

159701628 L310
DIE

Institut Sénégalais de
Recherches Agricoles

Laboratoire National
de l'Elevage et de
Recherches Vétérinaires

**STRUCTURE, DYNAMIQUE ET POTENTIALITES
DES COMMUNAUTES VEGETALES DU FERLO
(SAHEL SENEGALAIS)**

"Synthèse des trois dernières décennies de travaux agrostologiques"

par
Khassoum DIEYE

Agrosto Réf.

"O hommes, si vous doutez de la résurrection, considérez que nous vous avons créés de poussière, puis d'une goutte de sperme qui devient un grumeau de sang, puis d'un morceau de chair tantôt informé, tantôt informe. C'est pour vous démontrer notre puissance.

Nous faisons demeurer dans les entrailles ce qu'il nous plaît jusqu'à un terme marqué et puis nous vous en faisons sortir tendres enfants.

Vous atteignez l'âge de maturité, les uns meurent, les autres parviennent à l'âge décrépit au point d'oublier tout ce qu'ils savaient autrefois.

Tu as vu naguère la terre desséchée, mais que nous y fassions descendre de l'eau, la voilà qui s'ébranle, se gonfle et fait germer toute espèce de végétaux luxuriants.

C'est parce que Dieu est la vérité même et parce qu'il réuscite les morts et il peut tout".

CORAN XXII. 5-9.

DEDICACE

. A mon vénéré grand père
mon maître spirituel

. A mes parents tant adorés

. A mes frères et sœurs

. A mon épouse et mes enfants

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION GENERALE

PREMIERE PARTIE : CARACTERES GENERAUX DU TERRITOIRE

I. CADRE GEOGRAPHIQUE

II. CLIMAT

1. Les températures
2. l'humidité relative
3. les vents
4. Les pluies

- 4.1. Mécanismes généraux
- 4.2. Variations climatiques de la période historique

- 4.2.1. Période historique
- 4.2.2. Tendances évolutives du climat actuel

- 4.3. Bilan de l'eau

III. GEOLOGIE-GEOMORPHOLOGIE-SOLS

1. Géologie
2. Géomorphologie

- 2.1. le Ferlo sableux
- 2.2. Le Ferlo cuirasse

3. Les sols

- 3.1 Les sols peu évolués
- 3.2 Les sols bruns subarides
- 3.3. Les sols brun-rouge
- 3.4 Les sols ferrugineux tropicaux
- 3.5. Les sols hydromorphes

IV. RESSOURCES EN EAU

1. Les eaux de surface
2. Les eaux souterraines
3. Qualité des eaux

V. LES TRAITS PARTICULIERS DE LA VEGETATION

1. La flore

1.1. Répartition phytogéographique

1.2 Le spectre biologique

2. Physionomie générale de la végétation

2.1. Le domaine sahélo-saharien

2.2 Le domaine sahélo-soudanien

2.3 Le domaine soudano-sahélien

VI. LA POPULATION HUMAINE

1. Composition ethnique

2. Les activités humaines

VII. LE CHEPTTEL

CONCLUSION

DEUXIEME PARTIE : ANALYSE DE LA VEGETATION

I. LES DONNEES DE BASE

1. Historique et travaux antérieurs

2. Travaux récents

II. METHODES D'ANALYSE

1. Etape analytique

1.1. Méthode sigmatiste

1.1.1. Principe

1.1.2. Discussions

1.2. Méthode des points quadrats

1.2.1. Principe

1.2.2. Discussions

2. Etape synthétique

2.1. Bordereaux informatiques et codages

2.2. Traitement informatique

2.2.1. Principe

2.2.2. Expressions des résultats

2.3. Synthèse des analyses séparées

III. CARACTERISATION DES PHYTOCENOSSES

1. Analyse des peuplements ligneux et herbacés vivacés

1.1. Analyse globale

1.2. Analyses partielles

2. Analyse des peuplements herbacés annuels

2.1. Analyses globales

2.2. Analyses partielles

3. Analyse des divers peuplements confondus

IV. DESCRIPTIONS DES GROUPEMENTS VEGETAUX

1. Groupements hydrophytes

1.1. Groupement s à *Oryza brachyantha* et *Echinochloa callopsus*

1.2. Phytocénose à *Mimosa pigra* et *Vetveria nigritana*

1.3. Groupements à *Acacia nilotica ssp tomentosa*

1.3.1. Sous-groupement à *Myragina inermis* et *Sporobolus spicatus*

1.3.2. Sous-groupement a *Salvadora persica* et *Acacia nilotica ssp adstringens*

1.4. Groupement à *Acacia ataxacantha* et *Maerua angollensis*

2. Les groupements pélophytes

2.1. Phytocénose à *Bauhinia rufescens* et *Eragrostis lingulata*

2.2. Phytocénose à *Acacia seyal* et *Leersia drepanothrix*

2.3. Variante à *Combretum acculeatum*

2.4. Variante à *Ziziphus mauritiana*

2.5. Phytocénose à *Dalbergia melanoxydon* et *Acacia erythrocalyx*

2.6. Phytocénose à *Boscia senegalensis* et *Heliotropium strigosum*

2.6.1. Variante à *Boscia senegalensis*

2.6.2. Variante à *Commiphora africana*

3. Groupements *Psammoxérophytes*

3.1. Groupements à *Acacia tortillis* et *Aristida stipoides*

3.2. Groupements des dunes continentales sahélo-soudaniennes

3.2.1 Phytocénose à *Sclerocarya pirea* et *Polycarpea linearifolia*

3.2.2. Phytocénose à *Terminalia avicennoides* et *Indigofera aspera*

3.3. Groupements des dunes continentales soudano-sahéliennes

3.3.1. Phytocénose à *Andira inermis* et *Spermacoce stachydea*

3.3.2. Phytocénose à *Andropogon africanus* et *Zornia galochidiata*

4. Groupements Mésophytes

4.1. Phytocénose à *Combretum micranthum* et *Cassia mimosoides*

4.2. Groupements à *Combretum nigricans* et *Diheteropogon haguerupii*

4.2.1. Phytocénose à *Faidherbia albida* et *Cassia mimosoides*

4.2.2. Phytocénose à *Pterocarpus Lucens* et *Loudetia togoensis*

4.2.3. Phytocénose à *Grewia bicolor* et *Elionurus Elegans*

4.2.4. Phytocénose à *Bombax costatum* et *Evolvulus alsinoides*

4.3. Groupements à *Pterocarpus erinaceus* et *Cordyla pinnata*

4.3.1. Phytocénose à *Lannea acida* et *Ammania auriculata*

4.3.2. Phytocénose à *Anogeissus leiocarpus* et *Pennisetum pedicellatum*

V. VALEUR FOURRAGERE DES PHYTOCENOSSES

1. Méthodologie

1.1. Evaluation de la production primaire

1.1.1. Méthodes destructrices

1.1.2. Méthodes non destructives

1.2. Détermination de la valeur fourragère

1.3. Capacité de charge animale

2. Résultats d'analyse

2.1. Phytocénoses à potentialité excellente

2.2. Phytocénose à potentialité bonne

2.3. Phytocénoses à potentialité moyenne

2.4. Phytocénoses à potentialité médiocre

3. Discussions

CONCLUSIONS.

TROISIEME PARTIE : FONCTIONNEMENT DES PHYTOCENOSSES

INTRODUCTION

I. STRATEGIE DE MISE EN PLACE DES COMMUNAUTE HERBACEES

1. Choix des sites expérimentaux
2. Matériels et méthodes
 - 2.1. Considérations méthodologiques
 - 2.2. Dispositif expérimental
 - 2.2.1. Terrain
 - 2.2.2. Laboratoire
3. Résultats et discussions
 - 3.1. Evaluation des graines en début d'hivernage
 - 3.2. Suivi d'hivernage
 - 3.2.1. Densité des germinations
 - 3.2.2. Rythme des levées
 - 3.2.3. Comportements spécifiques
 - 3.3. Influence de la variation d'apport d'eau sur la productivité des sites
 - 3.4 Constitution du tapis herbacé
 - 3.4.1. Taux de germination
 - 3.4.2. Contribution des espèces
 - 3.4.3. Relation entre le nombre d'espèces, la quantité de graines et de germination.
 - 3.5. Evaluation du stock de graines en fin de saison des pluies
 - 3.5.1. Résultats
 - 3.5.2. Discussions
3. Facteurs du milieu et variabilité de la production primaire

II.. ESTIMATION DES POTENTIALITES FOURRAGERES

1. Les communautés herbacées annuelles
 - 1.1. Approche basée sur la pluie moyenne annuelle
 - 1.1.1. Aperçu bibliographique
 - 1.1.2. Matériels et méthodes
 - 1.1.2.1. Collecte des données
 - 1.1.2.2. Notion de pluie utile
 - 1.1.3. Applications pratiques

1.1.4. Discussions

1.2. Approche par le bilan hydrique

1.2.1. Principe et aperçu bibliographique

1.2.2. Objectifs

1.2.3. Caractérisation hydrodynamique

1.2.3.1. Humidité à la saturation

1.2.3.2. Humidité à la capacité de rétention

1.2.3.3. Réserve en eau utile

1.2.3.4. Porosité

1.2.4.5. Suivi de l'évolution du bilan hydrique

1.2.4. Résultats

1.2.4.1. Programmation et calcul de l'indice d'humidité

1.2.4.2. Simulation de la production primaire

1.2.4.3. Validation et discussion du modèle

2. Les communautés ligneuses

2.1. Aperçu bibliographique

2.2. Matériels et méthodes

2.2.1. Echantillonnage

2.2.2.1. Choix des variables

2.2.2.2. Evaluation de la production foliaire

2.2.2. Relations allométriques

2.3. Résultats

2.3.1. Estimation individuelle de la foliaire individuelle

2.3.1.1. *Acacia tortilis ssp raddiana*

2.3.1.2. *Acacia* Sénégal

2.3.1.3. *Acacia seyal*

2.3.1.4. *Balanites aegyptiaca*

2.3.1.5. *Bauhinia rufescens*

2.3.1.6. *Boscia senegalensis*

2.3.1.7. *Combretum acculeatum*

2.3.1.8. *Grewia bicolor*

2.3.1.9. *Guiera senegalensis*

2.3.2. Estimation globale de la biomasse foliaire

2.3.2.1. Simulation et calibration

2.3.2.2. Biomasse accessible
2.3.2.3. Discussions

CONCLUSIONS GENERALES

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

AVANT- PROPOS

1. LA VOCATION PASTORALE DU FERLO.

Bien que largement consacré par l'usage, le mot "FERLO", n'en exige pas moins d'être plus précisément défini. De façon générale, la tradition Peul* associe à cette expression l'idée de mouvements et d'occupations transitoires du milieu en usant de techniques empiriques telles la transhumance et le nomadisme. BA (1982) ; TOURE (1986) ; GOMEZ (1979).

L'expression Wolof*, proviendrait, par contre d'une déformation phonétique du substantif "FEXLU" signifiant se rafraichir. JHADRE DIOP (Notable à Saint-Louis : comm verb). Aussi trouve-t-on dans cette définition une évocation lointaine de l'époque où l'actuelle vallée fossile était encore fonctionnelle, déterminant un microclimat plus favorable, une faune et une flore plus abondantes.

C'est sans doute, avec ce paysage prédominant, que le Ferlo d'alors présente le plus d'affinités avec les chroniques historiques qui, à l'époque déjà, décrivaient cette région comme étant le " Désert interne du Sénégal ". MOLLIER (1967) ; MONTFIL (1879).

La région qui est aujourd'hui appelée le "Ferlo" est une vaste entité géographique dont le caractère aride du climat, lui confère toute son importance sur le plan de l'élevage et du rôle de celui-ci dans l'économie du Sénégal.

Cette vocation essentiellement pastorale qui n'a jamais été perdue de vue devait donner naissance à de multiples projets d'aménagements dont les grandes étapes vont être examinées. GROSMIRE (1957).

2 - AVANT L'AVENEMENT DES FORAGES.

Précisons que le Ferlo n'était pas simplement une machine à refouler et aspirer le pasteur, elle est surtout le pays des Peuls dont le mode de vie reste très fortement tributaire des conditions pluviométriques. GRENIER (1956).

En effet, les principales activités humaines s'établissaient dans la région durant l'hivernage où les premières pluies, en remettant en eau les nombreuses mares abondamment réparties, organisaient le reflux et le reflux des troupeaux sur toute la zone. Une vie pastorale intense se concentre aux abords des points d'eau jusqu'à leur tarissement qui survient en général au début de Novembre. FALL (1977) ; BARRAL (1891).

.....
* Dialectes nationaux.

A l'inverse , en saison sèche on assiste au tarissement des puits et principaux points d'eau tels que les mares qui ,ne permettent plus l'abreuvement des troupeaux aux effectifs déjà importants. Les populations sont alors contraintes à se déplacer vers les régions plus favorables en transhumant soit vers le Nord (Vallée du Fleuve Sénégal) soit vers le Sud (Bassin Arachidier). DIA (1981) ; GOMEZ (1979).

