

Burkina Faso
Unité-Progrès-Justice

MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPERIEUR ET LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

DIRECTION DE
L'ENVIRONNEMENT
PROJET OPERATION ACACIA

*

* * *

INSTITUT NATIONAL DE
RECHERCHE AGRONOMIQUE DU NIGER

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté et soutenu en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : EAUX ET FORETS

Ecologie de l'espèce *Acacia senegal* et conséquences sur la productivité en gomme dans diverses conditions stationnelles des gomméraires naturelles de Kodjimeri et Nguel Kolo (Région de Diffa, République du Niger).

Par ALASSANE MAKADASSOU

Directeurs de mémoire : Dr SOME N. Antoine, Enseignant Chercheur à l'IDR / Université Polytechnique de Bobo

Dr ICHAOU Aboubacar, Phytoécologue, Aménagiste Forestier, Chercheur à l'INRAN Niamey (NIGER)

**Maître de Stage : MAISHAROU Abdou, M.Sc en Foresterie, Phytopathologiste
Coordonnateur national du Projet Opération Acacia**

Date de Soutenance : Juillet 2006

ERRATA

Page de garde : Lire **Acacia senegal Willd.** Au lieu de **Acacia senegal**

Page xvi : point 3 Lire **Crusts** au lieu de **Gusts**

Page 31 : point 9 Lire **Na⁺ et Ca⁺⁺** au lieu de **Na⁺ et K⁺**

Page 59 : Fig. 9 lire **Cp** au lieu de **Cr**

Page 62 : Fig. 10 lire **SD, RD, DI** au lieu de **SD, SD, DI**

Page 70 : Tableau 37, 3eme ligne Lire **50 ; 3 ; 50 ; 34,16** au lieu de **42,85 ; 4 ; 57,15 ; 25,62**

Tableau 37, 4eme ligne Lire **66,66 ; 1 ; 33,33 ; 20** au lieu de **50 ; 2 ; 50 ; 25,62**

Page 72 : Tableau 41, 2eme ligne Lire **28,75 ; 17,5** au lieu **30,138 ; 16,428**

8eme ligne Lire **25** au lieu de **18,75**

Page 73 : 1^{ère} ligne lire **(17,5% ; 68,21% ; 89,28%)**, suivies des replats dunaires **(33,33% ; 53,75% et 70%)** et enfin les dépressions **(10,52 % ; 16,15% ; 68,33%)** en zone sylvopastorale. La tendance est la même en zone de culture au lieu **(17,5% ; 68,33% ; 89,28%)**, suivies des replats dunaires **(33,33% ; 53,75% et 75%)** et enfin les dépressions **(10,52 % ; 16,5% ; 68,33%)**.

Page 76 : 4.2. Premier paragraphe : lire **l'analyse de la production par pied producteur ayant révélé des productions plus importantes** au lieu de **l'analyse des rendements par unité géomorphologique ayant révélé des rendements plus importants**

Page 78 : lire point 1 lire **que les peuplements des deux sites sont vieillissants, conséquence de l'absence ou de la faiblesse de régénération naturelle d'une part et de l'autre de la pression pastorale et ou des coupes abusives** au lieu de **que les peuplements des deux sites sont vieillissants, conséquence de l'absence ou de la faiblesse de régénération naturelle d'une part et de l'autre de la pression pastorale et ou des coupes abusives de l'autre**

Page 79 : point 4 ; dernière phrase lire **des paramètres pédoclimatiques** au lieu des **paramètres physicochimiques**

DEDICACES

A ma mère Haoua ALTO, rappelée à Dieu pendant que je faisais mes premiers pas dans la vie. Que son âme repose en paix. Amen !

A mon père, Alassane OUMANI, qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de mes projets.

A ma grand-mère, Feue Rakia AMADOU, qui de son vivant m'a entouré de tous les soins, dignes d'une mère. Que son âme repose en paix. Amen !

A ma femme, MAMANE Rabi, pour avoir enduré avec patience et persévérance mon absence,

A mes enfants Abdoulaye, Abdoulraouf et Souwedatou qui m'ont beaucoup manqué.

A tous mes parents.

SOMMAIRE

	PAGES
Liste des cartes	V
Listes des figures	V
Liste des photos	V
Liste des tableaux.....	VI
Listes des annexes	VIII
Sigles et abréviations.....	IX
REMERCIEMENTS	X
AVANT-PROPOS.....	XII
RESUME	XIV
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES.....	4
I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	5
1.1. <i>Localisation.....</i>	<i>5</i>
1.1.1. Département de Mainé Soroa.....	5
1.1.1.1. Climat.....	5
1.1.1.2. Végétation.....	5
1.1.1.3. Pêche et faune sauvage et ichtyologique	6
1.1.1.4. Contraintes environnementales.....	6
1.1.2. Département de Diffa.....	6
1.2. <i>Présentation des gommeraies de Kodjimeri et de Nguel Kolo</i>	<i>7</i>
1.2.1. Gommeraie de Kodjimeri	7
1.2.2. Gommeraie de Nguel Kolo	8
II. PRESENTATION DES STRUCTURES D'ACCUEIL	10
2.1. <i>Le Projet Opération acacia</i>	<i>10</i>
2.2. <i>L'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN).....</i>	<i>11</i>
III. CARACTERES GENERAUX DE L'ESPECE	12
3.1. <i>Systématique de l'espèce Acacia senegal</i>	<i>12</i>
3.2. <i>Morphologie.....</i>	<i>12</i>
3.3. <i>Caractères botaniques</i>	<i>12</i>
3.3.1. Feuilles	12
3.3.2. Fleurs.....	12
3.3.3. Epines.....	13
3.3.4. Fruits	13
3.4. <i>Distribution et l'écologie de l'espèce Acacia senegal.....</i>	<i>13</i>
3.4.1. Distribution	13
3.4.2. Climat.....	15
3.4.3. Sols.....	15
3.4.4. Phytosociologie de l'espèce Acacia senegal.....	16
IV. GOMME ARABIQUE ET LE PROCESSUS DE GOMMOSE.....	17
4.1. <i>Gomme arabique.....</i>	<i>17</i>
4.1.1. Définition	17
4.1.2. Biochimie de la gomme	17

4.1.3.	Propriétés de la gomme.....	18
4.1.4.	Usages de la gomme	18
4.1.4.1.	Usages traditionnels.....	18
4.1.4.2.	Usages industriels	18
4.1.4.3.	Usages locaux du gommier et ses sous produits dans la zone d'étude	18
4.1.4.4.	Les méthodes de récolte dans la zone d'étude	19
4.2.	<i>Processus de la gommose chez Acacia senegal</i>	20
4.2.1.	Paramètres inducteurs à l'état naturel	20
4.2.2.	Induction artificielle de la gommose : la saignée.....	20
4.2.3.	Influence des blessures naturelles et artificielles sur la gommose.....	21
4.2.4.	Influence des facteurs écologiques et trophiques.....	22
4.2.5.	Influence des facteurs physiologiques	22
4.2.6.	Influences des parasites.....	23
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE		24
I. OBJECTIFS ET HYPOTHESES		25
1.1.	<i>Objectifs</i>	25
1.2.	<i>Hypothèses</i>	25
II. MATERIELS ET METHODES.....		26
2.1.	<i>Matériels techniques</i>	26
2.2.	<i>Méthodes</i>	26
2.2.1.	Choix des sites	27
2.2.2.	Mise en place des placettes	27
2.2.3.	Caractérisation des paramètres climatiques au niveau des sites d'étude	30
2.2.4.	Caractérisation des sols.....	30
2.2.4.1.	Mesure du pH.....	30
2.2.4.2.	Granulométrie	30
2.2.4.3.	Bases échangeables.....	31
2.2.4.4.	Matière organique selon la méthode Walkley et Black	32
2.2.4.5.	Bilan hydrique local.....	32
2.2.5.	Caractérisation des peuplements de Kodjiméri et Nguel Kolo.....	34
2.2.6.	Caractérisation du gommier/architecture d' <i>Acacia senegal</i>	35
2.2.7.	Caractérisation de la production de la gomme.....	35
2.3.	<i>Collecte et traitement des données</i>	36
III. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....		37
3.1.	<i>Caractérisation des paramètres climatiques</i>	37
3.1.1.	Précipitations.....	37
3.1.2.	Températures.....	38
3.1.3.	Vitesses de vent.....	39
3.1.4.	Evapotranspiration potentielle (ETP)	40
3.2.	<i>Caractérisation des sols au niveau de diverses stations étudiées</i>	41
3.2.1.	pH.....	41
3.2.2.	Matière organique	43
3.2.2.	Texture	45
3.2.4.	Bases échangeables.....	46
3.2.5.	Etats de surfaces et le bilan hydrique local.....	48
3.3.	<i>Caractérisation des peuplements de Nguel Kolo et Kodjimeri</i>	51

3.3.1. Densité.....	51
3.3.2. Répartition par classe de circonférence et de hauteur	52
3.3.3. Distribution spatiale.....	57
3.3.4. Espèces compagnes et leur répartition.....	57
3.3.5. Autres éléments (parasitisme, régénération naturelle, etc.).....	59
3.3.5.1. Parasitisme.....	59
3.3.5.2. Régénération naturelle.....	60
3.3.5.3. Pression humaine et animale	62
3.4. <i>Caractérisation de l'espèce Acacia senegal (modèles architecturaux)</i>	63
3.5. <i>Caractérisation de la production</i>	66
3.5.1. Nombre de branches <i>saignables</i> par unité géomorphologique.....	67
3.5.2. Proportion des individus ayant exsudé de la gomme	68
3.5.3. Rendement par unité géomorphologique.....	70
3.5.4. Défoliation	72
3.6. <i>Difficultés rencontrées et insuffisances du travail</i>	74
3.6.1. Difficultés rencontrées.....	74
3.6.2. Insuffisances du travail	74
IV. DISCUSSION GENERALE.....	75
4.1. <i>Relations entre les paramètres climatiques et la production de la gomme</i>	75
4.2. <i>Relations entre la production de la gomme et les caractéristiques physico-chimiques et topographiques des sols</i>	76
4.3. <i>Relations entre le taux de défoliation et la production de la gomme</i>	77
V. CONCLUSION – SUGGESTIONS.....	78
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	82

LISTE DES CARTES

	PAGES
Carte 1: Localisation des sites étudiés	9
Carte 2 : Aire de répartition de <i>Acacia senegal</i> et <i>Acacia laeta</i> en Afrique l'ouest	14
Carte 3 : Carte de distribution des gomméraires au Niger	15
Carte 4 : Distribution des placettes dans la gomméraire de Nguelkolo	28
Carte 5 : Distribution des placettes dans la gomméraire de Kodjiméri	29

LISTES DES FIGURES

Fig. 1 : Evolution des Pmms (1974-2005) sur les stations de Diffa et Mainé Soroa	38
Fig. 2 : Evolution des températures moyennes mensuelles	39
Fig. 3: Evolution des vitesses mensuelles moyennes	39
Fig. 4: Evolution de ETP moyenne mensuelle à Mainé Soroa	40
Fig. 5 : Evolution du pH moyen sur les deux sites	42
Fig. 6 : Evolution du taux de matière organique par unité géomorphologique	43
Fig. 7 : Densité des ligneux par unité géomorphologique et par site	52
Fig. 8: Répartition des espèces ligneuses sur le site de Nguel kolo	58
Fig. 9 : Répartition des espèces ligneuses sur le site de Kodjimeri	59
Fig. 10: Densité de la régénération naturelle par catégorie d'utilisation	62
Fig. 11: Répartition des modèles architecturaux par site	65
Fig. 12: Densité des branches saignables par site	67
Fig.13: Evolution du taux moyen de défoliation par unité géomorph en ZC et ZSP	73

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Individu du type I	63
Photo 2 : Individu du type II	64
Photo 3 : Individu du type III	64

LISTE DES TABLEAUX

	PAGES
Tableau 1: Utilisations locales du gommier et ses sous- produits	19
Tableau 2 : Evolution des moyennes pluviométriques à Diffa et Mainé Soroa	37
Tableau 3: Test de comparaison des variances (pH) au seuil 5% à Nguelkolo	42
Tableau 4 : Test de comparaison des variances (pH) au seuil 5% à Kodjimeri	42
Tableau 5 : Test de comparaison des variances entre les deux sites (5%)	43
Tableau 6 : Test de comparaison des variances (m.o) au seuil (Profondeur) à Ngkolo	44
Tableau 7 : Test de comparaison des variances (m.o) (profondeur) à Kodjimeri	44
Tableau 8: Test de comparaison des variances entre unité géomorphologique	44
Tableau 9 : Test de comparaison des variances entre les deux sites (5 %)	45
Tableau 10 : Constituants des sols et leur proportion à Nguel kolo	45
Tableau 11: Constituants des sols et leur proportion à Kodjimeri	46
Tableau 12 : Test de comparaison des variances des constituants sur les deux sites	46
Tableau 13: Test de comparaison des variances entre les sites	46
Tableau 14: Valeurs moyennes des BE et %ges de Ca sur le site de Nguel Kolo	47
Tableau 15: Valeurs moyennes des BE et %ges de Ca sur le site de Kodjimeri	47
Tableau 16: Test de comparaison des variances suivant la profondeur à Ngkolo	47
Tableau 17 : Test de comparaison des variances suivant la profondeur à Kodjimeri	48
Tableau 18 : Test de comparaison des variances entre les deux sites (BE)	48
Tableau 19 : Répartition des croûtes par unité géomorphologique à Nguel Kolo	50
Tableau 20: Répartition des croûtes par unité géomorphologique à Kodjimeri	50
Tableau 21 : Répartition des surfaces et supplément d'eau de ruissellement par unité géomorphologique et par site	50
Tableau 22 : Répartition par classe de hauteur des individus de <i>A. senegal</i> à Nguel Kolo	53
Tableau 23 : Répartition par classe de circonférence de <i>A. senegal</i> à Nguel Kolo	53
Tableau 24: Répartition par classe de hauteur des individus de <i>A. senegal</i> sur les sommets dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)	55
Tableau 25: Répartition par classe de circonférence des individus de <i>A. senegal</i> sur les sommets dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)	55
Tableau 26: Répartition par classe de hauteur des individus de <i>A. senegal</i> sur les replats dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)	55
Tableau 27: Répartition par classe de circonférence des individus de <i>A. senegal</i> sur les replats dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)	56
Tableau 28: Répartition par classe de hauteur des individus de <i>A. senegal</i> sur les dépressions inter dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC)	

	et en zone sylvopastorale (ZSP)	56
Tableau 29:	Répartition par classe de circonférence des individus de <i>A. senegal</i> sur les dépressions inter dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)	56
Tableau 30:	Taux d'infestation de l'espèce <i>Acacia senegal</i> par <i>Tapinanthus globiferus</i>	60
Tableau 31 :	Quelques paramètres dendrométriques des individus infestés par <i>T.globiferus</i>	60
Tableau 32 :	Quelques paramètres dendrométriques moyens des individus du type	66
Tableau 33 :	Proportion des individus ayant exsudé par unité géomorph. à NgKolo	69
Tableau 34:	Proportion des individus ayant exsudé par unité géomorphologique en zone sylvopastorale à Kodjimeri	69
Tableau 35:	Proportion des individus ayant exsudé par unité géomorphologique en zone de culture à Kodjimeri	69
Tableau 36 :	Répartition des producteurs par type architectural et production moyenne en zone sylvopastorale à Kodjimeri	69
Tableau 37 :	Répartition des producteurs par type architectural et production moyenne en zone de culture à Kodjimeri	70
Tableau 38 :	Rendement par unité géomorphologique à Nguel Kolo	71
Tableau 39 :	Rendement par unité géomorphologique en ZSP à Kodjimeri	71
Tableau 40 :	Rendement par unité géomorphologique en ZC à Kodjimeri	71
Tableau 41:	Test de comparaison des variances (production sur le site de Kodjimeri)	72
Tableau 42 :	Test de comparaison des variances (entre catégorie d'utilisation)	73
Tableau 43:	Test de comparaison des variances (défoliation entre les unités)	74

LISTES DES ANNEXES

- Annexe 1 :** Fiche de relevé des états de surface
- Annexe 2a :** Illustration des unités géomorphologiques
- Annexes 2b :** Cares installées sur des branches de *Acacia senegal*
- Annexe 3 :** Fiche de mensuration des individus de l'espèce *Acacia senegal*
- Annexe 4 :** Fiche d'inventaire
- Annexe 5 :** Fiche de cartographie des ligneux
- Annexe 6 :** Fiche de relevé architectural
- Annexe 7 :** Fiche de récolte de gomme (individus saignés)
- Annexe 8 :** Fiche de récolte de gomme (individus non saignés)
- Annexe 9 :** Distribution spatiale des ligneux dans les placettes expérimentales à Nguel Kolo
- Annexe 10 :** Distribution spatiale des ligneux dans les placettes expérimentales à Kodjimeri

SIGLES ET ABREVIATIONS

Aml :	Angle moyen d'Insertion
Cm :	Circonférence moyenne
CNEDD :	Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable Désertification
DSCN :	Direction de la Statistique et des Comptes Nationaux
Eff. :	Effectif
ETP :	Evapotranspiration Potentielle
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Ha :	Hectare
Hm :	Hauteur moyenne
Hml :	Hauteur moyenne d'Insertion
ICRISAT :	International Crops Research Institute for the Semi Arids Tropics
INRAN :	Institut National de la Recherche Agronomique du Niger
LmR :	Longueur moyenne à la première Ramification
MHE/LCD :	Ministère de l'Hydraulique de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification
NTm :	Nombre de Tige moyen
NGARA:	Network of Gum Arabic and Resins of Africa
Pmm :	Précipitations en mm
PSL :	Paix et Salut sur Lui
SDDR :	Schémas Départemental du Développement Rural
Srd :	Superficie des sommets dunaires
Srd :	Superficie des replats dunaires
Sdi :	Superficie des dépressions interdunaires
US\$:	Dollard U.S
ZSP :	Zone Sylvo pastorale

REMERCIEMENTS

Au terme de ce stage, nous tenons à remercier les personnes physiques ou morales qui, par leur disponibilité, leurs conseils, leur appui matériel, financier, moral et technique, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce stage. Il s'agit de :

- La Fondation Jean Paul II pour le Sahel, dont l'appui financier a permis la réalisation de ce travail ;
- Commandant Abdou MAISHAROU, Coordonnateur du projet « Opération Acacia », Maître de stage, initiateur du thème, qui n'a ménagé aucun effort, pour voir cette étude aboutir. Trouvez ici toute notre reconnaissance pour nous avoir accueilli dans votre structure et encadré, mis à notre disposition la documentation et les moyens nécessaires aussi bien pour les travaux de terrain que pour les analyses ;
- Le Directeur Général de l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN) pour nous avoir accueilli dans la structure ;
- Dr. ABOUBACAR Ichaou, Ecologue, chercheur à l'INRAN, Codirecteur de Mémoire, pour avoir accepté de nous encadrer. Ses observations, remarques et son appui méthodologique ont beaucoup contribué à la réalisation de ce travail ;
- Dr. SOME Antoine, Enseignant Chercheur à l'IDR, ses conseils, son appui méthodologique, sa rigueur scientifique, les connaissances acquises lors de ses différents enseignements notamment en aménagement forestier et surtout en analyse des données, nous ont beaucoup facilité la conduite de cette étude. Trouvez ici toute notre gratitude ;
- Dr. J. B. ILBOUDO, Directeur de l'IDR, Enseignant Chercheur, les enseignements reçus de vous ainsi que vos conseils méthodologiques et techniques ont contribué à la réalisation de ce travail ;
- Dr. HIEN Mipro, Enseignant Chercheur à l'IDR, pour les observations, conseils méthodologiques et techniques, les enseignements en statistiques, écologie et en agroforesterie;
- Tout le corps enseignant de l'Institut du Développement Rural et les enseignants vacataires, pour les enseignements reçus et leur disponibilité ;
- Le personnel administratif et d'appui de l'Université Polytechnique en général et de l'IDR en particulier ;

- Tout le personnel du Laboratoire national des sols (INRAN), pour nous avoir encadré dans l'analyse des échantillons de sol ;
- Dr Ali MAHAMANE, Enseignant chercheur à l'Université de Niamey pour ses conseils et ses observations constructives ;
- Commandant BAKO Mamane, Coordonnateur de l'antenne PAFN de Diffa, pour sa disponibilité, les moyens mis à notre disposition pour nos déplacements sur le site de Nguel Kolo ;
- Lieutenant Gambo Mahamane, Coordonnateur de l'antenne PAFN de Mainé Soroa, pour sa disponibilité, les moyens mis à notre disposition pour nos déplacements sur le site Kodjimeri ;
- Tout le personnel du Projet Opération Acacia ;
- Le Directeur Régional de l'Environnement de Diffa et personnel ;
- Le Directeur de départemental de l'environnement de Mainé Soroa et personnel ;
- Le Directeur de départemental de l'environnement de Diffa et personnel ;
- M. HAROUNA Mamane, Informaticien Projet Aménagement des Forêts Naturelles, Niamey ;
- Lieutenant Rabiou MOUSSA, Chef brigade mobile à la Direction régionale de l'environnement Niamey ;
- Les populations des villages riverains des gomméraires de Nguel kolo et Kodjimeri ;
- MM. MAMANE Ibrahim et YARIMA, les guides, gardiens et autres qui m'ont beaucoup aidé dans mes travaux de collectes des données. Qu'ils trouvent ici tous mes remerciements ;
- MM. MAHAMANE Rabiou et ACHIROU Madougou respectivement Directeur Ecole primaire et Chef du Centre de Santé Intégré de Kodjimeri ;
- A ma belle mère, Hadjia Mariama ADAMOU, qui s'est occupé en digne mère, de mes enfants pendant toute mon absence au pays. Que Dieu le lui rende ;
- Tous les camarades étudiants de la promotion 2003-06 ;
- Tous les étudiants nigériens à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts ;
- Tous ceux qui, de loin ou de près, ont contribué à la réalisation de ce travail.

AVANT-PROPOS

L'étude s'est déroulée dans le bassin oriental du Niger (Région de Diffa), berceau légendaire de la gomme arabique. Elle a été conduite sur deux gomméraires naturelles (Nguel Kolo et Kodjimeri). Elle a duré onze mois (Août 2005 à juin 2006).

Elle s'inscrit dans le cadre du volet recherche d'accompagnement du Projet Opération Acacia. De ce fait elle s'est déroulée dans un double contexte : de recherche (INRAN) et de développement (Projet Acacia). Elle a porté sur l'écologie de l'espèce *Acacia senegal* et ses conséquences sur la productivité des gomméraires naturelles dans diverses conditions stationnelles de Kodjimeri et Nguel Kolo. Il s'est agi de caractériser les paramètres pédoclimatiques sur les deux sites ainsi que leur influence sur la productivité en gomme. De façon spécifique, l'étude a concerné les paramètres suivants :

1. climatiques notamment les températures, les précipitations, l'ETP et les vents
2. biologiques notamment la structure des peuplements et leur état
3. pédologiques notamment les types de substrats, leur physico-chimie et le bilan hydrique local.
4. la production en gomme suivant les unités géomorphologiques.

Les interrelations entre les différents paramètres ont été dégagées en vue d'une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes.

Dans le cadre de cette étude on entend par :

- Conditions stationnelles : les conditions climatiques, biologiques, édaphiques ainsi que leurs interrelations, qui prévalent dans un milieu relativement homogène.
- Productivité : comme la production potentielle de gomme qu'un pied de l'espèce *Acacia senegal* est susceptible de produire, si toutes les conditions d'une bonne gommose sont réunies ;
- Unité géomorphologique : composante physique où les états de surface et le substrat sont favorables à un niveau de développement des gommiers et de production de la gomme. Hiérarchisées sur une toposéquence, elles représentent dans le contexte de notre étude :

- Le sommet dunaire, la partie du terrain située sur le niveau le plus haut de la dune ;
- Le replat dunaire, la partie du terrain située sur le flanc de la dune ;
- La dépression interdunaire, la partie la plus basse, située entre deux dunes consécutives.

RESUME

Le présent travail porte sur l'écologie de l'espèce *Acacia senegal* dans diverses conditions stationnelles des gomméraires naturelles de Kodjimeri et Nguel Kolo et ses conséquences sur la productivité en gomme. Cette étude est conduite dans deux zones climatiques différentes suivant le gradient pluviométrique.

L'étude a pour objectifs d'une part de caractériser les deux peuplements du point de vue état, organisation et d'autre part, de caractériser les paramètres édaphiques et climatiques prévalant dans ces deux zones pour enfin dégager leur influence sur la productivité en gomme.

Pour atteindre ces objectifs la démarche adoptée a consisté à :

1. un inventaire pied à pied à l'intérieur de 24 placettes installées suivant les unités géomorphologiques suivantes : sommet dunaire, replat dunaire et dépression inter dunaire ;
2. un relevé des paramètres dendrométriques sur tous les ligneux ;
3. un inventaire des croûtes sur 14 des 24 placettes ;
4. la saignée de 673 individus de l'espèce *Acacia senegal* présents dans 18 des 24 placettes ;
5. l'analyse de 53 échantillons de sol prélevés dans 18 placettes à des profondeurs de 20 ; 50 et 120 cm ;
6. l'analyse des paramètres climatiques notamment les températures, les vents, les précipitations et l'évapotranspiration au niveau des deux stations météorologiques les plus proches des sites.

L'étude fait ressortir que :

1. les peuplements des deux sites sont vieillissants, conséquence de l'absence ou de la faiblesse de la régénération naturelle d'une part et de la pression pastorale et ou des coupes abusives d'autre part. La densité en *Acacia senegal*, est dans l'ensemble faible (73.35 à 146.66 en zone sylvopastorale et 44.5 en zone de culture). L'espèce dominante est *Acacia senegal* (+ de 75%) ;
2. sur le plan de la distribution spatiale, l'existence d'un noyau dense à partir duquel la densité devient lâche vers la périphérie. Les espèces compagnes occupent presque toujours la périphérie ;

3. le travail du sol améliore la régénération chez l'espèce *Acacia senegal* surtout sur les sommets dunaires ;
4. sur le plan écologique, que les deux peuplements sont caractérisés par :
 - des précipitations oscillant entre 250 et 500 mm ;
 - des températures moyennes de l'ordre de 12 à 13°C pour les minima et 38 à 41°C pour les maxima ;
 - des vitesses de vent moyennes comprises entre 2 et 3.1 m/s ;
 - des ETP moyennes mensuelles de l'ordre de 200 mm ;
 - des sols sableux à dominance fine (+ de 82% de sable fin) à pH légèrement acide (5.44 à 6.57), pauvres en matière organique (0.07 à 0.32%). Les bases échangeables sont < 3 méq/100g.
5. la présence sur les deux sites de deux modèles architecturaux : types I et II. En outre l'étude révèle une tendance à la domination du type II lorsqu'on remonte vers des latitudes plus pluvieuses dans son aire de répartition (suivant un gradient pluviométrique) ;
6. l'espèce *Acacia senegal* est bas branchue (hauteur moyenne d'insertion des premières branches de 0.63m) avec une tendance à la buissonisation. Le type I présente une plus grande tendance à la ramification sur les dépressions interdunaires ;
7. une différence de vigueur des individus d'une unité géomorphologique à une autre.
8. une plus grande tendance des individus du type I à la production par rapport au type II ainsi que des rendements également plus élevés. Les rendements les plus importants sont enregistrés sur les sommets dunaires. On constate par ailleurs une très faible réponse des individus à la saignée (<5%) ;
9. la production en gomme est fonction de l'unité géomorphologique (position topographique), du modèle architectural, de la défoliation et surtout des précipitations de l'année précédant la campagne ;
10. un important taux d'infestation du peuplement de Nguel kolo (13.63 %) par *Tapinanthus globiferus* et une menace pour celui de Kodjimeri.

non ce ne
sont pas les
températures qui
sont caractérisés

Au vu de ces résultats, des suggestions comme une exploitation énergétique des vieux sujets, les plantations d'enrichissement, le travail du sol, l'initiation à l'apiculture. la lutte mécanique contre *Tapinanthus globiferus* ont été faites en vue d'une meilleure valorisation des deux peuplements.

Revenir trop long !
mets des :

SUMMARY

*The current work concerned the ecology of *Acacia senegal* in various stand conditions of natural gum plantations of Kodjimeri and Nguel kolo and their consequences on the gum productivity.*

This study was carried out in two different climatic zones based on a rainfall pattern. The objectives of this study are to classify the two populations in terms of state, organization in one hand and to classify the prevailing edaphic and climatic parameters so as to know their influence on the gum productivity in the two zones in another hand.

