 mm par exemple (figure 3.3.1.c).

Les schémas a et b de la figure 3.3.1 montrent que les levées ont été très faibles pour des espèces comme *Adansonia digitata* et *Prosopis africana*, même dans le cas où il y a apport d'eau et de fumure. Le taux de germination est faible pour des essences comme *Acacia nilotica* et *Khaya senegalensis*. En revanche le taux de levée est élevé pour *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* lorsque les ressources en eau se limitent à la pluie. Dans ces conditions les germinations interviennent surtout après les pluies (Fig. 3.3.1.c). Cette figure montre que les levées maximales sont enregistrées après les pluies.

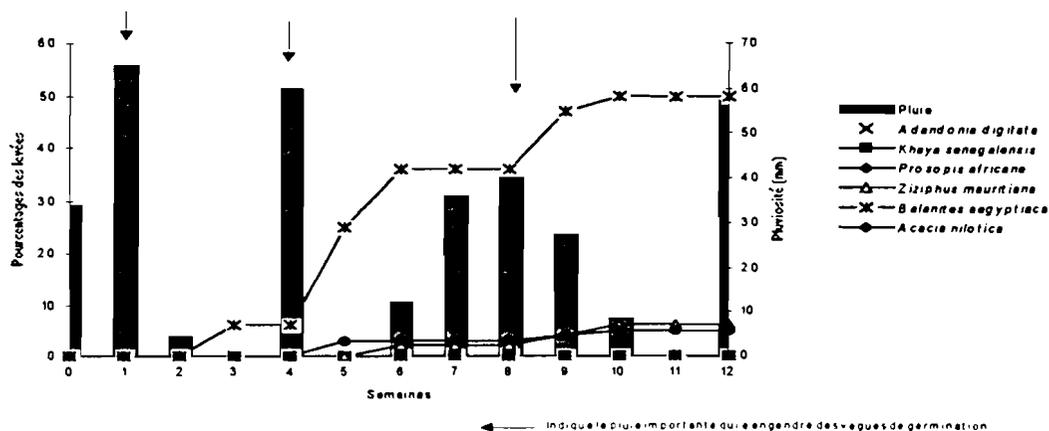
Le suivi des germinations effectué sur 3 mois montrent une bonne germination pour *Balanites aegyptiaca* dans les conditions naturelles et le principal facteur qui contrôle cette germination est l'eau.



a



b



c

Fig. 3.3.1a, b et c. - Évolution du taux de germination des semences de 6 essences ligneuses au cours de la saison des pluies.

a : avec irrigation quotidienne et apport de fumure.

b : avec irrigation quotidienne, sans fumure.

c : sans irrigation ni fumure. Les seules ressources en eau sont représentées par celle des pluies.

Ad : *Adansonia digitata* ; KS : *Khaya senegalensis* ; PA : *Prosopis africana* ; ZM : *Ziziphus mauritiana* ; BA : *Balanites aegyptiaca* ; AN : *Acacia nilotica* var *Adansonii*.

### 3. Morphologie du système racinaire

Le système racinaire a été étudié seulement pour quelques essences dont *Faidherbia albida*, *Neocarya macrophylla* et *Hyphaene thebaica*.

#### a. *Faidherbia albida*

Le plant utilisé est âgé de 2 ans. Pour ce plant, la partie souterraine est plus développée que la partie aérienne, dans un rapport de 3,3 fois (Fig. 3.3.2). Ce plant n'a développé de racines secondaires que vers 31,5 cm de profondeur. Il s'agit d'un système racinaire de type pivotant. Ceci confirme l'hypothèse généralement rencontrée dans la littérature à savoir que l'espèce développe plus de racine vers la profondeur durant ses premières phases de croissance.

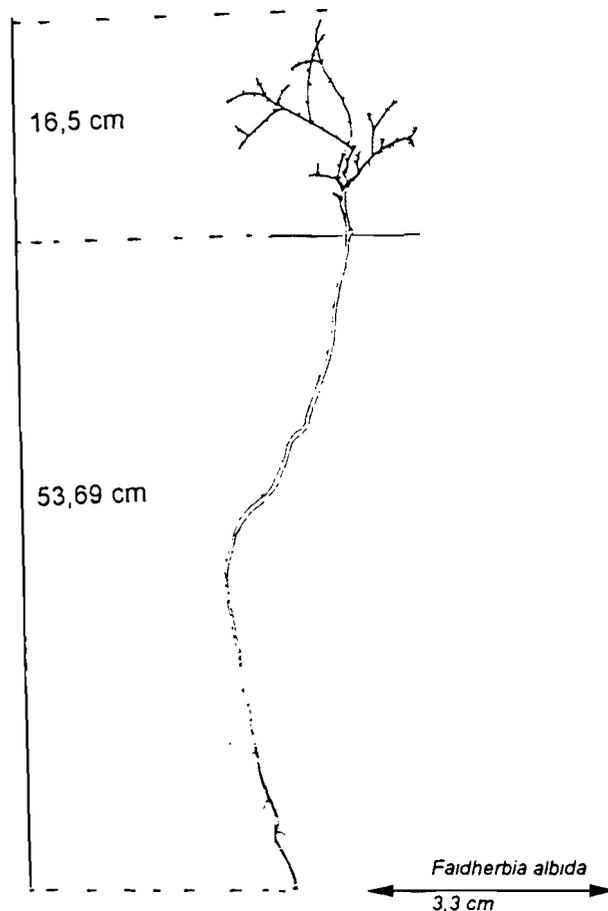


Fig. 3.3.2. - Morphologie racinaire de *Faidherbia albida*

**b. *Neocarya macrophylla***

Comme pour *Faidherbia albida*, la partie souterraine est plus développée que la partie aérienne (figure 3.3.3). Le rapport est de 5. La plantule ne développe pas de racines latérales.

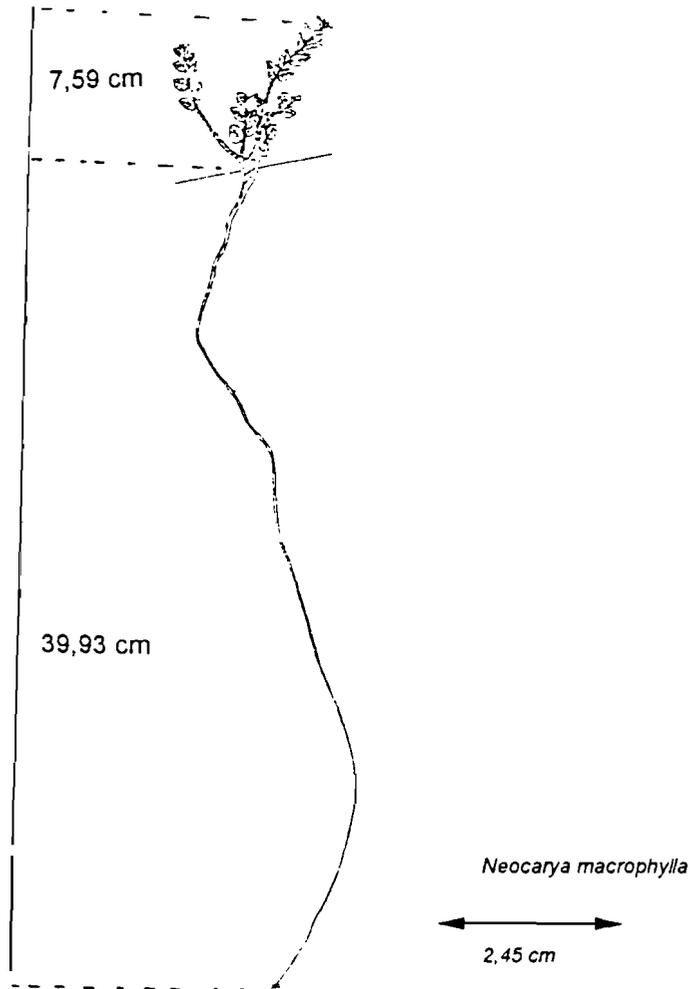


Fig. 3.3.3. - Morphologie racinaire de *Neocarya macrophylla*

### c. *Hyphaene thebaica*

*Hyphaene thebaica* a un comportement similaire aux deux espèces précédentes. La partie souterraine est plus développée par rapport à la partie aérienne (figure 3.3.4). Le rapport entre partie aérienne et partie souterraine est de 10. Cependant l'espèce développe des racines secondaires.

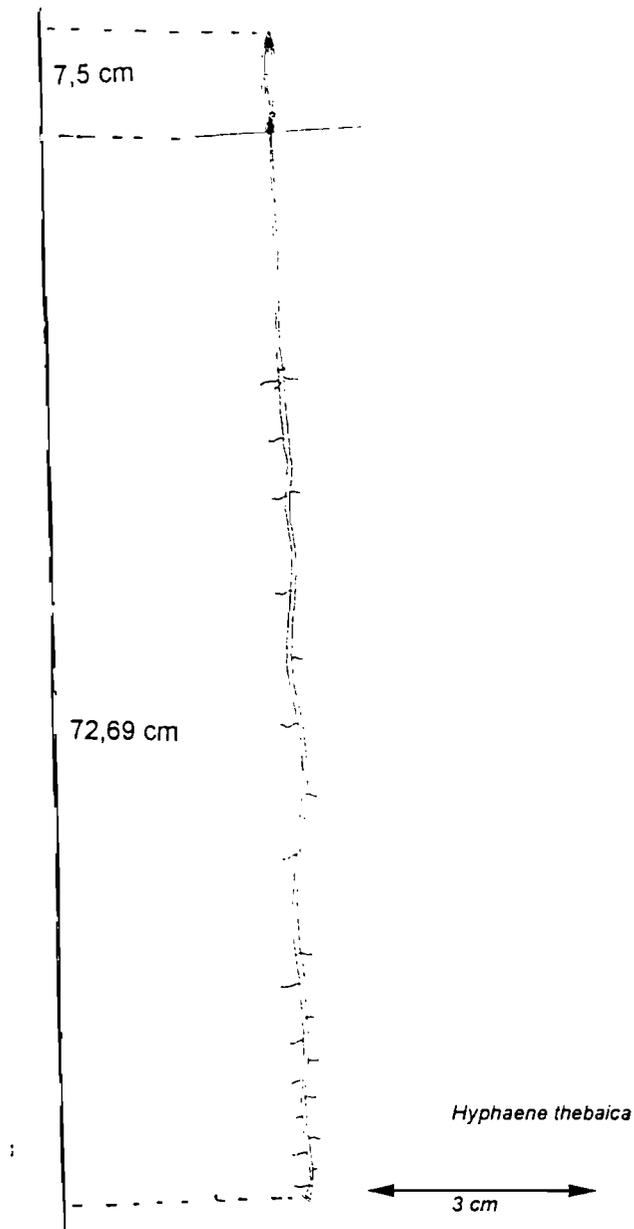


Fig. 3.3.4. - Morphologie racinaire de *Hyphaene thebaica*

### III. Conclusion

Ce qui est commun à toutes les espèces est la faiblesse de la densité de semences et des plants, dans les champs, à l'exception de certaines espèces liées à certains terroirs. Mais le stock semencier reste relativement important sous les couronnes pour des essences comme *Neocarya macrophylla* et *Hyphaene thebaica*. Ailleurs les densités sont faibles, moins de 1 semence par m<sup>2</sup>. Particulièrement, il existe des essences pour lesquelles les densités sont très faibles, c'est le cas de *Parkia biglobosa*, *Butyrospermum paradoxum*. La faiblesse des densités peut être imputée à la pression des prélèvements liée à une forte densité de la population (50 à 69 habitants au km<sup>2</sup>, dans la vallée du Dallol Bosso). Il s'agit d'espèces de cueillette dont les fruits sont forts sollicités.

Dans les conditions de notre milieu d'étude, les facteurs qui régulent la germination des espèces de parc sont la disponibilité en semences du sol, leur viabilité et les conditions hydriques. Tout au moins pour les herbacées GROUZIS et al. (1986) soulignent que le stock en semences du sol ne pourrait constituer un facteur limitant, ce qui n'est pas le cas pour des espèces ligneuses de cueillette. En revanche ceux-ci soulignent que l'abondante production des semences constitue une bonne adaptation à la variabilité de la pluviométrie. Elle permet de faire face aux accidents climatiques en assurant la levée lors des phases favorables qui se succèdent au cours de la période d'établissement.

Quelles que soient les conditions du milieu naturel, on note un échelonnement des germinations. Ceci pourrait être considéré comme une stratégie dans la régénération de ces espèces qui leur permet ainsi d'échapper à la daba.