3 - AVENEMENT ET IMPACT DES FORAGES

Avec la mise en service des forages profonds (années 1950), les conditions de vie dans cette région commencent à connaître des bouleversements dont le plus déterminant réside dans la possibilité d'offrir en abondance et en toute saison de l'eau aux populations humaines et animales. Du coup les grands déplacements de début de saison sèche ne sont plus nécessaires car dès que débute l'assèchement des mares , les éleveurs se replient à proximité des forages où l'activité pastorale a tendance à devenir progressivement permanente et à s'enfermer dans les limites du Ferlo pendant toute l'année. SANTOIR (1983).

Cette sédentarisation , bien que relative des pasteurs et du cheptel , a eu une repercussion certaine sur l'équilibre du milieu naturel. Le tapis herbacé est pâture toute l'année et, à l'approche d'un forage, ce phénomène se signale effectivement , sur un rayon de plusieurs kilomètres (1 à 10 Km) par la diminution progressive du couvert végétal . VALENZA (1983). Cet état de dégradation résulte de l'intensité du piétinement des troupeaux qui convergent tous les jours vers les points d'abreuvement , zones de pacages par excellence.

4. PROBLEMATIQUE DE LA MISE EN VALEUR DU FERLO.

Analysant les conséquences découlant des actions de mise en valeur et d'aménagement ayant été entrepris, au cours des dernières années, nous nous trouvons aujourd'hui en présence d'un phénomène assez paradoxal qui, en d'autres circonstances et en d'autres lieux ont été déjà analysées en termes de "Pastoral Development Syndrome." BAKER (1973)".

Dans le cas du Sénégal , cette préoccupation est restée celle de ADAM (1966), ce dernier nous précisant à l' occasion , "qu'abreuver, soigner, sélectionner, croiser des animaux qui périssent par milliers , faute de nourriture , n'est pas un résultat final désirable ; accroître une population sans pouvoir la nourrir et bien la nourrir est un effort négatif. Investir pour doubler , tripler le cheptel grâce aux forages , sera une vaine mise de fonds et d'efforts , si parallèlement la protection des pâturages naturels n'est pas assurée".

L'auteur souligne par conséquent , le rôle prépondérant de la végétation en tant que support naturel de l'exploitation des ressources animales mais également comme un élément de base pour mieux conduire des plans appropriés d'aménagement et de gestion des écosystèmes concernés.

Or , jusqu'à présent , cette démarche intégrée n'a pas toujours été de règle en milieu sahélien. HERNAUX et JUSTICE

(1986) ; DIALLO (1972). Dès lors , et sans remettre en cause de manière fondamentale les acquis obtenus dans le domaine de l'agropastoralisme , les autorités de L'ISRA* ont estimé opportun , après plus de deux décennies d'investigations , de revoir " sa philosophie et sa démarche pour l'amélioration des productions animales face à une situation caractérisée par une " dégradation du milieu naturel de plus en plus persistante , une désorganisation du tissu social et une baisse du niveau de vie des éleveurs." (Programmation ISRA 1988).

C'est dans cette optique que se situe la présente étude , modeste contribution dans la recherche des voies et moyens pour une meilleure gestion des écosystèmes pastoraux du nord Sénégal.

REMERCIEMENTS

Définir et orienter les méthodes d'études appropriées de la végétation et les voies et moyens susceptibles d'en tirer le meilleur profit constitue un objectif qui s'impose pour une région d'élevage tel que le Ferlo.

Si notre objectif se résume à une évaluation plus actuelle et plus précise des possibilités de cette région , elle ne saurait toutefois se réaliser sans la collaboration de nombreuses personnes auxquelles il nous plait d'exprimer nos sincères remerciements.

En tout premier lieu, nous tenons à remercier le Professeur A. LACOSTE , qui , tout au long de ce travail , nous a toujours réservé un accueil attentif et bienveillant dans son laboratoire. Qu'il veuille bien trouver ici, l'expression de notre profonde gratitude.

Notre reconnaissance va également à J.P.BRIANE, pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée au laboratoire d'ORSAY comme à Dakar, à la réalisation de ce travail.

Nous sommes reconnaissants aux autorités de l'IEMVT* et particulièrement à Mme GLADY, pour la constante disponibilité qu'elle nous a toujours témoignée.

La Fondation Internationale pour la Science (FIS), nous a apporté son concours financier depuis 1986. Que les autorités de cette institution soient assurées de notre profonde gratitude.

Nous avons toujours trouver auprès de messieurs A.K.DIALLO ancien Directeur du Laboratoire National de l'Elevage et de Recherches Vétérinaires de Dakar (LNERV)* , de J. VALENZA, ancien Chef de Service d'Agropastoralisme du LNERV et de G. BOUDET de l'IEMVT*, une assistance et des conseils précieux. Pour nous avoir initié dans le métier passionnant de l'étude des plantes et de la nature qu'ils aiment tant, nous leur exprimons nos remerciements les plus sincères.

Nous sommes profondément redevables à Messieurs A.GASTON et D.FRIOT du LNERV* ainsi qu'à J.C.BERGES de l'UTIS*. La contribution de chacun , au delà de simples conseils a été particulièrement déterminante aussi bien lors de la constitution de la banque du Ferlo que du point de vue de l'exploitation informatique de nos données notamment en travaillant d'arrache pied pour nous mettre au point des programmes de calcul du bilan hydrique.

Nos remerciements s'adressent également à la Direction et au personnel du Centre de Recherches Zootechniques de Dahra (CRZ) ainsi que du Projet Forestier Sénégalais-Allemand de Tatki, Widou Tiengoli et Ganine-Erogne. Auprès des uns et des autres , nous

avons toujours trouvé des facilités tant du point de vue de l'hébergement que de l'exécution de nos travaux.

Nous ne saurions oublié le dévouement et la spontanéité du personnel du service d'Agropastoralisme du LNERV dont l'aide et la compréhension ne nous ont jamais fait défaut. Nous pensons personnellement à Mamadou DIENE , Abdoulaye DIEYE pour son dévouement , sa disponibilité et son attachement ainsi qu'à Abdou MAR et Raphaël SAMBOU .A tout un chacun , nous tenons à exprimer notre amicale fraternité.

K. SAMBOU (IFAN)* et P.ZANTE (ORSTOM) n'ont ménagé aucun effort pour nous apporter leur aide respective dans le contrôle et l'identification des échantillons botaniques d'une part et à l'analyse des prélèvements pédologiques d'autre part. Qu'ils soient assurés de notre profonde gratitude.

Après plusieurs années d'investigations , il est bon de s'imposer , à un moment ou à un autre , un temps de pause pour évaluer le chemin parcouru en analysant les résultats et les échecs et dégager de nouvelles perspectives d'avenir. Réaliser un tel objectif, de surcroît sur période de plus de deux décennies , peut parfaitement relever d'une certaine gageure. Faut-il rappeler, qu'à plusieurs reprises, nous avons été confronté à de multiples obstacles et difficultés de tous ordres.

Si autant de sacrifices n'ont pas été vains jusqu'à l'aboutissement de ce travail , nous le devons certainement au Docteur Papa Ibrahima THIONGANE , alors Directeur Général de l'ISRA , à qui nous devons l'initiative de ce travail, convaincu mieux que quiconque de l'urgence et de la nécessité de procéder à des études de synthèses. Qu'il soit rassuré de toute notre gratitude.

A ces remerciements nous associons tous les directeurs généraux qui se sont succéder à la tête de l'institut depuis le départ du Dr THIONGANE.

.....
 *IEMVT : INSTITUT DE L'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES
 PAYS TROPICAUX.
 *LNERV : LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE ET DE LA RECHERCHE
 VETERINAIRE.
 *UTIS : UNITE DE TRAITEMENT DES IMAGERIES SATELLITAIRES.
 *IFAN : INSTITUT FONDAMENTAL DE L'AFRIQUE NOIRE.
 *ISRA : INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES.

Nous croyons devoir saluer la contribution aussi bien celle du Dr Moktar S.TOURE, du Dr Ndiaga MBAYE que du Dr Arona GUEYE ayant eu respectivement à assurer les responsabilités de directeurs du Département de la recherche sur la santé et la production animale de l'ISRA. Nous souhaitons vivement que le produit de cette collaboration, puisse jeter un jalon nouveau dans la connaissance de la végétation en général et en particulier des systèmes de production d'élevage au Sénégal.

<i>INTRODUCTION GENERALE</i>

INTRODUCTION GENERALE.

Les groupements végétaux du Ferlo, à l'instar de ceux de la région sahélienne posent le délicat problème d'une approche méthodologique appropriée tant du point de vue analytique dans ces aspects liés à l'échantillonnage sur le terrain que du point de l'étape synthétique correspondant à l'inventaire et à la mise en évidence des facteurs prépondérants agissant dans la discrimination des groupements végétaux qui en découlent lorsqu'il s'agit d'études fines.

Nous n'avons pas la prétention d'entrer dans les détail du débat opposant les tenants du " Continuum " et du " Discontinuum ", propos largement débattus par de nombreux auteurs dont GOUNOT. (1969). Dans le contexte d'un milieu sahélien tel que le Nord du Sénégal, l'essentiel de notre préoccupation recoupe celle de MOORE et al. (1970). Pour ces derniers " l'efficacité d'une méthode écologique peut être définie comme sa capacité à fournir un maximum de données sur la complexité de la végétation et sur ses relations avec les facteurs de l'environnement, dans un minimum de temps ".

Si la phytosociologie sigmatiste répond à cette définition, il reste qu'elle n'a pas encore acquis, selon l'expression de BILLE (1971), son " droit de cité " en milieu sahélien. Les raisons évoquées sont nombreuses tenant sans doute, à ce que GUINOCHET (1954) identifie comme étant des facteurs d'uniformisation phytosociologique, résultant de l'action combinée et persistante des effets de la désertification, de l'absence de reliefs bien marqués ainsi que de de l'écologie peu étroite des espèces. TROCHAIN (1949), RAYNAL (1962), BOUDET (1972), PELISSIER et BERNUS (1984).

Cependant le Ferlo constitue déjà depuis plusieurs années, le théâtre de nombreuses activités de recherches agrostologiques dont la valorisation des données sous forme de synthèse, et dans une optique purement phytosociologique s'avérerait indispensable en vue de comprendre et de juger valablement les groupements végétaux étudiés en s'appuyant sur des méthodes d'analyses objectives d'une part et la possession d'une série de données intéressant plus de deux décennies d'observations d'autre part.

Le présent travail comportera trois parties :

- La première relative aux généralités, est consacrée à la présentation des traits particuliers du territoire étudié.
- La deuxième porte sur l'analyse proprement dite des types de communautés végétales en utilisant les techniques d'analyse numérique de la phytosociologie dite sigmatiste.
- La troisième concerne l'étude des potentialités fourragères. Elle a pour objet la recherche de corrélations entre la production primaire et le facteur eau (bilan hydrique) visant à l'aboutissement de critères prévisionnels pour une meilleure gestion des ressources naturelles.

PREMIERE PARTIE
CARACTERES GENERAUX DU TERRITOIRE

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

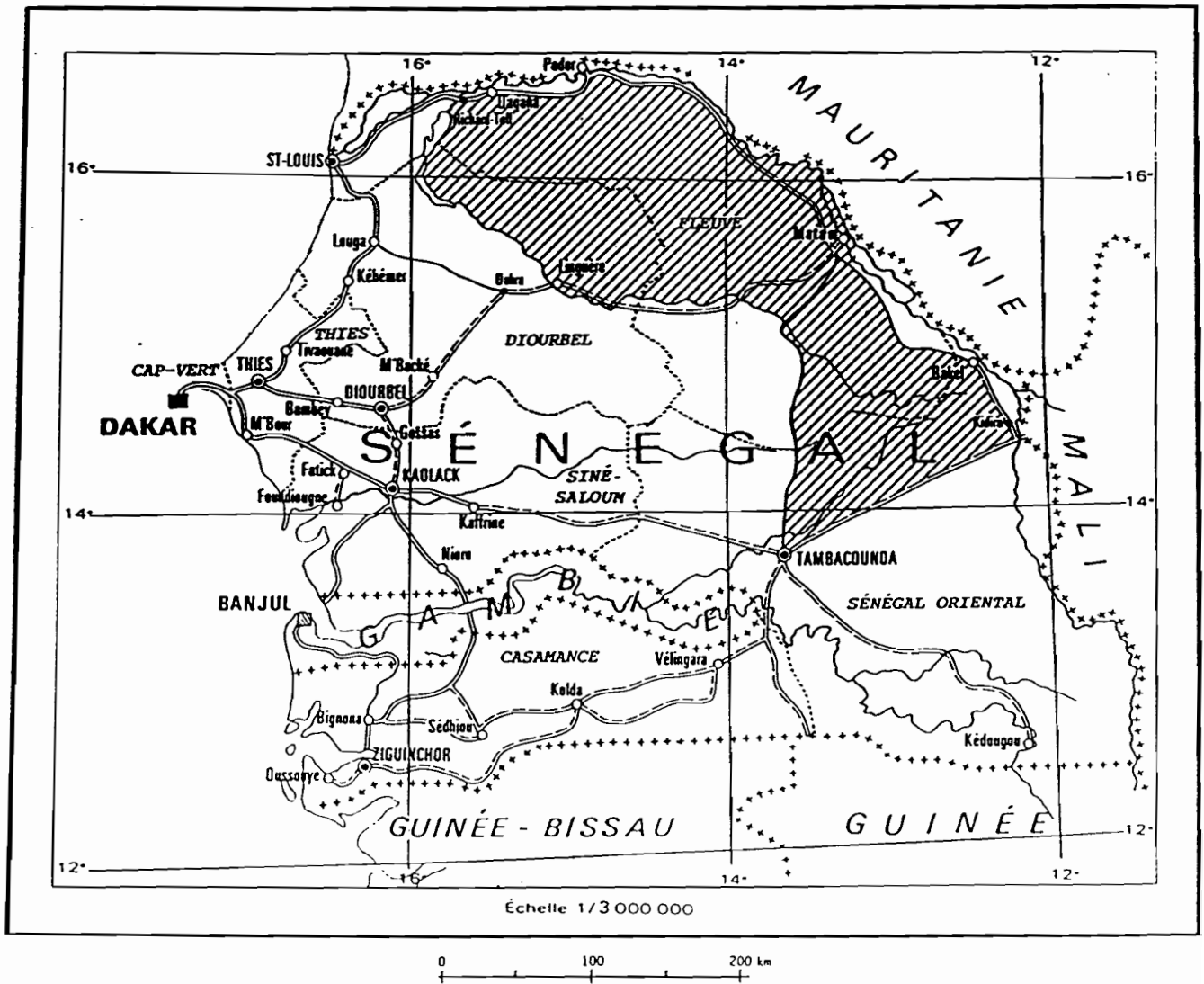


FIGURE. 1 . LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU FERLO

PREMIERE PARTIE

CARACTERES GENERAUX DU TERRITOIRE

INTRODUCTION.