In order to reach the objectives the procedure consists of:

- 1. A tree inventory within the 24 plots according to the following geomorphologic types, top dune, dune bench, inter dune lows;*
- 2. Records of dendrometric parameters over all woody plants;*
- 3. Gusts inventory over 14 of the 24 plots;*
- 4. A bleeding of 673 individuals of *Acacia senegal* growing over 18 of the 24 plots;*
- 5. The analysis of 53 soil samples taken from 18 plots at a depth of 20-30, 50-60 and 120-130 cm;*
- 6. The analysis of climatic parameters notably the temperature, winds, rainfall and the evapotranspiration of the two nearest fire weather stations from the sites.*

The study shows that:

- 1. The populations of the two sites are getting old because of the lack or weakness of the regeneration in one hand and the overgrazing and over cutting in another hand. The density of *Acacia senegal* is generally low (73.35 to 146.66 in sylvo pastoral zone and 44.5 in cultivated zone). The dominant specie is *Acacia senegal* with more than 75%.*
- 2. In terms of distribution, we observed the presence of a dense nucleus from which the density becomes open towards the edge.*
- 3. The soil tillage improves the regeneration of *Acacia senegal* especially at the top.*
- 4. From the ecological point of view, the two populations are located in a zone with the following characteristics:*
 - The precipitations are ranging between 250 and 500 mm ;*
 - Mean temperatures of 12 to 13°C as the lowest and 38 to 41°C as the highest ;*
 - The mean E.T.P (evapotranspiration potential) per month is of 200 mm ;*

- *Fine sandy soils (with more than 82% of fine sand) with pH slightly acid (5.44 to 6.57), poor in organic matter (0.07 to 0.32%). The cation exchange capacity (CEC) is under 3méq/100g.*
5. *The presence of two architectural types at the two sites: type I and II .Mean while the study shows a tendency of the type II to be dominant when moving towards the latitudes with high rainfall within its distribution's area (following a rainfall pattern);*
 6. *Acacia senegal has more branches at the base (mean height of the primary branches is 0.63 m) with a tendency to be shrubby. The type I shows a high tendency of ramification over the inter dune lows;*
 7. *A vigor difference between individuals of a geomorphologic type to another;*
 8. *A high tendency of high production and yield of type I over type II; the highest yields were encountered at the top dune. However there is a low response of individuals to bleeding (< 5%);*
 9. *The production is function of the geomorphological unit(topographical position), the architectural model, the defoliation level and also the annual rainfall preceeding the campaign,*
 10. *A high rate of infestation of the population of N'guel kolo (13.65) by Tapinanthus globiferus and a menace to that of Kodjimeri.*

Based on these results some recommendations have been formulated such as utilization of old trees for fuel wood, enrichment planting, soil tillage, beekeeping and the mechanical fighting against Tapinanthus globiferus in order to improve the quality of the two gum stands.

INTRODUCTION

Le Niger, pays sahélien à $\frac{3}{4}$ désertique, couvre une superficie de 1.267.000 Km². Sa population était de 10.790.352 habitants en 2001 (Recensement général de la population et de l'habitat, 2001). Sur le plan climatique le pays est caractérisé par un climat variant du type saharien au nord à sahélo soudanien au sud et des précipitations annuelles allant de moins de 100 mm à 650 mm. Les principales activités économiques sont l'agriculture, l'élevage et l'exploitation minière. Les recettes d'exportation sont principalement issues de l'exportation du bétail et de l'uranium.

Le pays regorge en outre d'importantes ressources naturelles au nombre desquelles 13 millions d'hectares de terres à vocation forestière (CNEDD, 1999). De ces terres, 200.000ha sont essentiellement constituées de gomméraires naturelles (Ali, 2001) soit environ 1.53%. Elles sont ainsi réparties : 100.000ha dans le bassin oriental, 50.000ha dans le bassin central et 40.000ha dans le bassin occidental. A cette superficie il faut ajouter les nombreuses plantations artificielles de gommiers disséminées sur le territoire (plus de 10.000ha).

A l'instar des autres formations forestières, les gomméraires connaissent aujourd'hui une dégradation accélérée de leur potentiel. Cette dégradation est la résultante d'un mode de gestion inapproprié et inadapté d'une part et des conditions climatiques sans cesse changeantes d'autre part. Le Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable (CNEDD, 1999) a évalué cette dégradation à 60% en 25 ans.

Les gomméraires, en particulier celles du Niger oriental, jouent en plus de leur rôle écologique, un rôle socio-économique certain. En effet, toutes les parties du gommier sont utilisées ou pour la pharmacopée, ou pour le bois d'oeuvre et/ou de service. Les feuilles et les gousses sont utilisées dans l'alimentation des animaux. Au nombre de ces avantages, la gomme semble attirer le plus l'attention aussi bien des populations rurales, des techniciens que des décideurs politiques. Cet intérêt est dû :

1. à l'existence des potentialités productives insuffisamment valorisées. En effet, malgré l'existence des 200.000ha de gomméraires, le Niger n'exporte aujourd'hui que quelques centaines de tonnes de gomme. En 1979 par exemple, le Niger a exporté 2610 tonnes (DSCN/MP, 1979). La période 1980-1997 a vu ces exportations baisser

et atteindre 200 tonnes en 1995(DSCN/MP, 1995). Cette tendance est due non seulement à la dégradation des gomméraires mais aussi à la mauvaise organisation de la filière. Ceci a contribué à l'amenuisement des revenus des populations les exploitant ;

2. la tendance de la demande mondiale en gomme et de son cours : la demande mondiale en gomme va en s'accroissant comme le témoigne l'évolution des exportations. Elles sont passées pour la région Afrique de 36.306 tonnes en 1991 à 54.106 tonnes en 2002 soit une hausse de plus de 28% (Muller et Okoro, 2002). Quant aux prix, ils oscillent entre 750 et 850 US\$ la tonne avec un pic de 1000 US\$ en 1998-99 pour la gomme friable. La gomme dure par contre connaît de grandes fluctuations avec 4.400 US\$ en 1994-95 et 3.000 US\$ en 2004.

Il existe donc de réelles opportunités pour une contribution effective du secteur gommier au développement économique et social du pays à travers la rentrée des devises via l'exportation de la gomme et la génération des revenus aux producteurs.

L'Etat, conscient, d'une part de la menace qui pèse sur ces peuplements et d'autre part, des opportunités qu'ils offrent dans la lutte contre la pauvreté en milieu rural, à travers l'exploitation et la commercialisation de la gomme arabique, a entrepris depuis 1990 un vaste programme de restauration des peuplements naturels de gommiers et d'extension des zones de production. C'est ainsi que des milliers d'hectares ont été restaurés et/ou plantés à travers le pays. Une stratégie nationale de la relance de la production et de la commercialisation de la gomme arabique au Niger a été élaborée en 2000 sous l'égide de la FAO. Pour la mise en œuvre de cette stratégie, un projet intitulé « Opération ~~A~~Acacia » financé par la FAO a vu le jour. Il a pour, entre autres objectifs, la réorganisation de la filière, l'introduction en milieu rural de technologies modernes de production, de traitement et de conservation de la gomme, l'introduction des variétés productrices de *Acacia senegal* de provenances étrangères, la restauration des gomméraires naturelles ainsi que la création des gomméraires artificielles publiques et privées.

Ce projet, dans son volet recherche d'accompagnement, a entrepris, en partenariat avec l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), des recherches sur les gomméraires naturelles et artificielles en vue d'une meilleure compréhension de leur fonctionnement.

C'est dans cette optique que le projet « Opération Acacia » et l'INRAN, nous ont proposé le thème « **Ecologie de l'espèce *Acacia senegal* et conséquences sur la productivité en gomme dans diverses conditions stationnelles des gommeraies naturelles de Kodjimeri et Nguel Kolo (Région de Diffa)** ».

Le but poursuivi est la description de quelques paramètres biologiques, édaphiques et climatiques prévalant sur les deux sites ainsi que leur interrelations afin de dégager ceux qui influencent le plus la production en gomme. Ce qui sous-tend un certain nombre de questions auxquelles l'étude doit répondre. Il s'agit entre autres des questions suivantes :

1. quels sont les facteurs qui affectent le plus le fonctionnement (développement, régénération et production en gomme) d'une gommeraie ?
2. le modèle architectural varie-t-il en fonction des conditions stationnelles ?
3. la production de gomme dépend-t-elle des conditions stationnelles ?

Le présent mémoire comporte deux (2) parties. Dans la première partie sont abordées les généralités sur la zone d'étude, les structures d'accueil, l'espèce *Acacia senegal*, la gomme et la gommose. La deuxième partie, consacrée à l'étude expérimentale, comprend les hypothèses et les objectifs dans un premier chapitre ; le second chapitre porte sur les matériels et méthodes, le troisième traite des résultats et discussions et enfin le quatrième la conclusion et suggestions.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1. Localisation

Située à l'extrême Est du Niger, la région de Diffa est localisée entre 10°03' et 15°30' Longitude Est, 13°04' et 18°00' de Latitude Nord. Elle couvre une superficie de 140.000 km². Elle est limitée au Nord et à l'Ouest, respectivement par les départements d'Agadez et de Zinder ; au Sud par la République Fédérale du Nigeria et enfin à l'Est par la République du Tchad. Sur le plan administratif la région est subdivisée en trois départements : Diffa, Mainé Soroa et Nguigmi. Les deux sites d'étude sont localisés l'un dans le département de Diffa (Nguel Kolo) et l'autre dans le département de Mainé Soroa (Kodjimeri).

1.1.1. Département de Mainé Soroa

Ce département est situé au Sud-Ouest de la région de Diffa. Son chef lieu se trouve à environ 1300 km de Niamey. Ce département est compris entre les latitudes 13°05' et 14°30' Nord et les longitudes 10°35' et 12°30' Est. Il est limité à l'Ouest par le département de Gouré, à l'Est par ceux de Diffa et Nguigmi et au Sud par le Nigeria. Il couvre une superficie de 15.000 km² pour une population de 143.397 habitants en 2001 (INS, RGP 2001).

1.1.1.1. Climat

Le département de Mainé Soroa est caractérisé par 2 saisons climatiques majeures :

- une saison de pluies ne dépassant guère 3 mois (juin à août). Les précipitations moyennes enregistrées oscillent entre 200 et 500 mm.
- une longue saison sèche qui dure 9 mois (septembre à Mai), avec une forte insolation, une température moyenne élevée.

1.1.1.2. Végétation

La formation végétale dominante est la steppe (arborée, arbustive et herbeuse) caractérisée par la forte présence de *Leptania pyrotechnica* et *Calotropis procera*. Selon les variations latitudinales, on note la présence des formations forestières atypiques constituées de peuplements phréatophiles de palmiers (doumiers, dattiers et rôniers) au niveau des cuvettes, avec par endroits un fort taux de recouvrement, des formations ripicoles de la rivière Komadougou ainsi que des parcs agroforestiers des vallées et bas-fonds composés pour l'essentiel d'Acacia (*Acacia raddiana*, *Acacia senegal* et *Acacia seyal* en association

avec *Balanites aegyptiaca*, *Salvadora persica* et *Scleroarya birrea* avec un recouvrement allant de 20 à 70%).

1.1.1.3. Pêche et faune sauvage et ichtyologique

La pêche est essentiellement pratiquée le long de la Komadougou qui en période d'étiage laisse un chapelet de mares. Les principales espèces pêchées sont issues des familles des Clariidae (avec *Clarias gariepinus*) et Cichliidae (avec *Oreochromis niloticus*).

La faune est diversifiée allant des gazelles damma, dorcas, des chacals aux renards et outardes au nord. Au sud, elle est essentiellement constituée de singes, des hyènes et surtout des limicoles (dendrocrynes, canards et oies, échasses, cormorans, hérons et ibis, sarcelles).

1.1.1.4. Contraintes environnementales

Les principales contraintes environnementales auxquelles est confronté le département de Mainé-Soroa sont entre autres :

1. la dégradation du couvert végétal ;
2. l'ensablement des points d'eau, des villages, des cuvettes et autres terres de culture ;
3. le surpâturage ;
4. le défrichement abusif ;
5. l'irrégularité des pluies.

1.1.2. Département de Diffa

Situé à l'extrême sud de la région de Diffa, le département de Diffa couvre une superficie de 7.083 km². Il est limité à l'Ouest par l'arrondissement de Mainé-Soroa, au Nord par celui de N'guigmi, à l'Est par la république du Tchad et au Sud par la République Fédérale du Nigeria. Sa population est de 148.151habitants (INS, RGP 2001) avec une densité variant entre 4 et 32 habitants/km². Il est le plus peuplé du département et occupe la bande Sud de la région Le département de Diffa est soumis à un climat de type sahélien dont les principales caractéristiques sont :

1. une pluviométrie en général faible avec 308,7 mm de moyenne annuelle et mal répartie dans le temps et dans l'espace. En exemple, le nombre de jours de pluies pour les années 1984, 1987 et 1997 a été respectivement de 21, 26 et 16. Les premières pluies sont enregistrées le plus souvent en mai, mais la saison, elle même ne s'installe véritablement qu'en juillet et ne dure que 90 à 100 jours au maximum ;

2. des températures élevées et des vents fréquents favorisant une forte évaporation. Les hauteurs d'eau évaporée les plus importantes sont enregistrées au cours du mois d'avril. Elles peuvent atteindre plus de 350 mm à Diffa alors même que la pluviométrie dépasse rarement 300 mm. Les températures les plus basses sont enregistrées au cours du mois de janvier.

Sur le plan physique, on distingue schématiquement trois (3) types de milieux :

1. Les plateaux sableux, qui sont essentiellement des zones sylvopastorales (ex. : forêts de N'Guel Kolo, de Bara). Ils sont particulièrement sensibles aux sécheresses, qui ont provoqué de fortes mortalités d'arbres, en particulier de gommiers, dans les années 1970-1980 ;
2. Les cordons dunaires, composés de dunes sableuses dynamiques ;
3. Les bas fonds.

L'espèce *Acacia senegal* est surtout présente dans les deux premiers types.

1.2. Présentation des gomméraires de Kodjimeri et de Nguel Kolo

1.2.1. Gomméraire de Kodjimeri

Elle est située dans la commune de Goudoumaria à environ 30km de Goudoumaria (département de Mainé Soroa). Elle a été érigée en forêt classée le 15 juillet 1976 avec une superficie de 156ha. Elle est incluse dans un système de peuplements de gommiers, de densités variables, plus ou moins cultivées, couvrant une superficie de 8.140ha (DCSF/MHE, 2003). Cette zone est constituée d'un système de cuvettes entrecoupé par des cordons dunaires. Ce système est entouré par dix villages en majorité Kanouri mais on retrouve également des migrants peulh, Touareg et Haoussa d'origines diverses.

La population de ces villages est estimée en 2003 à 3.787 habitants. Les principales activités des habitants sont l'élevage et l'agriculture. Cette agriculture exploite aussi bien les dépressions fertiles que les cordons dunaires occasionnant d'importants défrichements malgré la faible densité de la population. Ceci a conduit à une dégradation des peuplements de gommiers jadis très denses, aujourd'hui clairsemés et réduits en tâches (densité allant de 350 à 1000 ind. /ha (Watta I. 1979) à moins de 100 individus/ha aujourd'hui). Les cultures empiètent même sur le noyau protégé.

C'est une zone qui subit l'influence de l'élevage transhumant des éleveurs ouhdas. C'est ainsi que chaque année des milliers de têtes de camelins, de bovins et ovins transitent par cette zone en partance vers le sud à la recherche du pâturage.

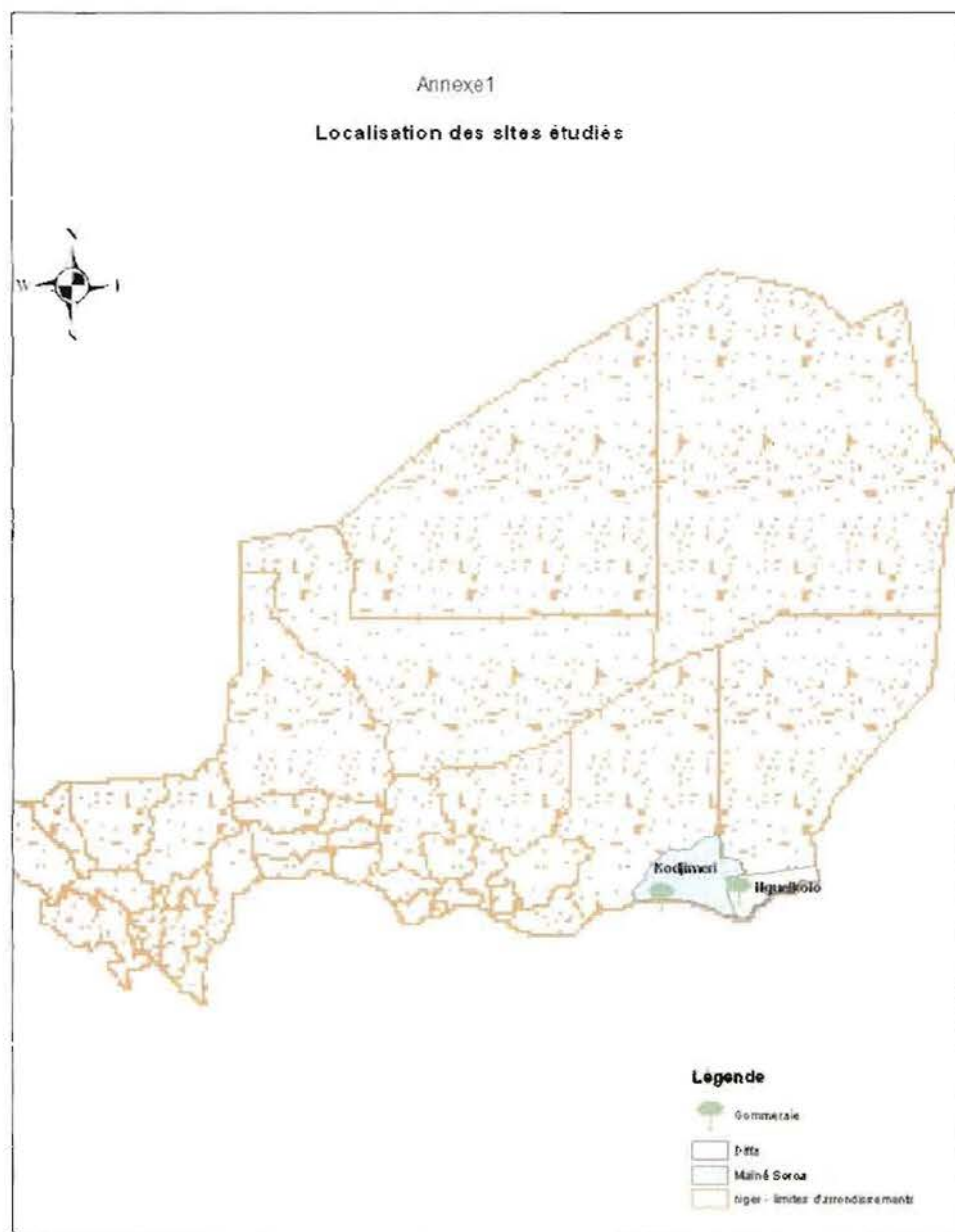
La végétation est essentiellement composée de : *Acacia senegal*, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida*, *Ziziphus mauritiana*, *Commiphora africana*, *Tamarindus indica*, *Calotropis procera* au niveau des cordons dunaires et *Hyphaene thebaica* et *Phoenix dactylifera* au niveau des dépressions. Les herbacées rencontrées sont principalement: *Cenchrus biflorus*, *Leptadenia pyrotecnica*, *Leptadenia hastata*, *Alysicapus ovalifolius*, *Brachiara spp* et *Andropogon gayanus*.

Cette gommaraie est située dans la zone climatique sahélienne (300-600mm).

1.2.2. Gommaraie de Nguel Kolo

Elle est située dans la commune de Chétimari, à 20 km du chef lieu de celle-ci. Elle couvre une superficie de 1.894 ha et a un statut de forêt protégée. Elle est installée sur une zone de plateaux sableux à vocation essentiellement sylvopastorale. Le relief permet l'observation de petites ondulations de terrains constituées de dunes fixées intercalées par de petites dépressions sèches. La pression pastorale est intense surtout dans les abords immédiats des nombreux puits pastoraux installés dans celle-ci. Les feux de brousse sont fréquents et dévastateurs. Il y a très peu de coupes sur les sujets. Les peuplements ne sont pas uniformes du point de vue densité et se présentent souvent en tâches plus ou moins étendues. La gommaraie est occupée par beaucoup de vides (d'un point de vue ligneux) dans lesquels *Leptadenia pyrotecnica* est dominant. La forêt est divisée en trois sous peuplements de densité et d'étendues variables. Dans tous ces peuplements *Acacia senegal* reste dominant. Il est associé à *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Salvadora persica*, et *Maerua crassifolia*. Cette gommaraie est localisée dans la zone climatique sahélo saharienne (150-300 mm).

Carte 1: Localisation des sites étudiés



II. PRESENTATION DES STRUCTURES D'ACCUEIL

Le stage s'est déroulé à une interface recherche-développement d'où l'accueil dans deux structures dont une institution de recherche (l'INRAN) et l'autre de développement (le projet Opération Acacia) *le projet est l'opé de une institut?*

2.1. Le Projet Opération acacia

Le projet opération Acacia est un programme à long terme avec une phase pilote de deux (2) ans visant à préparer la phase à long terme. Il est coordonné par une cellule régionale basée à Nairobi (Kenya) et chaque pays bénéficiaire dispose d'une cellule Nationale de coordination financée par la coopération Italienne à travers l'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).

Au Niger le Programme est placé sous la tutelle du Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification (MHE/LCD) et est exécuté par la Direction de l'Environnement.

Le projet Opération Acacia est un programme de sécurité alimentaire, de protection de l'Environnement et de lutte contre la dégradation des terres. Il a pour objectifs :

1. assister le Comité Exécutif à compléter et organiser la structure centrale et périphérique du NGARA (Network for Gum Arabic and Resins in Africa) et à développer ses activités et initiatives ;
2. assister le Secrétariat à coordonner les activités du Projet, à élaborer des nouveaux projets avec les pays producteurs, à rechercher des financements et à établir des relations entre producteurs, transformateurs et utilisateurs ;
3. promouvoir la création de points de contact (Contact Points) au niveau des sous régions et des pays producteurs pour sensibiliser les structures décisionnelles sur l'importance du développement des gommés et résines, mobiliser les instances intéressées et coordonner les activités du Projet au niveau des pays producteurs, en particulier pour ce qui concerne la mise en place d'un réseau expérimental de recherche-développement ;
4. renforcer le potentiel de la production de la gomme par la récupération mécanique de 3000 ha de terres dégradées pour des fins agro-sylvo-patorales.

La stratégie d'intervention du projet est basée sur l'approche participative et sa philosophie est ainsi résumée : « Ce sont les communautés et leurs leaders qui décident, le projet les aide à prendre les meilleures décisions et à les mettre en œuvre ».

Pour arriver à la mise en œuvre de cette stratégie, le projet passe par :

- la sensibilisation de tous les acteurs intervenant dans cette filière sur l'enjeu de la gestion des ressources naturelles et le rôle attendu des populations ;
- la formation en matière de production et de premier contrôle de qualité des gommés et des résines.
- l'amélioration des techniques de production et sélection de variétés plus productives de *Acacia senegal* et *Acacia seyal* pour faire face à la demande croissante du marché international.

2.2. L'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN)

L'institut National de Recherche Agronomique du Niger est un établissement public à caractère Administratif (EPA), créé par ordonnance N°75-01 du 7 janvier 1975 et est régi par l'ordonnance N° 86-001 du 10 janvier 1986 portant régime général des établissements publics, sociétés d'état et sociétés d'économie mixte et par les dispositions des statuts. Il est placé sous la tutelle du Ministère de Développement Agricole (MDA) et est administré par un conseil d'administration. Son siège est fixé à Niamey. L'INRAN intervient sur toute l'étendue du territoire national.

Les principales missions et attributions dévolues à l'INRAN sont :

- la conception et l'exécution des programmes de recherches agronomiques dans tous les secteurs de développement rural;
- la coordination et la supervision de toutes les recherches agronomiques entreprises au Niger;
- la contribution à l'élaboration de la politique nationale dans le domaine de la recherche agronomique;
- la participation à la formation et à la recherche;
- la contribution au développement de l'information scientifique et technique et à la diffusion des résultats et des produits de la recherche.

Pour l'atteinte de ces objectifs, L'INRAN est organisé en :

- une direction scientifique;
- une direction administrative et financière;
- des centres régionaux de recherche agronomique (CERRA);
- des organes de gestion de la recherche.

III. CARACTERES GENERAUX DE L'ESPECE

3.1. Systématique de l'espèce Acacia senegal

Urali fue.

Règne : Végétal
Classe : Eudicots
Ordre : Fabales
Famille : Mimosacées
Genre : *Acacia*
Espèce: *Acacia senegal*

Noms vernaculaires :

Haoussa : Akouara ou Akovia
Djerma : Déligna ou Danngha
Kanouri : Kolol ou Kolil
Toubou : Toughéhi
Synonymes : *Mimosa senegal* L.
Acacia vereck Gull et Perr.

3.2. Morphologie

L'espèce *Acacia senegal* est un arbre de petites dimensions dépassant rarement 6 m de haut et 30 cm de diamètre (GIFFARD, 1974). Les branches sont très ramifiées, ascendantes puis étalées. L'écorce des jeunes plants est lisse et blanchâtre. Le rhytidome devient rugueux chez les individus âgés. Le système racinaire est composé d'un pivot et des racines latérales très étendues. La durée de vie tournerait autour de 25 -30 ans.

3.3. Caractères botaniques

3.3.1. Feuilles

Les feuilles, composées bipennées, présentent 2 à 6 paires de pinnules et 6 à 15 paires de foliolules ovales arrondies aux deux extrémités, larges de 1 à 2 mm et longues de 3 à 6 mm.

3.3.2. Fleurs

Les fleurs sont rassemblées en épis axillaires denses courtement pédonculés, longs de 5 à 8 cm. Le calice campanulé, blanchâtre, glabre ou légèrement pubescent, porte 5 dents courtes et la corolle, blanc jaunâtre, plus longue que le calice, comprend 5 pétales lancéolés. On compte une cinquantaine d'étamines jaunâtres à filaments flexueux soudés à la base et

insérés sur un disque glanduleux. Les fleurs sont très odorantes et mellifères (GIFFARD, 1974).

3.3.3. Epines

Elles sont petites et noirâtres. Elles sont groupées par trois à la base des fascicules de feuilles. Les épines, recourbées en formes de crochets, sont plus larges à la base qu'au sommet. L'épine médiane est dirigée vers le sol tandis que celles latérales divergent légèrement.

3.3.4. Fruits

Le fruit est une gousse déhiscente de 8 à 10 cm de long et environ 2 cm de large. Il a une couleur jaune paille à maturité. La gousse renferme 3 à 8 graines fortement comprimées, larges de 7 à 9 mm, qui demeurent fixées à la valve plusieurs semaines après l'ouverture de celle-ci. On compte entre 10.500 et 19.500 graines pour 1 kg de semences de l'espèce *Acacia senegal* selon les provenances (GIFFARD, 1974). Ce nombre est de 12.000 graines pour le cas du Niger (MAISHAROU, 2001).

3.4. Distribution et écologie de l'espèce *Acacia senegal*

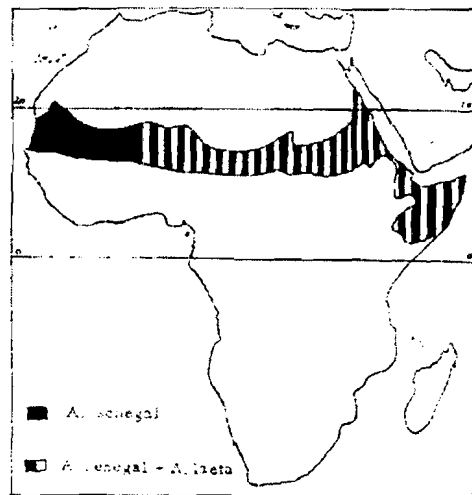
3.4.1. Distribution

En Afrique l'aire de répartition de l'espèce *Acacia senegal* se situe entre les 11^{ème} et 17^{ème} parallèle Nord (AUBREVILLE, 1950) (Carte 2 : Carte de répartition de *Acacia senegal* et *Acacia. laeta* en Afrique de l'ouest). Au Niger l'aire de distribution de l'espèce s'étend entre les latitudes 12°30' et 15°45' Nord et les longitudes 0°30' et 12°30' Est. C'est une bande qui traverse le pays d'Ouest en Est, c'est-à-dire de Téra à N'Guigmi. Le Niger dispose d'environ 300.000ha de gomméraires (Décret 2003-196/PRN/MHE/LCD) constituées principalement des peuplements naturels estimés à 200 000 ha (ALI, 2001) auxquelles il faut ajouter les plantations artificielles entreprises par l'Etat, les opérateurs privés et les formations agroforestières éparses et mixtes. Ce potentiel gommier est ainsi réparti :

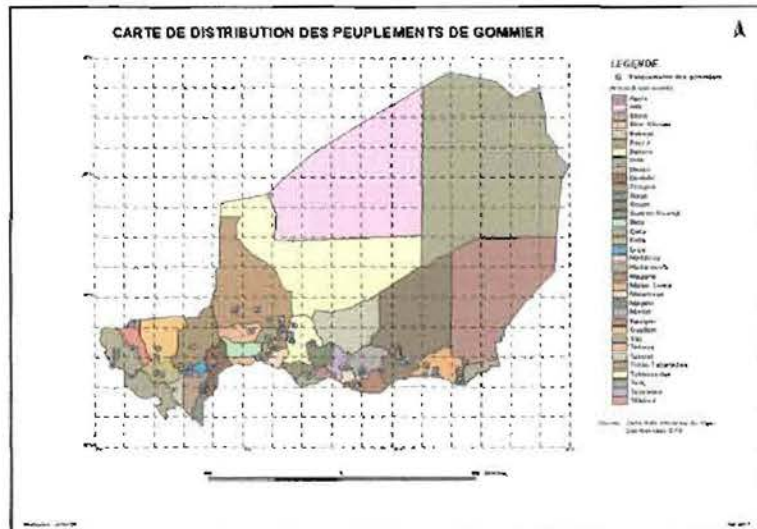
- bassin oriental : berceau légendaire de la gomme arabique, il s'étend sur la moitié sud de la région de Diffa (arrondissements de Mainé-Soroa et Diffa) et le Sud-Est de la région de Zinder (arrondissement de Gouré). Son potentiel de production est estimé à près de 200 000 hectares de peuplements naturels. L'étude a été réalisée dans ce bassin.