Pour *Faidherbia albida* des études conduites au Sénégal (DANTHU et al., 1996) montrent une dynamique de germination, des graines excrétées, proche des graines des lots témoins sans prétraitements. Ce qui, d'après les auteurs, milite en faveur d'une activité pratiquement nulle du séjour digestif sur les téguments des graines. OUEDRAOGO (1994) mentionne que la levée de dormance tégumentaire des graines de *Faidherbia albida* en régénération naturelle n'a pas pour unique voie le tube digestif des ruminants.

## Conclusion partielle

Dans cette zone où les pluies sont irrégulières, les déficits en céréales sont fréquents. Les populations locales tentent de résoudre ces problèmes par l'exploitation des ressources naturelles. A cet égard plusieurs fonctions sont liées aux parcs agroforestiers. Les principales formes d'exploitation sont la cueillette des fruits et feuilles. Les espèces de cueillette (*Vitellaria paradoxa*, *Maerua crassifolia*, *Hyphaene thebaica*, *Cassia tora*, *Cerathotheca sesamoides*) assurent ainsi un revenu aux populations.

Ces prélèvements excessifs remettent en cause la disponibilité en semences. En effet des espèces comme *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa*, du fait des prélèvements dont elles font l'objet présentent de très faibles proportions en semences dans le sol. En revanche ce stock semencier reste relativement important sous les couronnes des essences comme *Neocarya macrophylla* et *Hyphaene thebaica*.

La gestion des peuplements ligneux des champs dépend de plusieurs facteurs du milieu. Parmi ceux-ci les prescriptions du Code Forestier tient une place fondamentale. En effet les principales espèces de parc sont soumises à une législation forestière qui les protège.

En plus il ressort que ce mode de gestion a une influence sur la structure des peuplements. En effet si l'ébranchage est fort, il peut entraîner la baisse de la production fruitière de l'arbre, ce qui se répercute sur la disponibilité en semences. Les coupes répétitives dont font l'objet certaines essences peuvent aboutir à leur épuisement, de même qu'il peut également remettre en cause la disponibilité en semences.

Elle tient en l'augmentation de la densité de la population. Ce phénomène est indépendant de la volonté des gens qui exploitent les ressources du milieu. Les caractéristiques de cette gestion involontaire sont la saturation de l'espace qui est complètement verrouillé, la durée de la jachère est courte. Mais ce danger est atténué à cause de bonne garantie de régénération de *Faidherbia albida* à Toukounous. Ainsi les paysans maintiennent une certaine densité dans les champs. Cette densité est contrôlé, c'est la raison pour laquelle des jeunes *Faidherbia albida*

sont coupés. Ce comportement est la résultante d'un comportement de la part du paysan. En effet en plus du côté positif de l'espèce, plusieurs maux sont attribués à *Faidherbia albida*.

#### Planche photographique N°4



**Photo 33 :**  
Régénération  
naturelle de  
*Hyphaene thebaica*  
dans la vallée sèche  
du Dalloi Bosso. Il  
s'agit d'une espèce  
itéropane qui  
drageonne sous la  
pression des  
prélèvements. Ces  
drageons forment  
ainsi un tapis.

**Quatrième partie**

**DYNAMIQUE DES PARCS AGROFORESTIERS**

## Chapitre 1. - Les facteurs d'évolution des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger

### I. Introduction

La physionomie des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger varie en fonction de plusieurs facteurs du milieu qui font l'objet du présent chapitre. De prime abord, il faut noter la véritable irrégularité dans la distribution des essences, en allant du Sud vers le Nord. Ensuite vient se superposer l'influence liée aux activités de l'homme. Elle contribue, de façon ponctuelle, à façonner les parcs à *Faidherbia albida* et *Hyphaene thebaica*.

### II. Influence liée au gradient pluviométrique

Le gradient pluviométrique a une influence sur la distribution géographique des essences. Cette influence se traduit par une succession dans les différents types physionomiques. Il s'agit là d'un comportement qui est intrinsèque aux essences. On a vu à la troisième partie que des vagues de germination interviennent surtout après des pluies importantes.

### III. Influence liée à l'homme

Les variations liées aux activités de l'homme se font à deux niveaux, d'une part à travers ses troupeaux et d'autre part à travers les prélèvements effectués pour satisfaire ses divers besoins.

#### A. Influence liée aux animaux

L'influence liée au troupeau se manifeste à travers la dissémination des semences effectuée par les animaux. En effet des espèces comme *Faidherbia albida* connaissent une dissémination par zoochorie. Ainsi les animaux peuvent les déposer là où les peuplements de l'espèce n'existent pratiquement pas. C'est également le cas de *Hyphaene thebaica*.

## **B. Influence liée aux prélèvements effectués par les populations**

Les prélèvements concernent ici la cueillette, qui est particulièrement manifeste chez *Butyrospermum paradoxum* dont les fruits sont dans leur grande majorité ramassés par les populations. En effet les fruits de cette essence qui ne fructifie pas tous les ans sont particulièrement sollicités par les populations. On a vu dans la troisième partie que l'espèce joue un rôle important dans les revenus des ménages. Les organes concernés par cette cueillette sont les fruits. La cueillette ainsi opérée diminue fortement la disponibilité en semences. Par ailleurs à la cueillette des fruits s'ajoute le prélèvement du bois pour diverses utilisations. Le parc à *Hyphaene thebaica* présente une physionomie variable suivant les terroirs villageois. En effet dans la vallée du Dallol Bosso où la densité de la population est élevée (56 habitants au km<sup>2</sup>) l'essence est fortement mutilée. En revanche à Ticko où la densité de la population est peu élevée (10 habitants au km<sup>2</sup>), le parc est mieux structuré puis que les pressions sont moins fortes.

## **IV. Influence liée à la profondeur du niveau de la nappe phréatique**

La profondeur du niveau de la nappe phréatique conditionne le développement de certaines essences. En effet le long du Dallol Bosso, on peut relever une succession des espèces en allant du sud vers le nord. C'est ainsi que le parc à *Butyrospermum paradoxum* est localisé à l'embouchure du Dallol avec le fleuve. On relève ensuite au fur et à mesure que la profondeur du niveau de la nappe augmente *Neocarya macrophylla* et *Faidherbia albida*, en allant vers le nord.

## **V. Propositions pour la sauvegarde des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger.**

Les parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger présentent divers faciès en fonction des terroirs villageois. Au niveau du site de Boumba, le parc à *Butyrospermum paradoxum* se caractérise par la dominance des sujets adultes. Dans le terroir de Tara, la proportion des individus augmente dans les faibles

classes de circonférences. Les parcs à *Hyphaene thebaica* présente une grande variété de structure. L'espèce se régénère mieux dans les terroirs où elle n'est pas fortement utilisée. En plus lorsqu'elle bénéficie d'une certaine protection, elle se régénère. Elle présente de forte densités de jeunes sujets qui ne se développent jamais à cause de la pression d'utilisation.

La sauvegarde des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger nécessitera des interventions à travers la plantation ou la protection de la régénération naturelle. En plus une sensibilisation doit être menée par rapport aux organes prélevés. Des essences comme *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa* nécessitent une attention particulière pour améliorer leur régénération. En effet les pressions de cueillette sont fortes sur ces essences, ce qui se traduit par un déficit dans les germinations de l'espèce. Or il s'agit d'une essence qui peut germer facilement dans les conditions du milieu naturel (OUEDRAOGO, 1994).

## **VI. Synthèse et conclusion**

Dans notre milieu d'étude, les principaux facteurs qui déterminent la dynamique des parcs sont l'emprise humaine, le régime pluviométrique et le substrat géologique. Une hiérarchisation entre ces principaux facteurs permet de comprendre que l'influence de l'homme est déterminant. En effet l'homme, à travers les prélèvements d'organes (cueillette de fruits, émondage de branches pour le fourrage, taille de formation des jeunes sujets, taille d'entretien des vieux sujets, etc.) peut favoriser ou non le développement des individus d'une espèce. Cette influence est encore accentuée lorsque la densité de la population est élevée. Les activités de l'homme conditionnent la disponibilité en semences, la présence d'organes aériens qui régulent la photosynthèse et la reproduction de la plante entière. En effet d'après JACQUART (1978) une plante doit être considérée comme une population d'organes. C'est à dire une série d'organes ou modules. Il va sans dire que l'élimination de ces organes aboutissent à la mutilation de la plante.

## **Chapitre 2. - Rôle des parcs agroforestiers dans la remontée biologique des sols**

### **I. Méthode d'étude**

L'influence des arbres sur la variation des teneurs en éléments fertilisants des sols a été maintes fois soulignée (CTFT, 1988 ; MAÏ MOUSSA, 1995). Dans le cadre de ce travail, nous avons retenu deux types de parc pour analyser ce phénomène. Il s'agit d'un parc à *Hyphaene thebaïca* et d'un parc à *Faidherbia albida*, respectivement dans les terroirs de Ticko et Toukounous.

#### **1. Prélèvement des échantillons**

Dans le cas du parc à *Faidherbia albida*, la méthode a consisté à prélever des échantillons de sol dans les quatre directions cardinales, à distances croissantes des troncs des arbres (1 m, 5 m, 10 m et 15 m), tout en faisant varier la profondeur (0 à 5 cm, 5 à 10 cm, 10 à 20 cm, 20 à 30 cm, 30 à 40 cm et 40 à 50 cm).

Dans le cas du parc à *Hyphaene thebaïca*, nous avons prélevé nos échantillons aux mêmes profondeurs à 50 cm des pieds, sous la couronne.

#### **2. Analyse chimique**

Pour réaliser cette analyse, les échantillons ont été séchés puis tamiser à 2 mm après pilage.

##### **2.1. Mesure du pH en eau des sols**

Pour déterminer le pH, 10 g de sol à 2 mm sont prélevés dans un bêcher de 50 ml auxquels 25 ml d'eau ont été ajoutés. Après agitation le pH est mesuré à l'appareil.

## 2.2. Dosage du carbone organique

Pour doser le carbone organique, nous avons utilisé la méthode ANNE. Elle consiste à prélever 1 g de sol qu'on introduit dans un ballon de 100 ml avec 10 ml de bichromate de potassium à 8 % et 15 ml de  $H_2SO_4$  concentré. Après ébullition pendant 5 mn le ballon est refroidi sous jet d'eau. Le surnageant est récupéré et jaugé à 100 ml. De cette solution sont prélevés 20 ml dans un bêcher de 400 ml. 200 ml d'eau y sont ajoutés, 1,5 g de Fna et 3 gouttes de diphénylamine. La solution obtenue, de couleur brun-noirâtre, est titrée avec le sel de Mohr. Elle devient violette puis vire au vert franc à la goutte. On note X ml, le volume utilisé.

Parallèlement un essai témoin, sans terre, a été préparé avec 10 ml de bichromate et 15 ml de  $H_2SO_4$ .

## 2.3. Dosage de l'azote total

La méthode utilisée est le semi-micro-Kjeldahl. Elle consiste à prélever 1 g de sol et à l'introduire dans un bêcher de 100 ml. On y ajoute 1 g de mélange catalyseur et 10 ml de l'acide sulfurique.

## 2.4. Détermination du phosphore total

L'opération pour déterminer le phosphore total a consisté à peser 5 g de sol dans un bêcher de 100 ml auquel sont ajoutés 10 ml d'acide nitrique. Un verre de montre est utilisé pour fermer le bêcher. L'attaque sur plaque chauffante (100 - 105°) se fait pendant 5 heures. Le résidu est récupéré en ajoutant 50 ml d'acide sulfurique 1 N. Après filtrage, 5 ml sont prélevés dans une fiole jaugée de 50 ml. 10 ml de solution de sulfo-molibdate. Après agitation, 5 ml de solution d'acide ascorbique y sont ajoutés. De l'eau distillée est ajoutée pour compléter le volume à 50 ml. Après agitation la lecture est faite au spectrophotomètre à 882 nm.

## II. Résultats

### 1. Variation de la teneur en azote total

On note que les teneurs en azote sont sensiblement élevées sous la couronne de *Hyphaene thebaica*. Elles diminuent graduellement en profondeur. Hors parc les valeurs sont faibles (Fig. 4.2.1).

Par rapport à *Faidherbia albida*, les teneurs sont élevées dans un rayon de 10 m (Fig. 4.2.2). En profondeur, la diminution est très sensible avec la distance. Par contre dans un rayon de 1 m, on peut noter une accumulation à des profondeurs croissantes.