Situé à la pointe occidentale du Continent africain, le Sénégal couvre une superficie de 210 000 Km² (Fig.1) pour une population de 7 000 000 d'habitants. DAT*. (1985).

Pays plat, caractérisé par un réseau hydrographique limité aux fleuves Sénégal, Gambie, Falémé et quelques lacs dont le Lac de Guiers, le facteur climatique joue un rôle prépondérant dans la répartition des paysages végétaux. TROCHAIN (1949), ADAM (1966), GIFFARD (1972). La première conséquence en est une disposition zonale des grandes unités phytogéographiques, interrompues seulement par quelques formations azonales localisées le long des vallées et lacs. La seconde est une transition insensible des pluies du Nord au Sud (300 mm à 1 800 mm).

A cette zonation, se superpose une diversité d'activités humaines à caractère agricole et agro-pastorale dans les domaines soudanien et soudano-sahélien. Le domaine sahélien dominé par l'élevage, constitue donc le cadre de réalisation de la présente étude.

I - CADRE GEOGRAPHIQUE.

Le Ferlo couvre une superficie de 60 000 Km² environ, si on lui adjoint la partie orientale connue sous le nom du " Ferlo Boundou ". VALENZA (1974). Il s'étend " grosse-modo " entre les longitudes 13°20' et 15°50' et les latitudes 15°20' et 16°30'. Le cadre ainsi défini correspond à un vaste territoire délimité au Nord, par le Fleuve Sénégal et au Sud, par la vallée fossile du Ferlo décrivant une ceinture partant du Lac de Guiers à Matam, en passant par Linguère, Tambacounda et Kidira (Fig. 1)

II. - LE CLIMAT.

1.- LES TEMPERATURES.

Les courbes des variations annuelles de la température moyenne mensuelle montrent que les mois les plus chauds de l'année sont Mai, Juin et Octobre, c'est-à-dire juste avant et après la saison des pluies, laissant apparaître qu'il fait plus chaud à Podor qu'à Linguère. Cependant, malgré la différence latitudinale (1°15'), il n'y a pas une différence thermique significative en comparant les températures moyennes annuelles des deux stations. "0,55°C". (Fig 2.).

Les courbes des amplitudes moyennes mensuelles de la température quotidienne montrent, à peu de différence près, les

.....
*DAT : Direction de l'aménagement du territoire.

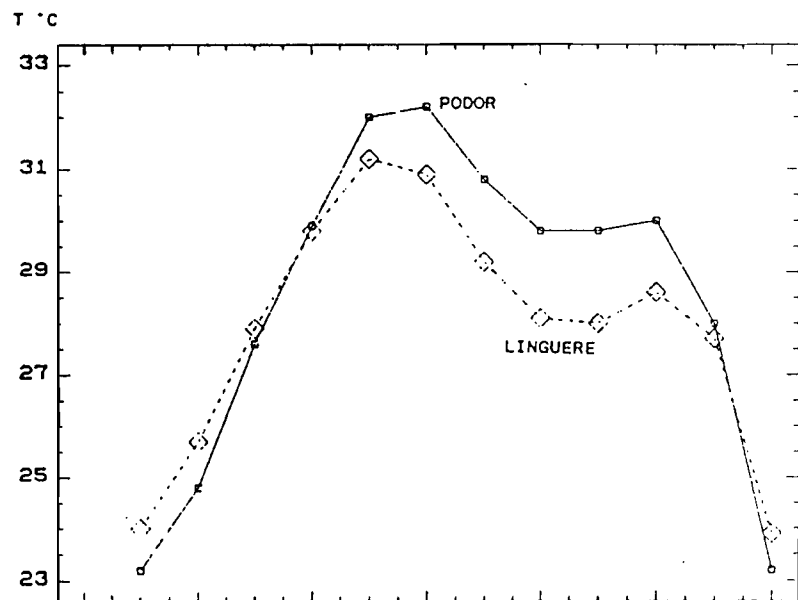


FIGURE . 2 . TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES

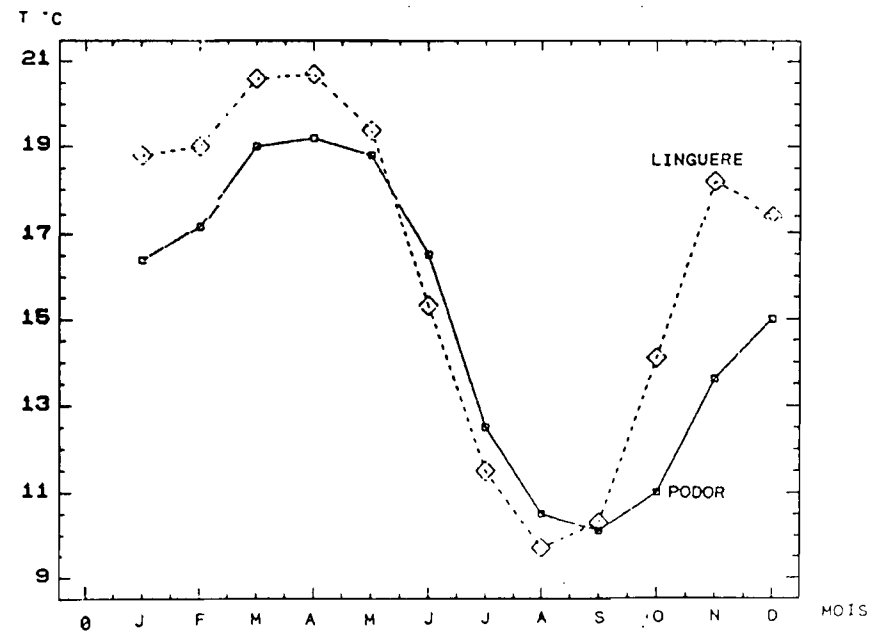


FIGURE . 3 . AMPLITUDES THERMIQUES MOYENNES MENSUELLES

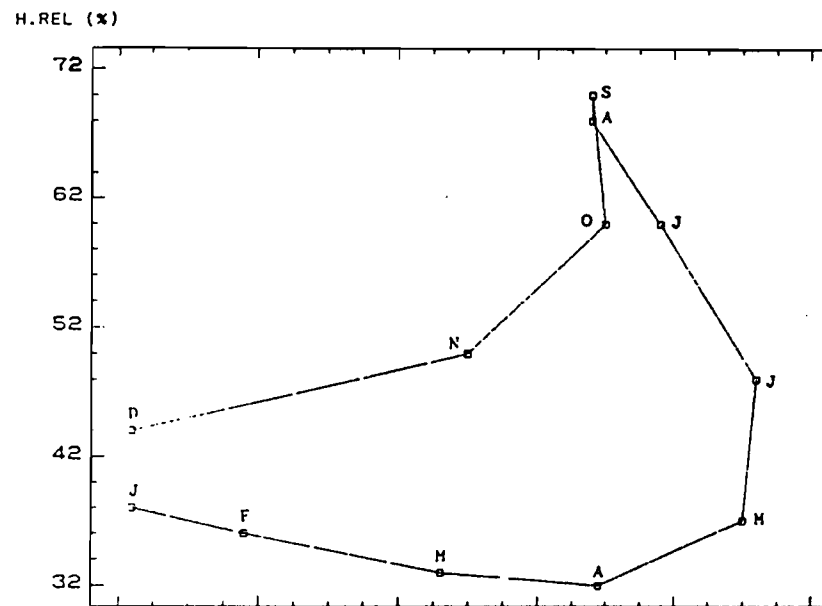


FIGURE . 4 . CLIMOGRAMME THERMOHYGROMETRIQUE DE TAYLOR (PODOR)

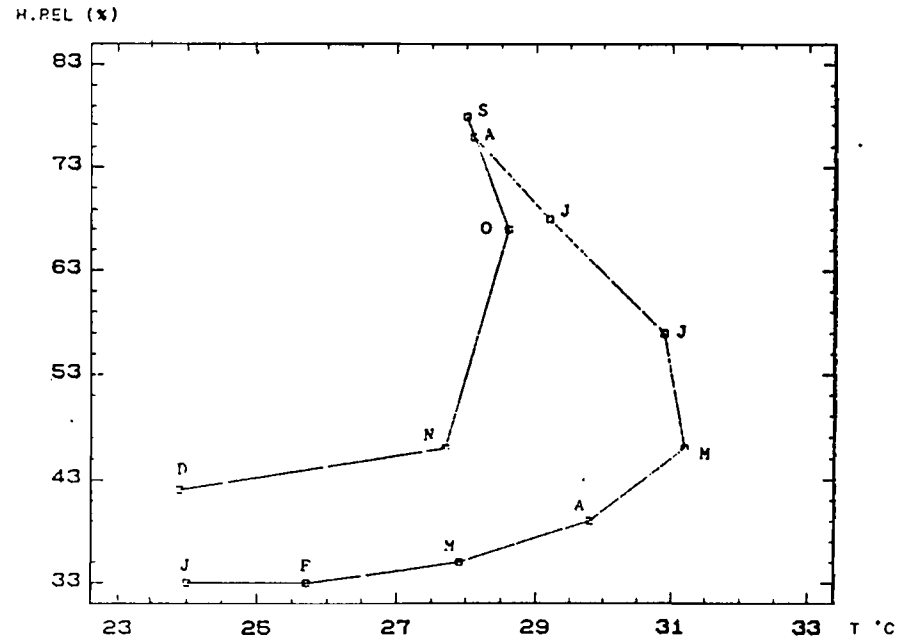


FIGURE . 5 . CLIMOGRAMME THERMOHYGROMETRIQUE DE TAYLOR (LINGUERE)

mêmes variations. Elles permettent de remarquer que ces amplitudes sont excessives avant et après les pluies ; elles sont atténuées au cours de celles-ci. (Fig. 3) . Cette amplitude est maximale en saison sèche avoisinant $19,2^{\circ}\text{C}$ à Podor et $20,7^{\circ}\text{C}$ à Linguère. Elle est minimale en saison des pluies où elle se chiffre à $9,7^{\circ}\text{C}$ à Podor et $10,1^{\circ}\text{C}$ à Linguère.

Selon MICHEL et al (1969), ces températures élevées , résultent d'une forte insolation due au double passage du soleil au Zénith. Par ailleurs l'abaissement de l'amplitude thermique en hivernage est fonction de la diminution de cette insolation et de l'évaporation, adoucissant les températures maximales ; les minimales restant inchangées.

Cependant, il ne fait aucun doute que la température n'est jamais limitante pour la végétation de cette région. Elle joue néanmoins, un rôle non négligeable dans l'évapotranspiration.

2 - L'HUMIDITE RELATIVE.

Les climogrammes thermohygrométriques de TAYLOR des deux stations (Fig. 4 et 5) sont de formes à peu près identiques et mettent en évidence les faits suivants :

- de Janvier à Avril, les températures montent rapidement pendant que l'humidité diminue sensiblement.
- d'Avril à Juin, l'humidité et la température continuent de monter.
- de Juin à Septembre, la température baisse et l'humidité croît brutalement.
- d'Octobre à Décembre, la température descend rapidement et l'air se dessèche.
- de Décembre à Janvier, la température atteint son minimum et l'humidité décroît.

3.- LES VENTS.

SAISONS	SAISON SECHE								SAISON DES PLU ES							
SECTEURS	NE	N	O	O	SO	S	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	S	E
PODOR %	44	28	20	2	1	0	0	6	6	11	19	27	17	7	8	4
LINGUERE %	51	33	10	7	2	2	8	10	6	3	13	37	26	7	6	3

TABLEAU 1. DIRECTION DES VENTS DOMINANTS AU FERLO (VITESSE EN POURCENT.)