- bassin central : il couvre le nord de la région de Maradi (Mayahi, Tessaoua, Dakoro), le centre et le Sud-est de la région de Tahoua (Tchintabaraden, Abalak, Tahoua, Keita, Bouza et Madaoua). Il est constitué de peuplements naturels de *Acacia senegal* estimés à plus de 50.000 hectares ;
- bassin occidental : il couvre la région de Tillabéry où les forêts naturelles, essentiellement localisées dans le Liptako Gourma (Sud-Ouest et Nord-Ouest arrondissement Téra et Nord-ouest arrondissement de Say), sont estimées à environ 40.000 hectares. Dans ce bassin, les superficies énoncées sont constituées d'un mélange *Acacia senegal* avec *Acacia laeta* et de nombreuses plantations artificielles constituées de plusieurs milliers de pieds (Carte 3: Carte de distribution des gomméraires au Niger).

Carte 2 : Aire de répartition de *Acacia senegal* et *Acacia laeta* en Afrique l'ouest (D'après Giffard, 1975)



Carte 3 : Carte de distribution des gomméraires au Niger (par Ali M 2001)



Agfentir

3.4.2. Climat

L'aire naturelle des gommiers est comprise entre les isohyètes 250 et 750 mm. Cependant les peuplements les plus importants sont localisés entre les isohyètes 300 et 450 mm avec quatre mois de pluies pour une moyenne de 20 à 30 jours pluvieux. Dans cette zone les températures moyennes annuelles sont de l'ordre 37°C pour les maxima et de 20°C pour les minima. Même si leur régénération exige une bonne distribution des pluies au cours de l'hivernage, les gommiers s'adaptent bien à la sécheresse. En effet des cas de résistance au déficit pluviométrique ont été observés par GIFFARD à Mederda en 1948 et à Hombori en 1950 (au Sénégal) avec respectivement 102 et 85 mm de pluies annuelles enregistrées.

3.4.3. Sols

L'espèce *Acacia senegal* colonise les sols steppiques des séries sableuses anciennes et récentes. Ce sont des sables à dominance grossière pauvre en matière organique et en azote. La teneur en éléments fins (argile, limon) est très faible. Ce sont des sols très perméables présentant une vitesse d'infiltration de l'ordre de 95 cm/H (GIFFARD, 1975), un complexe absorbant pauvre, une somme des cations dépassant rarement 2,5 méq%. Il faut toutefois noter que cette espèce peut se développer sur des sols argileux en particulier des vertisols lithomorphes.

3.4.4. Phytosociologie de l'espèce *Acacia senegal*

En fonction des conditions stationnelles, le gommier peut être associé aux espèces suivantes : *Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida*, *Commiphora africana*, *Ziziphus mauritiana*, *Salvadora persica*, *Guiera senegalensis*, *Dalbergia melanoxylon*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia raddiana*.

IV. La gomme arabique et le processus de gommose

4.1. Gomme arabique

Dans cette partie on abordera la définition, la biochimie de la gomme, ses propriétés, les différents usages et les techniques de récoltes dans la zone d'étude.

4.1.1. Définition

Plusieurs définitions ont été données aux gommages et celles-ci ont connu une évolution au fil du temps. Ainsi, d'après Giffard (1975), on appelle gommages « des substances hydrocolloïdales de poids moléculaire élevé qui, en présence d'un solvant ou d'un hydrolysant, produisent des gels, des suspensions ou des solutions à forte viscosité dont la teneur en matière sèche est faible ». Cette définition englobe toutes les gommages de quelques espèces qu'elles soient. A coté de cette définition, le 31^{ème} comité du CODEX (Comité mixte FAO/OMS) pour les additifs alimentaires tenu à la Haye en 1999, a défini la gomme arabique comme « l'exsudat séché provenant des troncs et des branches de *Acacia senegal* (L) Willd ou de *Acacia seyal* ». Il distingue à l'intérieur de cette classe deux catégories de gomme arabique : la gomme dure qui est issue de *Acacia senegal* et la gomme friable issue de *Acacia seyal*. Ces deux catégories de gomme de propriétés physico-chimiques plus ou moins différentes présentent également des prix différents à la vente.

4.1.2. Biochimie de la gomme

La gomme arabique est composée de sels de calcium, de magnésium, de potassium et d'un acide glucosidique, l'acide arabique. Elle renferme comme impuretés des sucres et une enzyme, l'oxydase. Certains auteurs tels Vandervelde et Connoley (1988) ont montré que la gomme arabique, longtemps considérée comme un hétéropolymoléculaire, serait en fait constituée d'un mélange de chaînes de polysaccharides homogènes et de chaînes portées par une partie protéique. Selon ces mêmes auteurs, la gomme est composée de D-galactose (40%), L-arabinose (30%), L-rhamnose (13%), acide D-glucuronique (17%). En outre, Ullmann (1983) signale, en plus de ces éléments, la présence du glucose à 3%.

Une étude des caractéristiques physico-chimiques des gommages végétales exsudées par quelques acacias du Burkina révèle en plus des sucres (galactose, arabinose et rhamnose) la présence des acides aminés dont l'hydroxyproline. D'après cette étude le galactose est l'ose majoritaire des gommages (Djiré et al. sous presse)

4.1.3. Propriétés de la gomme

La gomme est un bon émulsifiant pour la fixation des huiles et de la paraffine d'où son utilisation dans les industries alimentaires, en pharmacie, dans les cosmétiques, les peintures et les encres. Elle est sans odeur, sans goût et apparemment atoxique par voie orale. Elle empêche la cristallisation des sucres, maintient une distribution homogène des matières grasses. Elle a un pouvoir épaississant. La gomme arabe issue de *Acacia senegal* a un pouvoir rotatif spécifique négatif variant entre -25 et -37.5° (Djiré et al. sous presse). Elle constitue en solution, un milieu favorable au développement microbien.

4.1.4. Usages de la gomme

4.1.4.1. Usages traditionnels

La gomme est utilisée dans l'alimentation, la pharmacopée pour traiter les migraines, la furonculose, les fractures, le rhume, les dysenteries et même les hémorragies les plus obstinées. Un hadith authentique du Prophète (PSL) ne disait-il pas « **le remède en toute chose est dans la gomme** ». Ce hadith témoigne de la diversité de recettes alimentaires et médicales dans lesquelles est incorporée la gomme.

4.1.4.2. Usages industriels

Dans l'industrie, la gomme est utilisée comme émulsionnant, fixateur, gélifiant dans les conserves de viandes et de poisson, liant dans la fabrication des comprimés ou comme ingrédient dans celle des dragées et d'emplâtres. Elle est également utilisée dans la fabrication de la bière, la clarification des vins, la conservation de la vitamine A, la stabilisation de la vitamine C en solution aqueuse.

4.1.4.3. Usages locaux du gommier et ses sous produits dans la zone d'étude

La cueillette de la gomme constitue une source de revenus monétaires importante, en particulier pour les femmes et les enfants pendant la période morte. Ces revenus sont utilisés dans les cérémonies, l'achat des habits, les équipements ménagers et la formation de l'épargne via la constitution du cheptel, l'acquittement de l'impôt de capitation et même l'achat des biens alimentaires. Elle permet en outre aux femmes et aux enfants d'acquérir une certaine indépendance financière.

Les principales utilisations du gommier et de ses sous-produits sont résumées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: Utilisations locales du gommier et ses sous- produits

Parties du gommier	Utilisations
Bois	•1 Bon combustible •2 Bois de service, résistant bien aux termites, manches d'outils •3 Confection des enclos •4 Charbon de bois
Feuilles/fleurs	•5 Pâturage pour les animaux (surtout caprins et camelins) •6 Pharmacopée •7 Amélioration de la fertilité des sols
Gousses (maturité dès le début de la saison sèche)	•8 Fourrage (pâturage direct et/ou ramassage pour l'embouche ovine) •9 Pharmacopée •10 semences
Racines	•11 Etayage de puits traditionnels. •12 Pharmacopée
Gomme (octobre-décembre et mars-avril)	•13 Consommation familiale (consommation directe et diverses préparations) •14 Usages artisanaux : préparation d'encre (marabouts), d'enduits (durcissement des chapeaux et enduits de pagnes), de pommades, etc. •15 Pharmacopée (maux de gorge, rhumes, dysenteries, hémorragies, etc.) •16 Vente sur les marchés locaux et l'exportation.

4.1.4.4. Les méthodes de récolte dans la zone d'étude

Sur les deux sites d'étude, la production est essentiellement issue de la cueillette. Cette activité intéresse presque exclusivement les femmes, les enfants des villages riverains et les éleveurs transhumants. La saignée, d'introduction récente, n'est pas encore adoptée par les producteurs pour les raisons suivantes :

- la libre accessibilité à la ressource. En effet les cueilleurs se déplacent seulement dans les massifs et récoltent l'exsudat qui se présente à eux, même dans les champs de culture. Il n'y a donc aucune forme d'appropriation de la ressource. Cet état de fait n'incite pas à la pratique de la saignée. A Nguel Kolo néanmoins on assiste de temps en temps à des séances de saignées collectives dans le massif ;
- la méconnaissance, par la majorité de la population, des avantages de la saignée. Même si la technologie est inductrice d'une plus grande production, la libre accessibilité à la ressource rend difficile l'appréciation de son impact.

Les cueilleurs sont munis seulement de gaulettes pour détacher les nodules qui tombent à terre avant d'être transférés dans des sachets plastiques (conteneurs). La gomme de cette région a la particularité d'être de la gomme dure ~~mais~~ présente ~~cependant~~ beaucoup d'impuretés (sable, herbe, fibre d'écorces) liées aux méthodes encore rudimentaires de collecte.

4.2. Processus de la gommose chez Acacia senegal

ut.

4.2.1. Paramètres inducteurs à l'état naturel

A l'état naturel, la gommose est déclenchée par suite d'un traumatisme provoqué par le vent, la sécheresse, les particules siliceuses entraînées par le vent, l'homme, les animaux, les insectes, les plantes parasites, les infections bactériennes ou mycosiques succédant à des blessures. Mais il n'y a pas d'étude véritable sur l'effet inducteur de ces paramètres.

Perrot (1944), cité par Giffard (1975), note que les gommiers n'exsudent pas lorsque le sol conserve une certaine fraîcheur, le rôle de la gomme étant, vraisemblablement, de les protéger contre une évaporation néfaste à leur survie.

Giffard (1975) a constaté au Sénégal, que les gommiers ne produisent pas de gomme dans les stations proches du littoral où l'état hygrométrique demeure élevé pendant la saison sèche, la cessation de l'exsudation en zone continentale lorsque la pluie survient en janvier ou en février alors que la sécrétion a commencé.

L'exsudation de la gomme dépend aussi des précipitations enregistrées l'année antérieure. Louvet (1876) rapportait que d'après les maures, pour qu'il y ait abondance de production, il faut un été pluvieux et court, de fortes séries de vent d'Est en décembre et janvier, sans être coupés par de petites pluies ou même par de fortes rosées.

Au Sénégal, les éleveurs constatent que les gommiers dont la cime est bien verte pendant l'été, s'avèrent bons producteurs 6 mois plus tard.

Muller (2001) rapporte que seul un sol propice au gommier, sableux, voire argilo sableux, assez humide en profondeur, est susceptible d'induire des productions significatives de gomme arabique.

Certains paramètres tels une forte hygrométrie, le feu de brousse et une invasion des criquets, compromettent la production de gomme quand ils surviennent en début de saison de pluies.

4.2.2. Induction artificielle de la gommose : la saignée

La saignée consiste à blesser l'arbre *Acacia senegal* en détachant un lambeau d'écorce de 2 à 3 cm de largeur et 10 à 100 cm de long. L'opération est effectuée au moyen d'outils appropriés comme le Sonki soudanais ou l'outil sénégalais (binette). Des tissus libériens sont

arrachés. Il se forme sur le bord de la plaie, entre le bois et le liber, un bourrelet cicatriciel d'où la gomme suinte en général 3 semaines plus tard. Lorsque les cares sont bien faites, les blessures se cicatrisent à la fin des saisons de pluies. Cette technique permet d'améliorer l'exsudation naturelle. Les boules obtenues sont plus grosses. Les rendements les plus importants sont observés sur les individus âgés de 7 à 15 ans.

Au Kordofan (Soudan), des rendements moyens de 200 g/pied ont été obtenus même si certains bons producteurs atteignent une production de 10 kg. En Mauritanie, Bellouard (1949), rapporte que les arbres productifs ont donné un rendement moyen de 100 g et que la proportion des arbres saignés qui exsudent ne dépasse guère 25%. On note également que même sur un bon producteur, certaines branches saignées ne produisent pas de gomme. Cependant en augmentant le nombre de cares sur un pied, en pratiquant une saignée précoce au début de la saison sèche, en rafraîchissant les cares 3 mois plus tard, on arrive à doubler voire tripler la production. Néanmoins un tapping trop poussé ou entrepris sur des arbres trop jeunes, entraîne l'épuisement ou la mort des acacias (Giffard, 1975).

Des essais réalisés au Sénégal indiquent des rendements de l'ordre de 130 à 240 g/arbre, pour une plantation de 7 ans, à l'écartement de 5 x 5 m et dans les conditions de saignée optimales. Dans les mêmes conditions, les essais réalisés par l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger indiquent aussi une production moyenne de l'ordre de 130 à 150 g par arbre/an (Attaou et Maisharou 1997). Watta (2000) rapporte des productions de 8 à 150g sur la variété de provenance malienne à Ndounga. Toutefois des productions de l'ordre de 500g ont été observées sur certains individus locaux à Kafourka dans le bassin oriental (Watta, 2000).

4.2.3. Influence des blessures naturelles et artificielles sur la gommose

Les diverses études entreprises montrent qu'il existe une nette relation entre les blessures et l'induction de gommose. Ainsi :

- les blessures naturelles et artificielles favorisent l'exsudation gommifère d'où les pratiques traditionnelles de saignée, relativement bien maîtrisées dans les pays comme le Sénégal et le Soudan et de plus en plus le Niger ;
- l'arbre intensément écorché peut produire de la gomme sur la quasi-totalité des branches. Si la blessure est peu profonde, les poches gommeuses des tissus libériens disparaissent à une dizaine de centimètres environ de la blessure (Gosh et Purkayashe

1962, cité par Vassal ; Mouret (1990)). Il y a donc un gradient longitudinal d'intensité inductrice décroissante au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la blessure (Vassal, 1991).

4.2.4. Influence des facteurs écologiques et trophiques

La période optimale de saignée, favorable à une exsudation quantitativement importante se situe en moyenne, entre la mi-octobre et mi-novembre (Dione, 1983, 1989, CRDI-ISRA, 1985; Sene 1988 cité par Vassal (1991)). En plus de cette période, Watta (2001), ajoute une seconde période de production de février à avril au Niger. Cette période coïncide au Sahel avec la défoliation et la chute de l'humidité relative de l'air.

Après la saignée les arbres ne se comportent pas de la même manière selon leur situation topographique. La productivité gommère est ainsi plus importante sur les versants et sommets dunaires, sites où la croissance est moindre et où les réserves hydriques des sols sont au moins, durant une partie de l'année, nettement inférieures à celles des dépressions inter dunaires (Vassal, 1991).

Sène (1988) et Gaye (1989) ont également constaté, après saignée en période optimale, que les meilleures productions gommères sont enregistrées sur les versants et les sommets, où les sujets sont les plus chétifs. D'où selon ces auteurs, les individus chétifs sont en général plus productifs que les individus vigoureux. Sène (1989) rapporte les productions moyennes suivantes : sommet dunaire (84 g/arbre) ; versant dunaire (134 g/arbre) et les dépression inter dunaire (32,7 g/arbre). Diata et Dione (1981) notent une corrélation entre le diamètre et le taux d'exsudation. Ce qui semble indiquer que les arbres ne sont producteurs qu'au delà d'un certain seuil de vigueur.

Ullmann (1983) attribue un effet inducteur à une surcharge en amidon accumulé par l'arbre en saison de pluie. Selon cet auteur « l'excès d'amidon occasionne une gêne pour l'activité physiologique de l'arbre et doit être éliminée ». La gommose s'identifierait ainsi à un mécanisme régulateur éliminant le surplus de production métabolique.

4.2.5. Influence des facteurs physiologiques

La défoliation illustre un net ralentissement de l'activité physiologique et résulte d'une conjugaison vraisemblable des activités hormonales par ailleurs susceptibles d'avoir une

influence sur le déclenchement du phénomène de gommose. La période optimale de saignée est synchrone d'un certain état de défoliation de l'arbre (perte de 2/3 du feuillage environ) (Vassal, 1991)

4.2.6. Influences des parasites

On note une divergence de points de vue quant à l'influence éventuelle des agents parasites sur l'induction de la gommose.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

I. OBJECTIFS ET HYPOTHESES

1.1. Objectifs

L'étude a pour finalité l'amélioration des connaissances sur les conditions climatiques, édaphiques et biologiques qui prévalent dans cette région abritant les importants peuplements naturels de gommiers ainsi que les facteurs déterminants la gommose chez ces derniers. Plus spécifiquement l'étude vise à :

1. caractériser quelques paramètres climatiques au niveau des deux gomméraires (température, précipitations, les vents, ETP) ;
2. caractériser les sols au niveau de diverses stations (structure, texture, pH, états de surface, bilan hydrique local) ;
3. caractériser les peuplements de l'espèce *Acacia senegal* dans les deux gomméraires (état, densité, âge, les espèces compagnes, pression anthropique) ;
4. caractériser le gommier *Acacia senegal* (modèles architecturaux)
5. établir les relations entre les facteurs biotiques et abiotiques et leur influence sur la productivité du gommier par exemple précipitations/production en gomme, topographie/production, modèle architectural /production, phénologie/production.

1.2. Hypothèses

Dans le cadre de cette étude, les hypothèses suivantes sont émises :

Hypothèse 1 : la production de la gomme arabique est affectée par la péjoration des facteurs climatiques.

Hypothèse 2 : le rendement en gomme est fonction de la phénologie et/ou de l'architecture du pied du gommier.

Hypothèse 3 : la topographie n'a pas d'influence sur la production en gomme chez l'espèce *Acacia senegal*.

Hypothèse 4 : le modèle architectural varie en fonction des conditions stationnelles.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1. Matériels techniques

Plusieurs matériels et équipements ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Dans l'ensemble on note :

1. une perche graduée ;
2. un mètre ruban (50m) ;
3. un mètre tailleur (1,5m) ;
4. un GPS de marque Garmin ;
5. Pelle, pioche et daba ;
6. peinture à huile ;
7. pinceau ;
8. paires de gants ;
9. fiches de relevé architectural ;
10. marqueurs ;
11. fiches d'inventaires ;
12. fiches de cartographies des ligneux ;
13. fiches de mensurations ;
14. Sacs en jute ;
15. Balances de marque EVA COLLECTION mod. 2000 1kg/5g
16. Saignettes ;
17. Coupe-coupe ;
18. Sécateurs ;
19. Gaulettes ;
20. Fiches de collectes ;
21. une moto DT 50.

2.2. Méthodes

Les méthodes utilisées dans la conduite de cette étude varient suivant les objectifs spécifiques à atteindre. Elles sont ainsi exposées en fonction de ces objectifs.

2.2.1. Choix des sites

Dans la conduite de cette étude basée sur une approche comparative, le choix a été porté sur les gomméraires naturelles de Nguel Kolo et Kodjimeri pour les raisons suivantes :

1. leur appartenance à la zone d'intervention du projet ;
2. leur appartenance à deux zones climatiques différentes en vue de mieux cerner la contribution des facteurs climatiques au fonctionnement des gomméraires ;
3. la présence d'une population riveraine pratiquant la cueillette de la gomme ;
4. la relative facilité d'accessibilité ;
5. l'existence des structures d'encadrement pouvant accueillir et assister le stagiaire dans les travaux.

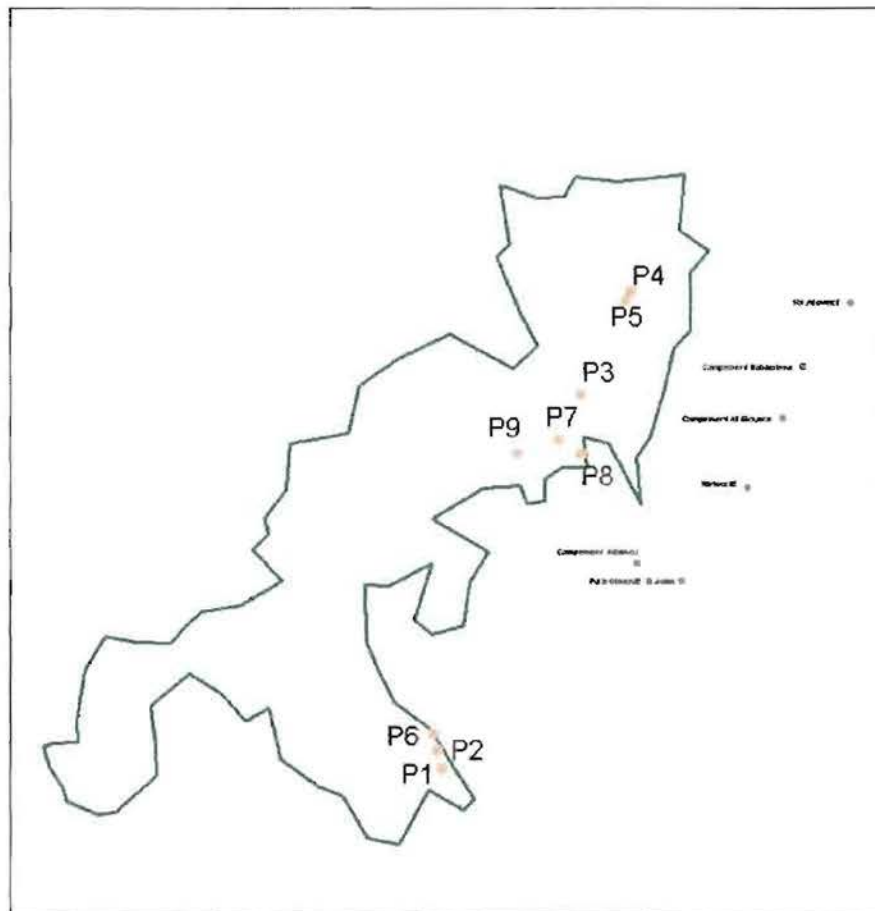
2.2.2. Mise en place des placettes

La démarche a consisté en l'installation de 24 placettes dont 9 à Nguel Kolo (zone sylvopastorale exclusivement) et 15 à Kodjimeri (9 en zone sylvopastorale et 6 en zone de culture en vue de percevoir les éventuelles nuances entre les deux catégories d'utilisations). Les placettes ont été installées le long d'un transect linéaire épousant la longueur de la forêt. (Carte 4 et 5 : Distribution des placettes dans les gomméraires de Nguel Kolo et Kodjimeri). Elles sont ensuite géoreférenciées en vue d'une facile localisation au moyen d'un GPS de marque GARMIN.

Le choix des placettes est fait sur la base des unités géomorphologiques suivantes : sommet dunaire, replat dunaire et dépression interdunaire (Annexe 2a). Le nombre de placettes est de 3 par unité géomorphologique en zone sylvopastorale et 2 en zone de culture. Les superficies des placettes varient de 2.500 m² à 8.000 m² suivant l'importance de la densité des ligneux.

Carte 4 : Distribution des placettes dans la gommeriaie de Nguel Kolo (Diffa)

Distribution des placettes dans la gommeriaie de Nguel kolo (Diffa)



Source : Coordonnées GPS (PAFN et Makdassou)

- Localités
- Placettes
- Contour de la gommeriaie

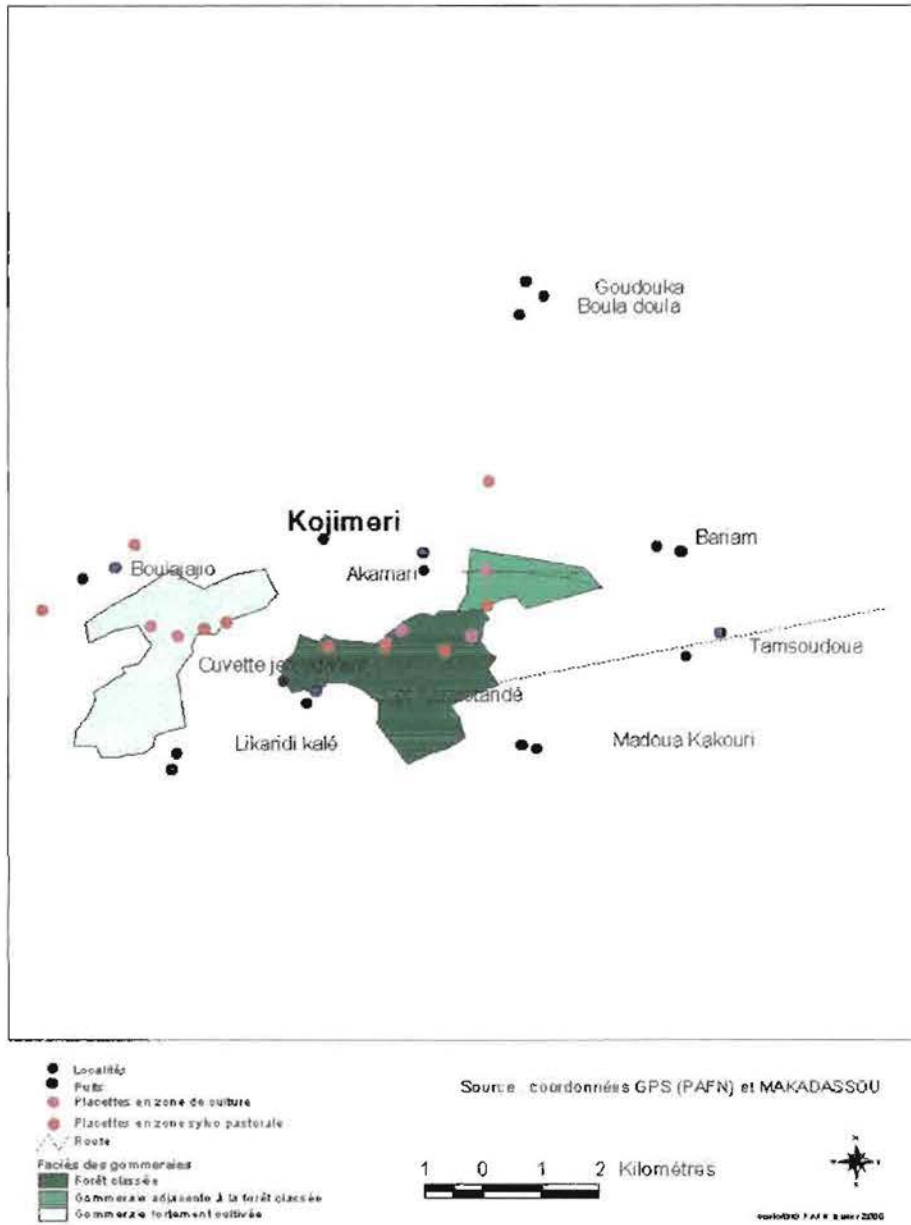
0 0.7 1.4 Kilomètres



Scale 1:100,000

Carte 5 : Distribution des placettes dans la gommeriaie de Kodjiméri (Mainé-Soroa)

Distribution des placettes dans la gommeriaie de Kodjiméri (Mainé Soroa)



2.2.3. Caractérisation des paramètres climatiques

L'objectif poursuivi est la caractérisation de quelques facteurs climatiques sur une période de trois décennies (1974-2005) en vue de dégager les tendances évolutives.