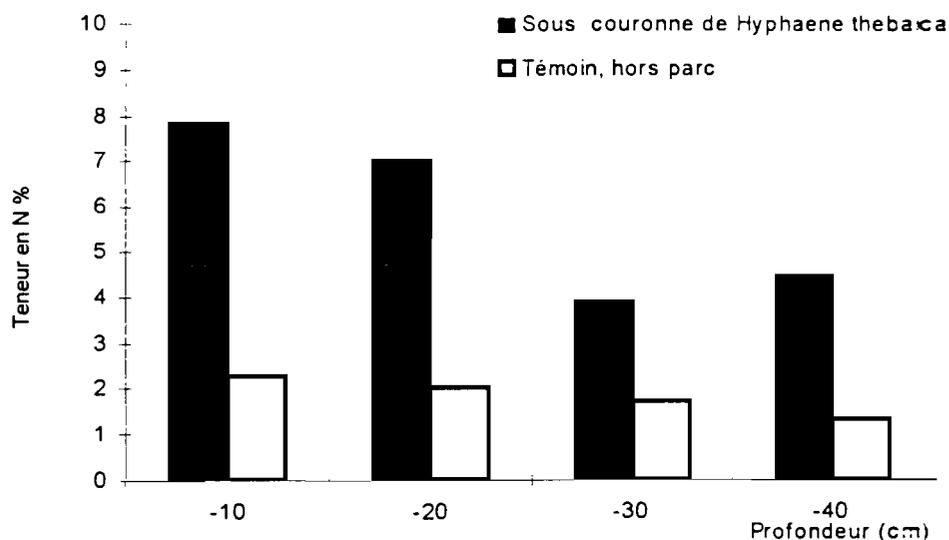


Fig. 4.2.1. - Variation de la teneur en azote total en fonction de la profondeur et du couvert de *Hyphaene thebaica*.

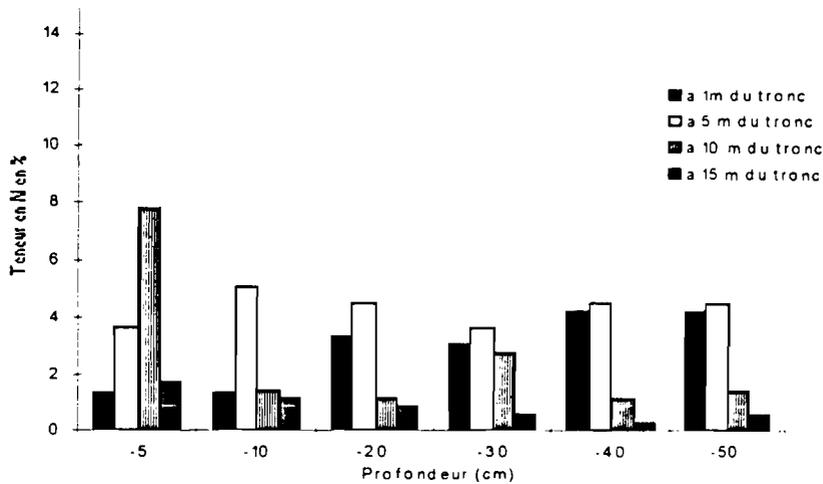


Fig. 4.2.2.- Variation de la teneur en azote en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de *Faidherbia albida*.

A 10 - 15 m du pied les teneurs en azote sont élevées en surface et diminuent graduellement quand la profondeur augmente. En revanche sous la couronne il y a accumulation en profondeur. En effet il s'agit de sols meubles, donc le piétinement par le bétail peut entraîner l'enfouissement en profondeur de la matière organique.

## 2. Variation de la teneur en carbone total

Par rapport à cet élément, les valeurs sont maximales sous la couronne de *Hyphaene thebaica* (Fig. 4.2.3). Hors parc les valeurs croissent avec la profondeur (Fig. 4.2.3). Ainsi au sein de ce parc on note une variation dans deux sens contraires en fonction de la situation envisagée.

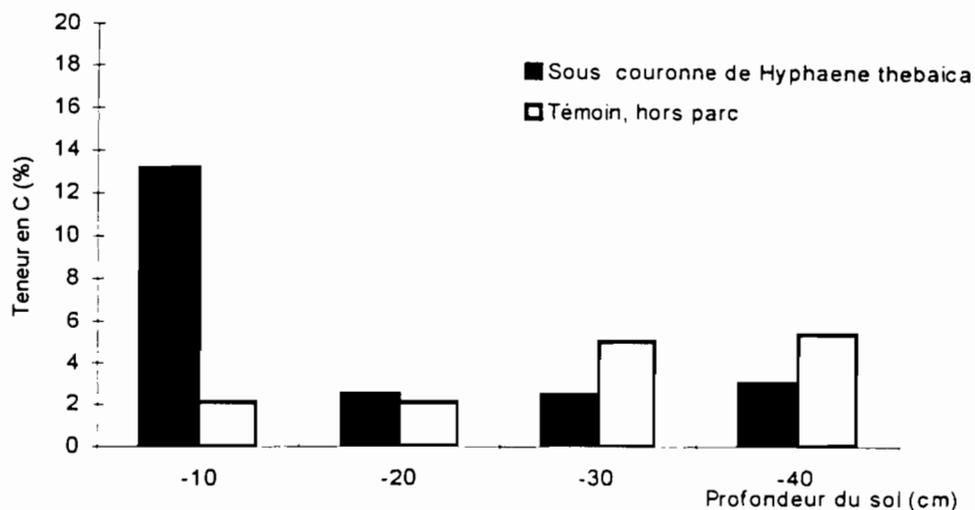


Fig. 4.2.3. - Variation de la teneur en carbone en fonction de la profondeur sous couronne de *Hyphaene thebaica* et hors couronne.

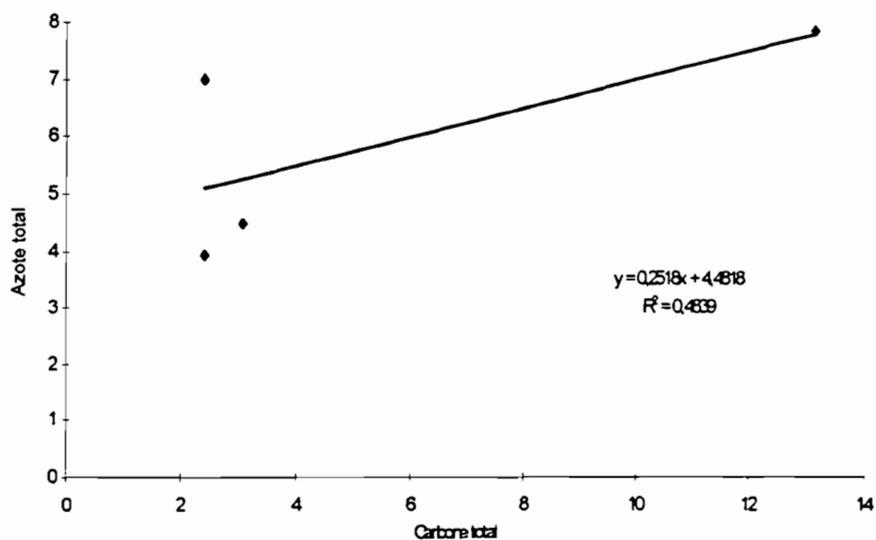


Fig. 4.2.4. - Corrélation entre les teneurs en azote totale et celles du carbone total sous couronne de *Hyphaene thebaica*

La corrélation entre les teneurs en azote totale et celles du carbone total donne un coefficient moyen (Fig. 4.2.4). Donc les teneurs en carbone expliquent celles de l'azote totale.

La même variation notée au niveau du parc à *Hyphaene thebaica* se retrouve au niveau du parc à *Faidherbia albida* à 10 et 15 m du tronc. En effet les valeurs

sont relativement élevées dans les horizons de surface. Sous la couronne de *Faidherbia albida* les teneurs sont élevées de 5 à 30 m de profondeur (Fig. 4.2.5).

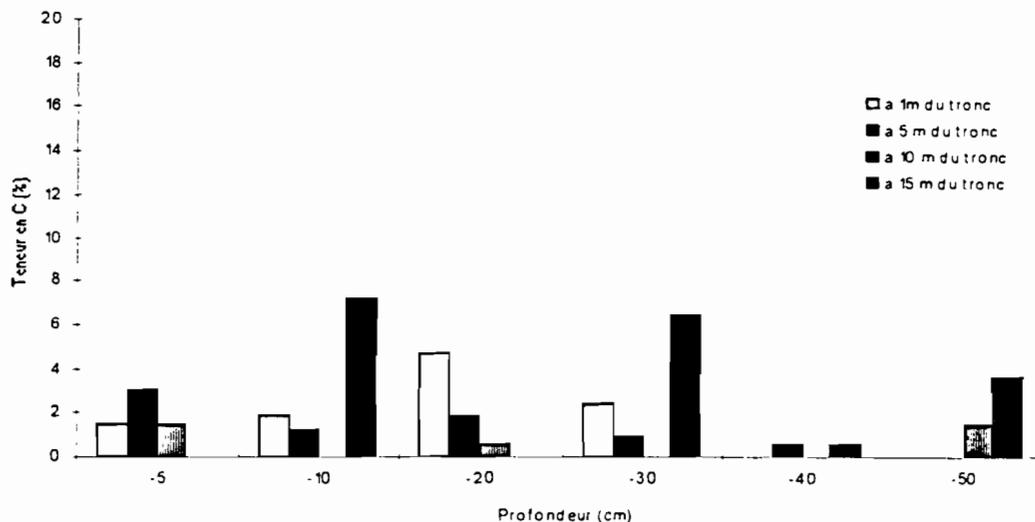


Fig. 4.2.5. - Variation de la teneur en carbone total en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de *Faidherbia albida*.

Par ailleurs les coefficients de corrélation, entre le carbone total et l'azote total, sont faibles (Fig. 4.2.6). En profondeur il y a moins de matière organique. l'azote est sous forme minéralisée.

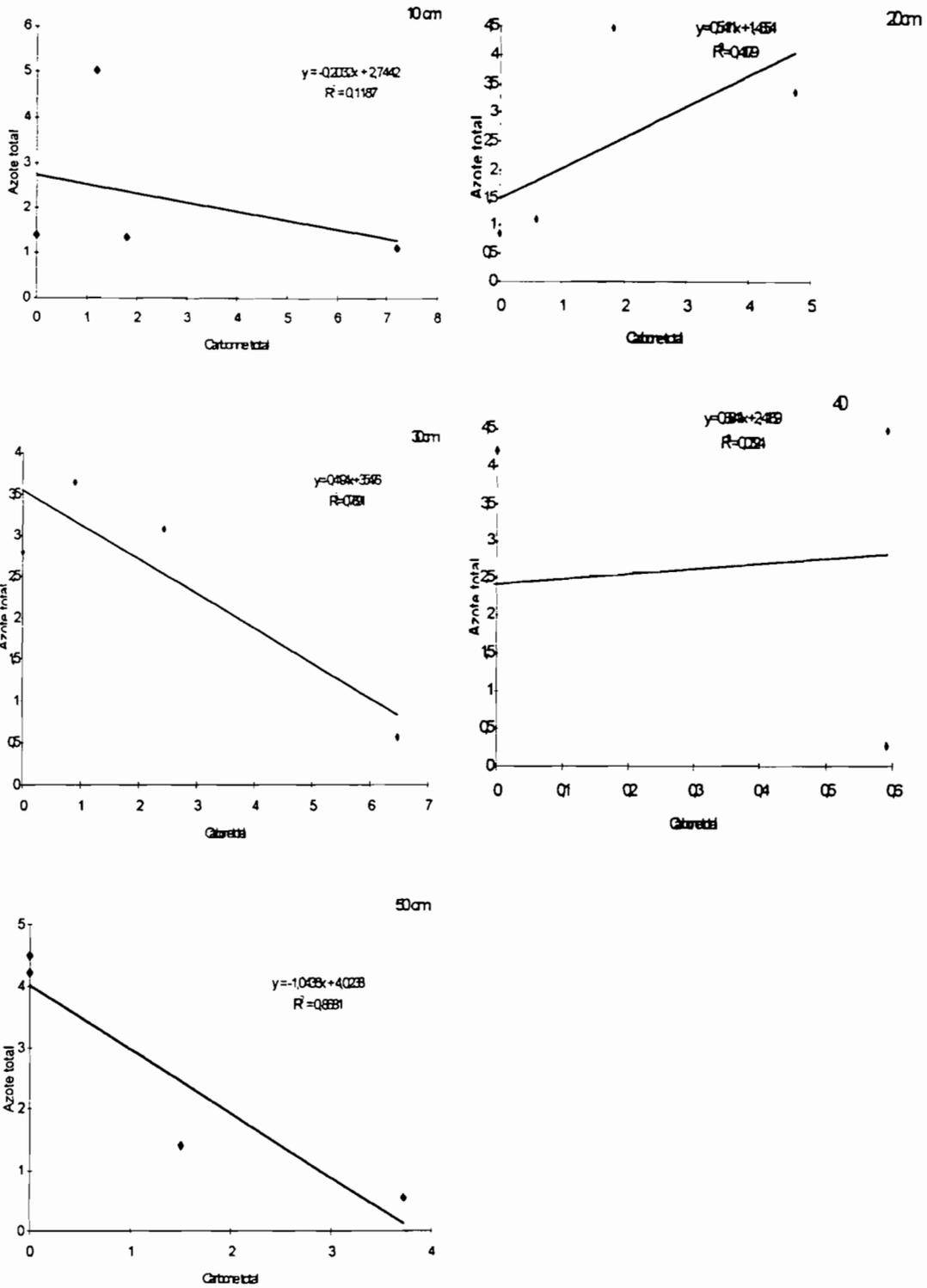


Fig. 4.2.6. - Corrélation entre les teneurs en azote totale et celles du carbone total sous couronne de *Faidherbia albida*

### 3. Variation des teneurs du calcium, du magnésium, du sodium et du potassium

Le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium forment l'essentiel des bases échangeables du sol et sont fortement liées à la matière organique. Les résultats d'analyse donnent des teneurs très faibles pour le sodium et le potassium. Pour le calcium et le magnésium, les teneurs sont élevées dans les horizons de surface sous la couronne. Les variations des teneurs en ces éléments suit donc celle de l'azote.