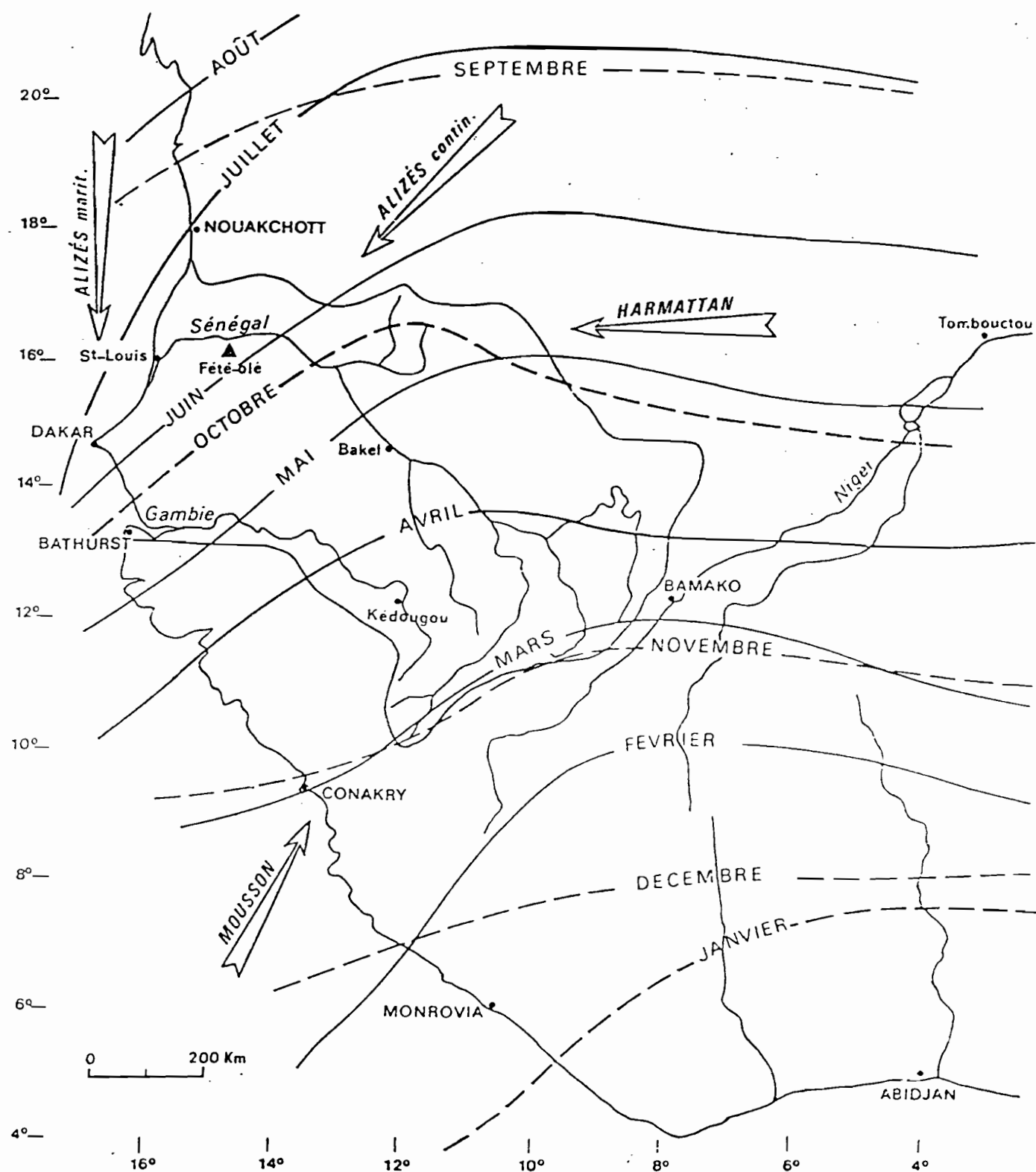


FIGURE. 6 . DEPLACEMENT DU F.I.T. AU FERLO (in POUPON 1982).

Le vent agit soit directement par une action mécanique sur le sol et les végétaux, soit indirectement en modifiant les autres facteurs du climat, notamment l'humidité et la température. Les principaux vents et leur direction dominante dans le Ferlo sont indiqués dans le Tableau 1.

Les vents de secteurs Nord-Est et Nord dominant en saison sèche, ceux du secteur Nord-Ouest et Sud-Ouest sont dominants en hivernage. Tout au long de l'année, soufflent de façon permanente, les vents du secteur "Est" principalement dominés par l'harmattan.

L'analyse de la vitesse des vents réalisés sur les données de Podor en 1976 par la Météorologie Nationale, met en évidence une forte variation de celles-ci au cours de la saison et d'une année à l'autre. (Tableau 2). Ainsi, remarque-t-on que si les périodes de calme sont assez fréquentes, elles sont aussi très variables (16 à 41 % 100), tandis que les vents de plus de 7 à 14 m/s paraissent exceptionnels, atteignant rarement 3 %. Les fréquences les plus élevées sont atteintes avec des vitesses de 2 à 4 m/s correspondant environ à 50 %.

Vitesse m/s	< 1 %	2-4 %	5-6 %	7-14 %
6 heures	31 %	50,5 %	17,8 %	0,7 %
12 heures	16,4 %	56,8 %	24,7 %	2,3 %
18 heures	41,0 %	42,0 %	14,0 %	3,0 %

TABLEAU 2 . VITESSE DES VENTS ENREGISTES AU FERLO

4.- LES PLUIES.

4.1.- MECANISMES GENERAUX.

Au Sénégal, comme dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, les pluies sont régies par la remontée du Front Intertropical (FIT). Il représente la ligne de contact entre la masse d'air boréal et la masse d'air austral. MICHEL (1969). POUPON (1982). Dans sa progression, il atteint son maximum d'extension à la limite du 21ème degré de latitude Nord. C'est précisément au moment de son passage sur le Ferlo, (mois d'Août et de Septembre) que les pluies y culminent. (Fig. 6).

Des pluies accidentelles interviennent de façon irrégulière en saison sèche. (Janvier, Février et Mars). Elles sont assez rares et communément appelées "HEUG" en WOLOF* ou encore pluies de mangues. Elles peuvent souvent atteindre des valeurs exceptionnelles élevées variant de 15 mm (Linguère en 1978), 17 mm à Dakar, 23 mm à Matam, 31 mm à Ziguinchor et 70 mm au Cap Skiring. SECK (1962) ; BELLOQ (1982).

Il reste à savoir quelle influence de telles pluies isolées en saison sèche, peuvent avoir sur la végétation. Néanmoins, on peut souligner que de telles pluies tardives enregistrées après la maturité des plantes sont nocives en couchant au sol les pailles en cours de dessèchement détruisant ainsi une partie de la réserve fourragère sur pied.

4.2 - VARIATIONS CLIMATIQUES .

4.2.1 - PERIODE HISTORIQUE.

La documentation relative au dessèchement des régions arides, repose essentiellement sur des données hydrogéologiques, quelques chroniques historiques européens ainsi que des données pluviométriques relativement récentes. TOUPET (1963), ROBERT (1969), DAVEAUD (1969), TOUPET et MICHEL (1979) , ELOUARD (1976).

Le caractère incomplet de cette documentation en question fait que les avis sont généralement divergeants. Pour les uns, il semble que la grande sécheresse des années 70, confirme le dessèchement historique et marque la confirmation de la péjoration du climat depuis le Nouakchottien. TOUPET (1977), TOUPET et MICHEL (1979) ; MONOD (1973). Pour d'autres, les variations climatiques se feraient en " dents de scie " et s'avèrent donc en des composantes naturelles du milieu sahélien dont la reproductibilité à plus ou moins longue échéance est assurée. FAURE et GAC (1985). COUREL (1984). GIRARD et al (1976).

4.2.2 - LES TENDANCES DU CLIMAT ACTUELLE.

Les normales pluviométriques du FERLO calculées de 1915 à 1969 peuvent s'inscrire dans une fourchette de 313 mm à 518 mm respectivement à PODOR et à LINGUERE. Par rapport à la moyenne établie de 1915 à 1987, les différences constatées demeurent insignifiantes , dépassant à peine 10 % . (Fig. 7).

Dans les deux cas, ces moyennes " normales " n'ont jamais été atteintes au cours des deux dernières décennies pour lesquelles nous présentons la récapitulation de la situation pluviométrique analysée à partir de la station de LINGUERE. (1970-1987). On peut constater une grande variabilité dans la hauteur d'eau annuellement enregistrée , ainsi qu'un certain nombre d'anomalies (Annexe. 7).

- de faibles quantités de pluies concentrées au cours des mois de Juillet, Août et Septembre. (1970-1971).
- des quantités d'eau à peine excédant la demande évaporative. (1974 à 1982).

Malgré la faiblesse de ces quantités de pluies , les chercheurs opérant en milieu aride , fixent à une quantité de l'ordre de 5 mm en quarante huit heures , la hauteur de pluie nécessaire pour produire un effet réel sur la germination des peuplements herbacés annuels. DEACON (1958).

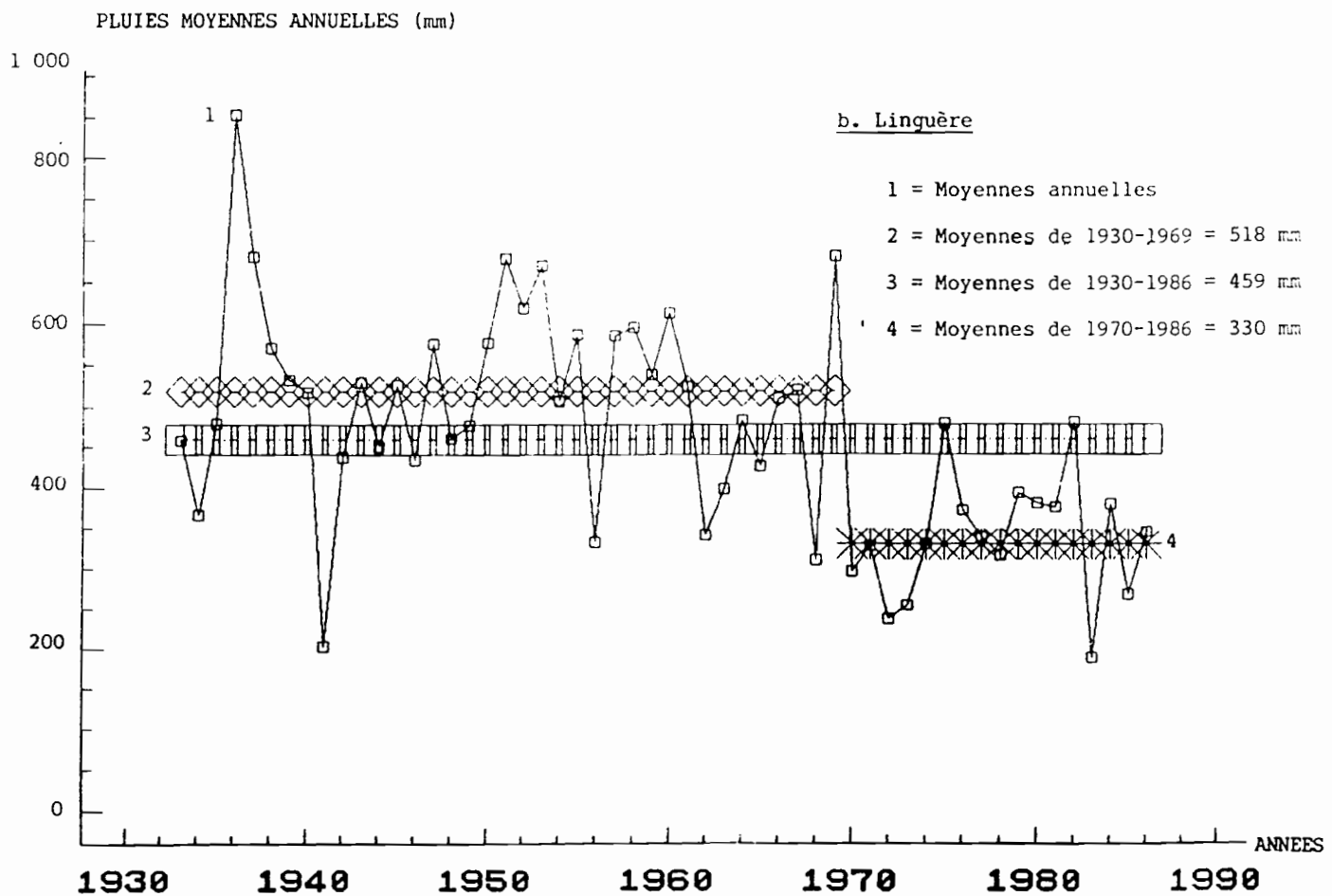
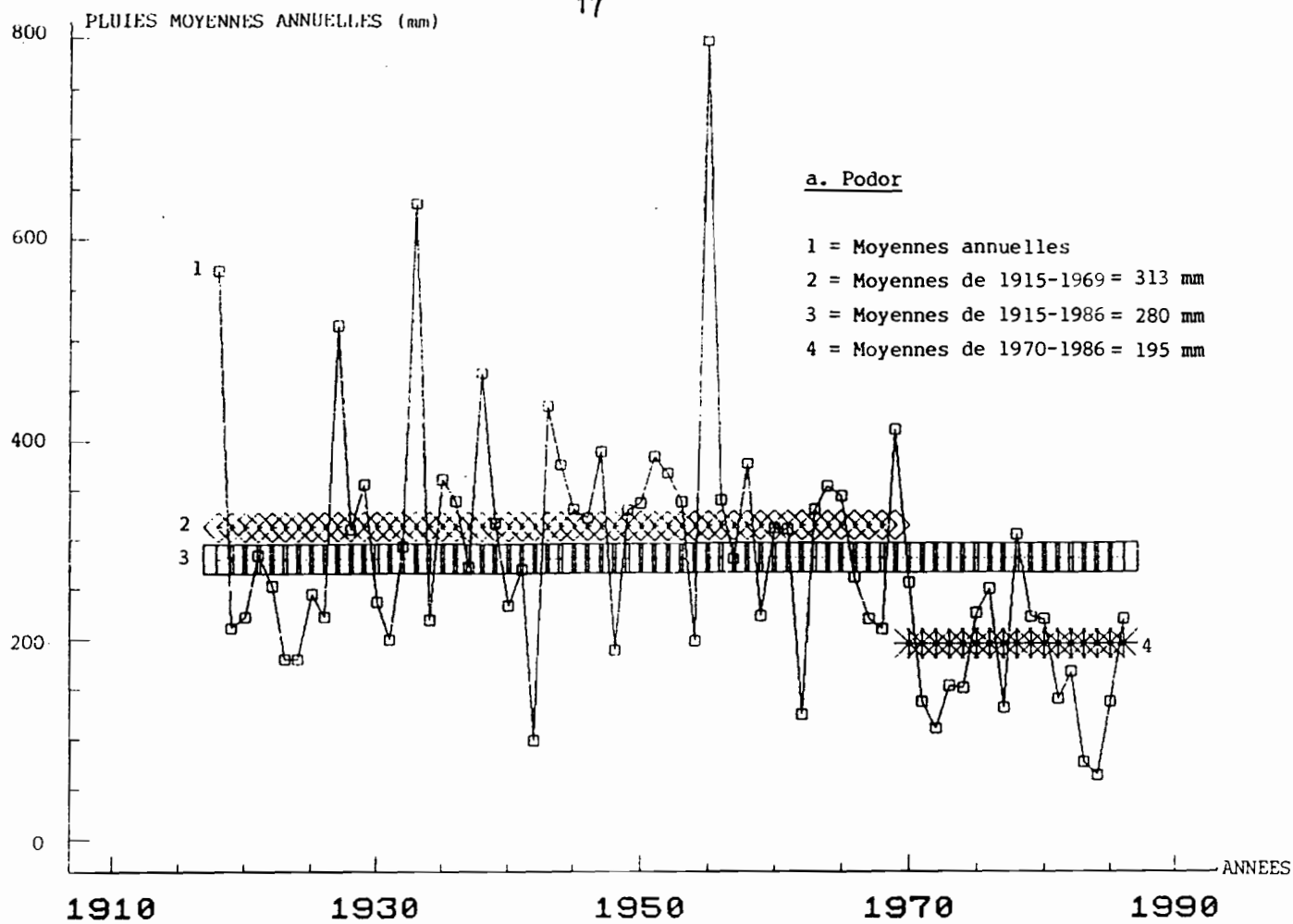