Compte tenu du manque de stations météorologiques au niveau des sites étudiés, nous avons fait recours aux données des stations météorologiques les plus proches. Ainsi nous avons retenu les stations de Diffa (à 25km) et Mainé Soroa (à 60km) respectivement pour les sites de Nguel Kolo et Kodjimeri. Les paramètres climatiques concernés sont : les précipitations annuelles, les températures moyennes, l'ETP et les vitesses moyennes de vent sur différentes périodes de l'année.

2.2.4. Caractérisation des sols

A travers cette caractérisation on cherche à identifier les différents constituants des substrats supportant les gommiers, leur diversité, quelques unes de leurs propriétés physico-chimiques ainsi que le bilan hydrique local.

60. 120. Dans chaque placette, il a été creusé une fosse pédologique. Des prélèvements de sol ont été faits à trois niveaux de profondeur : 10-20 cm, 50-60 cm et 120-130 cm. Les échantillons ont été acheminés au Laboratoire National des Sols pour analyse. Les éléments recherchés sont : le pH, la teneur en matière organique, les bases échangeables, les différents constituants et leurs proportion (granulométrie).

2.2.4.1. Mesure du pH

Après conditionnement, 50 g de sol sont prélevés de chaque échantillon puis dilués dans 25 ml d'eau distillée. La solution est remuée puis laissée au repos pendant 30 minutes. Pendant ce temps on procède à l'étalonnage du ph-mètre à 7. Les deux électrodes sont ensuite introduites dans la solution. Après stabilisation, on lit la valeur du pH directement sur le ph-mètre. Les électrodes sont rincées à l'eau distillée après chaque mesure.

2.2.4.2. Granulométrie

Après la pesée de 50 g (à la balance électronique), on procède à l'attaque à froid du sous échantillon. Cette opération vise à détruire la matière organique. Pour ce faire on dilue les 50 g de sol dans 100 cc d'eau. On y ajoute un dispersant ici le pyrophosphate de sodium ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Puis on agite pendant 2 à 5 minutes pour disperser les différents constituants. La solution est ensuite transvasée dans une éprouvette de 1000 puis l'on fait le niveau. On laisse la solution se décanter pendant 24 heures. Après ce temps on agite le mélange au moyen

d'une baguette. On introduit un hydromètre. On fait une première lecture. On agite à nouveau la solution. On effectue une seconde lecture. On prend la moyenne des deux lectures. Elle est utilisée pour la détermination de la somme des argiles et limon.

On laisse la solution reposer pendant 3 heures. On réintroduit l'hydromètre (152H) pour une troisième lecture qui, elle, permet de déterminer la quantité des argiles. On mesure en même temps la température de la solution. Ces différentes lectures et températures sont intégrées dans un logiciel (SOILIMS) qui donnera les différentes proportions,

La solution est ensuite versée dans un tamis superposé 250 μm /50 μm pour séparer le sable grossier du sable fin. Le premier est retenu dans le tamis 250 μm et le second dans le tamis 50 μm . On rince à l'eau. Puis on procède à l'étuvage à 105 °c pendant 24 heures. Après séchage, on passe à la pesée des différents sables.

2.2.4.3. Bases échangeables

Elle porte sur la détermination des teneurs en ions calcium, potassium, sodium et magnésium. La détermination des teneurs en sodium et potassium a été faite par la méthode de saturation à l'acétate d'ammonium. Pour cela, on a procédé comme suit:

1. peser 5g de sol ;
2. verser le sol dans une seringue dans laquelle on a fait tasser une couche (environ 1cm d'épaisseur) de coton pour servir de filtre ;
3. ajouter 25 cc d'acétate d'ammonium ;
4. laisser reposer pendant 30 minutes ;
5. procéder à l'extraction rapide (Extracteur automatique) afin d'avoir au moins 15 cc d'extrait dans la seringue de récupération ;
6. mettre 40 cc d'acétate d'ammonium dans la seringue réservoir ;
7. régler l'appareil sur l'extraction lente. Laisser l'extraction se poursuivre pendant 24 heures ;
8. l'extrait recueilli dans les seringues de récupération est ensuite transvasé dans des fioles de 100 cc. On fait le volume à 100cc avec de l'acétate d'ammonium ;
9. Lire la teneur en Na^+ et K^+ à l'aide du photomètre à flamme.

Pour ce qui est du potassium et du magnésium, du fait du manque d'acétylène, on a envoyé les extraits au laboratoire de l'ICRISAT en vue de leur détermination

2.2.4.4. Matière organique selon la méthode Walkley et Black

La technique a consisté à :

1. peser 3g de sol ;
2. ajouter 10 cc de bichromate de potassium (avec un distributeur automatique) puis agiter ;
3. ajouter 20 cc d'acide sulfurique concentré. Agiter de nouveau ;
4. Faire autant pour les deux témoins ;
5. Laisser reposer pendant une heure ;

(Pendant ce temps on procède à la préparation de la solution de titration. Pour cela on fait dissoudre 196,1 g d'ammonium fer sulfate dans un litre d'eau distillée. On y ajoute 20 cc de H₂SO₄, puis on agite au moyen d'un agitateur magnétique).

6. Ajouter 200 cc d'eau distillée avant de commencer la titration.

Pour la titration, on ajoute à la solution 6 gouttes de ferroin indicateur. On laisse descendre lentement la solution titrante dans cette dernière jusqu'à virement au rouge. On lit enfin la quantité du titrant utilisée qui par des calculs permet de déterminer le taux de matière organique.

2.2.4.5. Bilan hydrique local

~~X~~ On recherche à travers cet objectif, la connaissance de la façon dont sont distribuées les eaux de pluies, une fois tombées, sur les différentes placettes.

A cet effet, il a été procédé au relevé des états de surface sur 14 placettes à vocation sylvo-pastorale (9 à Nguel Kolo et 5 à Kodjimeri). La technique ne nous semble pas applicable sur les horizons cultivés. La méthode utilisée est basée sur l'inventaire des croûtes superficielles suivant la typologie établie par Casenave et Valentin (1989) reprise par Ichaou en 2000.

Selon Casenave et Valentin (1988) le terme « état de surface » peut désigner une seule « surface élémentaire », dont la juxtaposition de plusieurs d'entre elles constitue un système au sein duquel se jouent des interactions. La surface élémentaire se définit à un instant donné par un ensemble homogène constitué par le couvert végétal, la surface du sol, les organisations pédologiques qui ont subi des transformations sous l'effet des facteurs météorologiques, fauniques et anthropiques. Ces micros organisations superficielles du sol qui conditionnent la dynamique des eaux des pluies en favorisant, soit leur ruissellement soit, leur infiltration, sont désignées (par les mêmes auteurs) sous le terme de croûtes.

Pour le relevé de ces croûtes, l'observateur chemine le long d'un transect (de longueur égale à la longueur de la placette et de largeur 4 m), identifie le type de croûte dominante dans une surface de 4m^2 (2m^2 à sa droite et 2m^2 à sa gauche). Plusieurs transects suivant les dimensions des placettes ont été installées pour couvrir chaque placette. Les différentes croûtes sont codifiées et consignées dans une fiche (Annexe 1: Fiche des états de surface).

D'après Casenave et Valentin (1989) on distingue les types de croûtes suivantes :

- **Croûtes structurales à trois micro horizons** (ST3, code 1) : elles sont constituées de sable peu strié, souvent pris en masse et continu. Le premier micro horizon couvre une pellicule plasmique peu épaisse. Dans les deux derniers la porosité reste discrète;
- **Croûtes d'érosion** (ERO, code 2) : elles présentent un microrelief mamelonné d'environ 1 cm d'amplitude. Elles correspondent aux croûtes d'érosion d'horizon B du fait de la forte teneur en argile du sol;
- **Croûtes de ruissellement** (RUI, code 3) : cette catégorie de croûtes forme des nappes planes ou se localise dans des chenaux de ruissellement peu marqués. Elles sont souvent constituées de fragments de cuirasses pouvant dépasser 2 mm ;
- **Croûtes gravillonnaires** (GRA, code 4) : appelées aussi croûtes grossières, elles sont constituées de fragments de cuirasse inclus à la surface du sol et forment des buttes d'environ un (1) mètre pouvant atteindre 15 cm de hauteur.
- **Croûtes de décantation** (DEC, code 5) : elles sont facilement identifiées grâce au micro horizon superficiel présentant des fentes de dilatation. Elles sont parfois recouvertes de cryptogames (algues, mousses, lichens). Elles présentent alors des plaquettes rebroussées de plus de cinq (5) cm de diamètre;
- **Croûtes biologiques** (BIO, code 6) : elles peuvent être assimilées morphologiquement aux croûtes structurales à un (1) micro horizon, mais elles sont fortement marquées par l'activité de la flore et de la faune. Elles sont recouvertes de cryptogames et présentent des fentes de retrait d'environ 2 mm de largeur qui dessinent par ailleurs des polygones (> 5 cm de diamètre). Elles représentent par ailleurs une forte macroporosité d'origine biologique, ouverte en surface.

- **Croûtes de dessiccation** (DES, code 7) : elles se caractérisent par l’affleurement d’un micro horizon sableux unique, légèrement pris en masse très fragile, pouvant atteindre plusieurs dizaines de millimètres d’épaisseur.

Le bilan hydrique dépend de la nature des croûtes en présence et surtout de leur organisation. Pour estimer ce bilan, les croûtes sont regroupées par catégorie fonctionnelle (Ichaou; 2000) de la manière suivante :

1. les surfaces productrices de ruissellement (SPR) : elles représentent la somme des croûtes structurales (ST3), d’érosion (ERO) et gravionnaires (GRA) ;
2. les surfaces de stockage de l’eau et d’infiltration (SSI) : elles sont constituées par les croûtes de décantation (DEC) ;
3. les surfaces de circulation et de transfert des flux hydriques en surface (SCT) : elles sont égales aux croûtes de ruissellement (RUI) ;
4. les surfaces bénéficiant du supplément d’eau apporté par le ruissellement (SBS): elles regroupent les croûtes biologiques (BIO) et de dessiccation (DESS).

Ces quatre catégories fonctionnelles permettent la détermination du pourcentage du supplément d’eau de ruissellement (PSR) de la façon suivante : $PSR = (SPR - SSI) * 100 / SBS$

Le supplément d’eau de pluie (SEP) au profit des surfaces bénéficiaires est calculé de la façon suivante : $SEP = Pmm * PSR$ et la quantité totale d’eau = $Pmm(1 + PSR)$ où Pmm représente la hauteur de pluie enregistrée au cours de l’année.

2.2.5. Caractérisation des peuplements de Kodjiméri et Nguel Kolo

Cet objectif vise la description des peuplements tant du point de vue quantitatif que qualitatif (structures, états, phénomènes de dégradation).

Pour atteindre cet objectif un inventaire pied à pied a été effectué à l’intérieur de chaque placette. Tous les individus de hauteur ≥ 100 cm sont identifiés et comptés. Les individus de l’espèce *Acacia senegal* de hauteur inférieure à 100 cm sont comptés comme régénération naturelle. Sur chaque individu les mensurations suivantes ont été effectuées :

1. la circonférence à 30 cm du sol au moyen d’un mètre tailleur (pour l’espèce *Acacia senegal* exclusivement). La hauteur référentielle de mesure de circonférence à 130 cm n’a pas été respectée à cause de la présence de beaucoup d’individus bras branchus dans les peuplements. Les mesures relevées sont consignées dans une fiche (Annexe 3 : Fiche de mensurations des individus de l’espèce *Acacia senegal*).

2. la hauteur, à l'aide d'une perche graduée en noir et blanc de 6m de long. Pour les individus dépassant 6 m, on procède à une estimation du supplément.

Sont également relevés l'état sanitaire, la vigueur et le nombre de branches saignables (circonférence \geq 20 cm). (Annexe 4: Fiche d'inventaire). Tous les individus de l'espèce *Acacia senegal* sont marqués (numérotés) à la peinture à huile pour une fixation définitive en vue des prochaines opérations.

Pour la distribution spatiale, nous avons procédé à la cartographie des ligneux dans 18 des 24 placettes, les 6 étant fortement influencées par les activités humaines (car localisées dans les zones de cultures). La méthode a consisté à la localisation de chaque ligneux suivant 2 axes X et Y. Elle s'exécute selon le principe ci-après : l'opérateur se déplace au milieu d'un layon (de dimensions 20xL), de longueur égale à la longueur de la placette et projette orthogonalement chaque ligneux sur sa direction de marche. Il relève en même temps la distance parcourue (Z) au moyen d'un ruban, la distance à gauche (X) ou à droite (Y) le séparant du ligneux selon qu'il soit à sa gauche ou à sa droite à chaque station. La hauteur H du sujet est également relevée. Cette méthode a été utilisée par Ichaou en 2000. Les informations recueillies sont enregistrées dans une fiche (Annexe 5: Fiche de cartographie des ligneux).

2.2.6. Caractérisation du gommier *Acacia senegal* (modèles architecturaux)

Le but recherché est la connaissance des modèles architecturaux en présence, leur proportion en terme d'importance numérique et leur intérêt en terme de production.

La technique utilisée a consisté en l'observation directe et la description des pieds notamment les formes architecturales, le décompte du nombre de tiges par pied et le nombre de branches saignables, la mesure des hauteurs d'insertion des branches, les angles d'insertion ainsi que les longueurs avant les premières ramifications des branches primaires, secondaires et tertiaires (Annexe 6: Fiche de relevé architectural). Ces mesures ont été effectuées sur 10% des individus (choisis au hasard) de chaque placette. Les individus sont regroupés par modèle architectural identifié.

2.2.7. Caractérisation de la production de la gomme

Les facteurs biotiques et abiotiques n'agissant pas isolement, on cherche à travers cet objectif, les interrelations significatives, surtout du point de vue production gommère de l'espèce *Acacia senegal*.

Pour ce faire, dans chaque placette, les individus ayant une ou plusieurs branches saignables ont été recensés et regroupés en classes de circonférence (étendue de 20 cm). Pendant la première campagne 2/3 des individus de chaque classe ont été saignés. Le troisième tiers est considéré comme témoin. Le choix des individus à saigner dans la classe est fait au hasard. Sur chaque branche saignable ($C \geq 20\text{cm}$), il a été installé 2 cares de $2 \times 10\text{ cm}$ (Annexe 2b). La deuxième care a été installée 15 jours après la première. Les taux de défoliation ont été estimés sur chaque arbre à l'installation des 1ères et 2èmes cares. La récolte a lieu tous les 15 jours. Les exsudats sont récoltés et pesés séparément par arbre selon qu'ils soient issus des cares ou des parties non saignées (Annexes 7 et 8) des arbres saignés ou non. La deuxième campagne n'a pas été suivie à cause de l'incertitude sur les résultats de la première campagne. On a donc procédé à un ajustement pour estimer la production de cette période.

Il a par ailleurs été conduit une campagne de sensibilisation en direction des cueilleurs (généralement les femmes et les enfants) en vue d'épargner les placettes au moment de la cueillette. Cette sensibilisation a été renforcée par des patrouilles une fois tous les 3 jours avec 3 manœuvres.

2.3. Collecte et traitement des données

En plus de la recherche bibliographique conduite au niveau des services techniques et dans les bibliothèques, des entretiens ont été menés à bâtons rompus avec les autorités administratives, coutumières, les responsables techniques, les populations environnantes et les éleveurs.

Les données brutes récoltées ont été traitées au moyen des logiciels appropriés notamment EXCEL, Word Perfect, Arcview et SOILIMS. Le test de comparaison des variances au seuil 5% a été utilisé pour l'analyse des différents résultats. Selon ce test $F = V1/V2$ avec $V1$ et $V2$ les variances des facteurs en comparaison. La variance au numérateur est toujours celle la plus élevée.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats discutés sont présentés objectif par objectif. Les interrelations entre paramètres dépendants sont en même temps dégagées.

3.1. Caractérisation des paramètres climatiques

Les facteurs climatiques analysés sont : les précipitations, les températures, les vents et l'évapotranspiration potentielle.

3.1.1. Précipitations

On remarque une irrégularité des précipitations sur la période avec des pics rarissimes (Fig.1). Les précipitations suivent les mêmes tendances sur les deux stations. La saison des pluies n'excède jamais trois mois (juin à Août).

Le tableau 2 montre une alternance des décennies sèches et des décennies humides. On peut également déduire que des deux sites étudiés, le site de Kodjimeri semble être plus arrosé. Ceci confirme davantage leur appartenance à différentes zones climatiques.

Le fonctionnement biologique des espèces ligneuses étant en partie lié aux conditions pluviométriques du milieu, on doit s'attendre à des différences des deux peuplements d'un point de vue diversité spécifique, densité et morphologie des individus.

Tableau 2 : Evolution des moyennes pluviométriques décennales sur les stations de Diffa et Mainé Soroa

Périodes	1974 – 1983	1984 – 1993	1994-2003	Moyenne de la période
Mainé Soroa	333,80 mm	276,56 mm	404,37 mm	339,50 mm
Diffa	241,72 mm	247,89 mm	311,60 mm	272,90 mm
Ecart	92,08 mm	28,67 mm	92,77 mm	66,6 mm

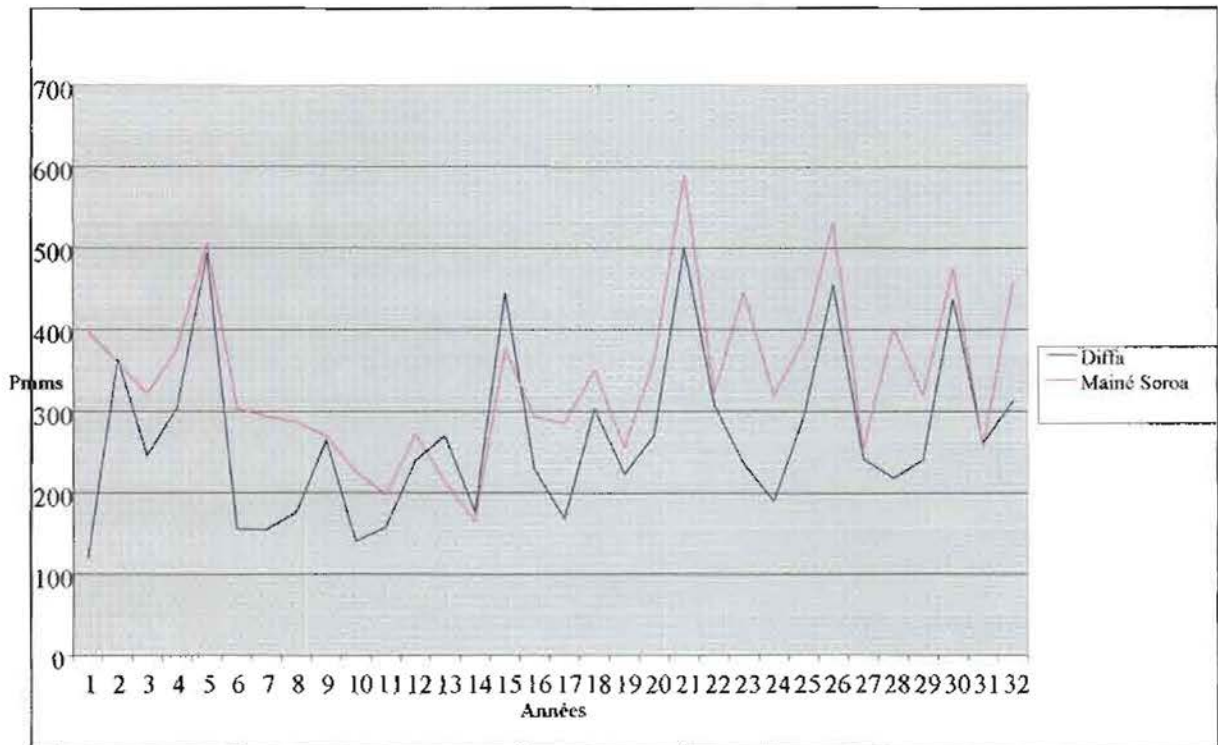


Fig. 1 : Evolution des Pmms sur la période 1974-2005 sur les stations de Diffa et Mainé Soroa

3.1.2. Températures

Au niveau des deux stations, les températures suivent les mêmes tendances avec deux maxima relatives (avril-juin et septembre-octobre) et deux minima (juillet-aout et décembre-février). Les températures sont plus élevées à Diffa qu'à Mainé Soroa sur la période de mai à octobre. Cette période coïncidant avec celle des précipitations, cela veut dire qu'en ce moment l'évapotranspiration est plus élevée à Nguel Kolo qu'à Kodjimeri. Elles sont sensiblement les mêmes sur le reste de l'année

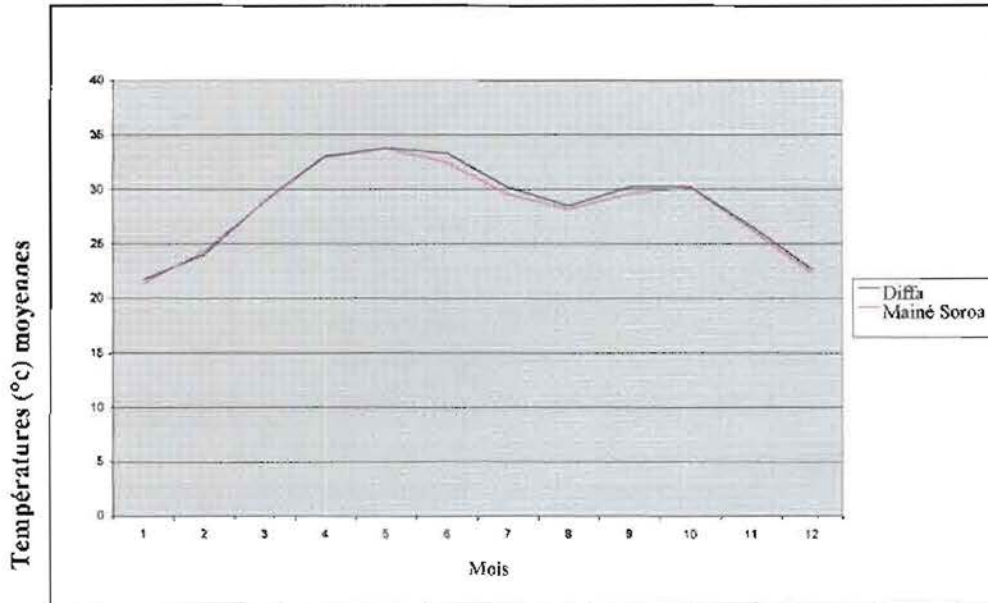


Fig.2 : Evolution des températures moyennes mensuelles

3.1.3. Vitesses de vent

Les vitesses des vents les plus fortes sont enregistrées à Mainé Soroa. Les vitesses maximales sont enregistrées sur les périodes de novembre à février et de juin à juillet et les minima sur la période août à octobre. La différence entre les deux sites est due à la couverture végétale relativement faible à Mainé Soroa par rapport à Diffa.

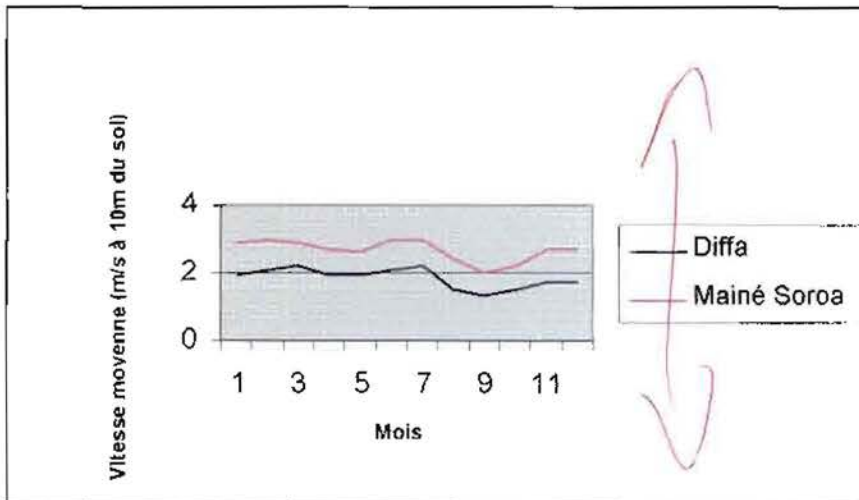


Fig. 3: Evolution des vitesses moyennes mensuelles de vent

Agra - Sil

3.1.4. Evapotranspiration potentielle (ETP)

Elle se définit comme étant la quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporée par un couvert végétal continu, en phase active de croissance, lorsqu'il est alimenté abondamment en eau (THORNTHWAITE , 1948). Ce paramètre est seulement disponible sur la station de Mainé Soroa et son évolution dans l'année (Fig. 4) permet d'observer les périodes ^{ou} plus moins marquées suivantes :

- la période de mars à juin où l'ETP est maximale et généralement supérieure à 200 mm/mois. Cette période coïncide, chez *Acacia senegal*, avec la période de repos végétatif. Elle coïncide également avec la période des hautes températures d'où une corrélation entre les deux paramètres. Le stress hydrique est des plus importants chez les végétaux ;
- la période juillet à décembre pendant laquelle, l'ETP diminue progressivement. Elle coïncide avec non seulement la saison des pluies (disponibilité en eau), mais aussi avec le stade végétatif de l'espèce. C'est la période active de végétation (croissance, feuillaison, floraison et de fructification). Le stress hydrique est des plus faibles.
- la période de décembre à février : ETP monte progressivement. L'espèce prépare l'entrée en phase de repos végétatif par la défoliation. Les sols et l'air sont encore dans un état hygrométrique assez élevé.

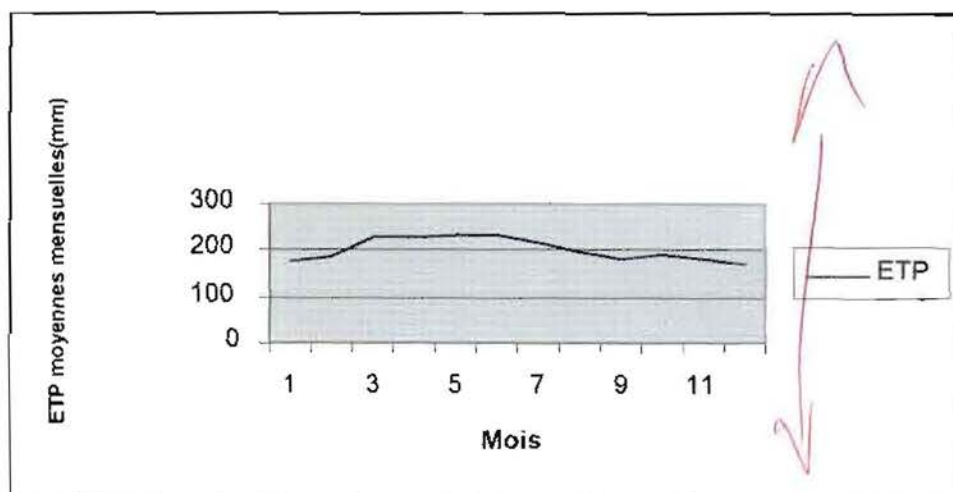


Fig.4: Evolution de ETP moyenne mensuelle à Mainé Soroa

La superposition des tendances évolutives des températures, de l'ETP, des précipitations et du cycle végétatif de l'espèce *Acacia senegal* permet de conclure que le rythme alternatif de repos et de saison végétative chez cette espèce répond à une exigence d'adaptation à la disponibilité ou non de l'eau dans le sol.

Les tests de comparaisons des variances des températures, vitesses de vent et précipitations entre les deux sites montrent que seules les précipitations montrent une différence significative ($1.09 > 1$). On peut donc conclure que les conditions climatiques sont plus humides à Kodjimeri qu'à Nguel Kolo. La même observation a également été faite par la Direction de la Météorologie Nationale (2005) qui a classé les deux postes dans deux zones climatiques distinctes : la zone saharo sahéenne (100-300 mm/an) pour Nguel Kolo et sahéenne (300-500 mm) pour Kodjimeri.

3.2. Caractérisation des sols au niveau de diverses stations étudiées

Les éléments analysés sont le pH, la texture, la matière organique, les bases échangeables, les états de surface et le bilan hydrique local.

3.2.1. pH

Le pH eau est légèrement acide sur les deux sites (5,44 à 6,57). Il varie très peu avec les profondeurs et d'une unité géomorphologique à une autre (Tableaux 3 et 4). A l'exception des replats dunaires, les deux sites ne présentent pas de différences significatives du point de vue pH (Tableau 5). Ce qui permet de conclure à une relative homogénéité des deux sites du point de vue pH (Fig.5).