### 4. Variation du pH du sol

Les résultats obtenus ne donnent pas une différence dans les cas. Globalement le pH des sols est voisin de la neutralité. Cependant dans les environs de 5 m, elle légèrement basique (Fig. 4.2.6).

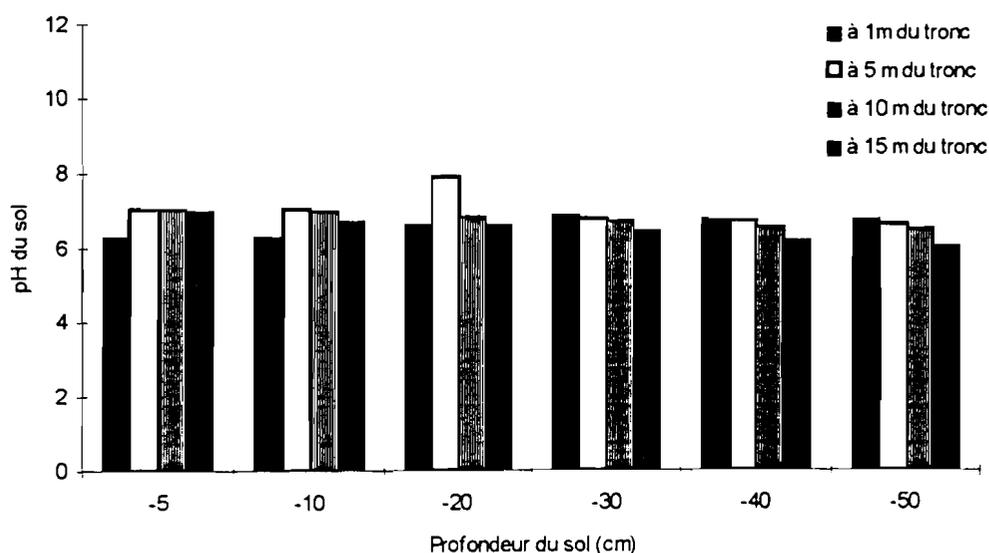


Fig. 4.2.6. - Variation du pH en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de *Faidherbia albida*.

Pour le parc à *Hyphaene thebaica* le pH est légèrement acide. Cette acidité est encore plus prononcée hors du parc (Fig. 4.2.5).

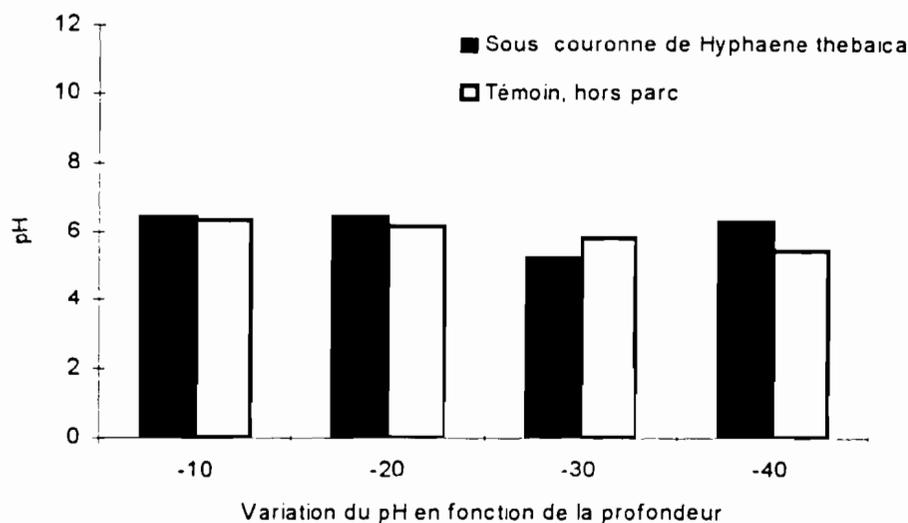


Fig. 4.2.5. - Variation du pH en fonction de la profondeur et du couvert arboré.

## 5. Teneur en phosphore

Le phosphore présente des différences significatives entre les valeurs relevées sous couronne des arbres et celles obtenues hors couronne. Pour le parc à *Hyphaene thebaica*, les teneurs sont importantes aussi bien en surface qu'en profondeur (Fig. 4.2.7).

Par rapport au parc à *Faidherbia albida*, les valeurs sont maximales sous la couronne des arbres. Une diminution très sensible est notée en profondeur à des distances croissantes de l'arbre (Fig. 4.2.8).

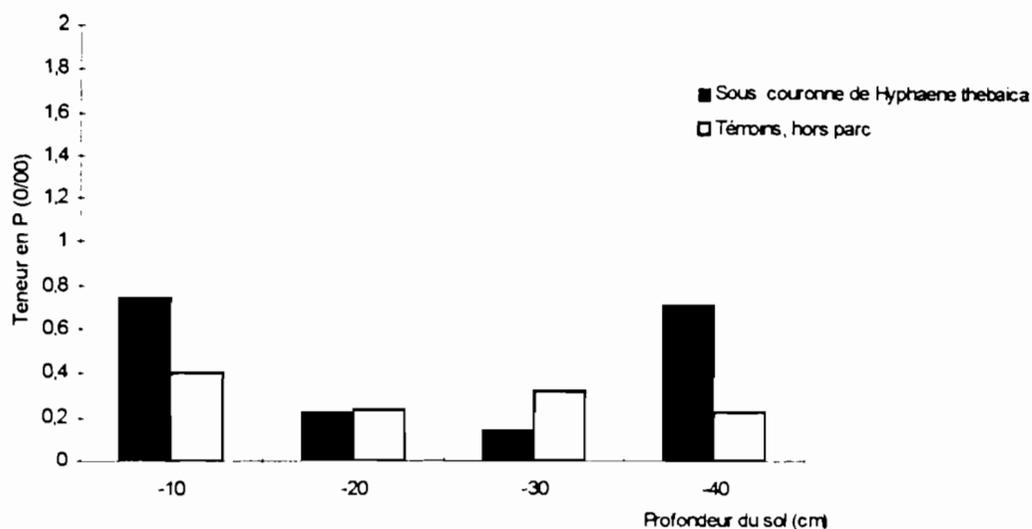


Fig. 4.2.7. - Variation de la teneur en phosphore en fonction de la profondeur et du couvert arboré.

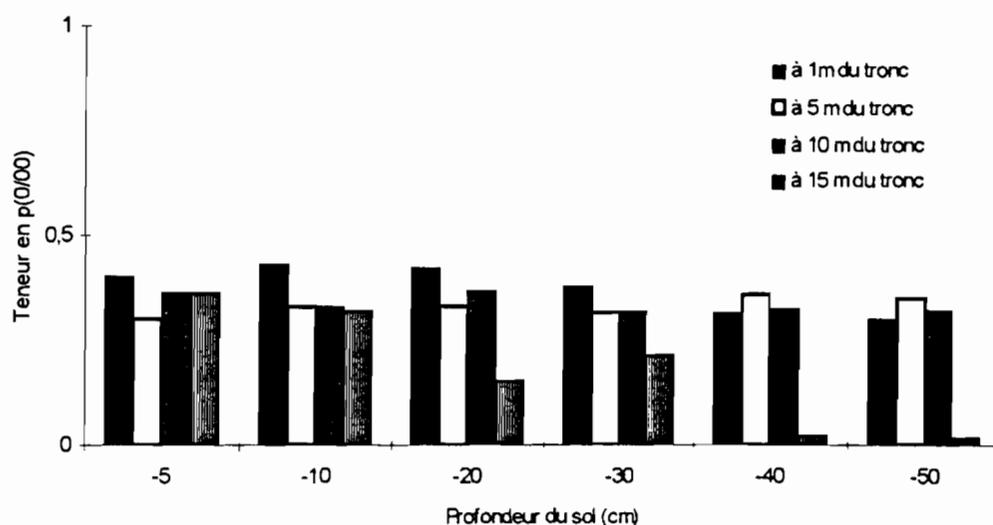


Fig. 4.2.8. - Variation de la teneur en phosphore total en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de *Faidherbia albida*.

## Conclusion

L'évaluation des teneurs des différents éléments de la fertilité des sols a montré une influence nette de l'arbre sur leur variation. Pour *Hyphaene thebaica*, il y a une corrélation entre carbone total et azote total qui est moyenne. Les teneurs en

azote sont plus élevées sous la couronne que pour le témoin. En revanche pour *Faidherbia albida* le coefficient de corrélation est faible. A 1 m et 5 m, les teneurs sont élevées en profondeur. Ceci peut s'expliquer par un transfert des horizons de surface vers la prondeur. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par MAI MOUSSA (1996), à savoir une influence de *Faidherbia* sur son environnement chimique.

#### Planche photographique N°5



Photo 34 : Apport de fumier par de jeunes paysans dans leurs champs. Ici le moyen de transport utilisé est la charrette. Mais pour les paysans qui n'ont pas les moyens, le transport se fait sur la tête lorsque le champ n'est pas éloigné du village (21 avril 1997). ch = charrette ; fu = tas de fumier



Photo 34 : Campement peuls pour fumer les champs. Ces contrats revêtent des formes très variées C'est ainsi qu'il peut se fonder sur de simples rapports sociaux ou sur dons en nature ou en espèce. Remarquer la répartition des bouses de vache (21 avril 1997). bo = Bouse de vache ; Ha = habitation

## Conclusion partielle

Les principaux facteurs qui régulent la dynamique des essences de parc sont les conditions climatiques et les pressions d'utilisation de ces ressources. Les premières régulent l'alimentation en eau et les secondes la disponibilité en semences, la présence d'organes aériens qui conditionnent la photosynthèse et la reproduction de la plante entière. En effet d'après JACQUART (1978) une plante doit être considérée comme une population d'organes. C'est à dire une série d'organes ou modules. Il va sans dire que l'élimination de ces organes aboutissent à la mutilation de la plante.

Par rapport à la fertilité des sols, l'évaluation des teneurs des différents éléments de fertilité a montré une influence nette de l'arbre sur leur variation. Généralement ces éléments présentent des teneurs élevées sous la couronne des arbres, dans les horizons de surface. Avec la distance, les teneurs diminuent en surface et augmentent en profondeur. Ceci peut s'expliquer par les prélèvements effectués par les cultures au niveau des horizons de surface alors qu'il n'y a pas de renouvellement. En revanche en profondeur les prélèvements sont, *à priori*, faibles ce qui explique en partie les valeurs trouvées. Pour le parc à *Faidherbia albida*, les valeurs élevées sous la couronne des arbres peuvent être liées aux piétinements par les animaux.

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Ce travail s'est appuyé sur 6 terroirs villageois, répartis suivant un transect de base orienté nord-sud, le long du Dallol Bosso. En plus 3 sites ont été retenus sur les terrasses du Continental Terminal et du précambrien pour tenir compte de la diversité des situations géomorphologiques.

### Distribution spatiale des types physiologiques

A travers les opérations de défrichage et de mise en culture, les paysans arrivent à créer des parcs agroforestiers et notre zone d'étude se caractérise par la diversité des types physiologiques. Parmi ceux-ci, certains sont de type construit, c'est le cas des parcs à *Hyphaene thebaica* et de *Faidherbia albida* alors que d'autres sont de type sélectionné, cas des parcs à *Neocarya macrophylla*, à *Butyrospermum paradoxum* et à *Parkia biglobosa*. Ces parcs sont bien structurés le long de la vallée sèche du Dallol Bosso. Leur distribution spatiale est la résultante de la conjonction de facteurs anthropique, morphopédologique, hydrogéologique et pluviométrique.