FIGURE. 7 . TENDANCES EVOLUTIVES DE LA PLUIE AU FERLO

4.3 - BILAN DE L'EAU.

Son évaluation a d'abord nécessité le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP); celle-ci étant définie par la quantité d'eau évaporée par une végétation couvrant entièrement le sol et disposant de l'eau à suffisance. Dans le contexte du Ferlo, la détermination de ce paramètre résulte de l'application aux mesures de l'évaporation effectuées sur des bacs (classe A), de coefficients préalablement déterminées par DANCETTE (1982). (Tableau 3).

L'exploitation des données a ensuite consisté à calculer, selon la méthode de Thornthwaite, les indices d'humidité et d'aridité. L'examen du Tableau 4 aboutit à la confirmation de la péjoration climatique affectant la région du Nord Sénégal durant les deux dernières décennies ainsi que les incidences évolutives que cela entraîne sur les groupements végétaux.

SAISONS		Saison Séche					Saison Pluies				S. Séche		
Coefficients		0.78					0.65				0.78		
MOIS		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A	Evap mm	6.9	6.6	6.9	7.8	9.6	11	12	10	7.5	5.5	5.0	6
	ETP mm	4.5	4.3	4.5	5.1	6.2	7.1	7.5	6.6	5.8	4.3	3.5	5
B	Evap mm	9.9	10.	11	12	14	14	12	9.1	5.5	3.7	3.5	6
	ETP mm	6.4	6.6	7.2	8.1	9.0	8.9	8.1	5.9	4.3	2.9	2.7	4

TABLEAU 3. VALEURS DE L'EVAPORATION BAC (A) ET DE L'ETP AU FERLO (A = PODOR ; B = LINGUERE.)

Prenant en compte les risques de sécheresse prolongée ; de nombreux travaux récents ont-ils porté davantage sur la longueur de la saison de croissance végétale et sur l'efficacité des pluies. CORNET (1982). Une partie de nos travaux a été consacrée à cet aspect particulier des communautés herbacées annuelles. Elle fait l'objet de la troisième partie de cette étude.

Au Ferlo où la pluviosité est marquée par son caractère nettement saisonnier, il est généralement peu aisé d'établir un bilan détaillé de la pluie sur la base de l'emploi de moyennes ou d'indices ,ce qui peut aboutir à de dangereuses erreurs d'appréciation. BELLOCQ (1982).

III - GEOLOGIE - GEOMORPHOLOGIE - SOLS

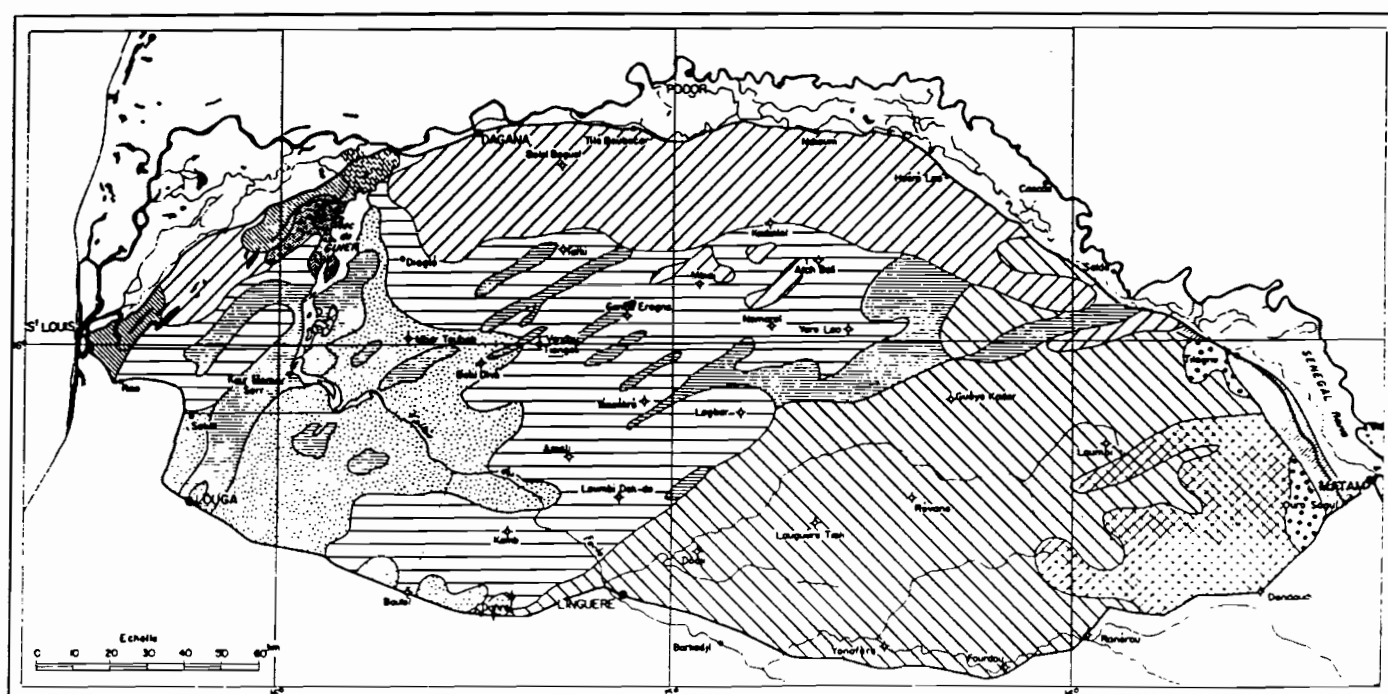
1 - GEOLOGIE.

Comme la majeure partie du territoire Sénégalais le Ferlo appartient au Bassin Sénégal-Mauritanien. MICHEL (1969).

Des travaux de cet auteur, il ressort que des sédiments se sont accumulés sur une épaisseur de plusieurs centaines de mètres au secondaire puis au tertiaire. Ces dépôts sont constitués par les sables et grès du Maestrichtien, les calcaires et marnes du Paléocène, de l'Eocène inférieur et du Lutétien. Ces dépôts continentaux sont également à l'origine de ce que les géologues appellent le Continental Terminal, puissante carapace ferrugineuse du quaternaire. L'altération de celle-ci, provoquée

ANNEES	$I_h = \frac{100 \times EX}{ETP}$	$I_a = \frac{100 \times D}{ETP}$	Indice humidité globale $IH = 0.60 \times I_a$
1970	0	60.9	-34.7
1971	0	50.1	-30.1
1972	0	61.7	-37.2
1973	0	60.6	-36.4
1974	0	52.3	-31.4
1975	0	45.5	-27.3
1976	0	53.1	-31.9
1977	0	55.1	-33.1
1978	0	64.5	-38.7
1979	0	52.5	-31.5
1980	0	52.5	-31.5
1981	0	52.4	-31.4
1982	0	31.5	-18.9
1983	0	53.0	-31.8
1984	0	52.1	-31.3
1985	0	63.8	-38.3
1986	0	54.4	-32.6
1987	0	43.4	-26.04

TABLEAU 4. ESTIMATION DU BILAN DE L'EAU AU FERLO SELON LA METHODE DE THORNTHWAITE (1970-1987).



-  Cuirasse ferrugineuse sur grès argileux
-  Sol régolique sur grès argileux
-  Sol brun subaride intergrade hydromorphe sur sables colluviaux
-  Sol brun subaride modal sur marnes
-  Sol brun subaride intergrade, sol hydromorphe sur alluvions sableuses
-  Sol brun rouge intergrade, sol ferrugineux sur sables siliceux
-  Sol brun rouge faiblement évolué sur sables siliceux
-  Sol ferrugineux faiblement lessivé, lessivé en fer sur grès sablo-argileux souvent concrétionnés et cuirassés en profondeur
-  Sol ferrugineux, faiblement lessivé, lessivé en fer sur sables siliceux
-  Sol halomorphe

FIGURE. 8 . REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES SOLS DU FERLO

par l'alternance de périodes sèches et humides est à l'origine des processus géomorphologiques ayant façonné le relief actuel du Ferlo.

2. - GEOMORPHOLOGIE.

Pour reprendre l'expression de MICHEL (1969), le Ferlo peut être divisé en deux contrées comprenant le "Pays des sables" et le Pays de la cuirasse. Les premiers sont situés au Nord-Est d'une ligne passant par Yaré Lao, Labgar et Linguère et les seconds au Sud de cette ligne. (Fig. 8).

2.1.- LE FERLO SABLEUX.

Le Ferlo sableux est caractérisé par trois grands types de reliefs. LEPRUN (1971).

- Un système dunaire à relief aplani, plus ou moins arasé ayant une très grande extension dans le pays. Il est constitué par les sables de couverture du Continental Terminal ou " ERG ANCIEN ". (40 000 ans BP.).

- Un système dunaire présentant des caractères de dunes rouges " ogoliennes ". Il date de l' " ERG RECENT ". (18 000 à 20 000 ans BP).

- Un troisième système dunaire d'étendue plus restreinte est localisé en bordure de la vallée du fleuve Sénégal et du Delta. Il date de 8 000 ans BP.

2.2 - LE FERLO CUIRASSE.

Le Ferlo ferrugineux est dominé par les roches indurées du Continental Terminal. Le relief est façonné par de multiples thalwegs et vallons, entaillant les vastes plateaux cuirassés.

3.- LES SOLS.

Les sols du Sénégal ont été décrits dans un travail de synthèse réalisé par MAIGNIEN (1965). Il a été complété par d'autres études relatives au Nord du Sénégal. BARRETO (1966), LEPRUN (1982), FELLER (1974). A ces différents travaux, nous empruntons les éléments de description ci-après qui établissent ainsi l'existence de cinq familles de sol. (Tableau 5)

3.1 - LES SOLS PEU EVOLUES.

Largement représentés dans le Ferlo ferrugineux, ils se répartissent entre la famille des cuirasses ferrugineuses sur grès argileux couvrant une grande partie du Ferlo Oriental. La seconde famille regroupe, les affleurements du Continental Terminal bordant les plateaux cuirassés.