Sur les replats, l'acidité diminue avec la profondeur. Cela s'explique par le transport des éléments chimiques et organiques superficiels vers les parties basses. En surface (20-30 cm) l'acidité est en général plus élevée sur les replats que sur les autres unités géomorphologiques (Fig. 5). (chiffre)

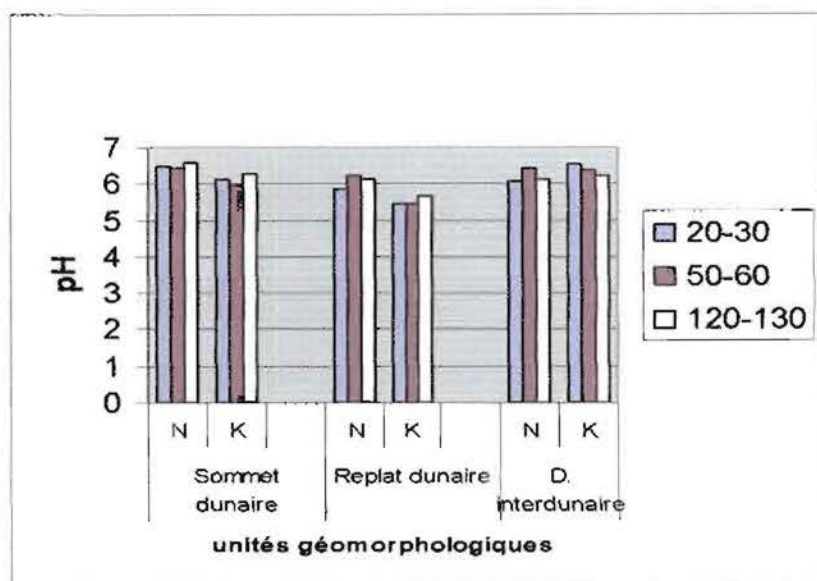


Fig. 5: Evolution du pH moyen par site et par unité géomorphologique sur les deux sites

Tableau 3: Test de comparaison des variances (pH) au seuil 5% sur le site de Nguel Kolo

Unité géomorphologique	Paramètres	20 cm	50 cm	120 cm	F critique (5%)
Sommet dunaire	VAR	1,1887	0,6082	0,6785	
	DL	2	2	2	
	F 20/50		1,951		19
	F 20/120		1,751		19
	F 50/120		1,11		19
Replat dunaire	VAR	0,3558	1,1997	0,4664	
	DL	2	2	2	
	F 20/50		3,57		19
	F 20/120		257		19
	F 50/120		1,38		19
Dépression interdunaire	VAR	0,73	1,1425	0,4836	
	DL	2	2	2	
	F 20/50		1,56		19
	F 20/120		1,5		19
	F 50/120		2,36		19

Tableau 4 : Test de comparaison des variances (pH) au seuil 5% sur le site de Kodjimeri

Unité géomorphologique	Paramètres	20 cm	50 cm	120 cm	F critique (5%)
Sommet dunaire	VAR	0,6185	0,9482	1,2433	
	DL	2	2	2	
	F 20/50		1,53		19
	F 20/120		2,01		19
	F 50/120		1,31		19
Replat dunaire	VAR	0,00093	0,0148	0,163	
	DL	2	2	2	
	F 20/50		15,91		19
	F 20/120		175,6		19
	F 50/120		11,01		19
Dépression interdunaire	VAR	0,3444	0,2312	0,0392	
	DL	2	2	2	
	F 20/50		1,48		19
	F 20/120		8,78		19
	F 50/120		5,89		19

Tableau 5 : Test de comparaison des variances entre les deux sites (5%)

	Sommet dunaire			Replat dunaire			Dépression interdunaire		
	20 cm	50 cm	120 cm	20 cm	50 cm	120 cm	20 cm	50 cm	120 cm
F calculé	1,92	1,55	1,83	395,33	81,06	2,86	2,11	4,94	12,33
F critique	19	19	19	19	19	19	19	19	19

3.2.2. Matière organique

Le taux de matière organique est très faible sur les deux sites (0,07 à 0,32%). A Kodjimeri seules les dépressions interdunaires ont montré une différence significative de la surface vers la profondeur (Tableau 6). A Nguel Kolo, par contre les sommets et les dépressions interdunaires ont montré une différence significative (Tableau 7). La tendance générale est alors à la réduction du taux de la matière organique de la surface vers la profondeur (Fig. 6). Cette tendance aurait dû être nette avec des profondeurs de prélèvement plus grandes. La même observation a été faite par Giffard (1975) sur les sols abritant les gommiers.

Le test a montré également une différence significative entre les unités géomorphologiques sur les deux sites en particulier entre les sommets dunaires et les replats à la profondeur 120cm (Tableau 8). Il n'y a pas de différence significative du taux de matière organique entre les deux sites (Tableau 9). D'où une relative homogénéité des deux sites de ce point de vue. Sur le plan agricole, ces sites présentent peu d'intérêt.

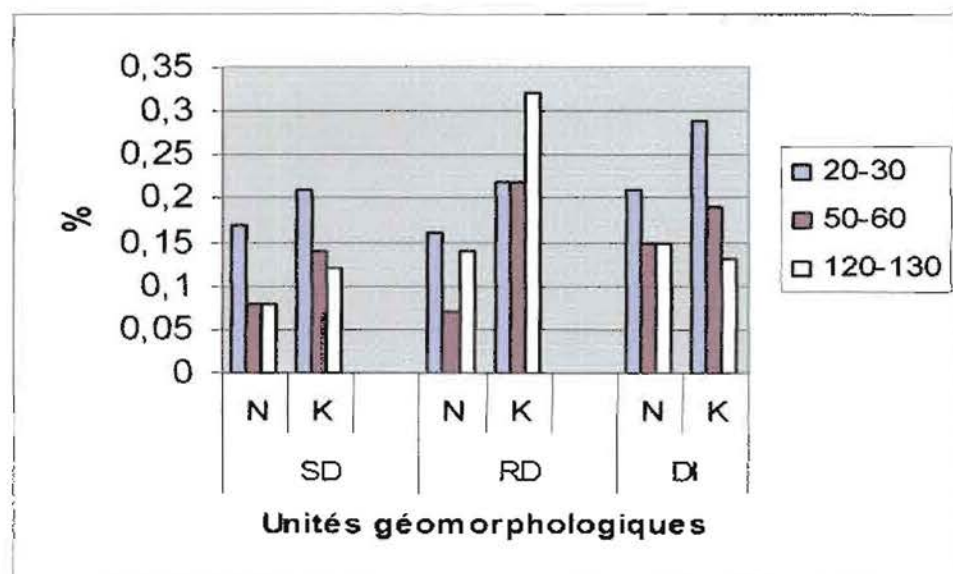


Fig. 6 : Evolution du taux de matière organique

Tableau 6 : Test de comparaison des variances (matière organique) sur le site de Kojimeri

Unité géomorphologique	Paramètres	20 cm	50 cm	120 cm	F critique (5%)
Sommet dunaire	VAR	0,0033	0,0022	0,0012	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	1,5			19
	F 20/120	2,75			19
	F 50/120	1,83			19
Replat dunaire	VAR	0,0134	0,0082	0,1008	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	1,63			19
	F 20/120	7,52			19
	F 50/120	12,29			19
Dépression interdunaire	VAR	0,0481	0,0041	0,0018	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	11,7			19
	F 20/120	26,72			19
	F 50/120	2,27			19

Tableau 7 : Test de comparaison des variances (m.g) sur le site de Nguel Kolo

Unité géomorphologique	Paramètres	20 cm	50 cm	120 cm	F critique (5%)
Sommet dunaire	VAR	0,0025	0,0001	0,0001	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	25			19
	F 20/120	25			19
	F 50/120	1			19
Replat dunaire	VAR	0,0048	0,0014	0,0058	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	3,42			19
	F 20/120	1,2			19
	F 50/120	4,14			19
Dépression interdunaire	VAR	0,0322	0,0013	0,0013	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	24,79			19
	F 20/120	24,79			19
	F 50/120	1			19

Tableau 8: Test de comparaison des variances entre unité géomorphologique

F calculé	Site de Nguel Kolo		Site de Kodjimeri		F critique (5%)
	20 cm	120 cm	20 cm	120 cm	
F sd/rd	1,92	58	4,60	84	19
F sd/di	12,88	13	14,57	1,5	19
F rd/di	6,7	4,46	3,58	56	19

Tableau 9 : Test de comparaison des variances entre les deux sites (5 %)

	Sommet dunaire		Replat dunaire		Dépression interdunaire	
	20 cm	120 cm	20 cm	120 cm	20 cm	120 cm
F calculé	1,32	12	2,71	17,37	1,49	1,38
F critique	19	19	19	19	19	19

3.2.2. Texture

Cette analyse montre que les sols, sur ces deux sites, sont constitués d'une très faible proportion d'argile et de limon (moins de 10% sur les sommets et replats et 8 à 17% sur les dépressions interdunaires). Ils sont par contre essentiellement constitués de sable fin (81 à 93,39%). Le sable grossier ne représente que 3,78 à 5,9%. Ce sont donc des sols sableux à dominance fine. Ce résultat est vrai aussi bien sur le sommet dunaire que sur les dépressions (Tableaux 10 et 11). Ces résultats sont quelque peu différents de ceux rapportés par Giffard. Selon cet auteur les sols abritant les gommiers sont sableux à dominance grossière.

Il n'y a pas de différence significative de composition (quantitativement et qualitativement) de la surface vers la profondeur à Nguel Kolo. A Kodjimeri, l'argile, le limon et surtout le sable grossier ont montré des différences significatives au niveau des dépressions (Tableau 12). Sur cette unité géomorphologique la teneur en sable grossier diminue avec la profondeur et est plus élevée à Nguel Kolo qu'à Kodjimeri. Les autres constituants sont dans les proportions similaires sur les deux sites (Tableau 13). Ceci permet de dire que ces gomméraires sont installées sur un plateau sableux présentant seulement de petites ondulations de terrain donnant l'impression d'être en présence d'une alternance de dunes et de dépressions.

Tableau 10 : Constituants des sols et leur proportion à Nguel Kolo

Prof.	Sommet dunaire				Replat dunaire				D. interdunaire			
	A	L	SF	SG	A	L	SF	SG	A	L	SF	SG
20cm	1,76	4,69	87,69	5,85	1,57	6,27	87,76	4,38	2,36	6,08	85,65	5,9
50cm	2,98	2,98	90,1	4,99	2,76	4,97	87,59	4,66	3,19	5,76	85,44	5,6
120	3,56	3,56	88,11	5,84	2,22	4,65	88,66	3,78	2,52	5,39	86,79	5,29

A = argile L = Limon ; SF = Sable Fin ; Sg = Sable Grossier

Tableau 11: Constituants des sols et leur proportion à Kodjimeri

Prof.	Sommet dunaire				Replat dunaire				D. interdunaire			
	A	L	SF	SG	A	L	SF	SG	A	L	SF	SG
20cm	1,27	2,93	94,04	1,75	2,21	7,2	88,38	2,19	2,88	5,71	89,84	1,55
50cm	2,79	3,43	91,93	1,84	2,15	3,22	92,26	2,35	6,39	10,62	81,55	1,43
120	1,81	2,58	93,66	2,18	2,38	3,71	91,87	2,02	1,86	4,21	93,39	0,53

Tableau 12 : Test de comparaison des variances des constituants sur les deux sites

Unié géomorphologique	Para-mètres	Site de Nguel Kolo				Site de Kodjimeri				F critique (5%)
		A	L	SF	SG	A	L	SF	SG	
Sommet dunaire	F20/50	1,62	1,02	3,39	1,28	2,58	16,14	7,19	2,37	19
	F20/120	10,69	2,15	83,7	2,81	7,16	11,85	5,05	6,96	19
	F50/120	6,57	2,09	24,69	3,60	2,77	1,36	1,42	2,93	19
Replat dunaire	F20/50	5,65	1,55	2,71	5,07	1,10	28,70	11,10	1,78	19
	F20/120	10,09	2,32	1,95	1,71	1,42	12,24	6,49	2,00	19
	F50/120	1,78	1,49	1,38	2,91	1,57	2,34	1,71	3,57	19
Dépression interdunaire	F20/50	1,61	2,15	9,12	1,58	4,21	31,66	56,11	10,01	19
	F20/120	1,05	1,24	5,83	1,20	61,15	1,03	1,07	41,38	19
	F50/120	1,69	1,73	1,56	1,31	257,60	32,65	52,18	414,66	19

Tableau 13: Test de comparaison des variances entre les sites

	Sommet dunaire		Replat dunaire		Dépression interdunaire	
	20	120	20	120	20	120
Argile	3,33	2,23	7,90	1,81	4,17	13,89
Limon	1,36	4,03	105,27	3,69	1,70	2,05
Sable fin	24,70	1,45	38,91	3,05	8,01	1,47
Sable grossier	1,34	3,32	1,47	2,35	53,99	1859,16
F critique (5%)	19	19	19	19	19	19

3.2.4. Bases échangeables

Dans l'ensemble les bases échangeables sont très faibles sur les deux sites ($S < 3$ méq/100g). Le Ca est de loin l'ion le plus représenté (53 à 73%) (Tableaux 14 et 15). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Giffard (1975). Les bases échangeables ne varient pas significativement avec la profondeur (Tableaux 16 et 17) et d'une unité géomorphologique à une autre. Il n'y a également pas de différence significative entre les deux sites (Tableau 18).

Tableau 14: Valeurs moyennes des bases échangeables et pourcentages de Ca sur le site de Nguel Kolo

	Profondeur en cm	Ca++ en még/100g	Mg++ en még/100g	Na+ en még/100g	K+ en még/100g	Total en még/100g	Ca*100/Total
Sommet dunaire	20-30	1,28	0,27	0,183	0,086	1,826	69,87
	50-60	1	0,233	0,206	0,106	1,546	63,53
	120-130	0,86	0,28	0,193	0,116	1,453	57,5
Replat dunaire	20-30	1,583	0,366	0,19	0,173	2,313	67,39
	50-60	1,1633	0,366	0,203	0,056	1,79	62,34
	120-130	2,066	0,296	0,16	0,076	2,6	72,93
Dépression interdunaire	20-30	2,123	0,383	0,15	0,18	2,836	72,08
	50-60	1,396	0,556	0,176	0,09	2,22	62,68
	120-130	1,445	0,475	0,145	0,075	2,14	67,29

Tableau 15: Valeurs moyennes des bases échangeables et pourcentages de Ca sur le site de Kodjimeri

	Profondeur en cm	Ca++ en még/100g	Mg++ en még/100g	Na+ en még/100g	K+ en még/100g	Total en még/100g	Ca*100/Total
Sommet dunaire	20-30	0,696	0,166	0,103	0,07	1,036	67,2
	50-60	0,67	0,313	0,13	0,05	1,163	57,593
	120-130	0,8	0,203	0,123	0,043	1,17	68,376
Replat dunaire	20-30	0,966	0,4	0,11	0,133	1,61	60,041
	50-60	0,866	0,303	0,116	0,07	1,356	63,882
	120-130	0,863	0,35	0,14	0,06	1,413	61,084
D. interdunaire	20-30	1,126	0,35	0,13	0,09	1,696	66,404
	50-60	1,226	0,506	0,263	0,21	2,206	55,589
	120-130	0,59	0,34	0,14	0,04	1,11	53,153

Tableau 16: Test de comparaison des variances suivant la profondeur : Site de Nguel Kolo

Unité géomorphologique	Paramètres	20 cm	50 cm	120 cm	F critique (5%)
Sommet dunaire	VAR	0,2057	0,0897	0,1577	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	2,29			19
	F 20/120	1,3			19
	F 50/120	1,75			19
Replat dunaire	VAR	0,1992	0,2797	3,1888	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	1,4			19
	F 20/120	16			19
	F 50/120	11,4			19
Dépression interdunaire	VAR	1,1144	0,1117	0,245	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	9,97			19
	F 20/120	4,54			19
	F 50/120	2,19			19

Tableau 17 : Test de comparaison des variances suivant la profondeur : site de Kodjimeri

Unité géomorphologique	Paramètres	20 cm	50 cm	120 cm	F critique (5%)
Sommet dunaire	VAR	0,052	0,3297	0,2631	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	6,34			19
	F 20/120	5,05			19
	F 50/120	1,25			19
Replat dunaire	VAR	0,3423	0,5681	0,6996	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	1,65			19
	F 20/120	2,04			19
	F 50/120	1,23			19
Dépression interdunaire	VAR	0,4474	0,58	0,1352	
	DL	2	2	2	
	F 20/50	1,29			19
	F 20/120	3,3			19
	F 50/120	4,28			19

Tableau 18 : Test de comparaison des variances entre les deux sites (bases échangeables)

	Sommet dunaire		Replat dunaire		Dépression interdunaire	
	20 cm	120 cm	20 cm	120 cm	20 cm	120 cm
F calculé	3,95	1,66	1,71	4,55	2,49	1,81
F critique (5%)	19	19	19	19	19	19

3.2.5. Etats de surfaces et le bilan hydrique local

Sur le site de Nguel Kolo, l'organisation des croûtes permet aux surfaces végétalisées de profiter d'un supplément de pluies de 36,4 mm/ha, 60,08 et 59,22 mm/ha/an respectivement sur les sommets dunaires, les replats et les dépressions interdunaires (Tableaux 19, 20 et 21). Avec cette organisation les peuplements fonctionnent comme s'ils sont dans les isohyètes 350 mm au lieu de 250 mm. Ceci permet au milieu de répondre aisément au besoin en eau des peuplements.

A Kodjimeri par contre, seules les dépressions interdunaires ont montré une forme d'organisation qui leur permet de capter un supplément d'eau de ruissellement de l'ordre de 35,5 mm/ha/an. Sur les autres unités géomorphologiques, l'eau qui tombe s'infiltré et/ou s'évapore. La particularité dans cette unité géomorphologique serait due à la relative forte densité observée sur cette dernière par rapport aux autres (159,66 contre 90,24 et 76,73).

Cette forme d'organisation n'a d'autre logique que de pallier le problème d'eau engendré par la compétition inter et intra spécifique.

En comparant la densité sur les dépressions interdunaires à Kodjimeri à celles des autres types à Nguel Kolo, on se rend compte qu'elles se rapprochent sensiblement (159,66, contre 150,66 ; 149,33 et 177,33). Cela veut dire que si le pourcentage de supplément d'eau de ruissellement n'est pas encore important à Kodjimeri (4,82%), c'est parce que les précipitations enregistrées permettent encore de couvrir les besoins en eau des peuplements. Ceci permet de conclure :

1. que l'apparition des surfaces productrices de ruissellement est une exigence d'adaptation aux conditions pluvieuses du milieu ;
2. que les précipitations optimales pour un fonctionnement normal de l'espèce *Acacia senegal* se situeraient autour de 350 mm/an pour des densités optimales de 150 individus/ha. En deçà de ce niveau, le milieu réagira par l'apparition des surfaces productrices de ruissellement en vue de sauver une portion plus ou moins importante du peuplement. Cela suppose donc une régression des surfaces végétalisées, voire une diminution de la densité absolue.

L'on retient en définitive de cette caractérisation des sols que les substrats abritant ces deux peuplements présentent les caractéristiques suivantes :

1. sols sableux à dominance fine avec une faible teneur en argile, limon et sable grossier ;
2. pH légèrement acide ;
3. faible taux de matière organique ;
4. une somme des bases échangeables <3 méq/100g avec une dominance de Ca.

Ces résultats, très proches de ceux rapportés par Bocquier et Gavaud (1964) sont par contre légèrement différents de la caractérisation faite par Giffard (1966). La nuance réside au niveau de la texture. En effet, selon cet auteur les sols abritant les gommiers sont sableux à dominance grossière. Ce qui leur assure une grande perméabilité. Les sols ainsi caractérisés sont bien perméables mais la vitesse d'infiltration serait relativement faible par rapport à ceux décrits par Giffard. Cette propriété combinée aux hautes températures de la région induirait une plus grande évapotranspiration.

L'on note également une relative homogénéité de la physico-chimie des sols sur les deux sites à l'exception du bilan hydrique local. L'on peut alors se poser la question suivante : quelles types de relations (dépendances ou indépendances) peuvent exister entre ces paramètres ?

Tableau 19 : Répartition des croûtes par unité géomorphologique à Nguel Kolo

Types de croûtes	Sommet dunaire		Replat dunaire		Dépression. Interdunaire	
	Effectif	Superficie occupée (m ²)	Effectif	Superficie occupée (m ²)	Effectif	Superficie occupée (m ²)
ST3(1)	86	344	212	848	211	844
ERO(2)	60	240	16	64	27	108
DEC(5)	-	-	-	-	17	68
BIO(6)	1337	5348	1390	5560	1056	4224
DESS(7)	245	980	110	440	417	1668
Total	1728	6912	1728	6912	1728	6912

Tableau 20: Répartition des croûtes par unité géomorphologique à Kodjimeri

Types de croûtes	Sommet dunaire		Replat dunaire		Dépression. Interdunaire	
	Effectif	Superficie occupée (m ²)	Effectif	Superficie occupée (m ²)	Effectif	Superficie occupée (m ²)
ST3(1)					53	212
BIO(6)	1125	4500	399	1596	953	3812
DESS(7)	27	108	177	708	146	584
Total	1152	4608	576	2304	1152	4608

Des tableaux ci-dessus, on déduit les suppléments d'eau de ruissellement par unité géomorphologique et par site.

Tableau 21 : Répartition des surfaces et supplément d'eau de ruissellement par unité géomorphologique et par site

	Site de Nguel Kolo			Site de Kodjimeri		
	S. dunaire	R. dunaire	D. interdunaire	S. dunaire	R. dunaire	D. interdunaire
SPR	584	912	952	0	0	212
SSI	0	0	68	0	0	0
SBS	6328	6000	5892	4608	2304	4396
PSR	9,22%	15,22%	15%	0	0	4,82

N.B : les moyennes pluviométriques annuelles sont de 272,9 mm à Nguel Kolo et 339,5 mm à Kodjimeri.

3.3. Caractérisation des peuplements de Nguel Kolo et Kodjimeri

Cette caractérisation a porté sur les éléments suivants :

1. la densité ;
2. la répartition par classe de circonférence et de hauteur ;
3. la distribution spatiale ;
4. les espèces compagnes ;
5. les autres éléments (parasitisme, régénération naturelle, la pression humaine et animale)

3.3.1. Densité

Dans ce qui suit, nous n'avons pas tenu compte des individus de *Leptadenia pyrotechnica*. Nous les avons considérés au moment de l'inventaire comme des herbacées. Notons toutefois qu'un nombre de 5 à 12 souches par placette a été observé.

A Nguel Kolo, on note une plus grande densité de l'espèce *Acacia senegal* sur les terrains dunaires (Fig. 7). Ces résultats sont très proches de ceux des inventaires réalisés par le FAFN en 2001 et 2004.

A Kodjimeri, même si la densité de l'espèce *Acacia senegal* est faible par rapport à Nguel Kolo, la situation est inverse de la première. En effet des densités plus importantes sont observées dans les dépressions inter dunaires. Les replats et les sommets dunaires ont sensiblement les mêmes densités. Cette différence pourrait être due aux conditions d'exploitations du site. En effet ce que nous considérons aujourd'hui comme zone sylvopastorale n'est en réalité que des jachères plus ou moins anciennes. Or, du point de vue exploitation agricole, les paysans préfèrent les dépressions aux autres unités géomorphologiques d'où une meilleure régénération avec la mise en jachère.

En zone de culture la densité est beaucoup plus faible du fait des défriches en vue de laisser plus d'espace aux cultures.

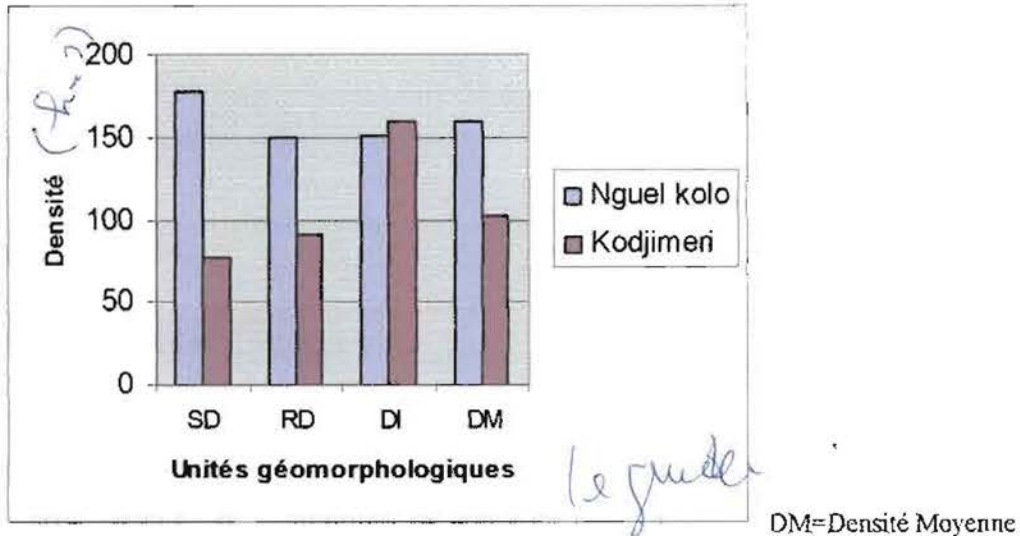


Fig. 7: Evolution de la densité des ligneux par unités géomorphologiques

3.3.2. Répartition par classe de circonférence et de hauteur

* Site de Nguel Kolo

Pour les mêmes classes de hauteur, les circonférences moyennes diminuent lorsqu'on passe des dépressions inter dunaires aux sommets dunaires puis aux replats. Ce qui signifie que pour les mêmes classes de hauteur les individus sont plus chétifs sur les replats, moyennement gros sur les sommets et gros dans les dépressions (Tableau 22). Des observations similaires ont été faites au Sénégal par Sene et al. (1992).

La répartition par classe de circonférence confirme assez bien cette situation à travers des hauteurs moyennes plus grandes sur les replats suivies des sommets dunaires puis les dépressions (Tableau 22). On observe par ailleurs en fonction des classes de circonférences une plus grande tendance des individus à la ramification dans les dépressions suivies des sommets dunaires et enfin les replats (exemple de la classe 80-100 cm, on a un nombre de branche moyen (NBM) de 6,31 sur les dépressions, 4,11 sur les sommets et 4 sur les replats).

On note également une nette dominance des individus de la classe 3-4m avec des pourcentages allant de 44,53% sur les sommets à 55,67% dans les dépressions. Soixante six (66) à 80% des individus sont dans les classes 3-4 et 4-5 m. Très peu d'individus atteignent 6m de haut (entre 0,8 et 1,94%).

Entre 68 et 75% des individus sont dans les classes de circonférence 20-40 et 40-60cm (Tableau 23). Très peu d'individus atteignent une circonférence de 80 cm (7,24% sur

les dépressions, 6,25% sur les sommets et 2% sur les replats). Le site regorge d'une importante proportion de jeunes sujets (26 à 48% suivant les unités géomorphologiques) en dépit de la faiblesse de la régénération. Les vieux sujets (Circonférence moyenne > 40 cm) représentent 44 à 71% de la population.

Tableau 22 : Répartition par classe de hauteur des individus de *A. senegal* à Nguel Kolo

Classe (m)	Sommet dunaire				Replat dunaire				D. interdunaire			
	Eff.	%	Cm	NBm	Eff.	%	Cm	NBm	Eff.	%	Cm	NBm
1-2	10	7,81	12,7	0,1	3	2,85	18,66	0	1	1,03	18	0
2-3	24	18,75	27,66	1,04	24	22,85	28,58	0,58	11	11,34	28,68	1,63
3-4	57	44,53	47,62	2,98	54	51,42	41,17	3,29	54	55,67	45,72	3
4-5	30	23,43	56,44	3,82	16	15,23	52,12	3,31	24	24,74	60,1	5,25
5-6	6	4,68	56	3,5	6	5,71	53	3,5	6	6,19	67	5,66
6-	1	0,8	80	6	2	1,94	47,5	3	1	1,03	91	6
Total	128	100			105	100			97	100		

le fensh

Tableau 23 : Répartition par classe de circonférence des individus de *A. senegal* à Nguel Kolo

Classe (cm)	Sommet dunaire				Replat dunaire				D. interdunaire			
	Eff.	%	IIm	NBM	Eff.	%	IIm	NBM	Eff.	%	Hm	NBM
0-20	15	11,71	1,88	0,2	7	6,66	2,08	0	2	2,06	1,85	0
20-40	39	30,46	2,98	1,48	51	48,57	2,99	1,25	26	26,8	3,1	1,61
40-60	48	37,5	3,81	3,18	38	36,19	3,83	4,28	43	44,32	3,67	3,27
60-80	17	13,28	4,28	4,11	7	6,66	3,64	4	19	19,58	4,46	6,31
80-100	8	6,25	3,98	5,5	2	1,92	4,55	5,5	7	7,24	4,41	6,14
100-120	1	0,8	3,9	8								
120-												
Total	128	100			105	100			97	100		

le fensh

* Site de Kodjimeri

Compte tenu de la présence de deux catégories d'utilisation sur ce site, les résultats sont traités par unité géomorphologique.