### Dynamique des parcs

Au cours de ce travail, nous avons décrit 6 types de parcs agroforestiers, à partir de 7 terroirs pris comme exemple. L'analyse démographique a montré que ces parcs présentent une grande variété de structure propre à des terroirs villageois et selon les espèces dominantes.

#### *Parc à Faidherbia albida*

Dans les terroirs de Toukounous et de Banizoumbou, la densité des sujets est importante dans les classes de petites circonférences. Les faciès caractérisés par la dominance des individus de gros diamètres sont peu répandus. Il s'agit de parcs au sein desquels la régénération potentielle arrive à s'exprimer.

*Parc à Butyrospermum paradoxum et à Parkia biglobosa*

Dans les terroirs témoins de Boumba et de Gongueye, localisés dans la vallée sèche du Dallol Bosso, la plupart des faciès du parc à *Butyrospermum paradoxum* se caractérise par une absence d'individus dans les classes de petites circonférences. Les jeunes sujets sont pratiquement absents, aussi bien dans les champs cultivés que dans les jachères. Sur ce site nous avons noté surtout des jachères herbacées au sein desquelles il n'y a pas de plants de l'espèce dans la régénération potentielle. La population de cette essence est représentée surtout par des sujets de gros diamètres, ce qui confère à celle-ci une distribution en « J ». Il s'agit d'une allure habituellement attribuée à des populations caractérisées par une dynamique régressive (DAZUZ, 1974). On peut ainsi se poser des questions quant au devenir même du parc, au cours des décennies à venir ; car dans les conditions actuelles, le renouvellement du peuplement n'est pas garanti.

A Tara les jeunes sujets sont beaucoup plus présents au niveau des différents faciès du parc qu'à Boumba. Il s'agit d'un site où la jachère arbustive est encore pratiquée. Or pour nombre d'auteurs, la régénération du karité se produit pendant les phases de jachères. C'est au cours des défrichements qui suivent que les jeunes sujets sont sélectionnés (NANDNABA, 1990 ; OUEDRAOGO, 1994 ; MAHAMANE, 1995). Ces sujets ainsi préservés bénéficient d'une protection au cours des périodes de mise en culture.

*Parc à Neocarya macrophylla*

Le parc à *Neocarya macrophylla* présente deux types fondamentaux de faciès qui décrivent l'un une allure en cloche et l'autre une allure en « L ». Les faciès qui présentent la distribution en cloche connaissent une régénération en présence de grands sujets. Tandis que ceux qui présentent le second type de distribution sont caractérisés par la dominance d'individus dans les classes de petites circonférences. Il s'agit de faciès à dynamique progressive. En effet beaucoup de plants existent dans la régénération potentielle. Par ailleurs, il existe dans ce parc un faciès caractérisé par de grands sujets. Il s'agit d'un faciès à dynamique régressive.

### Parc à *Hyphaene thebaica*

Le parc à *Hyphaene thebaica* dans le terroir de Tiko se caractérise par une dynamique progressive. En effet la distribution de la population par classe de hauteur décrit une allure en cloche et toutes les classes de hauteur comportent des sujets. Dans ce terroir, il y a une régénération potentielle de l'espèce qui s'exprime. En effet la densité des plants dans la régénération potentielle est relativement importante, de même que la présence des semences dans le sol. Ainsi la dynamique du parc est progressive et on peut même projeter son extension sur d'autres portions du terroir. A l'opposé, le long du Dallol Bosso, il s'agit d'une essence fortement mutilée et qui présente une dynamique régressive.

Par ailleurs, les résultats de notre travail ont montré que les données de la télédétection peuvent être utilisées pour caractériser la distribution spatiale des parcs à *Faidherbia albida*. En effet elles offrent la possibilité de réaliser une cartographie rapide de surfaces relativement grandes. Ces images satellitaires à haute résolution spatiale peuvent ainsi remplacer valablement des photographies aériennes dans la cartographie des peuplements de parc.

### Gestion des parcs agroforestiers

Les arbres préservés dans les champs se développent naturellement. Ces arbres subissent une modeste taille suivant les catégories de sujets. Il s'agit de la taille communément appelée taille de formation pratiquée chez les jeunes sujets et celle pratiquée chez les grands qui est une taille d'entretien pour éviter la gêne aux cultures. Leurs produits sont largement sollicités à certaines périodes de l'année. En dehors de leurs rôles comme substitut alimentaire, ces produits représentent une source importante de revenus pour les populations.

La création des parcs se fait généralement par la sélection de jeunes sujets. Dans ce cas des problèmes se posent au niveau des champs qui sont cultivés de façon permanente, où seule *Faidherbia albida* arrive à s'y installer. En effet avec la diminution de la durée de la jachère, voire même sa suppression, des problèmes se posent actuellement pour le renouvellement du parc à *Butyrospermum paradoxum* et à *Parkia biglobosa*.

Ces parcs jouent un rôle important dans l'approvisionnement en bois des ménages au sein de terroirs comme Toukounous, relativement éloignés des plateaux principaux pourvoyeurs en bois de feu des familles.

### Gestion de la fertilité des sols

Les résultats que nous avons obtenus montrent bien une influence des arbres sur la remontée de la fertilité des sols. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par MAI MOUSSA (1996) dans le même compartiment phytogéographique défini par SAADOU, 1990. Tout comme la pratique de la jachère qui favorise la remontée biologique des sols (MANZO, 1996), le système parc peut aussi permettre sa régénération.

Les surfaces couvertes par les parcs agroforestiers assurent une part importante de la production agricole de notre zone d'étude. Ainsi pour perpétuer ce rôle de restauration de la fertilité des sols, il faut à présent mettre l'accent à la fois sur l'étude de la remontée biologique des sols et sur l'élément moteur du système, c'est à dire l'arbre. Ainsi l'étude de la dynamique des espèces de parc doit susciter un regain d'intérêt. Actuellement beaucoup de ces parcs présentent une dynamique régressive, c'est le cas du parc à karité et à néré.

### Discussions

Cette étude a contribué à mieux cerner la structure de chaque type de parc en fonction des terroirs pris comme exemple et des situations géomorphologiques. De prime abord on peut relever une opposition entre des parcs à physionomie dominée par une même espèce principale, dans des situations géomorphologiques différentes. En effet le parc à *Butyrospermum paradoxum* se caractérise par une dynamique régressive dans les terroirs de Boumba et de Gongueye, à longue durée de mise en culture et de jachère herbacée, sur les alluvions quaternaires de la vallée du Dallol Bosso. Alors que pour la même espèce, le parc présente une dynamique progressive, dans le terroir de Tara où existent des jachères arbustives, sur les terrasses du fleuve Niger. En plus dans les terroirs de Boumba et de Gongueye, la densité de la population humaine est de 59 habitants au km<sup>2</sup>, alors

qu'elle n'est que de 10 habitants au km<sup>2</sup> à Tara. Par conséquent, les pressions sur les ressources du milieu ne peuvent être les mêmes dans les deux cas. Suivant la densité de la population, la structure du parc n'est pas la même. En fait cette vallée sèche du Dallol Bosso réunit des conditions favorables aux activités agricoles, raison pour laquelle elle connaît une immigration importante de populations poussées par les aléas climatiques. De ce fait les pressions sur les ressources des parcs ne peuvent être que fortes. En effet les pratiques de cueillette des fruits du karité vont du simple ramassage de ceux tombés par terre au prélèvement sur l'arbre des fruits immatures. C'est ainsi que des comportements de la germination de l'espèce sous la couronne des grands sujets, observés sur d'autres sites (PICASSO, 1984 ; OUEDRAOGO, 1994), ne sont pas relevés sur nos sites. Parmi les personnes enquêtées, plusieurs rapportent que les gens vont même ramasser les noix sous les arbres au sein desquels se nichent les sauvages souris. Or le rôle de ces animaux dans la dissémination des noix du karité a été maintes fois rapporté (JAEGER et WINKOUN, 1962 ; GUINKO, 1984). Les prélèvements ainsi décrits illustrent la pression de cueillette sur les fruits. On est donc en droit de se poser des questions sur la disponibilité en semences au sol. En effet des sondages opérés à ce propos confirment la rareté des semences de l'espèce. Aussi les plants de l'espèce sont très rares dans la régénération potentielle.

Le parc à *Neocarya macrophylla*, se régénère relativement bien dans le terroir de Kouringuel. Les densités des semis et des semences sont importantes sous la couronne des arbres. Il s'agit d'une dynamique progressive.

Le faciès à *Parkia biglobosa*, sur les terrasses du fleuve Niger, se caractérise par de faibles densités des sujets adultes. Il en est de même pour les jeunes sujets. Ce faciès présente les mêmes tendances évolutives que pour *Butyrospermum paradoxum*.

La contribution de nos travaux, portés sur les parcs agroforestiers, est relative à la compréhension de la structure des principales espèces. En plus pour des espèces comme *Butyrospermum paradoxum* le problème de la régénération de l'espèce se résume aux pressions de cueillette et à l'absence de la jachère. Pour un même type physiologique, suivant la densité de la population, la structure du parc varie. Dans les zones où la jachère arbustive est pratiquée on note une régénération de *Butyrospermum paradoxum*.

La pérennisation des parcs agroforestiers dans l'Ouest du Niger nécessite des interventions énergiques à travers des opérations de plantations et de protection de la régénération naturelle. Par ailleurs une autonomie de gestion doit être accordée aux exploitants vis à vis de l'entretien du stock arboré. Actuellement les traitements appliqués sont clandestins et n'assurent pas un entretien de qualité.

### **Perspectives**

Ce travail a contribué à décrire la structure actuelle des parcs dans l'Ouest du Niger. Ce qui est propre à cette étude est l'analyse démographique des principales essences de parc en fonction des conditions du milieu. Elle a permis de conclure sur les tendances évolutives de chaque type de parc. Par ailleurs ce travail a montré que la haute résolution spatiale peut être utilisée judicieusement pour caractériser les parcs agroforestiers et sur des surfaces relativement étendues. Dans la perspective d'une compréhension globale de la dynamique des parcs agroforestiers, il est nécessaire que des travaux similaires soient étendus à d'autres terroirs villageois. Ces recherches doivent prendre en compte également le rôle des arbres dans la remontée biologique des sols au niveau des parcs à *Hyphaene thebaica*, *Butyrospermum paradoxum* et *Neocarya macrophylla*.

Des études comparatives doivent être menées sur le gain apporté par les parcs à *Neocarya macrophylla*, à *Butyrospermum paradoxum* et à *Parkia biglobosa* sur les pertes en rendement du mil et du sorgho.

Pour garantir le devenir parcs à karité, des opérations de plantations peuvent être envisagées pour assurer sa régénération. En effet de larges possibilités de régénération de l'espèce existent, soit par semis direct soit par bouturage GROLEAU (1989).

Dans cette zone, les déficits en céréales sont chroniques et il est utile que des travaux soient menés sur l'utilisation des ressources naturelles par les populations locales.

**Tab. 3.3.6. - Récapitulatif des caractéristiques des parcs agroforestiers par terroir villageois et quelques propositions d'intervention.**

Parc à	Terroir de	Etat actuel	Type d'intervention préconisée
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	Boumba Gongueye	Stable Stable	Vulgarisation de techniques de plantation par les Services forestiers et les ONG
<i>Neocarya macrophylla</i>	Kouringuel	Stable	Vulgarisation de techniques de protection de la régénération naturelle et de plantation par les Services forestiers et les ONG
<i>Hyphaene thebaica</i>	Ticko	En extension	Sensibilisation de la population pour continuer à favoriser la régénération naturelle, vulgarisation des techniques de semis directs
<i>Faidherbia albida</i>	Toukounous	En extension	Sensibilisation de la population pour continuer à favoriser la régénération naturelle, vulgarisation des techniques de semis directs
	Banizoumbou	En extension	Sensibilisation de la population pour continuer à favoriser la régénération naturelle, vulgarisation des techniques de semis directs
<i>Parkia biglobosa</i>	Tara	Stable voire en régression	Sensibilisation de la population pour continuer à favoriser la régénération naturelle, vulgarisation des techniques de semis directs

## Bibliographie

- ADA L. & ROCKSTRÖM ; 1993. - Étude sur le système agraire du "Zarmaganda central" (Niger). Institut National Agronomique Paris Grignon (INA-PG) / Projet Énergie II. 82 p.
- ADA L. ; 1992. - Étude des systèmes agroforestiers sous rônier (*Borassus aethiopum*) dans la région de Gaya (Niger). Mém. DSPU / ENGREF/CIHEAM. 109 p. + annexes.
- AGBAHUNGBA G. & DEPOMMIER D. ; 1989. - Aspects du parc à karités - nérés (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. *Parkia biglobosa* Jacq. Benth.) dans le sud du Borgou (Bénin). *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 222. pp. 41 - 54.
- AMBOUTA K. ; 1984. - Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'Ouest nigérien. Thèse présentée à l'Université de Nancy I pour obtenir le titre de Docteur Ingénieur. 85 p.
- BAGNOU N., SCHMITHÜSEN F. & SORG J. P. ; 1995. - Les parcs à karité et néré au sud du Mali : analyse du bilan économique des arbres associés aux cultures. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 244. pp. 9 - 23.
- Banque Mondiale ; 1989. - Document de Réflexion : stratégie pour le secteur agricole au Niger. Washington DC. Doc. ronéoté.
- BARDINET C. ; 1988. - Télédétection par satellites Landsat et Météosat. cartographie des milieux physiques au Sahel africain (Mali). *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, n° 3 - 4. pp. 147 - 148.
- BARHI S. ; 1992. - L'agroforesterie, une alternative pour le développement de la plaine alluviale de l'amazone. L'exemple de l'île de Careiro. Thèse de Doctorat. Université des Sciences et Techniques du Langdoc. 277 p.
- BAUMER M. ; 1995. - Forêts - parcs ou parcs arborés ? *Bois et Forêts des Tropiques - N° 240*. pp. 53 - 66.
- BERDOULAY V. & PHIPPS M. ; 1985.- Paysage et système. Edition de l'Université de l'Ottawa. 195 p.
- BERNARD C., OULBADET M., OUATTARA NKLO & PELTIER R. ; 1995. - Parcs agroforestiers dans un terroir dans soudanien : cas du village de Dolékaha au Nord de la Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques - N° 244*. pp. 25 - 41.