CLASSES	FAMILLES	
SOLS MINERAUX BRUTS D'ORIGINE NON CLIMAT	SQUELETTIQUES (lithiques)	Cuirasses ferrugineuses. sur grés argileux .
	SOLS REGOLIQUES	Grés argileux.
SOLS I S O H U M I Q U E S	SOLS BRUNS SUBARIDES	Sols intergrades hydromorphes sur sables colluviaux souvent calcaires en profondeur
		Sols intergrades hydromorphes sur alluvions sableux
	SOLS BRUN- ROUGES	Intergrades sols ferrugineux sur sables silicieux
		Intergrades sols ferrugineux faiblement évolués sur sables silicieux
SOLS A SESQUI- OXYDES	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX	Sols faiblement lessivés, lessivés en fer sur sables silicieux. ----- Sols faiblement lessivés, lessivés en fer sur grés SoAx souvent concrétionnés et en cuirasse en profondeur.
SOLS H Y D R O M O R P H E S	SOLS HUMIDES A GLEY DE SURFACE	Sur vases marines
		Sur argile de décantation
	A GLEY DE PROFONDEUR	Sur colluvions sableux
	SOLS BRUN-ROUGES	Sur alluvions diverses fréquemment lourdes
		Sur colluvions sableuses
		Sur alluvions argileuses
	A TACHES ET CONCRETIONS	Sur colluvions sablo-argileux

TABLEAU 5. CLASSIFICATION DES SOLS DU FERLO
EXTRAITS DES TRAVAUX de MAIGNIEN
(1965)

3.2 - LES SOLS BRUNS SUBARIDES.

Ils se développent en bordure de la vallée du Fleuve Sénégal et dans les interdunes du Ferlo central. Le profil pédologique a souvent moins d'un mètre de profondeur.

3.3 - LES SOLS BRUN-ROUGES.

Ils correspondent aux sols du " DIERI " , sols jamais atteints par les eaux des crues du Fleuve Sénégal. Ils deviennent progressivement intergrades des sols ferrugineux au fur et à mesure que l'on progresse vers le Sud. Le profil peut atteindre deux mètres de profondeur.

3.4 - LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX.

Ils se répartissent en deux familles respectivement constituées , dans le Nord par les sols peu ou pas lessivés et dans le Sud par les sols lessivés .

Les sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés correspondent aux "sols Diors", caractérisés par des horizons d'accumulation ferrugineuse. Généralement profonds, ces sols se trouvent fréquemment limités par un horizon gravillonnaire provenant du démantèlement de la cuirasse. Ils présentent un bon drainage interne devenant moins important dans les deux types colmatés.

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés sont formés soit de matériau d'origine colluvio-alluviale, soit des matériaux du Continental Terminal, la différence étant essentiellement de nature texturale. Généralement profonds, ils sont parfois limités en profondeur, surtout à proximité des effleurements de la cuirasse par un niveau gravillonnaire. Ils sont souvent affectés par des phénomènes d'hydromorphie.

Lorsque les sols sont peu profonds, en raison de la présence de la cuirasse ou d'un niveau gravillonnaire (< 50 cm), les sols peuvent alors subir des phénomènes d'hydromorphie avec manifestations d'érosion en nappe.

3.5 - LES SOLS HYDROMORPHES.

Les vertisols et para-vertisols sont fréquents dans de nombreuses vallées et remblaiements alluviaux. Ils présentent en profondeur un horizon à pseudogley, plus rarement à gley. Les sols hydromorphes proprement dits sont caractérisés par une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau par suite d'un engorgement temporaire de profondeur liée à la remontée de la nappe phréatique. Ils se rencontrent dans la vallée fossile du Ferlo et sur les rives du Lac de Guiers. Dans les deux cas ils sont dominés par des sols minéraux à gley de surface et d'ensemble.

Bien que les sols halomorphes soient largement représentés, leur localisation reste circonscrite dans le delta du fleuve Sénégal, limitant leur impact sur la distribution des groupements végétaux du ferlo. AUDRU (1966).

IV - RESSOURCES EN EAU

La région étudiée est pratiquement dépourvue de réseaux hydrographiques organisés. A l'exception du Lac de Guiers, les ressources en eau disponible sont constituées par les eaux de surfaces (mares temporaires) et les nappes phréatiques à des niveaux de profondeur différents. AUDIBERT (1966); BREMONDS (1952); BRASSEUR (1958). HUBERT (1921).

1 - LES EAUX DE FORAGE.

Les dépressions plus ou moins longuement saturées en eau, constituent des sources d'eau non négligeable en hivernage. Leur importance dépend de l'intensité des pluies, de la nature du sol et surtout de l'intensité de l'évaporation. Ainsi, leur durée varie de quelques jours à plusieurs mois.

2 - LES EAUX SOUTERRAINES.

La politique d'hydraulique pastorale, entreprise depuis 1950, a permis l'installation au Ferlo d'un réseau assez dense de forages. Selon les hydrogéologues, la nappe Maestrichtienne du Sénégal, épaisse de 200 à 300 mètres et s'étendant sur 100 000 km², atteindrait 5 000 milliards de m³. DEGALIEN (1954), ARCHAMBAULT (1960) ; LE HOUEROU (1983).

La création d'ouvrages hydrauliques, faisant qu'à l'heure actuelle, on ne meurt plus de soif dans le Ferlo, constitue la plus grande réussite de la politique de mise en valeur du Ferlo. Malheureusement, du fait même de leur nombre limité, de l'encombrement et de la surexploitation des pâturages qui en résultent, on est en voie de perdre autant qu'on avait gagné en les créant. SERRE (1977).

Selon son importance, un forage profond peut abreuver quotidiennement et en saison sèche, entre 20.000 et 30.000 animaux. Face à ces données, il importe de savoir, que pour satisfaire 15.000 bovins à raison de 30 litres en moyenne par jour et par individu, un forage débitant 30 m³/h, doit fonctionner 15 heures sur 24 heures de Décembre à Juillet. Les spécialistes estiment que techniquement cela est impossible si l'on ne veut pas endommager le matériel de pompage ; déjà en mauvais état. L'expérience montre également que rares sont cependant les forages pouvant débiter 25 m³/heure pendant 10 heures d'affilée.

Le problème a été résolu en partie par les éleveurs, faisant boire le bétail une fois tous les deux jours. Si le déficit hydrique quantitatif ne présente pas de repercussions sur l'animal, il n'en reste pas moins que ce dernier reste soumis à un rythme infernal de déplacements de l'ordre de 25 à 30 Km entre

les forages et les pâturages.ATCHY ALIDON (1976).

3 - QUALITE DES EAUX.

Par ailleurs si l'eau est qualitativement déficitaire en minéraux et oligo-éléments, il est remarquable de remarquer que ces carences ne sont pas forcément ressenties par "l'organisme qui, dans certaines limites , dispose par ailleurs de moyens naturels de rééquilibration de la plupart des apports exogènes dont précisément cette eau.".CALVET et AL (1965)

Fortement "contaminées" par la nature des sédiments constitutifs de la roche mère, les eaux du Ferlo sont de qualité très variable. La répartition et la concentration en certains éléments chimiques ont été analysées et cartographiées par FRIOT (1968).

La composition chimique varie effectivement d'une source d'eau à une autre notamment entre les mares relativement riches en magnésium , les puits à concentration moyenne en sodium, potassium et magnésium ,mais riches cependant en calcium.Certains forages tel que celui de TATKI sont connus pour la qualité saumâtre des eaux , dûes à des teneurs élevées en sodium et potassium.(Tableau 6).

COMPOSIT ⁿ CHIMIQUE	FORAGES	PUITS	MARES	LOCALITES
SODIUM	1	2	3	DAROUMOSTY;NDIAGNE;TATKI
POTASSIUM	1	2	3	DAROU MOUSTY;NDIAGNE;TATKI
CALCIUM	2	1	3	LINGUERE;BAEKEDJI;REWANE
MAGNESIUM	3	3	1	CONCENTRATIONS ELEVEES DANS LE NORD ET LE SUD
PHOSPHORE	3	3	1	LABGAR;MBIDDI

TABLEAU 6 .COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DU FERLO.
(1 : Fort ; 2 : Moyen ; 3 : Faible)

V - LES TRAITS PARTICULIERS DE LA VEGETATION

1 - LA FLORE.

1.1 - REPARTITION PHYTOGEOGRAPHIQUE.

Du point de vue phytogéographique , 363 espèces ont été recensées et analysées selon les renseignements obtenus , bien que généralement très limités .RAYNAL (1964),LEBRUN (1977,1981);POUPON (1982); LEBRUN ET BOUDET (1982);TOGOLA (1983).Elles conduisent à la répartition ci-après malgré la faible prise en

compte de l'ensemble des espèces soudaniennes. (Annexe 1).

- Tendance Saharo-indienne	: 7 espèces	(0,8%)
- Tendance Soudano-zambienne sahéliennes	: 77 espèces	(32 %)
- Tendance Soudano-zambienne soudanienne	: 42 espèces	(18 %)
- Soudano-zambiennes généralisées	: 36 espèces	(15 %)
- Espèces plurirégionales	: 82 espèces	(34 %)

L'appartenance de 32 % des espèces à la région zambienne situe celle-ci dans le domaine sahélien. Des espèces soudaniennes (18 %) et sahariennes (0,8 %) sont présentes sous formes de transgressives, dénotant le fait que le Ferlo constitue également une région de transition entre le domaine sahélien et le domaine soudanien.

1.2 - LE SPECTRE BIOLOGIQUE.

L'application de la classification de RAUNKIAER (GUINOCHET 1973) à la connaissance des types biologiques se traduit par 21% de phanérophytes et 60 % de thérophytes. Ces deux types biologiques confèrent aux paysages sa relative monotonie steppe. D'autres formes biologiques sont également présentes. Elles représentent de faibles pourcentages avoisinant 6 % chez les Chaméphytes, 16 % pour les Hémicryptophytes et de 1,4 % pour les Géophytes.

Les années de sécheresse, jointes à l'irrégularité de la pluie dont nous parlions précédemment sont sans doute, en l'absence de nappe phréatique proche, les raisons principales de la grande rareté des hémicryptophytes, disparues ou fortement régressés vers le Sud. CORNET (1981).

Ces conditions de vie rigoureuse ont donné naissance à des types de végétaux étroitement adaptés à ces écosystèmes arides.

Au niveau des herbacées éphémérophytes, on constate ainsi, que de faibles quantités de pluies suffisent à faire germer et fructifier certaines espèces de manière à assurer leur survie en quelques jours et ce, en moins d'une semaine.

Ce phénomène de " néotémie " permet, en fait, aux herbacées annuelles d'échapper aux très longues " poches " de sécheresse observées périodiquement et d'assurer ainsi leur pérennité.

Chez les phanérogames, nombreuses sont les plantes qui réduisent leur consommation en eau soit à travers un système racinaire profond ou traçant, soit à un feuillage à surface très réduite. POUPON (1982).

Le passage d'un type profond à superficiel ainsi que ses caractéristiques biologiques est fonction du facteur édaphique. VARTANIAN (1977). Dans le Nord du Sénégal ce constat est vérifié par de nombreuses espèces tels que Acacia senegal; Balanites aegyptiaca, Acacia seyal etc.

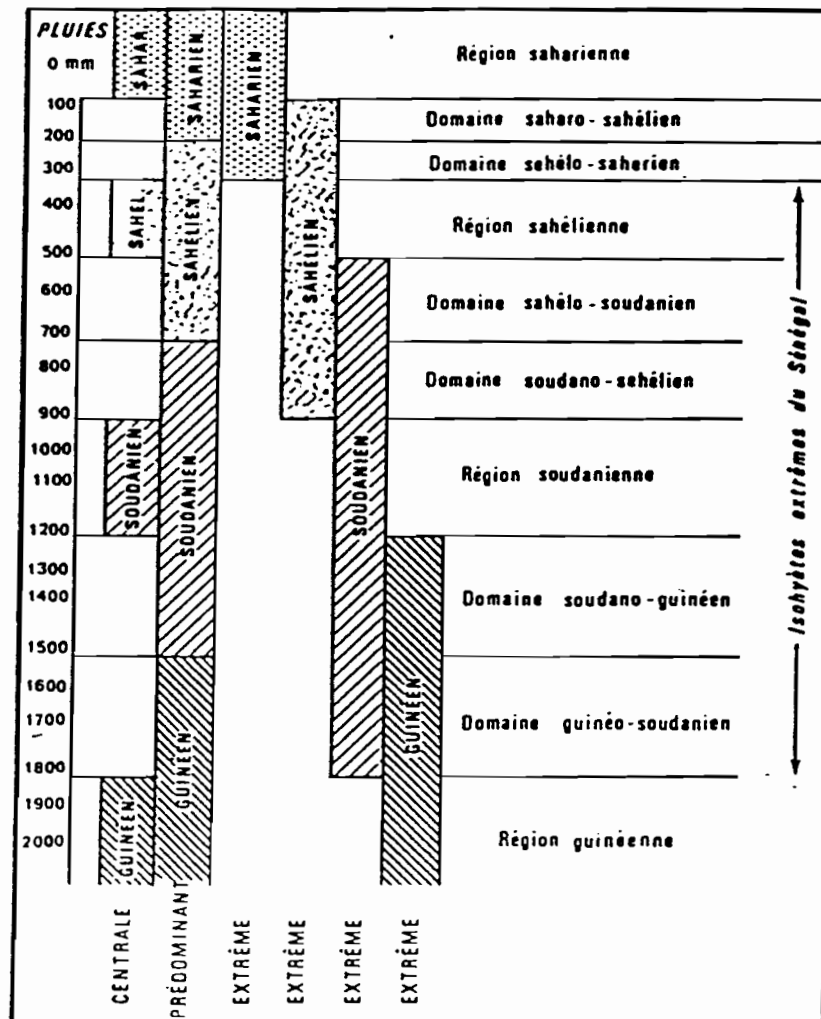


FIGURE 9 . REGIONS ET DOMAINES PHYTOGEOGRAPHIQUES DU SENEGAL

Du point de vue de la régénération des phanérophytes, l'analyse fréquentielle des espèces du Ferlo entreprise par VANPRAET et al. (1983), PIOT et DIAITE (1979), DIEYE et GASTON (1983-1986) montrent que la reconstitution du potentiel végétal, dans les conditions de vie prédominantes, suite aux années de sécheresse est un processus lent voire très difficile.