En zone sylvopastorale, 60 à 78% des individus sont dans les classes 3 à 5m et 38 à 56% sont dans les classes de circonférence 60 à 100cm. Les circonférences moyennes dans ces classes varient de 44,21 à 77,1cm sur les dépressions ; 82,65 à 84 cm sur les sommets

dunaires et 91 à 107cm sur les replats (tableaux 24 à 29). Ces résultats démontrent à première vue que les individus de ces classes de hauteur sont plus gros sur les replats que sur les dépressions. Ceci pourrait être lié à :

1. à la relative forte densité observée au niveau des dépressions inter-dunaires (159,66 ind. /ha contre respectivement 90,24 et 76,73 pour les replats et les sommets dunaires) ;
2. une relative faiblesse du nombre des individus du type 2 (voir types architecturaux) dans les dépressions (52,44% contre respectivement 66,22 et 74,14% sur les sommets et les replats dunaires) d'une part et d'autre part un faible nombre moyen de tiges sur les dépressions (1,5 à 1,73 contre 3,04 à 2,23 sur les replats et 2,21 à 2 sur les sommets).

Les classes 1-2m et 2-3m sont très faiblement représentées et peu d'individus atteignent 6 m de hauteur. Les individus de ces classes représentent seulement 13 à 18% des effectifs suivant les unités géomorphologiques. Ceci pourrait résulter pour une large part à la faible densité de régénération observée (<22 individus/ha).

En zone de culture, 76 à 86% des individus sont dans les classes 4-6 m et 42 à 61% dans la classe de circonférence 40-80 cm. Les classes de hauteur 1-3 m sont presque absentes (0% sur les sommets, 1,92% sur les replats et 6,9% dans les dépressions). Il en est de même pour les classes de circonférence de 0-20 cm et 20-40 cm.

Pourtant la régénération naturelle est relativement importante dans ce type de milieu (23,12 ind. /ha sur les sommets, 11,89 sur les replats et 21.53 ind. /ha sur les dépressions). Ce paradoxe pourrait s'expliquer par le fait que les paysans, au moment des défriches ou des cultures, n'épargnent pas les jeunes sujets qui, selon eux gêneraient en grandissant, les cultures. Entre 1,25 et 15,4% des individus (en fonction des unités géomorphologiques) atteignent 6 m de hauteur. L'amélioration de ce taux par rapport à la zone sylvopastorale pourrait être due à la pratique de la taille dans les champs et à une dominance du type 1 (63,2%).

Tableau 24: Répartition par classe de hauteur des individus de *A. senegal* sur les sommets dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)

Classe de hauteur (m)	Effectif		Pourcentage		Circ. moyenne		N.B. moyen		N.T. moyen	
	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC
1_2	4	0	5,33	0	19,5	0	0	0	1,75	0
2_3	9	0	12	0	39,44	0	1,44	0	1,55	0
3_4	41	7	54,67	15,90	82,65	110,85	5,02	6	2,21	2,71
4_5	14	28	18,67	63,63	84	73,5	6,28	4,85	2	1,17
5_6	7	7	9,33	15,90	93,42	81,71	7,14	7,71	1,28	1,14
6_		2		4,57		88		6,5		1
Total	75	44	100	100						

Tableau 25: Répartition par classe de circonférence des individus de *A. senegal* sur les sommets dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)

Classe de circonférence (cm)	Effectif		Pourcentage		Hauteur moyenne		N.B. moyen		N.T. moyen	
	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC
0-20	3	0	4	0	1,5	0	0	0	1	0
20-40	8	0	10,68	0	2,28	0	0,5	0	1,5	0
40-60	10	14	13,33	31,81	3,31	4,35	2,1	3,85	2,1	1
60-80	15	13	20	29,54	3,62	4,51	4,86	5,23	1,6	1
80-100	27	5	36	11,37	3,85	4,45	6,29	5,6	2,11	1
100-120	5	5	6,67	11,37	4,26	4,28	6,4	6,4	1,8	2
120---	7	7	9,33	15,90	3,47	3,95	8,14	8,28	3,28	2,95
Total	75	44	100	100						

Tableau 26: Répartition par classe de hauteur des individus de *A. senegal* sur les replats dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)

Classe (m)	Effectif		Pourcentage		Circ. moyenne		N.B. moyen		N.T. moyen	
	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC
1_2	1	0	1,72	0	27	0	0	0	2	0
2_3	9	1	15,52	1,92	53,44	37	2	2	2	1
3_4	24	3	41,38	5,76	91,08	66,33	4,37	4,33	3,04	1,33
4_5	21	21	36,20	40,38	107,19	87,38	6,38	5,7	2,23	1,42
5_6	3	19	5,18	36,54	110	127,47	8	7,84	1,66	2,36
6_		8		15,40		122,5		6,125		1,75
Total	58	52								

Tableau 27: Répartition par classe de circonférence des individus de *A. senegal* sur les replats dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)

Classe de circonférence (cm)	Effectif		Pourcentage		Hauteur moyenne		N .B. moyen		N.T. moyen	
	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC
0-20	0	0	0	0		0		0		0
20-40	5	1	8,62	1,92	2,06	2,6	0,8	2	1,2	1
40-60	7	5	12,06	9,61	3,21	4,12	3	3,8	1,42	1
60-80	14	17	24,14	32,7	3,69	4,7	4,14	5,23	2,07	1
80-100	13	4	22,41	7,7	3,54	4,8	4,53	4,5	2,53	1,75
100-120	9	7	15,52	13,46	3,88	5,51	5,66	6,28	3,33	2,14
120---	10	18	17,25	34,61	4,25	5,16	8,8	9	3,7	2,72
Total	58	52	100	100						

Tableau 28: Répartition par classe de hauteur des individus de *A. senegal* sur les dépressions inter dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)

Classe de hauteur (m)	Effectif		Pourcentage		Circ. moyenne		N .B. moyen		N.T. moyen	
	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC
1_2	0	1	0	3,45	0	24	0	0	0	2
2_3	11	1	13,75	3,45	36,09	41	0,81	2	2	1
3_4	14	2	17,5	6,90	44,21	52	2,42	3,5	1,5	1,5
4_5	34	22	42,5	75,86	77,08	95,31	5,08	6,95	1,73	1,59
5_6	20	3	25	10,34	92,7	107,66	5,6	8,33	1,95	1,66
6_	1		1,25		80		8		1	
Total	80	29								

Tableau 29: Répartition par classe de circonférence des individus de *A. senegal* sur les dépressions inter dunaires à Kodjimeri en zone de culture (ZC) et en zone sylvopastorale (ZSP)

Classe de circonférence	Effectif		Pourcentage		Hauteur moyenne		N .B. moyen		N.T. moyen	
	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC
0-20	2	0	2,5	0	2,2	0	0	0	1	0
20-40	18	2	22,5	6,9	3,19	3	1,61	1	1,27	1,25
40-60	13	7	16,25	24,13	3,83	3,92	3,15	3,14	1,30	1,28
60-80	17	7	21,25	24,13	4,5	4,48	4,64	4,85	1,76	1
80-100	14	2	17,5	6,9	4,8	4,25	5,64	8	1,78	1,5
100-120	7	2	8,75	6,9	3,98	4,5	5,85	7,5	2,85	1,5
120---	9	9	11,25	31,04	4,82	4,44	7,44	10,88	2,77	2,33
Total	80	29	100	100						

3.3.3. Distribution spatiale

La cartographie des ligneux effectuée sur 18 placettes (14 en zone sylvopastorale et 4 en zone de culture) a permis de constater au niveau de chacune d'elle, l'existence d'un noyau plus ou moins dense, à partir duquel la densité diminue vers l'extérieur (Annexes 9 et 10). Elle a permis également de constater un regroupement des individus en fonction des classes de hauteur par déduction des classes d'âge. En effet, les individus de l'espèce *Acacia senegal* appartenant aux mêmes classes de taille ont tendance à se grouper en lots homogènes, ce qui permet de penser à une régénération en nappes ou en front de cette espèce. Cette distribution confirme les constats de Aubreville (1950) selon lesquels il n'y a jamais eu de régénération de cette espèce sous ses propres pieds. Cette stratégie reposerait sur les propriétés inhibitrices de l'espèce induisant un regroupement par génération.

On note également une tendance des peuplements à être purs au niveau des noyaux, les espèces compagnes se retrouvant généralement à la périphérie. Au regard de ces constats, on peut se demander si la densité de plus en plus lâche du noyau vers la périphérie est l'expression de l'expansion de l'espèce (chorogénèse) ou un signe de dégradation du peuplement (régression) ?

3.3.4. Espèces compagnes et leur répartition

On observe à Nguel Kolo, une nette dominance de l'espèce *A. senegal* par rapport aux autres espèces (92,17%). L'espèce est retrouvée en fonction des unités géomorphologiques en association avec *Balanites aegyptiaca* et *Salvadora persica* sur les sommets dunaires ; *Balanites aegyptiaca*, *Maerua crassifolia*, *Acacia raddiana* et rarement *Boscia senegalensis* sur les replats et les dépressions inter dunaires (Fig. 8). L'espèce la mieux représentée après *Acacia senegal* est *Balanites aegyptiaca* (40,74% des espèces compagnes).

A Kodjiméri, aussi bien en zone sylvopastorale qu'en zone de culture, l'espèce *Acacia senegal* demeure dominante (71,9% et 75,9%). Elle est suivie de l'espèce *Acacia raddiana* (17,21%) pour laquelle on a observé une importante régénération. A l'issue des entretiens avec les populations, il est ressorti que cette espèce est entrain de prendre de plus en plus de l'importance au détriment de l'espèce *Acacia senegal*. Ce qui fait de cette espèce, le concurrent le plus redoutable pour *A. senegal*. Des observations similaires ont été faites par Bellouard (1949) sur les peuplements de Mederdra au Sénégal.

L'espèce *A. senegal* est retrouvée sur ce site avec presque toujours les mêmes espèces : *A. raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana* et *Commiphora africana*. En plus de ces espèces, on le retrouve sur les replats avec *Calotropis procera* et *Sclerocarya birrea*, *Maerua crassifolia* sur les sommets dunaires (Fig. 9).

Si l'on se réfère à la dynamique de succession énoncée par Bellouard(1949) selon laquelle les acacias cèdent leur place aux espèces comme *Balanites aegyptiaca*, *Calotropis procera* et *Leptadenia pyrotechnica*, il y a lieu de s'interroger sur l'avenir de ces peuplements au regard de la composition actuelle.

Enfin on note une diversité spécifique plus élevée à Kodjimeri qu'à Nguel Kolo (11 espèces contre 6). Les deux peuplements sont significativement différents du point de vue composition spécifique (coefficient de similitude de Soirensen de l'ordre de 47,05%). Cette différence peut s'expliquer par l'appartenance des deux sites à des zones climatiques distinctes.

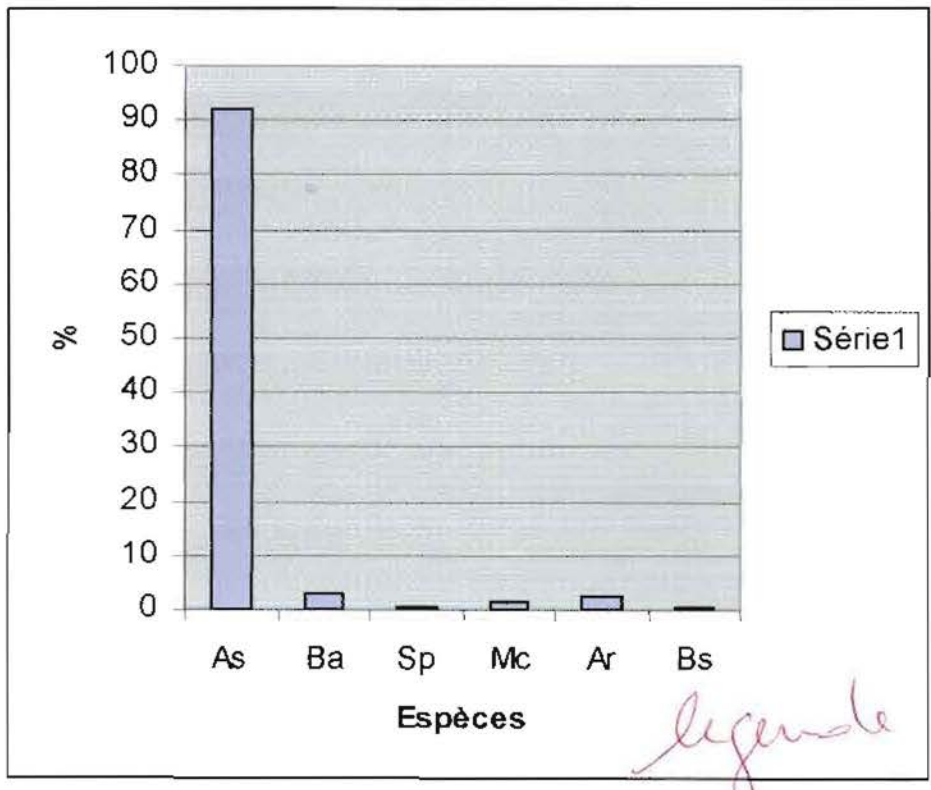


Fig. 8 : Répartition des espèces ligneuses sur le site de Nguel Kolo

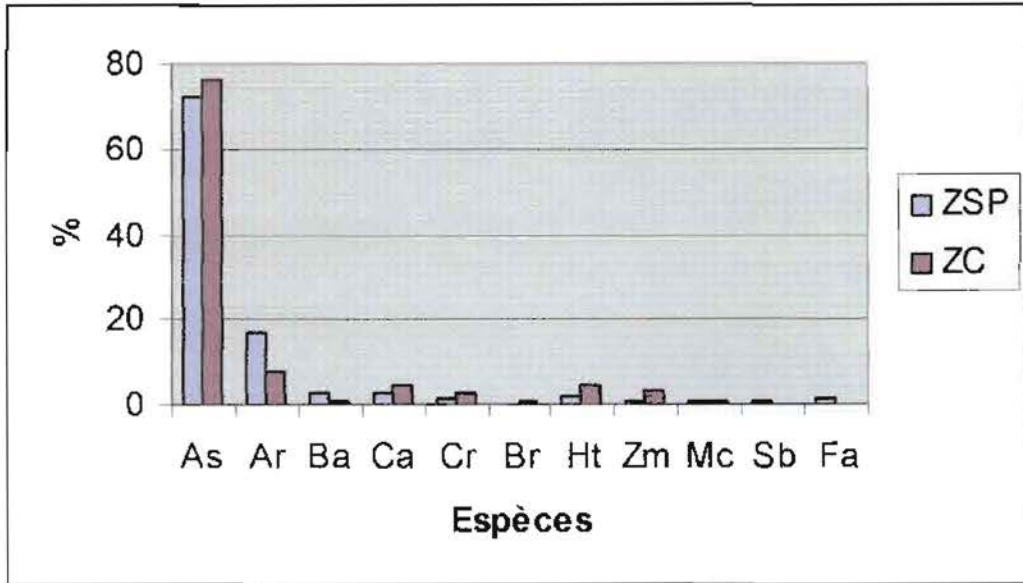


Fig. 9 : Répartition des espèces ligneuses sur le site Kodjimeri

As= Acacia senegal, Ba= Balanites aegyptiaca ; Sp= Salvadora persica ; Mc= Maerua crassifolia ;
 Ar= Acacia raddiana, Bs= Boscia senegalensis ; Ca= Commiphora africana ; Cp= Calotropis procera ;
 Ht= Hyphaene thebaica ; Zm= Ziziphys mauritiana ; Sb= Sclerocarya birea ; Fa= Faidherbia albida.

3.3.5. Autres éléments (parasitisme, régénération naturelle, etc.)

3.3.5.1. Parasitisme

Des deux sites étudiés, seul le site de Nguel Kolo présente des signes apparents de parasitisme des individus par une espèce de la famille des Loranthacées. En se referant aux travaux de Guinko et al. (1993) sur l'identification, la distribution, la phénologie, la biologie, et les dégâts causés par les espèces de cette famille sur le karité (*Vitellaria paradoxa*) au Burkina Faso, l'espèce identifiée à Nguel Kolo présente beaucoup de similitudes avec *Tapinanthus globiferus*. Cette espèce constitue une menace sérieuse pour la survie de ces peuplements au regard des dégâts causés (morts des branches et des individus) et surtout de l'importance des individus infestés (Tableau 30). D'après ces auteurs, la pollinisation de *Tapinanthus* est essentiellement assurée par des Soui-manga de la famille des *Nectariniidae*. La dissémination de cette espèce serait l'œuvre des oiseaux comme les étourneaux, les barbicans, les barbus, les merles métalliques. Une autre espèce (*Coracias abyssinica*) de la famille des Coraciidae pourrait, selon nos observations, y être impliquée. Le taux moyen d'infestation sur ce site est de 13,63%.

Tableau 30: Taux d'infestation de l'espèce *Acacia senegal* par *Tapinanthus globiferus*

Unité géomorphologique	Nombre total d'individus	Nombre d'individus infestés	Taux d'infestation
Sommet dunaire	127	18	14,17
Replat dunaire	97	17	17,52
Dépression inter dunaire	106	10	9,43
Moyenne du site			13,63

En se basant sur la répartition par classe de circonférence selon laquelle, les individus situés sur les dépressions sont plus gros, donc plus vigoureux, et ceux situés sur les replats sont chétifs donc moins vigoureux, la différence des taux d'infestations par unité géomorphologique peut être expliquée par la différence de vigueur. Ce sont donc des individus d'une faible vigueur qui sont les plus réceptifs. Cette plus grande réceptivité des individus situés sur les replats serait due au stress hydrique plus important en saison sèche sur cette unité géomorphologique. En outre, une analyse de quelques paramètres dendrométriques des individus infestés nous a permis de constater que les jeunes sujets sont épargnés (Tableau 31).

Tableau 31 : Quelques paramètres dendrométriques des individus infestés par *T. globiferus*

Nombre d'individus infestés	Circonférence moyenne (cm)	Hauteur moyenne (m)
45	59,39	4,64

En revanche, il n'a été observé aucun signe apparent de parasitisme sur le site de Kodjimeri. Néanmoins des individus infestés ont été observés à une vingtaine de kilomètres sur l'axe Goudoumaria Kodjimeri. Il y a donc un risque de contamination si des mesures efficaces de prévention ne sont pas prises.

3.3.5.2. Régénération naturelle

A Nguel Kolo, la régénération naturelle est presque absente. En effet sur les 9 placettes installées, il n'a été répertorié aucune régénération (individus de l'espèce *A. senegal*

de hauteur inférieure à un mètre). Le pourcentage des jeunes individus (de classe de hauteur 1-2 m) varie seulement de 1,03% (sur les dépressions) à 7,81% (sur les sommets dunaires). Celui des classes de circonférences de 0-20 cm varie de 2,06% (sur les dépressions) à 11,71% (sur les sommets dunaires). Ceci permet de conclure à l'existence d'un peuplement vieillissant. Cette faiblesse de régénération naturelle peut être expliquée par :

1. une forte intensité de pâturage donc une grande probabilité de piétinement des jeunes pousses ;
2. un fort couvert herbacé donc une plus grande concurrence que redoute cette espèce ;
3. la fréquence des feux de brousse ;
4. une faible fructification des sujets, donc un faible stock de graines pouvant servir à la régénération ; (potentiel minimal de la pluie)
5. l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies ;
6. le tassement ou le compactage du sol défavorisant l'enfouissement et la germination des graines.

A Kodjimeri, par contre, on observe une régénération naturelle dont l'importance varie en fonction des unités géomorphologiques et des catégories d'utilisation (Fig. 10).

La régénération naturelle est globalement faible sur ce site (moins de 25 individus /ha). On constate par ailleurs que le travail du sol améliore la régénération de l'espèce *Acacia senegal*. Des conclusions similaires ont été faites par Dépierre (1969) au Tchad. Son impact est très important sur les sommets dunaires (23,12 ind./ha contre 3,26) et relativement négligeable sur les replats et les dépressions interdunaires. Cette différence par rapport à la géomorphologie pourrait être liée à :

1. un taux de couverture des herbacées élevé sur les sommets dunaires, moyen sur les replats et très faible sur les dépressions ;
2. une faible densité des ligneux sur les sommets dunaires (76,73 pieds/ha), moyenne sur les replats (90,24 pieds/ha) et relativement élevée sur les dépressions (159,99 pieds/ha).

Il faut en outre noter que les régénérations sont presque toujours regroupées en nappes et généralement isolées des individus de grande taille.

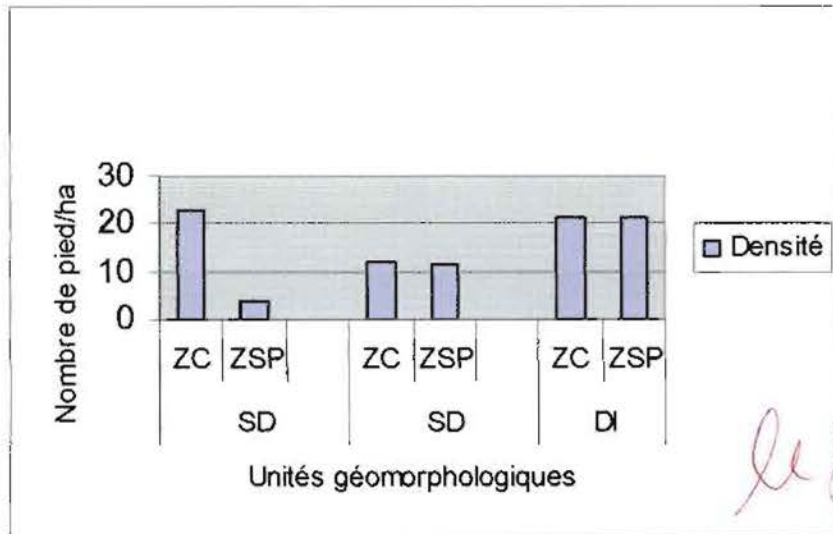


Fig.10 : Densité de la régénération naturelle par catégorie d'utilisation

3.3.5.3. Pression humaine et animale

Les deux sites font l'objet d'énormes pressions animales. En effet des milliers de têtes d'UBT transitent chaque année dans ces formations. Mais c'est surtout les camelins qui occasionnent des dégâts sur les pieds de l'espèce *Acacia senegal* pendant la recherche du pâturage aérien. Le piétinement et la dent de bétail sont redoutables pour la régénération de l'espèce *Acacia senegal*.

Le site de Nguel Kolo bénéficie d'un faible prélèvement de l'espèce *A. senegal* à des fins énergétiques ou de services. Les prélèvements sont plutôt axés sur le *Balanites aegyptiaca* et *Leptadenia pyrotechnica*. Il y a très peu d'empiètement agricole. La situation est, à l'opposé inquiétante à Kodjimeri où, malgré la faible densité des peuplements, on assiste à un éfrichement accéléré, à une exploitation abusive de l'espèce *Acacia senegal* à des fins énergétiques, de service ou pour la réalisation des enclos de bétail. Il est aujourd'hui difficile de faire la limite entre les champs de culture et la gomméraie classée, celle-ci offrant d'après les villageois de fertiles terres de culture.

En résumé, les deux peuplements étudiés sont caractérisés par :

1. leur vieillissement ;
2. la faiblesse de régénération efficace ;
3. la pression pastorale ;
4. le parasitisme progressif pour Nguel Kolo et un empiètement agricole et une coupe abusive des sujets pour le cas de Kodjimeri ;

5. une densité moyenne à Nguel Kolo et relativement faible à Kodjimeri.

Les tendances régressives de la densité, les pressions animales, humaines et parasitaires, l'instabilité climatique, l'apparition et l'expansion des espèces concurrentes comme *Acacia raddiana* sont autant de signes qui permettent de conclure à une dégradation des peuplements de gommiers des sites étudiés en particulier et de la région en général.

3.4. Caractérisation de l'espèce *Acacia senegal* (modèles architecturaux)

L'observation et la description des différents pieds de l'espèce nous ont permis d'identifier trois modèles architecturaux :

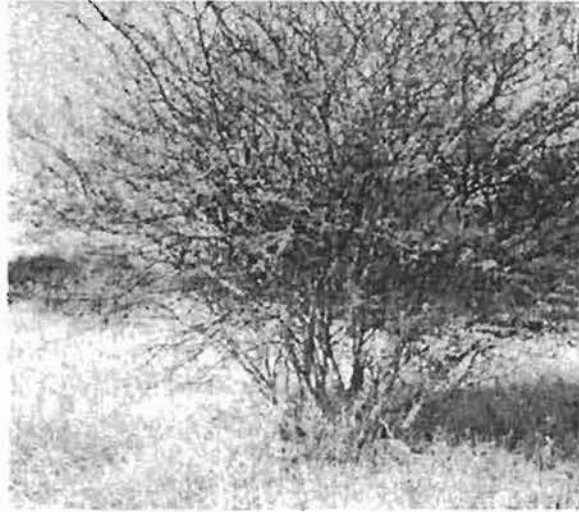
- le type I représente tous les individus ayant une seule tige à la base avec un mode de ramification aléatoire. Les individus de ce type sont dits monocaules.

Photo 1 : Individu du type I



- le type II représente les individus présentant une ramification à la base (ramification dans le sol) ayant de ce fait plusieurs tiges (2 à 12 tiges par souche). Ils sont dits multicaules.

Photo 2 : Individu du type II



- le troisième type enfin, est intermédiaire des deux premiers. Il est monocaule mais présente une ramification basse en rosette (à moins de 30 cm de haut). Ce type architectural est très rare et serait à notre avis beaucoup plus le résultat d'une action anthropique ou animale. Il est en effet très probable que ce type architectural découlerait d'un prélèvement du bourgeon terminal à l'état jeune d'un individu du type I. C'est pourquoi dans la suite nous l'avons assimilé au type I.

Photo 3 : Individu du type III



A Nguel Kolo, le type I est largement représenté (88,79% contre seulement 11,21%). Le type II est par contre dominant en zone sylvo pastorale à Kodjimeri (63,09% contre 36,91%) (Fig. 11). La situation est inverse en zone de culture et s'expliquerait par la taille dont les sujets font l'objet. En effet le type II occupe trop d'espace et générerait donc les

cultures. Un essai de projection au sol du houppier d'un pied de ce type nous a permis de constater qu'il couvre au sol 50,4 m² (soit un rayon moyen de 4 m)

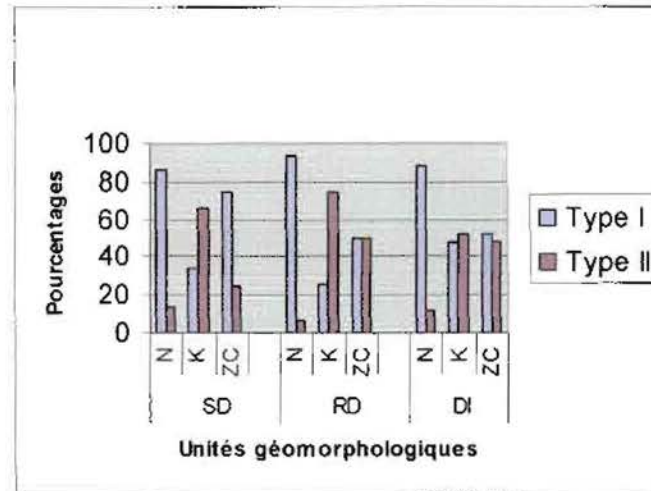


Fig. 11: Répartition des modèles architecturaux par site

N= Nguel Kolo K= Kodjimeri ZC= Zone de Culture

Les mensurations effectuées sur 10% des individus du type I (Tableau 32) montrent que :

1. l'espèce *Acacia senegal* a tendance à être bas branchu (hauteur moyenne d'insertion des premières branches de l'ordre de 63,72cm)
2. les angles moyens d'insertion des branches principales, secondaires et tertiaires diminuent avec le rang d'insertion (respectivement 74,48 ° à 65,6° ; 63,7° à 54,8° et 71,78° à 55,5°) ,
- 3 les longueurs moyennes à la première ramification des branches principales, secondaires et tertiaires diminuent avec le rang. Il en est de même des circonférences moyennes.