- BERNUS E. ; 1984. - Les causes de la désertification : les thèses en présence. *Tome 18, fascicule 3 - 4*. pp. 159 - 165.
- BERNUS E. ; 1984. - Attitude des populations. *Tome 18, fascicule 3 - 4*. pp. 179 - 184.
- BERNUS E. ; 1980. - Famines et sécheresses chez les Touaregs sahéliens : les nourritures de substitution. *Africa n° 50 (1)*. 7 p.
- BERNUS E. ; 1967. - Cueillettes et exploitation des ressources spontanées du Sahel nigérien par les Kel Tamasheq, *Cahiers ORSTOM, Sciences Humaines, IV (1)*. pp. 31 - 52.
- BERTRAND A ; 1995. - *Faidherbia albida* et *Acacia seyal* essences pionnières : régénération dans le bassin du Pondori au Mali en fonction de la morphopédologie et des évolutions climatiques et agraires. *Les Cahiers Scientifiques n°12*. CIRAD. pp. 45 - 53.
- BERTRAND F. ; 1993. - Contribution à l'étude de l'environnement et de la dynamique des mangroves de Guinée : données de terrain et apport de la télédétection. Thèse de Doctorat de Géographie. Université de Bordeaux III U.F.R. de Géographie. Editions de l'ORSTOM. Collection ETUDES ET THESES. 201 p.
- BOGNOUNOU O. ; 1987. - Importance socio - économique des essences locales au Burkina. Recueils des communications présentées au Séminaire National sur les Essences Forestières Locales - Ouagadougou du 06 au 10 juillet 1987. IRBET / CNRST. Doc. ronéoté.
- BOGNOUNOU O., 1988. - De quelques utilisations traditionnelles du karité : *Butyrospermum paradoxum* (Gaertner f.) Hepper subspecies PARKII (G. Don) Hepper - Sapotaceae. Arbre à usages multiples. Séminaire National sur la valorisation du karité pour le développement national bilan et perspectives. pp. 55 - 67.
- BONKOUNGOU E. G. ; 1987a.- Monographie du karité (*Butyrospermum paradoxum* (Gaertner f.) Hepper, espèce agroforestière à usage multiple. IRBET/CNRST. Ouagadougou. 1987. 67 p. + annexes.
- BONKOUNGOU E. G ; 1987b.- Monographie du néré *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., espèce agroforestière à usages multiples. IRBET CNRST. 45 p.

- BONN F. ; 1996. Précis de télédétection. Vol. 2 : Applications thématiques. Presses de l'Université du Québec / AUPELF. 633 p.
- BOURZAT D. ; 1984. - Contribution à la connaissance du milieu agropastoral au Yatenga en Haute-Volta. Mém. Diplôme d'étude supérieures spécialisées productions animales et technologies agro-alimentaires en régions chaudes. Université Paris Val de Marne U.E.R. Sciences. Institut d'élevage et de Médecine Vétérinaire des pays tropicaux. 114 p.
- BOUTRAIS J., 1980. - L'arbre et le boeuf en zone soudano-guinéenne. *Cah. ORSTOM., sér. sc. Hum., vol. XVII, n° 3-4*: pp 235 - 246.
- BREMAN H., KETELAARS J. M. H. J., TRAORE N'G. ; 1990. - Un remède contre le manque de terre ? *Sécheresse n°2, vol.1*. pp. 109 - 117.
- BUTTOUD G. ; 1989. - Les produits forestiers dans l'économie africaine. ACCT / Conseil International pour la Langue Française. Presses Universitaires de France. 321 p.
- CASENAVE A. et VALENTIN C. ; 1990. - Les états de surface de la zone sahélienne : influence sur l'infiltration. Paris - ORSTOM. (Collections Didactiques). 280 p.
- CHARREAU C. ; 1979. - Le rôle des arbres dans les systèmes agraires des régions semi-arides tropicales d'Afrique de l'Ouest. Compte rendu du colloques tenue à Dakar (Sénégal), le rôle des arbres au Sahel. éd. IDRC - 158f. pp. 33 - 36.
- CTFT, 1986. - *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (Synonyme : *Acacia albida*) Monographie. CIRAD, France. 94 p.
- DANCETTE C. & NIANG M. ; 1979. - Rôles de l'arbre et son intégration dans les systèmes agraires du nord du Sénégal. Compte rendu du colloques tenue à Dakar (Sénégal), le rôle des arbres au Sahel. éd. IDRC - 158f. pp. 57 - 63.
- DANTHU P., ICKOWICZ A., FRIOT D., MANGA D. & SARR A. ; 1996. - Effets du passage par le tractus digestif des ruminants domestiques sur la germination des graines de légumineuses ligneuses des zones tropicales sèches. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., n° 49 (3)*. pp. 235 - 242.
- DEPOMMIER D. & DETIENNE P., 1995. - Croissance de *Faidherbia albida* dans les parcs du Burkina Faso : Etude des cernes annuels dans la tige et le pivot racinaire. *Les Cahiers Scientifiques n°12*. CIRAD. pp. 23 - 45.

- DEPOMMIER D. & GUERIN H. ; 1995. - Emondage traditionnel de *Faidherbia albida* : production fourragère, valeur nutritive et récolte de bois à Dossi et Watinoma (Burkina Faso). *Les Cahiers Scientifiques n°12*. CIRAD. pp. 55 - 85.
- DEPOMMIER D. ; 1995. - Production fruitière et devenir des semences de *Faidherbia albida* : la part des insectes spermatophytes et du bétail dans la régénération de l'espèce. *Les Cahiers Scientifiques n°12* CIRAD. ORSTOM. CORAF. pp. 9 - 22.
- DEPOMMIER D., JADONET E., OLIVIER R. ; 1992. - Les parcs à *Faidherbia albida* et leurs influences sur les sols et les cultures à Watinoma, Burkina Faso. éd. Van. den. Belt, R. J. pp. 111 - 115.
- DEVINEAU J. L., SERPANTIE G. ; 1991. - "PROJET SALT : Paysages végétaux et systèmes agraires au Burkina Faso" in Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales : 2<sup>èmes</sup> journées télédétection de décembre 1990 à Bondy / Marcel POUGET. ORSTOM Paris. Collections Colloques et Séminaires. pp. 373 - 385
- DIARRA A., 1995. - La cueillette : une activité de survie en zone aride au Mali. *Agriculture et Développement n° 6*. pp. 29 - 38.
- DAJOZ R.; 1974.- Dynamique des populations. *Masson et Cie*. 301 p.
- DALLIERE C. ; 1995.- Peuplements ligneux des champs du plateau de Bondoukuy dans l'Ouest Burkinabé : structure, dynamique et utilisation des espèces ligneuses. Mém. DESS. Université Paris XII Val de Marne UFR de Sciences. 78 p.
- DEVINEAU J. L. ; 1995.- Note sur l'analyse de la structure de la végétation et sur la terminologie utilisée. 6 p.
- DEVINEAU J. L. ; 1995.- Méthode d'étude de la végétation : résumé de cours donné à l'Université de Ouagadougou B.F. 48 p.
- DEVINEAU J. L. ; 1984.- Structure et dynamique de quelques forêts tropophiles de l'Ouest africain. Université d'Abidjan. Travaux de recherche de la station de Lampto. Programme MAB Savanes. 294 p.
- DUBOIS D. & LANG J. ; 1981. - Etude lithostratigraphique et géomorphologique du Continental Terminal et du Cénozoïque inférieur dans le bassin des Illmenden (Niger). *Bull. Inst. Fond. Afr. Noire, Tome 43, sér A, n°1-2*. Dakar.

- EYOG MATIG O. ; 1995. - Systèmes racinaire de *Faidherbia albida* en plantation : Premières observations au Nord - Cameroun. *Les Cahiers Scientifiques n°12*. CIRAD. pp. 227 - 236.
- FAO, 1986. - African agriculture : The next 25 years. Annex II ; The land resource base. FAO, Rome. Doc. ronéoté.
- FRANCOUAL T. ; 1994. - Etude des organisations d'un paysage sahélien en relation avec la dynamique temporelle et spatiale des états de surface par télédétection. Mém. D.A.A. Institut National Paris - Grignon. 37 p.
- FREUDENBERGER. - Tree tenure and Farmed Parkland Agroforestry systems in the Sahel - Constraints and oportunties.
- FRONTIER S., PICHOD-VIALE D.; 1991.- Ecosystèmes structure - fonctionnement évolution. Masson. Collection d'écologie 21. 392 p.
- GADO B., 1978. - Les ZARMA, Contribution à l'histoire des populations d'entre Niger et Dallol maouri. Université Paris I. UER d'Histoire. Thèse de Doctorat de troisième Cycle. 492 p.
- GALLAIS J. ; 1975. - Pasteurs et paysans du gourma : la condition sahélienne. Mém. CEGET / CNRS . 239 p.
- GAUTIER D. ; 1994. - La diversité des systèmes agroforestiers Bamiléké et ses évolutions contemporaines. *Journ. d'Agric. Trad. et de Bot. Appl., nouvelle série, Vol xxxvi (2)*. pp. 159 - 178.
- GAVAUD M. & BOULET ; 1967. - Carte pédologique de reconnaissance de la République du Niger au 1/500 000, feuille de Niamey, ORSTOM Paris.
- GAVAUD M. ; 1966 a. - Etude pédologique du Niger - Ouest. Tome I. Monographie des sols. Première partie, Centre de Hann ORSTOM.
- GAVAUD M. ; 1966 b. - Etude pédologique du Niger - Ouest. Tome II. Monographie des sols. Première partie, Centre de Hann ORSTOM.
- GESCHLADT W. ; 1972. - Le ronier au Dallol Maouri, Niger. *Bois et Forêts des Tropiques. vol. 145*. pp. 3 - 16.
- GIFFARD P. L. ; 1967. - Le palmier ronier (*Borassus aethiopum*). *Bois et Forêts des Tropiques. vol. 116*. pp. 3-13.
- GIFFARD P. L. ; 1974. - L'arbre dans les paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale sèche. CTFT. 431 p.