Elle se traduit par l'absence de jeunes plants pour Sclerocarya birrea, Commiphora africana et particulièrement au niveau de Acacia nilotica et Acacia raddiana. En revanche un taux de mortalité plus ou moins élevé est constaté chez d'autres espèces tels que Balanites aegyptiaca, Combretum glutinosum, Grewia bicolor et Acacia senegal.

Outre les causes climatiques possibles, l'action du bétail peut être déterminant tant du point de vue évolutif que de la composition floristique. En effet, "l'association végétale privée d'une partie de ces caractéristiques est démantelée. L'équilibre est rompu. Le bétail non rassasié est incité, poussé par la faim, à consommer des espèces qui, normalement seraient délaissées. Des plantes de substitution, colonisatrices de places vides prennent la relève. Elles sont de moins en moins appréciées par le bétail qui se jette alors sur les rares rescapées appréciées". DEPIERRE et GILLET (1971).

2 - PHYSIONOMIE GENERALE DE LA VEGETATION.

A la lumière des multiples classifications proposées, le Ferlo appartiendrait à la région soudano-angolaise de l'Empire floral paléo-tropical. TROCHAIN (1949); ADAM (1966). Il couvre, dans la partie Nord du pays les domaines sahélo-sahariens, sahélo-soudaniens et dans la partie Sud il est assimilé au domaine soudano-sahélien. (Fig. 9).

2.1 - LE DOMAINE SAHELO-SAHARIEN.

Dans sa partie orientale, il est marqué par la présence d'Acacia raddiana actuellement surtout localisé au DIERI*, le long de la vallée du Fleuve Sénégal. Dans sa progression vers le Sud il fait place à un "paratype" de substitution à Balanites aegyptiaca fortement influencé par les activités anthropozoogènes TROCHAIN (1949). VALENZA et DIALLO (1972).

Au Sud, il est marqué par l'apparition transgressive de Combretum glutinosum, annonçant le passage au domaine soudano-sahélien.

2.2 - LE DOMAINE SAHELO-SOUDANIEN.

Dans sa partie occidentale, il est marqué par la présence de pleuplements d'origine humaine tel que Faidherbia albida. Sa partie orientale correspond aux formations grésio-argileuses du Continental Terminal au niveau desquelles se raréfie Acacia raddiana particulièrement en dehors des vallées bordant la vallée du Ferlo.

* DIERI = TERRES JAMAIS ATTEINTES PAR LES EAUX DES CRUES.

On y remarque la "fréquence des stations résiduelles" autour des mares temporaires dont l'existence est liée aux affleurements de terrains à sols compacts. VALENZA ET DIALLO (1972). De même, TROHAIN (1940) y distingue le "pseudo-climax" à Combretum glutinosum et Aritida mutabilis sur les zones dunaires et le "pseudo-climax" à Acacia seyal et Enteropogon prieurii dans les zones argileuses.

On note également des peuplements de Sclerocarya birrea à l'Ouest alors qu'à l'Est du 15° degré de longitude apparaissent les formations à Pterocarpus lucens du domaine soudano-sahélien.

2.3 - LE DOMAINE SOUDANO-SAHELIEN.

Il correspond à l'isohyète 800 mm et coïncide à la limite méridionale de l'extension d'Acacia senegal, Boscia senegalensis Balanites egyptiaca, Commiphora africana.

Sur la cuirasse affleurante, on note de part et d'autre d'une ligne Linguère-Kotiari Pterocarpus lucens au Nord et Bombax costatum au Sud.

Par suite de ravinement, les argiles dominant, il s'installe alors des espèces telles que Boscia senegalensis, Acacia ataxacantha, Grewia bicolor, Combretum micranthum, Pterocarpus erinaceus, et Combretum nigricans.

VI - LA POPULATION HUMAINE.

1 - COMPOSITION ETHNIQUE.

La majorité des populations du Ferlo est d'origine Peul, groupe ethnique dominant traditionnellement l'activité pastorale et détenant l'essentiel du cheptel.

Les autres groupes ethniques, non des moindres, sont constitués par les Ouolofs, les Toucouleurs plus nombreux dans la vallée du Fleuve Sénégal; partagés entre l'élevage des petits ruminants, communément appelé "élevage de cases".

Dans cette partie du pays la cueillette de la gomme arabique constitue une activité économique d'une très grande importance. Elle ressort de l'exploitation par les maures, pour la satisfaction des besoins pharmaceutiques et de fabrication de gomme amidon à usage vestimentaire.

2 - LES ACTIVITES HUMAINES.

L'organisation socio-économique est souvent à l'image de la structure sociale régissant les rapports inter et intra-groupes au sein du "Gallé*". LERICOLLAIS (1976), SANTOIR (1977), SALL (1977), BA (1982), TOURE (1986), MINVIELLE (1986). Dans tous les cas, le cheptel constitue le fondement de ce type de société

.....
GALLÉ = TERME POULAR SIGNIFIANT CONCESSION, MAISON, FAMILLE.

où l'importance du bétail y est évidente lorsqu'on considère le rôle qui lui est attribué comme manifestation de rang social et de prestige. L'élevage y est avant tout une activité contemplative avant d'être une activité spéculative.

Par ailleurs, il faut noter que la société Peulh n'est pas épargnée par le phénomène de l'exode rural. La caractéristique la plus frappante, résultant de l'analyse de la pyramide d'âge et de sexe de la région établit un vide démographique notamment au niveau de la classe d'âge comprise entre 30 et 40 ans. (Fig. 10).

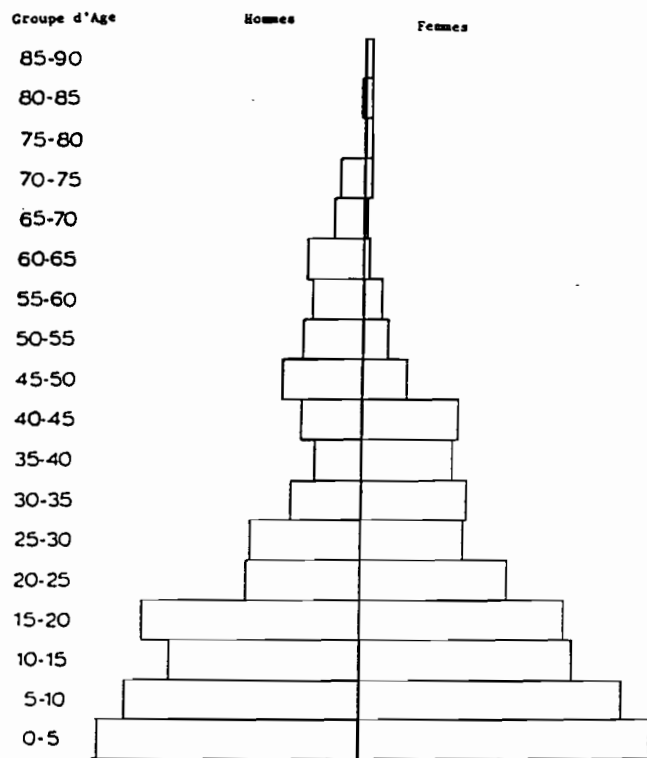


FIGURE 10. PYRAMIDES D'AGES ET DE SEXES DES POPULATIONS DU FERLO (SOURCE DAT 1987).

Ce vide est à la fois " une conséquence de la recherche de ressources monétaires que l'agriculture ne procure plus et qui voit le départ, d'une région délaissée, n'abritant que personnes âgées, femmes et enfants d'un nombre important de la force de travail que représentent les jeunes .LERICOLLAIS (1976). Cet exode rural est aussi exacerbé par le regain d'intérêt manifesté à l'agriculture compte tenu de l'avènement des barrages de "Diama et Manantali" d'une part et l'essor économique des sociétés et unités agro-industrielles d'autre part. (CSS, SAED)*.

Manifestement ces sociétés sont entrain de créer un déplacement progressif des centres d'intérêt marqué par la

* CSS = COMPAGNIE SUCRIERE SENEGALAISE DE RICHARD-TOLL
 * SAED = SOCIETE D'AMENAGEMENT ET D'EXPANSION DU DELTA.

recherche d'activités rémunératrices obligeant les populations pastorales à se fixer de plus en plus au niveau de certaines grandes agglomérations et petits villages riverains du fleuve Sénégal et ce, au détriment des activités pastorales.

Du reste, cet engouement spontané manifesté à l'agriculture et qui se traduit par un retour massif des populations aussi bien autochtones qu'étrangères, présage des futurs bouleversements socio-économiques qui, inévitablement, entraîneront des modifications de comportements sur les pratiques de l'élevage.

VII. - LE CHEPTEL.

Malgré une position géomorphologique peu favorable, le Ferlo possède un cheptel relativement important, non seulement par la diversité des espèces et races, mais également en raison de l'importance numérique du cheptel bien que celui-ci ait payé un lourd tribut à la dégradation des conditions pluviométriques. Ainsi la comparaison des statistiques de la Direction Générale de l'Elevage (DSPA) dénombrerait un effectif de 2.800.000 de têtes en 1970 alors qu'en 1986 ce chiffre est passé à 1.116.0000 de têtes. (Tableau 7).

ANNEES	BOVINS	OVINS CAPRINS	CHAM	EQUINS	ASINS	TOTAL	UBT
1970	1160	1493	4	57	94	2800	1159
1986	385	700	0.7	8	23	1116	413.9

TABLEAU 7. EVOLUTION DES EFFECTIFS DU CHEPTEL
(En milliers)..

Quelques remarques sur la productivité et la capacité animale ressortent également de l'analyse du Tableau 7. Estimée en 1970 à 1.159.000 UBT, animal de référence de 250 Kg de poids vif, en 1986, cette charge est tombée à 413.900 UBT. En d'autres termes, cela signifie que le disponible fourrager s'est fortement dégradé au cours des dernières années. A Présent et dans beaucoup d'endroits du Ferlo, il faut disposer de plus de 10 hectares pour pouvoir nourrir convenablement une UBT alors qu'il n'en fallait que 3 hectares en 1968.

L'insuffisance du disponible fourrager constatée en saison sèche et l'accroissement du cheptel, constituent autant de problèmes majeurs auxquels sont confrontés éleveurs et sociétés de développement ainsi que les aménagistes.

A ce titre précis, l'intégration agriculture-élevage, loin d'être une source de situations conflictuelles permanentes, doit plutôt permettre l'introduction massive des sous-produits agro-industriels pour pallier le déficit des pâturages naturels. GUERIN (1985).

CONCLUSION.

Comme le dit si bien SCHNELL (1971:p.504-522), "le climat est sans aucun doute l'élément fondamental du milieu biologique puisque , en dehors de son action directe sur les végétaux , il détermine dans une large mesure d'autres éléments de ce milieu: les sols dont la genèse et l'évolution dépendent étroitement ds facteurs climatiques, les modes de vie de l'homme et par suite son action sur la végétation."

En dégageant les traits particuliers de ce territoire, il importait par conséquent, à mettre l'accent sur les éléments les plus importants pour la survie dans ces contrées; à savoir l'eau et so devenir, la température et leurs variations annuelles, mensuelles , interannuelles et spatiales sans négliger les principaux facteurs de nature anthropozoogènes.

Cette étude , nous permettra par conséquent de mieux comprendre l'écologie des différentes unités de végétation dans leur différents habitats tant climatiques , édaphiques que biologiques. Tel est l'objet de la deuxième partie.

DEUXIEME PARTIE
ANALYSE DE LA VEGETATION

DEUXIEME PARTIE

ANALYSE DE LA VEGETATION

INTRODUCTION

Des travaux récents, il est communément admis que , les groupements végétaux sahéliens constituent des phytocénoses ou communautés complexes (A.LACOSTE comm.verb). De manière générale, celles-ci s'organisent en " individus d'association ligneux et d'herbacées vivaces " caractérisés chacun par l'existence d'un ou de plusieurs " individus d'association d'herbacées annuelles." TOGOLA (1983), DJITEYE (1988).

Cette précision est d'importance car elle offre, en milieu sahélien tel que le Ferlo sénégalais, l'opportunité d'analyser les problèmes pastoraux à deux niveaux de perception qui, bien que interdépendants, sont très différents tant du point de vue comportement vis à vis des facteurs du milieu que de leur rôle alimentaire. En effet, les ligneux et herbacés vivaces sont plus stables dans le temps et dans l'espace. A ce titre, ils sont moins sensibles que les herbacées annuelles qui, elles, s'avèrent plus représentatives des conditions micro-stationnelles en relation avec la texturale du sol, la topographie ainsi que de l'intensité de l'impact de la pression anthropozoogène. (Feux de brousse, surpâturage, cultures, érosion éolienne etc).