Ces différentes tendances confèrent au houppier d'un individu de ce type une forme d'un cône tronqué caractérisée par une base élargie régressant avec la hauteur (forme de parasol). Le type II est quant à lui buissonnant avec une tendance à l'étalement vers le bas. Il est beaucoup plus massif et volumineux que haut. Il présente une ramification abondante par rapport au type I donc un nombre de branches plus élevé. Il a l'avantage de produire beaucoup de biomasse (bois énergie) et l'inconvénient de réduire en zone de culture, les superficies cultivées, donc le rendement.

Tableau 32 : Quelques paramètres dendrométriques moyens des individus du type I et les écartypes

N° de la branche	Branches principales							
	Hml (cm)	Ect	Aml (°)	Ect	Cm (cm)	Ect	LmR(cm)	Ect
1	63,72	26,87	74,48	22,34	30,93	9,44	58,10	31,13
2	89,24	29,09	66,72	18,48	25,79	6,43	57,10	36,49
3	124,79	33,31	71,08	19,88	19,84	5,41	51,12	30,86
4	126,40	26,98	65,6	15,38	18,84	5,41	52,8	12,33
N° de la branche	Branches secondaires							
	Hml (cm)	Ect	Aml (°)	Ect	Cm (cm)	Ect	LmR(cm)	Ect
1	107,75	27,25	63,7	22,55	17,07	6,99	41,33	22,39
2	127,51	28,49	66,44	18,66	13,55	4,38	38,67	21,97
3	154,07	38,56	62,76	22,98	10,4	3,87	38,58	23,25
4	163,4	20,67	54,8	23,68	7,8	1,48	28,4	17,09
N° de la branche	Branches tertiaires							
	Hml (cm)	Ect	Aml (°)	Ect	Cm (cm)	Ect	LmR(cm)	Ect
1	134,75	29,02	71,78	18,21	10,32	4,38	41,211	23,84
2	148,42	31,5	59,80	14,72	7,69	2,20	34,699	18,88
3	170,43	35,57	58,47	17,28	5,73	1,78	33,333	16,29
4	176,33	17,09	55,00	31,22	5,83	1,25	18,333	16,62

Les propriétés physico-chimiques des sols sur les deux sites étant quelque peu similaires, la dominance du type I à Nguel Kolo et du type II à Kodjimeri s'expliqueraient alors par les conditions climatiques. Des paramètres climatiques étudiés, seules les précipitations ont montré des écarts significatifs (Ecart de 28 à 92 mm de pluies par an). Ceci permet de déduire que pour une large part, le type architectural est lié aux conditions pluvieuses. Ainsi, dans son aire de distribution, plus le milieu est humide, mieux le type II est représenté et inversement. L'hypothèse selon laquelle le type architectural est influencé par les conditions stationnelles, nous semble donc être confirmée.

3.5. Caractérisation de la production

Pour caractériser la production de la gomme sur les sites étudiés, quatre paramètres ont été suivis. Il s'agit :

1. du nombre de branches saignables par unité géomorphologique ;
2. de la proportion des individus ayant exsudé par unité géomorphologique ;
3. du rendement par unité géomorphologique ;
4. de la défoliation.

3.5.1. Nombre de branches saignables par unité géomorphologique

On observe un nombre de branches saignables plus élevé dans les dépressions interdunaires, suivi des sommets dunaires, puis les replats (Fig. 12). Ce qui confirme la tendance évoquée plus haut des individus à la ramification dans les dépressions.

Par ailleurs, malgré la faible densité observée à Kodjimeri, le nombre de branches saignables a tendance à approcher celui de Nguel Kolo en particulier sur les dépressions interdunaires. Ce qui permet de conclure que l'espèce *Acacia senegal* a plus tendance à se ramifier à Kodjimeri qu'à Nguel Kolo (dominance du type II).

Au regard des tendances évolutives des paramètres climatiques sur les deux sites, on peut dire que, dans son aire de répartition, l'espèce *Acacia senegal*, a tendance à se ramifier lorsque le milieu se fait de plus en plus humide. Aussi, plus le milieu est humide, plus le type II devient dominant et par conséquent plus buissonnant. Les mêmes observations sont faites au sein d'un même site entre les différentes unités géomorphologiques.

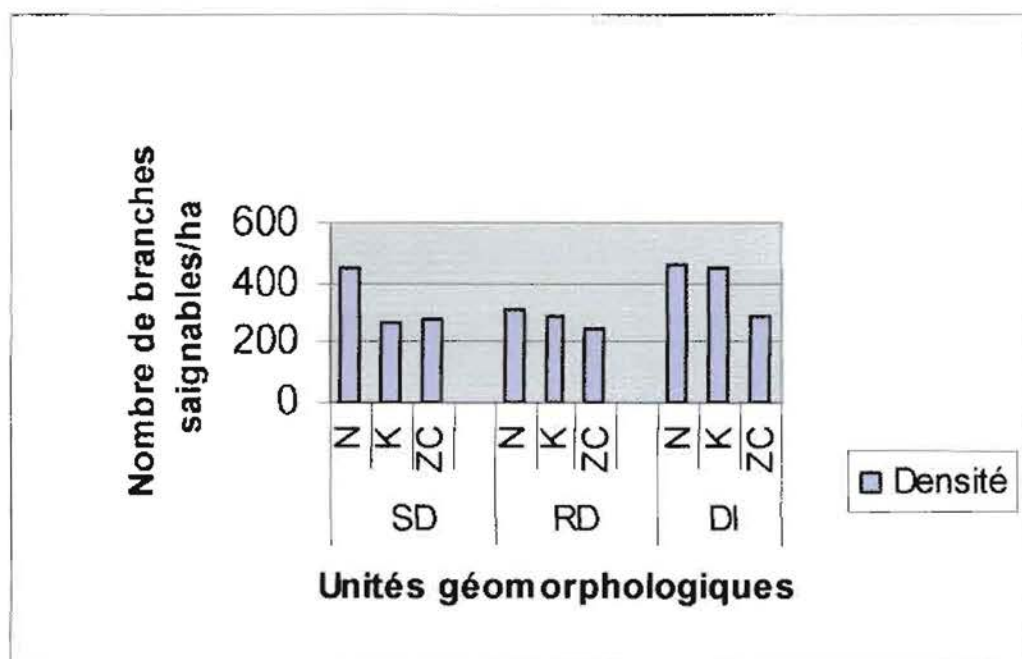


Fig. 12 : Densité des branches saignables par unité géomorphologique et par site

Le nombre moyen de branches saignables sur le site de Nguel Kolo est de 405,33 branches saignables/ha. Il est de 267,83/ha en zone de culture et 321,01 en zone sylvopastorale à Kodjimeri.

3.5.2. Proportion des individus ayant exsudé de la gomme

La proportion moyenne des individus ayant exsudé sur le site de Kodjimeri est de 43,26% en zone sylvopastorale et 28,08% en zone de culture. Cette proportion est plus importante sur les sommets dunaires (47,36% et 66,66%) mais reste tout de même inférieure à 70%(Tableaux 33 à 35). Ce qui laisse comprendre que ce n'est pas tous les individus d'un peuplement qui sont susceptibles d'exsuder.

Il faut noter que la quasi-totalité des individus ayant exsudé l'ont fait en dehors des cares installées. En zone sylvopastorale, seuls 4 individus ont exsudé au niveau d'une à 2 cares, soit 4,76% ($4 \times 100/84$). Ce nombre est de 3 en zone de culture soit 5,45% ($3 \times 100/55$). A Nguel Kolo, c'est seulement une care qui a exsudé. Ce qui consolide les observations faites par Bellouard (1949) en Mauritanie selon lesquelles, la proportion des individus saignés qui exsudent ne dépasse guère 25%. Qu'est ce qui peut alors expliquer cet état de fait ? Est ce à dire qu'il existe des individus qui ne donnent jamais de gomme ? Les arbres producteurs le sont-ils de façon continue ou discontinue sur la période de production ? Les conditions édaphiques à l'échelle de l'individu sont-elles responsables de cette situation ? La variété en présence ne répond-elle pas à la saignée ? Les sujets ne sont-ils pas suffisamment vieux pour répondre favorablement à la technologie ? Les facteurs climatiques en cours pendant et après la saignée ne sont-ils pas les principaux responsables ?

En effet, pendant la période de suivi, on a été témoin des périodes de froid et de vent discontinues. Ce qui nous a permis de constater sur certains pieds saignés un début de gommose qui dégénère aussitôt.

Par ailleurs, une analyse des individus producteurs sur le site de Kodjimeri a permis de constater :

1. une plus grande propension des individus du type I à produire en zone sylvopastorale (Tableaux 36 et 37) ;
2. une plus grande production moyenne par pied sur le type I par rapport au type II.

En zone de culture, les résultats sont quelque peu mitigés.

Tableau 33 : La proportion des individus ayant exsudé par unité géomorphologique à Nguel Kolo

Unité géomorphologique	Effectif	Nombre de pieds ayant exsudé	Nombre de pieds ayant exsudé dans les cares	Proportion des arbres producteurs	Production moyenne par arbre producteur
Sommet dunaire	104	21	0	20,19%	14,66g
Replat dunaire	78	13	1	16,66%	6,15g
D. interdunaire	84	31	0	36,9%	6,54g

Tableau 34: La proportion des individus ayant exsudé par unité géomorphologique en zone sylvopastorale à Kodjimeri

Unité géomorphologique	Effectif	Nombre de pieds ayant exsudé	Nombre de pieds ayant exsudé dans les cares	Proportion des arbres producteurs	Production moyenne par arbre producteur
Sommet dunaire	38	18	1	47,36%	28,75g
Replat dunaire	15	6	2	40%	17,5g
D. interdunaire	51	21	1	41,17%	12,26g

Tableau 35 : La proportion des individus ayant exsudé par unité géomorphologique en zone de culture à Kodjimeri

Unité géomorphologique	Effectif	Nombre de pieds ayant exsudé	Nombre de pieds ayant exsudé dans les cares	Proportion des arbres producteurs	Production moyenne par arbre producteur
Sommet dunaire	24	16	0	66,66%	26,87g
Replat dunaire	52	6	2	11,53%	20,83g
D. interdunaire	13	3	1	23,07%	25g

Tableau 36 : Répartition des producteurs par type architectural et production moyenne en zone sylvopastorale à Kodjimeri

	Type I				Type II			
	Nombre	%	PT	PM	Nombre	%	PT	PM
Sommet dunaire	11	61,11	480	43,63	7	38,89	45	6,42
Replat dunaire	3	50	55	18,33	3	50	50	16,66
Dépression interdunaire	11	52,38	167,5	15,22	10	46,62	90	9

Tableau n°37 : Répartition des producteurs par type architectural et production moyenne en zone de culture à Kodjimeri

	Type I				Type II			
	Nombre	%	PT	PM	Nombre	%	PT	PM
Sommet dunaire	7	43,75	170	24,28	9	56,25	260	28,88
Replat dunaire	3	42,85	22,5	7,5	4	57,15	102,5	25,62
Dépression interdunaire	2	50	55	27,5	2	50	20	10

3.5.3. Rendement par unité géomorphologique

Il faut tout d'abord noter que les productions rapportées ici ne le sont seulement qu'à titre indicatif. En effet, du fait de la difficulté de suivre la production sur les deux sites tel que prévu dans le protocole, il a été fait une seule récolte sur le site Nguel Kolo et trois récoltes sur celui de Kodjimeri.

A Kodjimeri, 9 placettes sur 15 installées ont été suivies sur le plan productif (5 en zone sylvopastorale et 4 en zone de culture). Dans tous les cas, les résultats obtenus doivent être pris avec réserve du moment où les parcelles ne sont pas clôturées. D'où une forte probabilité des prélèvements non comptabilisés de la gomme par les populations, malgré la sensibilisation et la patrouille effectuées.

Le test de comparaison des variances montre des différences significatives de production entre les différentes unités géomorphologiques en zone sylvopastorale. Elles sont non significatives en zone de culture (Tableau 41). Ainsi, toute chose égale par ailleurs, on note une tendance à des rendements plus élevés sur les sommets dunaires suivis des dépressions et enfin les replats (Tableaux 38 à 40). Cette observation est valable pour les deux sites quelque soit la catégorie d'utilisation. Le rendement est également plus élevé en zone sylvopastorale qu'en zone de culture. L'hypothèse selon laquelle la topographie n'a pas d'influence sur la production nous semble donc infirmée. La production chez l'espèce *Acacia senegal* dépend de la topographie. Des résultats similaires ont été obtenus par Sene et al (1993) au Sénégal.

Les productions enregistrées à Kodjimeri varient selon les pieds producteurs de 2 à 140 g. Ces résultats sont également proches de ceux rapportés par Laminou et Maisharou (1997).

Cette situation ne concerne que la première période (octobre à janvier). La campagne de production étant étalée sur deux périodes (octobre-janvier et février-avril), il y a lieu d'ajuster cette estimation. Pour cela nous allons supposer pour le cas de Kodjimeri, qu'on enregistre la même production sur les deux périodes. La production serait alors de 0,9262 kg /ha en zone sylvopastorale et 0,5942kg/ha en zone de culture. Le rendement moyen sur le site serait alors de : $(0,9262*5+0,5942*4)/9=0,77864$ kg/ha/an.

Sur cette base, c'est environ 6.338 kg que l'on peut extraire de la gommeriaie de Kodjimeri (8.140ha) chaque année. Si l'on exclut les prélèvements frauduleux les rendements seront nettement améliorés.

Tableau 38 : Rendement par unité géomorphologique à Nguel Kolo

Unité géomorphologique	Superficie (Ha)	Production	Rendement (kg/ha)
Sommet dunaire	0,75	308 g	0,41
Replat dunaire	0,75	80g	0,106
D. interdunaire	0,75	203,5g	0,271

La production moyenne sur ce site est de l'ordre de 0,2628 kg/ha.

Tableau 39 : Rendement par unité géomorphologique en zone sylvopastorale à Kodjimeri

Unité géomorphologique	Superficie (Ha)	Production	Rendement (kg/ha)
Sommet dunaire	0,975	517,5g	0,5307
Replat dunaire	0,425	105g	0,247
D. inter dunaire	0,5	257,5g	0,515

La production moyenne est de 0.4631kg/ha

Tableau 40 : Rendement par unité géomorphologique en zone de culture à Kodjimeri

Unité géomorphologique	Superficie (Ha)	Production	Rendement (kg/ha)
Sommet dunaire	0,375	430g	1,1466
Replat dunaire	1,345	125g	0,0929
D. inter dunaire	0,4	75g	0,1875

La production moyenne est de 0,29716kg/ha.

Tableau 41: Test de comparaison des variances (production sur le site de Kodjimeri)

Catégorie d'utilisation	Paramètres	Sommet dunaire	Replat dunaire	Dépression interdunaire	F critique (5%)
Zone sylvopastorale	PM	30,138	16,428	12,26	
	VAR	1473,876	172,619	151,133	
	DL	17	6	20	
	F sd/rd		8,53		3,84<F<4
	F sd/di		9,75		2,08<F<2,28
	F rd/di		1,14		2,6
Zone de culture	PM	26,875	20,833	18,75	
	VAR	562,916	641,666	456,25	
	DL	15	5	3	
	F sd/rd		1,139		2,90
	F sd/di		1,233		8,64<F<8,74
	F rd/di		1,4		9,01

3.5.4. Défoliation

Sur le site de Kodjimeri, les taux de défoliation des différents individus ont été également suivis sur la période de novembre à janvier. On entend par taux de défoliation, une appréciation de la proportion des feuilles perdues par l'individu au moment de l'estimation. Les observations ont été conduites sur trois périodes. La figure 13 montre l'évolution de la défoliation sur la période.

La différence de défoliation est significative entre les catégories d'utilisation. Elle est précoce et rapide en zone sylvopastorale, tardive et lente en zone de culture. La différence cesse d'être significative à la troisième période (après 45 jours) (Tableau 42). La défoliation étant une réponse physiologique à un déficit hydrique, on peut donc déduire de ces observations qu'il existe un seuil hygrométrique du sol à partir duquel le processus est enclenché. Le décalage entre les deux catégories d'utilisations s'expliquerait alors par la différence du taux d'humidité dans le sol et l'air. Etant donné l'homogénéité des conditions climatiques sur le site, c'est donc le taux d'humidité du sol qui semble être l'élément déterminant de la défoliation. La défoliation étant tardive en zone de culture, on peut déduire que la réserve en eau des sols situés sur cette catégorie d'utilisation est, à un moment donné, plus élevée qu'en zone sylvopastorale. D'où le rôle d'amélioration de la capacité de rétention d'eau du travail du sol. Ceci permet en outre d'expliquer la régénération relativement importante en zone de culture par rapport à la zone sylvopastorale.

Des différences significatives de défoliation existent entre les différentes unités géomorphologiques (Tableau 43). Ainsi, elle est plus rapide sur les sommets dunaires

(17,5% ; 68,33% ; 89,28%), suivies des replats dunaires (33,33% ; 53,75% et 75%) et enfin les dépressions (10,52 % ; 16,5% , 68,33%).

Il faut noter dans les deux cas de figure que la défoliation est accélérée après un taux de défoliation de 16%. Le début de la défoliation dépend de l'unité géomorphologique, de la catégorie d'utilisation, du taux d'humidité dans l'air et le sol et donc de la date d'arrêt des pluies. Toute la gomme récoltée l'a été sur les individus dont le taux de défoliation variait de 50 à 100%.

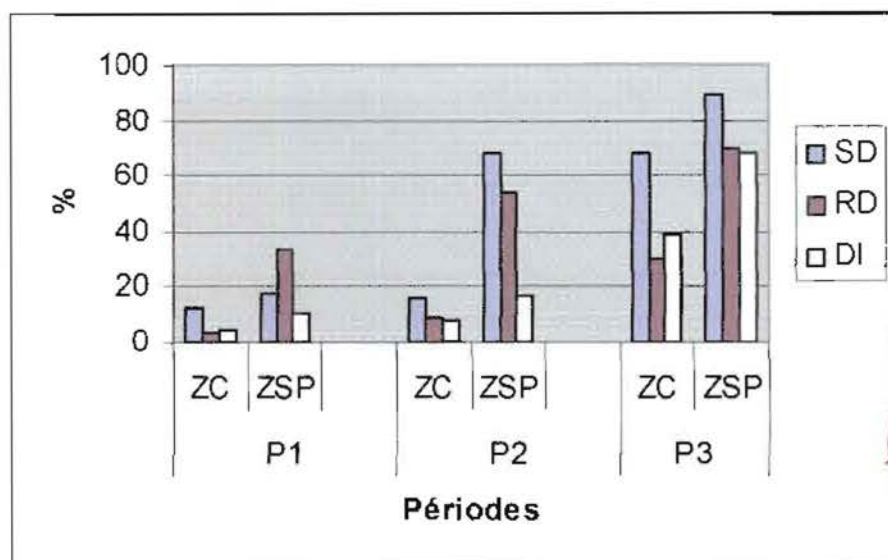


Fig. 13: Evolution du taux moyen de défoliation par unité géomorphologique en ZC et ZSP

Tableau 42 : Test de comparaison des variances (Défoliation entre catégorie d'utilisation)

Périodes	Paramètres	Sommet dunaire		Replat dunaire		D. interdunaire	
		ZC	ZSP	ZC	ZSP	ZC	ZSP
1ère	Moyenne	10,833	17,5	3,243	33,333	4,5454	10,52
	VAR	15,4411	152,777	18,3558	460,606	27,2727	5,12
	DL	17	27	36	11	10	37
	F calculé	9,866		25,09		5,326	
	F critique	F<2,19		F<2		F<2,74	
2ème	Moyenne	16,111	68,214	8,61	53,75	8,18	16,153
	VAR	107,51	674,470	19,444	902,717	26,363	128,615
	DL	17	27	36	11	10	37
	F calculé	6,27		46,42		4,87	
	F critique	F<2,19		F<2		F<2,74	
3ème	Moyenne	68,333	89,285	29,72	70	39,09	68,33
	VAR	638,235	369,481	347,147	1086,486	969,09	887,878
	DL	17	27	36	11	10	37
	F calculé	1,72		3,129		1,091	
	F critique	1,91<F<1,95		2,04<F<2,11		2,08<F<2,11	

Tableau 43: Test de comparaison des variances (défoliation entre les unités géomorphologiques)

Périodes	Paramètres	Sommet dunaire	Replat dunaire	Dépression interdunaire	F critique (5%)
1ère	Moyenne	17,5	33,333	10,52	
	VAR	152,777	460,606	5,12	
	DL	27	11	37	
	F sd/rd	3,01			2,12<F<2,22
	F sd/di	29,83			F<1,37
	F rd/di	89,96			F<2,08
2ème	Moyenne	68,214	53,75	16,153	
	VAR	674,470	902,717	128,615	
	DL	27	11	37	
	F sd/rd	1,33			2,12<F<2,22
	F sd/di	5,24			F<1,37
	F rd/di	7,01			F<2,08
3ème	Moyenne	89,285	70	68,33	
	VAR	369,481	1086,486	887,878	
	DL	27	11	37	
	F sd/rd	2,94			2,12<F<2,22
	F sd/di	2,40			F<1,91
	F rd/di	1,22			F>2

3.6. Difficultés rencontrées et insuffisances du travail

3.6.1. Difficultés rencontrées

La principale difficulté réside dans le fait que cette étude est quelque peu exploratoire du fait de l'insuffisance de documentations portant sur des travaux similaires dans la région. Au nombre des difficultés mineures on note :

- 1 l'accessibilité difficile et l'éloignement des deux sites;
- 2 la difficulté de travailler sur les épineux.

3.6.2. Insuffisances du travail

1. le manque de clôture des parcelles expérimentales ;
2. les stations météorologiques prises comme références ne sont pas situées sur les sites;
3. le manque de suivi de la deuxième campagne. En effet l'estimation faite peut s'avérer loin de la réalité ;

4. la suspension de suivi de la production à Nguel Kolo. En effet si ce site a été régulièrement suivi, il aurait permis de faire une comparaison raisonnée des possibilités de production suivant les tendances climatiques.

IV. DISCUSSION GENERALE

A la lumière de ces différents résultats, malgré leur localisation dans l'aire de répartition de *Acacia senegal*, la relative homogénéité des paramètres comme les températures, les vents, la physicochimie du sol sur les deux sites, les deux gomméraires semblent fonctionner différemment. Cette différence est pour une large part due au gradient pluviométrique. En effet, du fait de la faiblesse des précipitations (moyenne de 279 mm/an à Nguel Kolo), le milieu a réagi par la formation des surfaces productrices de ruissellement permettant une mobilisation du supplément des eaux de pluies à Nguel Kolo. Le fonctionnement des peuplements de ce site est en partie tributaire de ce supplément. Ce peuplement fonctionne à l'image des brousses tigrées. La diversité spécifique est faible (6 espèces).

Ce mode d'organisation est marginal à Kodjimeri où les précipitations moyennes sont de l'ordre de 340mm. Le peuplement est tributaire seulement des eaux de pluies. La diversité spécifique est plus importante (11 espèces). Cet écart de pluviométrie aurait également induit une différenciation dans la représentativité des modèles architecturaux sur les deux sites avec une nette dominance du modèle II dans des conditions plus humides.

Aussi les facteurs déterminant la production en gomme sur les deux sites semblent être:

1. la position topographique
2. le modèle architectural,
3. la catégorie d'utilisation.
4. le taux de défoliation
5. la hauteur de pluies enregistrées.

4.1. Relations entre les paramètres climatiques et la production de la gomme

Louvet (1876) rapportait que d'après les maures, pour qu'il y ait abondance de production, il faut un été pluvieux et court, de fortes séries de vent d'Est en décembre et janvier, sans être coupés par de petites pluies ou même par de fortes rosées.

L'analyse des paramètres climatiques a permis de constater que le site de Kodjimeri est plus humide que celui de Nguel Kolo. Cette différence est pour une large part due aux

précipitations. Ce gradient climatique a permis par ailleurs une variation dans la proportion des modèles architecturaux sur les deux sites et de la diversité spécifique. Les modèles multicaules sont ainsi plus importants à Kodjimeri qu'à Nguel Kolo.

Par ailleurs l'analyse de la production par modèle architectural, a révélé que le modèle monocaule produit plus que le modèle multicaule malgré le nombre élevé de branches saignables sur ce dernier. On déduit de ce fait que la production potentielle par pied serait alors plus élevée à Nguel Kolo qu'à Kodjimeri. On peut également conclure à une baisse de la production potentielle avec les précipitations à partir d'un certain seuil du moment où le modèle architectural est lié aux conditions climatiques (précipitations). Nous convenons avec Louvet que la production en gomme dépend donc des précipitations de l'année précédant la récolte. D'où la confirmation de l'hypothèse selon laquelle la production est affectée par la péjoration des facteurs climatiques.

4.2. Relations entre la production de la gomme et les caractéristiques physico-chimiques et topographiques des sols

Du point de vue physique (granulométrie) et chimique (pH, bases échangeables, matière organique) les substrats des deux sites présentent une certaine homogénéité. Les différences de production observées ne peuvent donc provenir que de la position topographique des sujets. L'analyse du rendement par unité géomorphologique ayant révélé des rendements plus importants sur les sommets dunaires et les replats que les dépressions, nous convenons avec Sene et al.(1993) que la topographie a donc une influence certaine sur la production en gomme chez l'espèce *Acacia senegal*.

L'analyse des croûtes de surface a fait apparaître un bilan nul sur les sommets et les replats dunaires et faible (4.82%) sur les dépressions à Kodjimeri. Ce qui signifie que même si le site est relativement bien arrosé, il existe une légère différence du point de vue hygrométrie des sols au niveau des différentes unités géomorphologiques. Le taux d'humidité du sol serait alors plus élevé à un instant donné au niveau des dépressions par rapport aux autres substrats. La production en gomme étant plus importante sur les sommets et replats que sur les dépressions, le taux d'humidité (stress hydrique) du sol influence donc la production.

4.3. Relations entre le taux de défoliation et la production de la gomme

Il existe un décalage du début de la défoliation entre la zone sylvopastorale et la zone de culture. En effet le suivi du taux de défoliation sur les deux catégories d'utilisation a montré que la défoliation est précoce et rapide sur la zone sylvopastorale mais tardive et lente en zone de culture. A l'intérieur de chaque catégorie d'utilisation on a noté un processus de défoliation plus rapide sur les sommets dunaire et les replats que sur les dépressions. Les productions enregistrées étant également plus importantes sur les sommets et les replats dunaires, où les taux de défoliations sont élevés, la production semble donc être conditionnée par la défoliation. Un certain taux de défoliation est donc nécessaire pour qu'il ait gommose. Nous convenons avec Vassal (1991) et Watta (2000) que la gommose n'a lieu que lorsque l'arbre aurait perdu un certain pourcentage de ses feuilles (environ 2/3).

Muller (2001) ne disait –il pas qu'un sol propice au gommier, assez humide en profondeur est susceptible d'induire des productions significatives de gomme. Giffard (1975) a également noté que les gommiers ne produisent pas de gomme dans les stations proches du littoral où l'état hygrométrique demeure élevé pendant la saison sèche.

La défoliation étant une réaction physiologique des individus au stress hydrique, elle est donc liée à l'état hygrométrique du sol. La production étant une fonction de la défoliation, on peut déduire qu'elle est aussi une fonction de l'état hygrométrique du sol.

En analysant de près ces différents paramètres et leurs interrelations, l'on se rend compte qu'en réalité tout tourne autour de la pluviométrie. En effet, la contribution de l'unité géomorphologique, du type architectural et même de la défoliation dépendrait de l'hygrométrie du sol qui, elle, est étroitement liée à la pluviométrie enregistrée. Donc les précipitations de part leur importance et leur durée semblent jouer un rôle déterminant dans le processus de gommose. Leur importance détermine, l'évolution au cours de l'année du stress hydrique suivant les unités géomorphologiques et les sites. Ainsi la période de gommose (son début et sa durée) dépend étroitement de la pluviométrie enregistrée. En conséquence, les périodes optimales de saignée, synchrones d'un certain état physiologique (défoliation supérieure à 50%), varient d'une année à l'autre, d'un site à l'autre et d'une unité géomorphologique à l'autre.

V. CONCLUSION – SUGGESTIONS

Cette étude, inscrite dans le cadre de la recherche d'accompagnement du projet « Opération Acacia », a concerné deux gomméraires de statuts juridiques différents et situées dans des zones climatiques différentes.