- HALLE F. ; 1986. - Un système d'exploitation ancien, mais une interface scientifique nouvelle : l'agroforesterie dans les régions tropicales. éd. CHATELIN Y. et G. RIOU. Milieux et paysages. Masson Paris. pp. 37-52.
- HIERNAUX P. H. Y., CISSE M. I., DIARRA, de LEEUW P. N., 1994. - Fluctuations saisonnières des arbres et des buissons sahéliens. Conséquence pour la quantification des ressources fourragères. *Revue élev. Méd. Vét. Pays trop. N° 47 (1)*. pp. 117 - 125.
- HUETE A. R. ; 1988. - « A Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) » Remote Sensing of Environment. pp. 295 - 309.
- HUTCHINSON J., DALZIEL J. M. & KEAY ; 1958. - Flora of Owest Tropical Africa. Vol. 1, 2 et 3.
- BONKOUNGOU E. ; 1994. - Les parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest : conclusions et recommandations du symposium international de Ouagadougou. Coordination du Réseau SALWA. 22 p.
- JACQUART P. ; 1978. - Stratégies adaptatives chez les végétaux : aspects démographiques et niveaux d'étude (organe, individu, population, espèce). Recherche d'écologie théorique, les stratégies adaptatives. Actes de colloques d'Ecologie Théorique, Ecole Normale supérieure de Paris. éd. Maloine s.a. pp. 159 - 191.
- JAEGER P. & WINKOUN D. ; 1962. - Note provisoire sur le rôle des chauves - souris dans la dissémination des fruits du karité (*Butyrospermum parkii* Kot.). *Bull. IFAN T. XXIV, sér. A, n°1*. pp. 112 - 115.
- JOFFRE R. et LACAZE B. ; 1990. - Evaluation de la densité des arbres en zone semi-aride à partir de données SPOT panchromatique. In Actualité Scientifiques. Actes du colloque de Toulouse. AUPELF. pp. 355-364.
- JUSSERAND Y. 1992. ; 1994. - Contribution à l'étude d'un systèmes agraire : le sud du l'arrondissement de Filingué (Niger). Projet de Gestion des terroirs de Filingué (P.G.T.F.). Mém. Diplôme d'Agronomie Tropicale. 71 p. + annexes.
- JUSTICE C. O., PRINCE S. D. et LOS S. O. ; 1990. - Télédétection de l'Environnement sahélien : Revue de l'état actuel et des Projets futurs. CCE / CTA/FAO. 138 p.
- KELIAN A. ; 1994. - Contribution à la cartographie des systèmes écologiques et agraires en région soudanienne par télédétection : tentative de description des

herbacées. Mém. Institut Supérieur Technique d'Outre - Mer. 32, rue Boulevard Port - 95094. CERGY - PONTOISE Cedex. 159 p.

LEPS J. & STURSA J. ; 1989. - Species -area curve, life history, and succession : a field test of relationship. *Vegetatio* 83. pp. 249 - 257.

LAHUEC J. P. ; 1980. - la parc d'un village Mossi (Zaongho) du traditionnel au moderne. *Cah. ORSTOM., sér. sc. Hum., vol. XVII, n<sup>os</sup> 3-4.* pp. 151 - 154.

LESUEUR D., NJITI C., DIANDA M. & GALIANA A. ; 1995. - Symbiose *Faidherbia albida* - rhizobium : Etude des caractéristiques symbiotiques et écophysiological. *Les Cahiers Scientifiques n°12.* CIRAD. pp. 245 - 258.

LIBERT C. & EYOG MATIG O. ; 1995. - *Faidherbia albida* et production cotonnière : Modification du régime hydrique et des paramètres de rendement du cotonnier sous couvert du parc arboré au Cameroun. *Les Cahiers Scientifiques n°12.* CIRAD. pp. 103 - 121.

LIBERT C. & HARMAND J. M. ; 1990. - Etude de l'influence des parcs arborés sur la production des cultures associées (en particulier étude de l'association *Faidherbia albida* - cotonnier). Docu. ronéoté. 6 p.

LOUPPE D., N'DOUR B. & SAMBA S. A. N. ; 1995. - Influence de *Faidherbia albida* sur l'arachide et le mil au Sénégal. *Les Cahiers Scientifiques n°12.* CIRAD. pp. 123 - 139.

MAÏGA A. ; 1987.- L'arbre dans les systèmes agroforestiers traditionnels dans la province de Bazéga. CNRST/IRBET . Ouagadougou. 84 p.

MAÏ MOUSSA K. ; 1996. - Environnement de *Faidherbia albida* Del. A. Chev. Caractérisation, exploitation et perspectives d'optimisation dans les zones soudano-sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle. Univ. Nationale de Côte d'Ivoire. 147 p.

MAHAMANE A., 1995. - Typologie et dynamique des peuplements arborés du bas glaciais de Bondoukuy, Ouest du Burkina Faso. Mém. de DEA. Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou. 109 p.

MANZO Elhadji Maman, 1996. - Etude des jachères dans l'Ouest du Niger, gestion traditionnelle et structure du peuplement végétal dans le canton de Torodi. Thèse de Doctorat de Troisième Cycle Spécialité Sciences Biologiques Appliquées. Université de Ouagadougou. 136.

- MANZO I. & ALLOKE P. ; 1991. - Le rapport entre la tenure foncière et la tenure de l'arbre. Rapport préliminaire de mission. Univ. de Michigan CRED. Secrétariat permanent du Code Rural, Ministère de l'Agriculture et de l'élevage. pp. 49 - 82.
- MARCHAL J. Y. ; 1980. - Arbres et brousse du paysage soudano-sahélien : dynamique des formations végétales au Nord de la Haute Volta. Cah. ORSTOM, sér. Sc. Hum., Vol. NVII, Nos 3-4. pp. 137-149
- Ministère de l'Economie et du Climat ; 1974. - Code Forestier. République du Niger. 57 p.
- MONTAGNE P. ; 1995. - Protection de la régénération naturelle de *Faidherbia albida* : Evaluation a priori du Projet Gao Dosso au Niger. *Les Cahiers Scientifiques n°12*. CIRAD. pp. 283 - 296.
- NANDNABA E. ; 1986.- Dynamique comparée de populations de karité : *Vitellaria paradoxa* dans une zone protégée et sur jachères dans la région de Nazinga. Rap. DEA Université Paris - Sud Centre d'Orsay. 44 p.
- Nations Unies ; 1997. - Rapport de groupe intergouvernemental spécial sur les forêts sur les travaux de sa quatrième session. New York. Doc ronéoté
- Nations Unies ; 1992. - Action 21 : Déclaration de Rio sur l'Environnement et le développement, Déclaration de principes relatifs aux forêts. 256 p.
- NIKIEMA A. ; 1993.- Regeneration of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. Exg. DONI in agroforestry system : A pilot study in Burkina Faso. Thesis for Msc in Tropical Forestry. Agricultural University Departement of Forestry Wageningen. pp 2-31
- OLIVER R., DEPOMMIER D. & JANODET E., 1995. - Influence de *Faidherbia albida* sur le sol et le sorgho : observation dans le parc de Watinoma au Burkina Faso. *Les Cahiers Scientifiques n°12*. CIRAD. pp. 141 - 152.
- OUEDRAOGO A.S. ; 1995.- *Parkia biglobosa* (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest : Biosystématique et amélioration. Thesis Agricultural University Wagningen. 205 p.
- OUEDRAOGO J. S & ALEXANDRE D. Y., 1995. - Dynamique des parcs à *Faidherbia albida* : contraintes écologiques et économiques sur le terroir de Watinoma au Burkina Faso. *Les Cahiers Scientifiques n°12*. CIRAD. pp. 191 - 201.

- OUEDRAOGO J.S. ; 1994. - Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels du plateau central Burkinabé : influence des facteurs biophysiques et anthropiques sur la composante arborée. Thèse de Doctorat. Univ. Paris 6. 222 p.
- OUEDRAOGO J. S. ; 1990.- Situation et dynamique des parcs agroforestiers de Watinoma en 1990 Province du Bam. Burkina Faso. D.E.A. Université P. M. Curie. 36 p.
- OUNTEINI A. I. ; 1993. - Parcs agroforestiers au Niger : Etats des connaissances et perspectives des recherches. 71 p.
- OZER P. & ERPICUM M. ; 1995. - Méthodologie pour une meilleure représentation spatio-temporelle des fluctuations pluviométriques observées au Niger depuis 1905. *Sécheresse n°1, vol. 6.* pp. 103-108.
- PARENT S. ; 1991. - Dictionnaire des sciences de l'environnement, terminologie bilingue français - anglais. éd. HATIER RAGEOT. 748 p.
- PELISSIER P. ; 1984. - Questions sur le Sahel. *Bulletin de la société Langdocienne de Géographie. Tome 18, fascicules 3 - 4.* pp. 117 - 124.
- PELISSIER P. ; 1980a. - L'arbre en Afrique tropicale : la fonction et le signe. *Cah. ORSTOM., sér. sc. Hum., vol. XVII, n°s 3-4.* pp. 127 - 130.
- PELISSIER P. ; 1980b. - L'arbre dans les paysages agraires d'Afrique Noire. *Cah. ORSTOM., sér. sc. Hum., vol. XVII, n°s 3-4.* pp. 131 - 136.
- PELTIER R. & TRIBOULET C. ; 1993. - Les fronts pionniers soudaniens : évaluation des défrichements par télédétection, contribution des projets de développement et de la recherche forestière à un aménagement durable. Exemple tiré des projets Nord-Est Bénoué au Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques, n°236.* pp 5 - 23.
- PELTIER R. ; 1990. - L'arbres dans les terroirs villageois. *Gestion des terres et des eaux.* pp. 507 - 530.
- PICASSO C. ; 1958. - Synthèse des résultats acquis en matière de recherche sur le karité au Burkina Faso de 1950 à 1958. Document de travail. 45 p.
- PIERI C. ; 1989. - Fertilité des terres de savanes : Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la Coopération et du Développement. Centre de Coopération Internationale en recherche Agronomique pour le Développement. 444 p.

- SERPANTIE G. ; 1993. - L'agroforesterie ..... ou l'acteur oublié. *Symposium FARMED PARKLAND IN THE SEMI-ARID OF WEST AFRICA*. 13 p.
- TRIBOULET C. ; 1995. - Identification des parcs à *Faidherbia albida* par télédétection. Premiers travaux réalisés au Nord Cameroun. in les Cahiers Scientifiques du CIRAD n°12. CORAF, ORSTOM, CIRAD. pp. 203 - 215.
- TRICART J. & CAILLEUX A. ; 1974. - Traité de géomorphologie : le modelé des régions chaudes forêts et savanes. Tome V. éd. SEDES. 345 p.
- TRICART J. & KILIAN J. ; 1979. - L'écogéographie et l'aménagement du milieu naturel. FM Hérodote. éd. Fernand Nathan. 326 p.
- TROCHAIN J. L. ; 1980.- Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique. 468 p.
- TUCKER C. V. ; 1977. - Use of near infrared/red radiance ratios for estimating vegetation biomass and physical status », Proc., 11<sup>th</sup> International Symposium on remote Sensing of Environment, *Ann. Arbor, Mi., vol. 1, ERIM*. pp. 493 - 494.
- VAN DEN BELT R. J. ; 1995. - Une méthode originale pour planter et gérer *Faidherbia albida* : croissance initiale des plants et microclimatologie sous arbres adultes. in les Cahiers Scientifiques n°12. CIRAD. pp. 217 - 225.
- Von MAYDELL H. J. & GOTZ E. ; 1984. Les palmiers dans les systèmes agroforestiers d'utilisation des terres des zones sahéliennes et soudaniennes. pp. 41 - 143.

## **ANNEXES**

## ANNEXE 1 : Liste des tableaux, des figures et des planches

## Tableaux

Tab. 01. - Evolution des superficies, des rendements et des productions.....	10
Tab. 02. - Présentation des travaux conduits sur les parcs à <i>Faidherbia albida</i> . <i>Les Cahiers Scientifiques</i> du CIRAD, 1995.....	19
Tab. 2.1.1. - Les sites d'étude .....	51
Tab. 2.2.1. - Caractéristiques du parc à <i>Hyphaene thebaica</i> .....	66
Tab. 2.2.2. Les groupes floristiques.....	67
Tab. 2.2.2'. - Régénération potentielle.....	78
Tab. 2.2.3. - Régénération potentielle.....	79
Tab. 2.2.4. - Régénération potentielle.....	79
Tab 2.2.5. - Régénération potentielle.....	80
Tab. 2.2.6. Caractéristiques floristiques des groupes de parc.....	82
Tab. 2.2.7. - Proportion des essences.....	85
Tab. 2.2.8. - Proportion des essences.....	86
Tab. 2.2.9. - Proportion des essences.....	89
Tab. 2.2.10. - Proportion des essences.....	90
Tab. 2.2.11. - Proportion des essences.....	92
Tab. 2.2.12. - Caractéristiques floristiques du faciès VI.....	95
Tab. 3.2.1 : Utilisation des principaux produits de cueillette.....	149
Tab. 3.2.2. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons ( <i>Boumba - Gongueye</i> ).....	150
Tab. 3.2.3. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période). ( <i>Boumba - Gongueye</i> ).....	150
Tab. 3.2.4. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.....	151
Tab. 3.2.5. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).....	151
Tab. 3.2.6. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.....	152
Tab. 3.2.7. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).....	152
Tab. 3.2.8. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.....	153