L'étude fait ressortir :

1. que les peuplements des deux sites sont vieillissants, conséquence de l'absence ou de la faiblesse de la régénération d'une part et de l'autre de la pression pastorale et ou des coupes abusives de l'autre. La densité en *Acacia senegal*, est dans l'ensemble faible (73,35 à 146,66 en zone sylvopastorale et 44,5 en zone de culture). L'espèce dominante est *Acacia senegal* (plus de 75%). Mais ces peuplements présentent peu de similitudes (Coefficient de Soirensen de l'ordre 47%) ;
2. On observe sur le plan de la distribution spatiale, l'existence d'un noyau dense à partir duquel la densité devient lâche vers la périphérie. Les espèces compagnes occupent presque toujours la périphérie. Les individus ont donc tendance à se regrouper surtout par classe de hauteur donc d'âge ;
3. Le travail du sol améliore la régénération chez l'espèce *Acacia senegal* et même à l'intérieur de cette catégorie cultivée, les sommets dunaires se sont montrés plus favorisant que les autres unités géomorphologiques ;
4. Sur le plan écologique, les deux peuplements sont installés dans une zone caractérisée par :
 - des précipitations oscillant entre 200 et 500 mm ;
 - des températures moyennes de l'ordre de 12 à 13°C pour les minima et 38 à 41°C pour les maxima ;
 - des vitesses de vent moyennes comprises entre 2 et 3,1 m/s ;
 - des ETP moyennes mensuelles de l'ordre de 200 mm
 - des sols sableux à dominance fine (plus de 82% de sable fin) à pH légèrement acide (5,44 à 6,57), pauvres en matière organique (0,07 à 0,32%). Les bases échangeables sont < 3mék/100g ;
 - un pourcentage de supplément d'eau de ruissellement variant de 9.22% à 15.22% suivant les unités géomorphologiques à Nguel Kolo et de 0 à 4.82% à Kodjimeri d'où un supplément d'eau de pluies de l'ordre de 36 à 60 mm/ha/an

Non favoriser

à Nguel Kolo et seulement 35.5 mm/ha/an à Kodjimeri sur les dépressions interdunaires.

A l'exception des précipitations, l'étude a révélé une relative homogénéité des paramètres physicochimiques sur les deux sites.

5. La présence sur les deux sites de deux types architecturaux : types I et II. En outre on note une tendance à la domination du type II lorsqu'on remonte vers des latitudes plus pluvieuses dans son aire de répartition (suivant un gradient pluviométrique) ;
6. L'espèce Acacia senegal est bas branchue (hauteur moyenne d'insertion des premières branches de 0,63m) avec une tendance à la buissonisation. Le type I présente une plus grande tendance à la ramification sur les dépressions interdunaires ;
7. Une différence de vigueur des individus d'une unité géomorphologique à une autre. En effet pour une même classe de hauteur, les individus sont plus gros sur les dépressions, moyens sur les sommets dunaires et chétifs sur les replats. Cette différence de vigueur s'expliquerait par l'état hygrométrique des sols qui est au moins pendant la saison sèche différent d'une unité géomorphologique à une autre ;
8. Une plus grande tendance des individus du type I à la production par rapport au type II ainsi que des rendements également plus élevés. Les rendements les plus importants sont enregistrés sur les sommets dunaires. On constate par ailleurs une très faible réponse des individus à la saignée (<5%) ;
9. Un important taux d'infestation du peuplement de Nguel Kolo (13,63 %) par *Tapinanthus globiferus* et une menace pour celui de Kodjimeri ;
10. que les facteurs déterminant la production sont : la topographie, le modèle architectural, le taux de défoliation, la catégorie d'utilisation et les précipitations de l'année précédant la campagne. De ces paramètres les précipitations semblent jouer le rôle le plus déterminant.

Au regard de ces résultats nous faisons les suggestions suivantes :

1. Pour palier le problème du vieillissement des peuplements, il faut :
 - entreprendre des semis directs ou plantations d'enrichissement en *Acacia senegal*. Cette opération doit être précédée par un travail préalable de sol (ameublissement) en vue de favoriser la germination et l'enracinement des plantules. Après la

plantation ou le semis, mettre en défens les parcelles traitées par l'érection d'une clôture ou haie. Entretenir la plantation par un désherbage régulier pendant 5 ans avant de l'ouvrir aux parcours pastoraux. Etendre petit à petit l'opération pour couvrir tout le site. Ne pas dépasser la densité de plantation de 150 individus/ha.

- proposer des contrats de culture à durée limitée aux populations riveraines. Ce contrat doit préciser le nombre d'années d'exploitation, le nombre de tiges de l'espèce *Acacia senegal* à entretenir ainsi que les possibilités qu'a le contractant, après 7 ans, d'exploiter les peuplements à des fins de productions gommieres. Au regard du statut juridique de ces peuplements, une réadaptation des textes réglementaires demeure un préalable avant la mise en œuvre de cette proposition ;
- dans les zones cultivées, sensibiliser les exploitants agricoles sur le repérage et l'entretien de la régénération naturelle, en vue de porter le nombre de pied à 150 à l'hectare et surtout inciter ces derniers à la pratique des jachères. Favoriser au cours du repérage en fonction de l'objectif poursuivi le type architectural le plus indiqué (type I pour des fins de production gommier et II pour des fins énergétiques et de service).

2. Pour palier le problème d'infestation par *Tapinanthus globiferus* :

- entreprendre des opérations de lutte mécanique. Celle-ci consistera à arracher les branches infestées et les incinérer ;
- entreprendre des études sur les vecteurs disséminateurs, surtout le mode de dissémination, l'écophysiologie du *Tapinanthus globiferus* en vue d'une éventuelle lutte biologique ou chimique ;
- mettre en place à Kodjimeri, un réseau inter villageois de surveillance, en vue de prévenir l'infestation par *Tapinanthus spp.*

3. Pour une meilleure valorisation des peuplements :

- amener les populations à s'approprier les ressources ligneuses présentes sur leurs champs de culture. En effet, le libre accès aux ressources ne favorise pas l'adoption des technologies de production de gomme, et n'incite pas à la prise des mesures d'aménagement propres à pérenniser les peuplements ;
- exploiter les vieux sujets à des fins énergétiques ou de services. Les branchages doivent être utilisés pour ériger des haies en vue de la protection des parcelles en régénération. Cette exploitation doit être précédée d'études sur les âges de décadence productive en gomme, les meilleurs âges et périodes de coupes ainsi que les techniques de coupes qui favorisent le mieux la reprise ;

- engager un suivi de la production sur une longue période en vue d'une meilleure estimation de la production, de dégager les facteurs véritablement déterminants de cette production et apprécier l'impact de la saignée aussi bien sur la production que sur les individus. Pour cela nous proposons que des parcelles expérimentales soit délimitées dans chaque peuplement et clôturées. Un personnel qualifié appliquera la technologie de la saignée et suivra son impact en même temps que les paramètres écologiques en vue d'une modélisation du fonctionnement de ces écosystèmes;
- initier les populations à l'apiculture en vue de diversifier les revenus tirés de l'exploitation de l'espèce *Acacia senegal* qui est de surcroît mellifère. Le miel issu de cette espèce est blanc « miel blanc » qui se trouve être recherché aussi bien pour ses qualités thérapeutiques (par les guérisseurs traditionnels et marabouts) qu'alimentaires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ALI M., 2001** : Cartographie et caractérisation des peuplements de gommiers au Niger, 76pages.
2. **A. Riedacker, E. Dreyer, C. Pafadman, H. Joly, G. Boy, 1993**: Physiologie des arbres arbustes en zones arides et semi-arides, 489 pages. *La édition ?*
3. **A. S. Massoudou, 2000** : Esquisse d'un plan d'aménagement des gomméraires de l'arrondissement de Gouré : cas du peuplement de Kafourka
Mémoire de fin d'études, 74 pages
4. **ARBONNIER M., 2000** : Arbres, arbustes et lianes des zones sèches de l'Afrique de l'Ouest, CIRAD, MNHN, UICN, 541pages.
5. **CHEVALIER M. H. ; BRIZARD J.P. ; DIALLO I. ; LEBLANC J.M., 1994** :
La diversité génétique dans le complexe Acacia senegal
BFT n°240 pages 5-12
6. **CNDD, 2006** : Programme d'action national pour l'adaptation aux changements climatiques, 63 pages
1 éd. ?
7. **COLONNA J. P., BRANDEAU Danthul, KANE I., 1993** : Effets du stress hydrique chez les végétaux : application à 3 espèces du genre Acacia
BFT n°238 pages 25-56
8. **DDP, 1992** : Schéma directeur du développement régional (SDDR) de Diffa; 142 pages
9. **D. Depierre, 1969** : Les expériences de gomméraires cultivées et leurs enseignements au Tchad. BFT n°125, pages 27-34
10. **Didier MULLER, 2001** : Rapport de mission sur le commerce de la gomme arabique. FAO, 47 pages.
11. **DANTHU P. ; PAPE Ndiengou ; SECK M., 1998** : Compatibilité de greffage entre quelques acacias africains. Premiers résultats. BFT n°258 pages 49-57
12. **EDOUARD G. Bonkougou et H de Framond ,1988**: Dynamique du peuplement et évolution de la Productivité d'une parcelle de formation naturelle en forêt classée de Gonsé, B. Faso, BFT n°238, pages 63-70.
13. **Direction de l'Environnement, FAO, 2003**: Stratégie nationale de la relance de la production et de la commercialisation de la gomme arabique au Niger ; 51 pages
14. **FRANTZ Limier, 1988**: Une approche graphique et qualifiée de l'architecture et de l'écologie en forêt et agro forêts tropicales, DEA. 61 pages
L université ?
15. **ICHAOU. Aboubacar, 2005** : Optimisation de la productivité en gomme arabique dans

les peuplements naturels de l'espèce d'Acacia senegal de la région de
Diffa (PAFN), 26 pages.

C type de doc. ?

16. **ICHAOU. Aboubacar, 2000** : Dynamique et productivité des structures forestières contractées des plateaux de l'ouest nigérien.
Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier de Toulouse 3.
Décembre 2000, 231 pages
17. **ISSAKA Joseph BOUSSIM, Georges SALLE, Sita GUINKO, 1993**: Tapinanthus
Parasite du Karité au Burkina Faso
1^{ère} partie : Identification et distribution
BFT n°238, 4^{ème} trimestre 1993 pages 45-52
18. **ISSAKA Joseph Boussim, Georges Sallé, Sita GUINKO, 1993**: Tapinanthus
Parasite du Karité au Burkina Faso
2^{ème} partie : Phénologie, biologie et dégâts
BFT n°238, 4^{ème} trimestre 1993 pages 53-64
19. **ISSOUFOU Watta, 1979** : Régression de la gomméraie et désertification au Manga
Etudes et Recherches n°79-37, 20 pages
20. **ISSOUFOU. Watta, 2000** : Rapport technique de consultation nationale en technologie
de la gomme arabique, techniques de vulgarisation et de formation (TCP); 34
pages
21. **JAQUELINE Doat, 1974** : Application de la chromatographie sur couche mince à
l'analyse des gommes et des bois tropicaux. BFT n°156, pages 63-74
22. **J.P Goudet, 1984** : Equilibre du milieu naturel en Afrique tropicale sèche
Végétation ligneuse et désertification ; BFT, 1^{er} trimestre 1985, 15 pages
23. **K. Jayaraman, 1999** : Manuel de statistique pour la recherche forestière (FAO) ,
235 pages
24. **L. Legendre, P. Legendre, 1984** : Ecologie numérique : la structure des données
écologiques 2^e édition, 335 pages
25. **L. Legendre, P. Legendre, 1984** : **Ecologie numérique** : Traitement multiple des
données écologiques 2^e édition; 260 pages
26. **M.H. Chevalier, J.P. Brizar, I. Diallo, J.M ; Leblanc, 1994** : La diversité génétique
dans le complexe Acacia senegal. BFT n°240 pages 5-12
27. **MARIAUX A., 1975** : Essai de dendroclimatologie en climat sahélien sur Acacia
raddiana BFT n°163 pages 27-35
28. **M. Gavaud et G. Bocquier, 1964** : Etude pédologique du Niger oriental Tome II, 347
pages
29. **NGARA, 2004** : Production et commercialisation de la gomme arabique, Septembre
2004- 10- 18 Pages 39-71

30. CIRAD-FORET, 1999 : LA GOMME ARABIQUE EN A.O.F, 18 PAGES

31. P. Cruziat, 1970: Contribution à l'utilisation de la notion d'ETP en sylviculture et écologie forestière. BFT n°134, pages 21-42. CIRAD-FORET, 1999. 18 pages

32. P.L. Giffard, 1966: Les gommiers *Acacia senegal* WILLD et *Acacia laeta* R.Br
BFT n°105 pages 21-32

33. P. L. Giffard, 1974 : L'arbre dans le paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale sèche. CTFT; 431 pages

34. P. L. Giffard, 1975 : Les gommiers, essences de reboisement pour les régions Sahéliennes BFT n°161; 21 pages

35. PAUPON H.,1976 : la biomasse et l'évolution de sa répartition au cours de la croissance d'*Acacia senegal* dans une savane sahélienne (Sénégal)
BFT n°166 Pages 23-38

36. Projet Opération Acacia, 2005: Protocole de recherche/développement sur la productivité des gommiers au Niger, 10 pages

37. Projet Opération Acacia, 2003 : Rapport final de la cartographie complémentaire des gommiers au Niger. Tome I, 43 pages

38. TOUDJANI Zabeirou et al, 2004 : Etude de la dynamique de l'ensablement dans le département de Mainé Soroa; 38 pages

39. Y.Birot et J.Galabert , 1970: Economie de l'eau et travail du sol dans les plantations forestières des zones sèches. Application à la zone sahélo soudanaise,
BFT n°130; pages 12-22

40. Y.Birot et J.Galabert, 1970 : Economie de l'eau et travail du sol dans les plantations forestières des zones sèches. Application à la zone sahélo-soudanaise, BF n°127; pages 29-44

41. Y.Birot et J.Galabert, 1970 : Economie de l'eau et travail du sol dans les plantations forestières des zones sèches. Application à la zone sahélo-soudanaise, BFT n°128; pages 25-54

42. Y.Birot et J.Galabert, 1970 : Economie de l'eau et travail du sol dans les plantations forestières des zones sèches. Application à la zone sahélo-soudanaise, BFT n°129; pages 3-20

Annexe 1 : Fiche de relevé des états de surface

Gommeraie de : -----

Unité géomorphologique : -----

Placette n° : -----

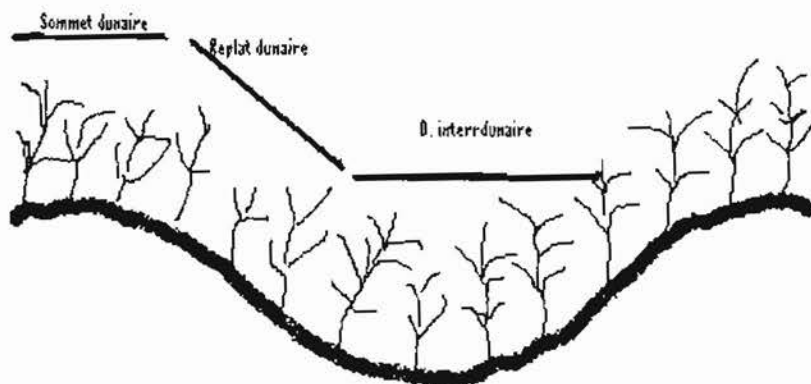
Coordonnées : Début Longitude----- Latitude -----

Fin Longitude----- Latitude-----

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
2																									
4																									
6																									
8																									
10																									
12																									
14																									
16																									
18																									
20																									
22																									
24																									
26																									
28																									
30																									
32																									
34																									
36																									
38																									
40																									
42																									
44																									
46																									
48																									
50																									

Croûtes structurales : (ST3, code 1) ; Croûtes d'érosion (ERO, code 2) ; Croûtes de ruissellement (RUI, code 3) ; Croûtes gravionnaires (GRA, code 4) ; Croûtes de décantation (DEC, code 5) ; Croûtes biologiques (Bio, code 6) ; Croûtes de dessiccation (DES, code 7)

Annexe 2a: Illustration des unités géomorphologiques



Dessin : Alassane Makadassou

Annexes 2b : Cares installées sur des branches de Acacia senegal



Photo : Alassane MAKADASSOU

Annexe 3 : Fiche de mensuration des individus de l'espèce *Acacia senegal*

Gommerai de : -----
 Géomorphologique : -----
 Placette n° -----
 Coordonnées : Longitude ----- atitude-----

N°ID	Circ. cm	H.T m	N.B.S	T.D	Production (g)												Total
					B1	Circ.	B2	Circ.	B3	Circ.	B4	Circ.	B5	Circ.	B6	Circ.	

N.B : La numérotation des branches est faite suivant l'ordre d'insertion sur la tige principale.
 N° ID = Numéro d'identification ; H.T = Hauteur totale ; Circ.= Circonférence ;
 N.B.S = Nombre de Branches Saignables ; T.D = Taux de Défoliation.

Annexe 4: Fiche d'inventaire

Gommaie de -----

Unité géomorphologique : -----

Placette n° -----

Coordonnées : Longitude ----- Latitude-----

N° d'ordre	Nom scientifique	Hauteur totale	Vigueur	Observations

Vigueur : 1= Bien ; 2= état passable ; 3= Dessèchement partiel ; 4= pied mort ; P= parasité ; M= Mutilé

Annexe 5: Fiche de cartographie des ligneux

Gommeriaie de :

Unité géomorphologique :

Placette n° :

Coordonnées Longitude----- Latitude----- Superficie -----

N° du layon	N° de la station	Code de l'espèce	Distance parcourue (Z)	Distance à gauche(X)	Distance à droite(Y)	Hauteur (m)	Observations

Annexe 6 : Fiche de relevé architectural

Gommaie de : -----

Nom du site : -----

N° de la placette : -----

Unité géomorphologique : -----

N°	Circ. (cm)	H.T. (m)	Br. Principales					Br. secondaires					Br. tertiaires				
			B n°	H.I	A.I	Circ.	L.P.R	B n°	H.I	A.I	Circ.	L.P.R	B n°	H.I	A.I	Circ.	L.P.R

H.I = Hauteur d'Insertion ; A.I= Angle d'insertion

L.P.R = Longueur à la première ramification

Annexe 7 : Fiche de récolte de gomme (individus saignés)

Date :

Nom du site : -----

Unité géomorphologique : -----

N° de la placette : -----

Coordonnées : Longitude : ----- Latitude : -----

N° d'ordre	Circ. (cm)	HT (m)	N.B.S	N.B.E	T.D	1ère récolte		2 ^{ème} récolte		Total (g)
						R1	R2	R1	R2	

Circ. = Circonférence H.T = Hauteur Totale ; N.B.S = Nombre de Branches Saignées ;
 N.B.E = Nombre de Branches ayant Exsudé ; T.D = Taux de Défoliation au moment de la saignée
 R1 = Quantité de gomme récoltée sur les cares ; R2 = Quantité de gomme récoltée en dehors des cares

Annexe 8: Fiche de récolte de gomme (individus non saignés)

Date :

Nom du site : -----

Unité géomorphologique : -----

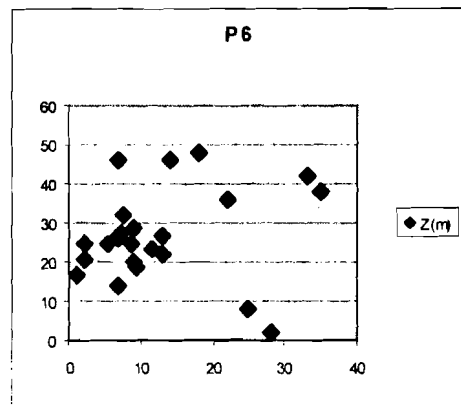
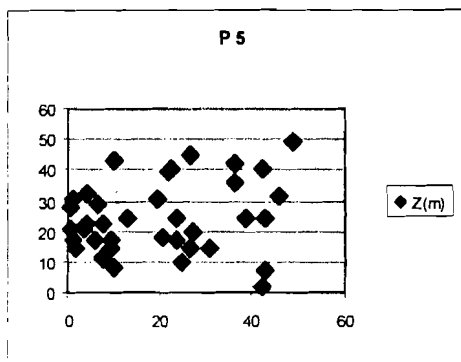
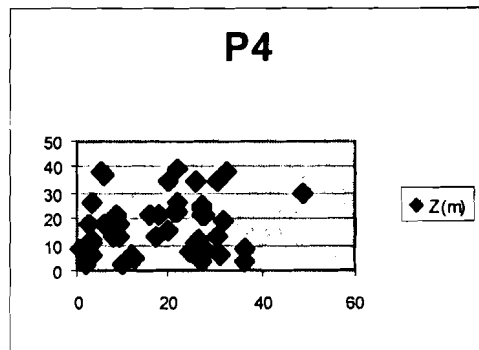
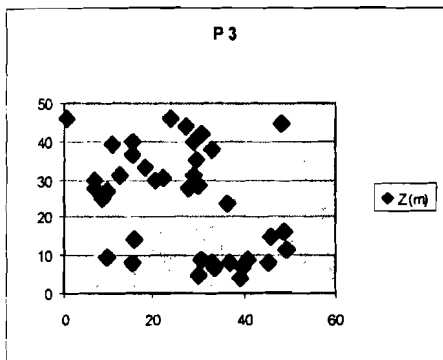
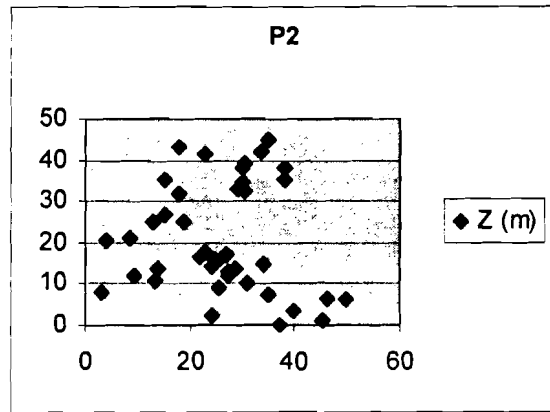
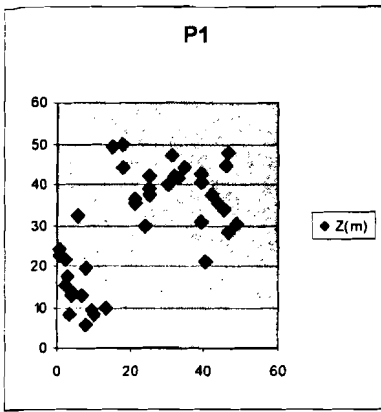
N° de la placette : -----

Coordonnées : Longitude : ----- Latitude : -----

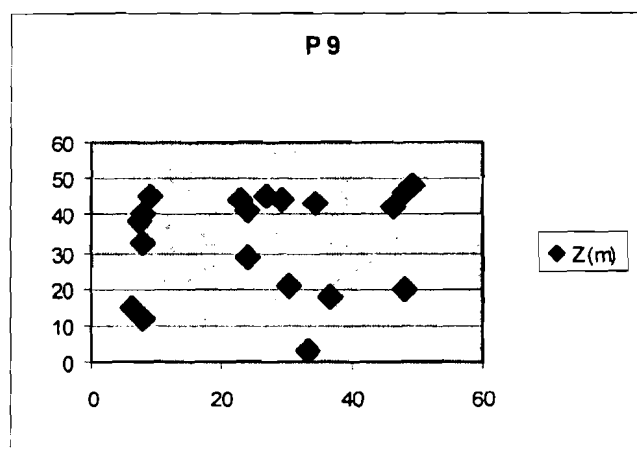
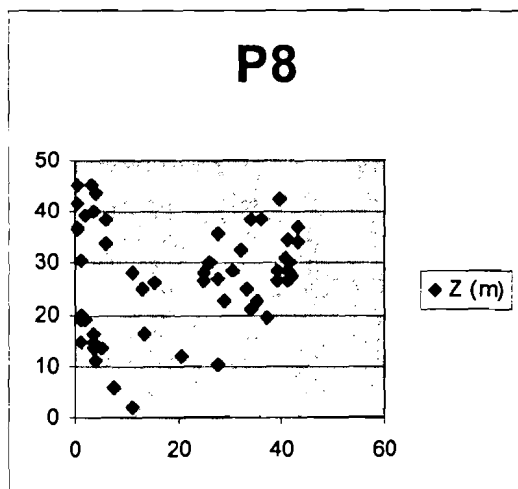
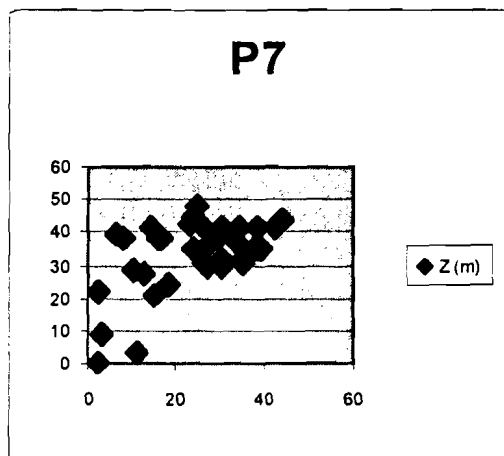
N°d'ordre	Circ.(cm)	H.T(m)	N.B.S	1 ^{ère} récolte	2 ^{ème} récolte	Total (g)

Circ.= Circonférence H.T = Hauteur Totale N.B.S = Nombre de Branches Saignables

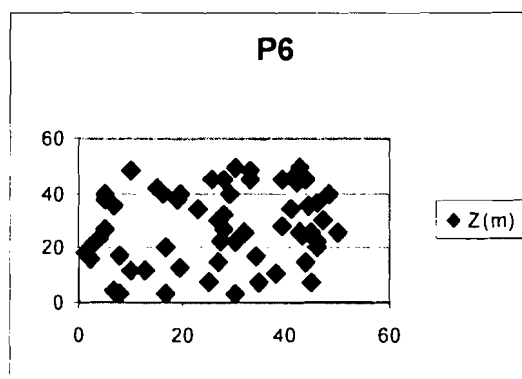
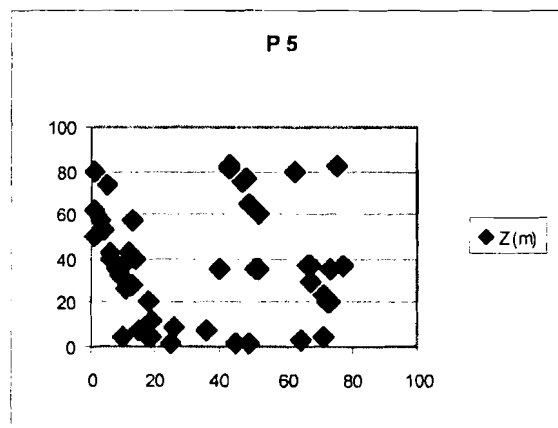
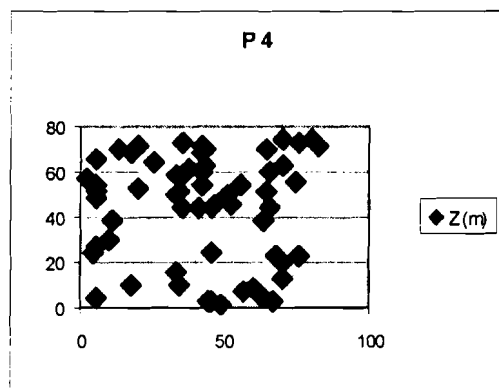
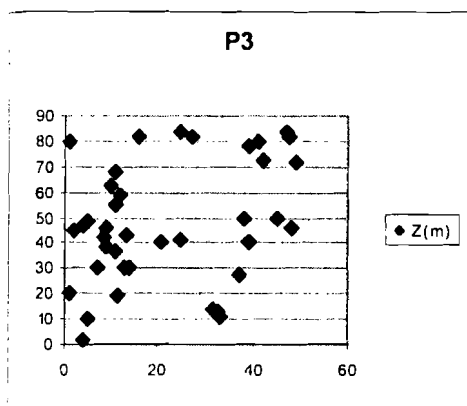
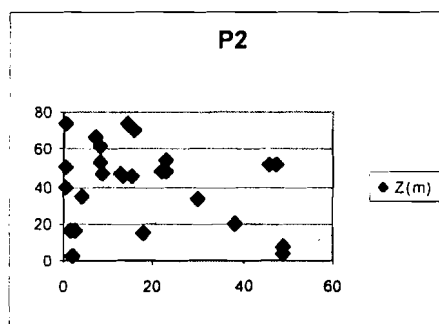
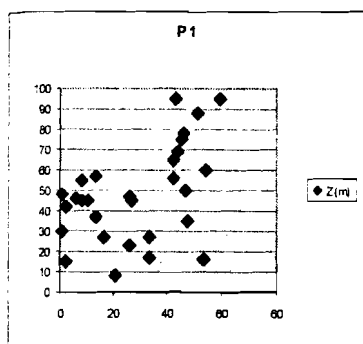
Annexe 9 : Distribution spatiale des ligneux dans les placettes expérimentales à Nguel Kolo



Annexe 9 : Distribution spatiale des ligneux dans les parcelles expérimentales à N'Guelkolo (suite)



Annexe 10 : Distribution spatiale des ligneux dans les placettes expérimentales à Kodjimeri



Annexe 10 : Distribution spatiale des ligneux dans les parcelles expérimentales de Kodjimeri (suite)