Tab. 3.2.9. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).....	153
Tab. 3.2.10. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.....	154
Tab. 3.2.11. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).....	155
Tab. 3.2.12. - Liste des produits et recette totale réalisée au cours des deux saisons.....	155
Tab. 3.2.13. - Pourcentage total des principaux produits dans le revenu global agricole (pour la même période).....	156
Tab. 3.3.1.- Site de Tara : nombre moyen de semences par espèce / m <sup>2</sup> sous la couronne des arbres et hors couronne (par 50 m <sup>2</sup> ), parc mixte à <i>Butyrospermum paradoxum</i> et <i>Bombax costatum</i> . ....	167
Tab. 3.3.2. - Site de Tiko, nombre moyen de semences sous couronne des semenciers par m <sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m <sup>2</sup> , parc à <i>Hyphaene thebaica</i> . ....	169
Tab. 3.3.3. - Site de Tiko, effectifs moyens de semis sous couronne des semenciers par m <sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m <sup>2</sup> , parc à <i>Hyphaene thebaica</i> . ....	170
Tab. 3.3.4. - Site de Boumba, nombre moyen de semences sous couronne des semenciers par m <sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m <sup>2</sup> , parc à <i>Butyrospermum paradoxum</i> . ....	171
Tab. 3.3.5. - Site de Boumba, effectifs moyens de semis sous couronne des semenciers par m <sup>2</sup> et hors couronne dans des surfaces de 50 m <sup>2</sup> , parc à <i>Butyrospermum paradoxum</i> . ....	172
Tab. 3.3.6. - Récapitulatif des caractéristiques des parcs agroforestiers par terroir villageois et quelques propositions d'intervention.....	201

## Figures

Fig. 01. - Projection de l'accroissement démographique au Niger.....	12
Fig. 03. - Evolution des rendements en mil et sorgho au Niger de 1960 à 1981.....	12
Fig. .3. - Evolution de la moitié du 19 <sup>ème</sup> siècle à nos jours, des relations entre la croissance démographique, la durée des friches, et les rendements du mil au ZARMAGANA.....	13
Fig. 04. - Evolution du taux de matière organique du sol à différentes profondeurs, en fonction du nombre d'années de culture.....	13
Fig. 05. - Flux d'approvisionnement en bois de la ville de Niamey .....	14

Fig. 2.2.3. - Structure de la population de <i>Hyphaene thebaica</i> par classe de hauteur. ..67	67
Fig. 2.2.4 . - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables), site de Banizoumbou.....69	69
Fig. 2.2.5 a, b et c. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupements.....69	69
Fig. 2.2.6 a, b et c. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc. ....70	70
Fig. 2.2. 7. - Parcellaire du terroir de Boumba.....71	71
Fig. 2.2.8. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables), site de Boumba.....74	74
Fig. 2.2.9. a, b, c et d. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupes mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances..75	75
Fig. 2.2.10 a, b, c et d. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc. ....76	76
Fig. 2.2.11. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables), site de Kouringuel.....78	78
Fig. 2.2.12. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupements mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances.....80	80
Fig. 2.2.13. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc. ....81	81
Fig. 2.2.14. - Parcellaire du terroir de Tara.....83	83
Fig. 2.2.15. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables) .....84	84
Fig. 2.2.16 I, II, III et IV. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour les principaux groupes mis en évidence par l'analyse factorielle des correspondances Tara.....87	87
Fig. 2.2.17 I, II, III et IV. - Diagramme hauteur - circonférence - recouvrement suivant les groupes de parc. ....88	88
Fig. 2.2.18. - Typologie du terroir de Toukounous.....94	94
Fig. 2.2.19. - Représentation simultanée des lignes (Observations) et colonnes (Variables) .....96	96
Fig. 2.2.20. - Histogramme des distributions par classes de circonférence pour le parc à <i>Faidherbia albida</i> .....99	99
Fig. 2.2.21. - Diagramme hauteur (m) - recouvrement (m <sup>2</sup> ) - circonférence (cm) du parc à <i>Faidherbia albida</i> .....100	100
Fig. 2.3.1. - Similitude entre hauteur des arbres et leur recouvrement.....104	104

Fig. 2.3.2. Image Spot original du 16 /02 / 1991.....	106
Fig. 2.3.3. - Vue partielle du terroir de Banizoumbou.....	108
Fig. 2.3.4. - Indice de végétation des champs, des jachères et des formations naturelles, site de Banizoumbou. ....	114
Fig. 2.3.5. - Compositions colorées multidates, site de Banizoumbou.....	117
Fig. 2.3.6.- Proportion des unités agro-écologiques, site de Banizoumbou.....	118
Fig. 2.3.7. - Corrélation entre densité des arbres des champs et celle des arbres sur image binaire. ....	122
Fig. 2.3.8. - Visualisation des données traitées (pixels « arbre » en noir après traitement des données (Indice Laplacien Seuillé) de l'imagette de la Fig. 2.3.2.....	122
Fig. 2.3.9. - Corrélation entre densité des arbres et arbustes des jachères et sur image binaire. En moyenne chaque pixel correspond à 17,52 arbustes.....	123
Fig. 2.3.10. - Visualisation des données traitées (pixels "arbres" en noir après traitement des données (Indice Laplacien seuillé) de l'imagette originale de la figure 2.3.2.....	124
Fig. 2.3.11. - Corrélation entre densité des arbres et arbustes des champs et sur photographie aérienne au 1/60000. ....	125
Fig. 3.3.1. - Diagramme hauteur (m) - recouvrement (m <sup>2</sup> ) et circonférence (cm) (a) du parc à <i>Butyrospermum paradoxum</i> , (b) du parc à <i>Neocarya macrophylla</i> et (c) du parc à <i>Faidherbia albida</i> .....	131
Fig. 3.2.1. - Phénologie des espèces ligneuses d'après SAADOU (1990), en comparaison avec les principaux paramètres climatiques moyens pour une période de 28 ans à la station de Niamey aéroport. ....	148
Fig. 3.2.2. Périodes au cours des quelles les difficultés alimentaires sont chroniques, pendant l'année en relation avec les périodes d'utilisation des produits de cueillette. ....	157
Fig. 3.3.1 a, b et c. - Évolution du taux de germination des semences de 6 essences ligneuses au cours de la saison des pluies. ....	174
Fig. 3.3.2. - Morphologie racinaire de <i>Faidherbia albida</i> .....	175
Fig. 3.3.3. - Morphologie racinaire de <i>Neocarya macrophylla</i> .....	176
Fig. 3.3.4. - Morphologie racinaire de <i>Hyphaene thebaica</i> .....	177
Fig. 4.2.1. - Variation de la teneur en azote total en fonction de la profondeur et du couvert de <i>Hyphaene thebaica</i> . ....	186
Fig. 4.2.2.- Variation de la teneur en azote en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de <i>Faidherbia albida</i> . ....	187
Fig. 4.2.3. - Variation de la teneur en carbone en fonction de la profondeur sous couronne de <i>Hyphaene thebaica</i> et hors couronne. ....	188

Fig. 4.2.4. - Corrélation entre les teneurs en azote totale et celles du carbone total sous couronne de <i>Hyphaene thebaica</i> .....	188
Fig. 4.2.5. - Variation de la teneur en carbone total en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de <i>Faidherbia albida</i> .....	189
Fig. 4.2.6. - Corrélation entre les teneurs en azote totale et celles du carbone total sous couronne de <i>Faidherbia albida</i> .....	190
Fig. 4.2.6. - Variation du pH en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de <i>Faidherbia albida</i> . ....	191
Fig. 4.2.7. - Variation du pH en fonction de la profondeur et du couvert arboré.....	192
Fig. 4.2.7. - Variation de la teneur en phosphore en fonction de la profondeur et du couvert arboré. ....	193
Fig. 4.2.8. - Variation de la teneur en phosphore total en fonction de la profondeur et de la distance par rapport au pied de <i>Faidherbia albida</i> .....	193

## Planches

Planche photographique N°1.....	56
Planche photographique N°2.....	137
Planche photographique N°3.....	160
Planche photographique N°4.....	180
Planche photographique N°5.....	194

## ANNEXE 2 : Listes des espèces citées

Espèces	Familles
<i>Acacia ataxacantha</i> DC.	MIMOSACEAE
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex Benth.	MIMOSACEAE
<i>Acacia nilotica</i> var. <i>Adansonii</i> (Guill. et Perr.) O. Ktze.	MIMOSACEAE
<i>Acacia raddiana</i> Savi	MIMOSACEAE
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	MIMOSACEAE
<i>Acacia seyal</i> Del.	MIMOSACEAE
<i>Acacia sieberiana</i> DC.	MIMOSACEAE
<i>Adansonia digitata</i> L.	MIMOSACEAE
<i>Afromorsia laxiflora</i> (Benth.) Harms.	PAPILIONACEAE
<i>Aloe buettneri</i> A. Berger	IRIDACEAE
<i>Andropogon gayanus</i> (Hochst.) Hack.	POACEAE
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	ANNONACEAE
<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC) Guill. et Perr.	CCMBRETACEAE
<i>Aristida adscencionis</i> L.	POACEAE
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	MELIACEAE
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	BALANITACEAE
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	CAESALPINIACEAE
<i>Bombax costatum</i> Pellegr.	BOMBACACEAE
<i>Borrassus aethiopum</i> Mart.	PALMACEAE
<i>Boscia angustifolia</i> A. Rich.	CAPPARIDACEAE
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. ex Poir.	CAPPARIDACEAE
<i>Butyrospermum paradoxum</i> (Gaerth. f.) Hepper Subsp. <i>parkii</i> (G. Don.) Hepper	SAPOTACEAE
<i>Cassia mimosoides</i> L.	CAESALPINIACEAE
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	CAESALPINIACEAE
<i>Celtis integrifolia</i> Lam.	ULMACEAE
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	CCMBRETACEAE
<i>Combretum collinum</i> Fresen.	CCMBRETACEAE
<i>Combretum micranthum</i> G. Don.	CCMBRETACEAE
<i>Combretum nigricans</i> var. <i>elliottii</i> (Eng. et Diels.) Aubrév.	CCMBRETACEAE
<i>Crataeva religiosa</i> Forst. f.	CAPPARIDACEAE
<i>Crossepteryx febrifuga</i> (Afzel. ex. G. Don) Benth.	RUBIACEAE

Espèces	Familles
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. et Dalz.	CAESALPINIACEAE
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr.	CAESALPINIACEAE
<i>Dioscorea dumetorum</i> (Kunth.) Pax.	DIOSCOREACEAE
<i>Dioscorea praehensilis</i> Benth.	DIOSCOREACEAE
<i>Dioscorea quartiniana</i> A. Rich.	DIOSCOREACEAE
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A. DC.	EBENACEAE
<i>Entada africana</i> Guill. et Perr.	CAESALPINIACEAE
<i>Faidherbia albida</i> (Del.) A. Chev.	MIMOSACEAE
<i>Ficus dekdekena</i> (Miq.) A. Rich.	MORACEAE
<i>Ficus gnaphalocarpa</i> (Miq.) Steud. ex A. Rich.	MORACEAE
<i>Ficus platyphylla</i> Del.	MORACEAE
<i>Gardenia ternifolia</i> Schum.	RUBIACEAE
<i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel.	COMBRETACEAE
<i>Hyphaene thebaica</i> (L.) Mart.	PALMACEAE
<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss.	MELLIACEAE
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. et K. Krause	ANACARDIACEAE
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne	ASCLEPIADACEAE
<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forsk.) Dcne	ASCLEPIADACEAE
<i>Loudetia togoensis</i> (Pilger) C. E. Hubbard	POACEAE
<i>Maerua angolansis</i> DC.	CAPPARIDACEAE
<i>Maerua crassifolia</i> Forsk.	CAPPARIDACEAE
<i>Mangifera indica</i> L.	ANACARDIACEAE
<i>Mitragyna inermis</i> (Wilolld.) O. Ktze.	RUBIACEAE
<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	RUBIACEAE
<i>Neocaraya macrophylla</i> Jm.	STERCULIACEAE
<i>Ostryoderris stuhlmanii</i> (Taub.) Dunn ex Harms	PAPIPLIONACEAE
<i>Parkia biglobosa</i> Jacq.) Benth.	MIMOSACEAE
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	CAESALPINIACEAE
<i>Prosopis africana</i> (Guill. et Perr.) Taub.	CAESALPINIACEAE
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	PAPILIONACEAE
<i>Salvadora persica</i> L.	SALVADORACEAE
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hosch.	ANACARDIACEAE
<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	POLYGALACEAE
<i>Sterculia setigera</i> Del.	STERCULIACEAE

## Espèces

*Tamarindus indica* L.

*Terminalia avicennioides* Guill. Perr.

*Vitex chrysocarpa* Planch ex Benth

*Vitex doniana* Sweet

*Ziziphus mauritiana* Lam.

*Zornia glochidiata* Reichb. ex. DC.

*Zygotritonia crocea* Stapf

## Familles

CAESALPINIACEAE

COMBRETACEAE

VERBENACEAE

VERBENACEAE

RHAMNACEAE

PAPILIONACEAE

IRIDACEAE