En conséquence, cet objectif présente l'intérêt d'analyser séparément chaque strate, d'en comprendre si possible les mécanismes et d'en expliquer les tendances évolutives.

Précisons néanmoins que la réalisation de ce travail, repose essentiellement sur la valorisation des principales études menées dans la région du Ferlo durant les vingt dernières années par différents chercheurs, l'ensemble de ces travaux ayant donné lieu à la création d'une importante " BANQUE DE DONNEES ". Avant de procéder à l'analyse proprement dite de celle-ci, nous allons situés, à travers un bref historique, les principales étapes de la connaissance de la végétation du Ferlo et préciser certaines difficultés d'exploitation.

I - LES DONNEES DE BASE.

1 - HISTORIQUE ET TRAVAUX ANTERIEURS.

Retraçant les étapes de la connaissance botanique du Sénégal, KERHARO (1973) rappelle que l'histoire formelle de la botanique de ce pays a commencé avec les travaux de ADANSON (1749-1753) poursuivis par CHEVALIER (1898-1912) et AUBREVILLE (1950).

Après les travaux du père SEBIRE (1899), c'est avec BERHAUT que s'est concrétisée la publication de la flore du Sénégal dont la première édition date de 1957, suivie d'une autre

version illustrée mais restée inachevée après la parution des six premiers tomes. Néanmoins, nous devons à l'IEMVT* la mise à jour régulière de cette flore grâce aux nombreux travaux du département de botanique. LEBRUN (1973).

La deuxième étape de la connaissance de la végétation du Sénégal s'ouvre avec les travaux de TROCHAIN (1940), qui jeta les bases de la recherche écologique au Sénégal. Déjà à cette époque, cet auteur insistait sur les difficultés à mener, dans une approche purement "sigmatiste", l'étude des groupements végétaux en milieu sahélien. Aussi, accorde-t-il à ces groupements un statut de "sociation" qu'il définit comme étant un attribut physiognomique de l'association végétale, dont elle s'éloigne parce que leur individualisation n'est pas basée sur des critères d'utilisation des espèces caractéristiques et différentielles au sens de l'école sigmatiste". En définitive, l'auteur s'est attelé volontairement à conférer à son étude une orientation d'avantage phytogéographique que phytosociologique.

Se basant sur des combinaisons exclusivement arborescentes, ROBERTY (1964), a tenté de définir des groupements végétaux jugés uniquement en considérant des combinaisons de la strate ligneuse. Selon RAYNAL (1964) cette démarche ne peut revêtir une grande réalité écologique étant donné qu'inévitablement, la multiplicité des combinaisons aboutit à un nombre dépassant de loin les groupements réellement existants.

Utilisant une méthode de diagnostic phyto-écologique, RAYNAL (1964), s'est attelé à définir des groupes écologiques à partir desquels ont été caractérisés les groupements végétaux du CRZ* de DAHRA. L'auteur justifie sa démarche en fonction de l'échelle d'étude, très limitée (900 ha), à partir de laquelle il s'avère difficile d'obtenir des résultats uniquement sur la base des composantes ligneuses. Son choix est par conséquent, orienté par la nécessité de travailler essentiellement sur les herbacées annuelles.

Etudiant les pâturages naturels du Ferlo, VALENZA et DIALLO (1972), distinguent des formations végétales identifiées sur la base du substrat tel qu'il en découle de la photointerprétation préalable. La signification accordée à ces types de parcours, basée sur l'utilisation d'espèces dominantes et plus particulièrement des espèces herbacées annuelles, en fait des unités de végétation à valeur plus proche des "faciés". Dès lors on peut comprendre le caractère fugace des groupements ainsi décrits, valables à un moment donnée de leur description et de ce fait limitant la généralisation.

Dans un quadrat expérimental du Nord Sénégal (Pété Olé), les chercheurs de l'ORSTOM déterminent des groupements végétaux basés sur "l'existence et la permanence" de plantes caractéristiques.

En raison de l'échelle considérée (25 ha), il y a lieu de noter que les arbres et arbustes n'interviennent plus dans la

définition des groupements qui ne deviennent homogènes qu'au niveau de la végétation herbacée à partir desquelles, ont été amorcées un essai d'analyse phytosociologique ayant donné des résultats très intéressants. BILLE (1976), POUPON (1979).

Globalement l'utilisation de l'espèce dominante de discrimination des unités de végétation a été pendant longtemps, un des critères de classification de la végétation. Ce choix n'est toutefois pas exempt de critiques et remarques si les objectifs visés s'adressent plutôt à des études fines et plus précises.

A propos de ces critiques, il nous semble que les réflexions de DURANTON (1975) sont suffisamment révélatrices. Cet auteur estime à juste titre, que "se référer aux seules espèces dominantes consiste donc à n'utiliser qu'une faible partie de l'information contenue dans la composition floristique des groupements végétaux... alors que l'association végétale, fondée sur un grand nombre d'espèces, intègre l'ensemble des conditions écologiques de l'environnement. L'optimum écologique d'une espèce fut elle donc dominante, est plus souvent le fait d'un petit nombre de conditions écologiques, ce qui laisse une part importante aux phénomènes de compensation de facteurs ... et le seuil de dominance, souvent difficile à définir, se révèle d'un emploi délicat sur le terrain".

2 - TRAVAUX RECENTS.

Les observations de terrain, ont été collectées par des auteurs différents durant les deux dernières décennies. Leur collationnement a permis de mettre en place une "BANQUE DE DONNEES" comprenant plus de 3000 relevés. Elles présentent une double origine dont les premiers travaux ont été réalisés à la faveur d'inventaires et de cartographie des pâturages naturels. RAYNAL (1964), VALENZA et DIALLO (1972), VALENZA (1974). La deuxième catégorie provient d'observations effectuées dans des placeaux fixes, implantés selon les unités de végétation préalablement décrites par VALENZA et DIALLO (1972). Ces travaux ont été conduits dans le cadre du Projet LAT*. BOUDET (1979-1981), DEWISPALAERE (1979-1981), VALENZA (1979-1983), PIOT et DIAITE. (1979-1981).

C'est aussi, dans ce cadre que nous avons réalisé l'essentiel de nos travaux. A l'expiration de l'exécution du dit programme, ces actions de recherches ont été poursuivies dans le cadre du service d'agropastoralisme du LNERV. DIEYE (1983-1986), DIEYE ET GASTON (1984-1987). Il faut aussi préciser que nos travaux se sont déroulés dans des placeaux implantés régulièrement suivant l'éloignement des forages (2 à 10 Km) en vue d'en étudier leur éventuel impact sur la dégradation du couvert végétal. La masse importante des données et de surcroît leur hétérogénéité nous ont obligé à en faire une exploitation limitée en espérant les reprendre pour des études plus ponctuelles.

.....
LAT : LUTTE CONTRE L'ARIDITE (PROJET DGRST/FRANCE/SENEGAL).

La localisation géographique des sites d'observations dans lesquels nous avons conduit l'essentiel de nos travaux est consignée dans la figure .11.

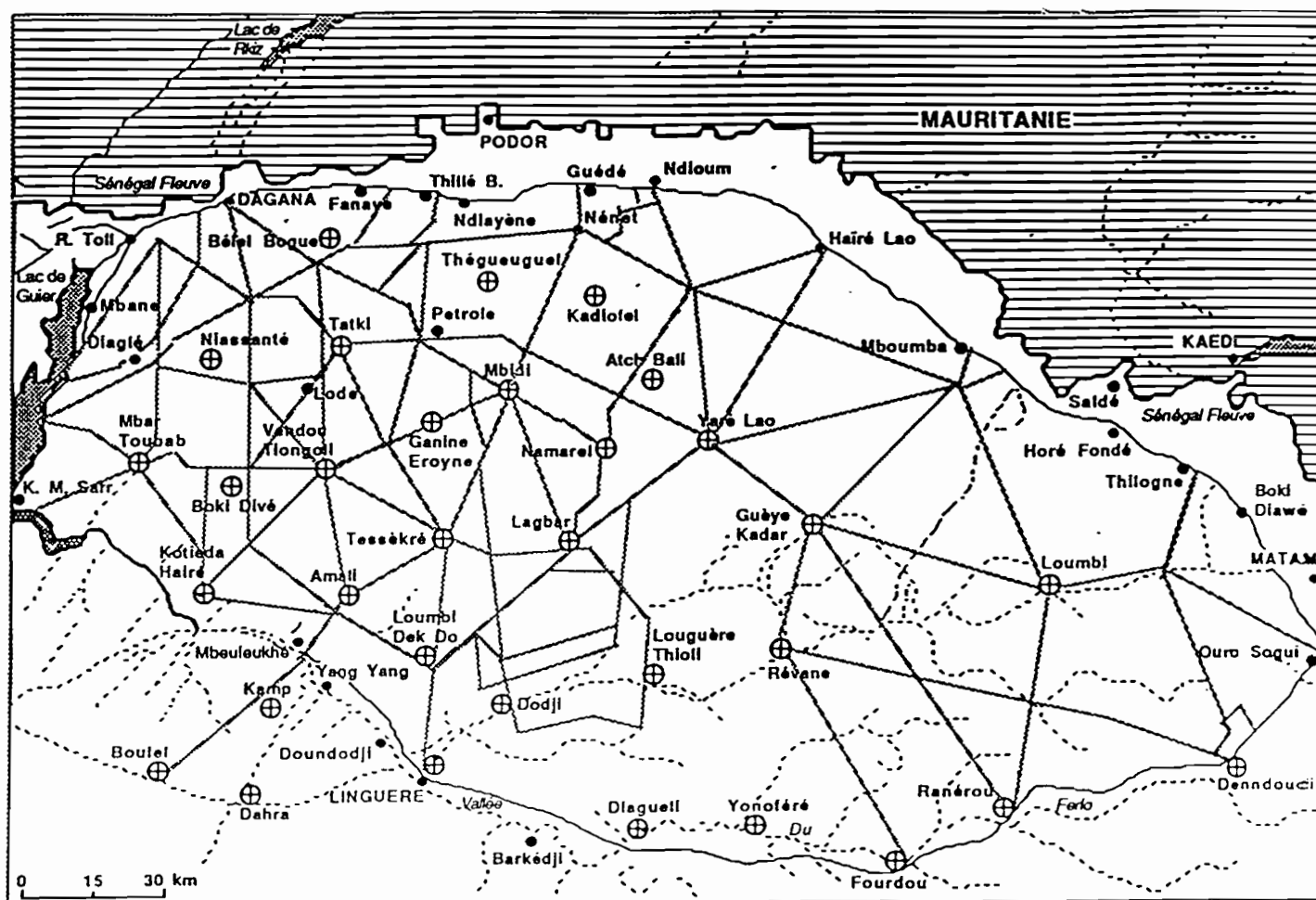


FIGURE 11. LOCALISATION DES SITES D'OBSERVATIONS DE SUIVI CONTINU DU FERLO.

II. -METHODES D'ANALYSE.

Au niveau de chaque station, nous avons utilisé deux méthodes d'inventaires de la végétation, investigations en général mises en oeuvre à la fin de la période d'hivernage correspondant à l'optimum de la croissance végétale. (Fin Septembre et début Août). La démarche méthodologique comprend donc deux étapes.

1 - ETAPE ANALYTIQUE.

1.1. - METHODE SIGMATISTE.

1.1.1 - PRINCIPLE.

Basée sur le relevé, la méthode consiste à inventorier la liste exhaustive des espèces présentes sur une surface étant

floristiquement homogène et appelée "individu d'association". Son choix qui procède avant tout d'un "fait d'observation" selon GUINOCHET (1973). Ne sera donc considéré comme digne d'intérêt que quelques fractions du tapis végétal, évitant de surcroît les mélanges et chevauchements mais surtout d'accorder trop d'importance aux situations les plus représentatives et ce, au détriment de celles qui le sont moins.

Pour déterminer cette surface, on utilise généralement les caractères stationnels et surtout floristiques. La technique de la courbe aire-espèce permet d'en préciser les surfaces minimales dans lesquelles il est possible d'inventorier la presque totalité des espèces présentes.

Dans la région étudiée, cette surface varie de 32 à 64 m² au niveau de la strate herbacée. Pour les peuplements ligneux, et en raison de leur grand espacement, cette aire minimale peut être évaluée de 1/2 à 1 hectare selon le recouvrement.

L'inventaire floristique porte sur la strate herbacée annuelle d'une part ainsi que la strate ligneuse et celle des herbacées vivaces d'autre part. Chaque relevé est complété par l'affectation à chaque espèce d'un coefficient d'abondance-dominance dérivant de l'échelle de BRAUN BLANQUET (in GUINOCHET 1973) et les éléments descriptifs de la station telles que la topographie, la localisation géographique, les activités humaines et animales sont systématiquement notées. Quelques prélèvements de sols sont prélevés sont également effectués à des fins d'analyse pédologique.

1.1.2 - DISCUSSIONS.

De manière générale, la méthode phytosociologique dite "sigmatiste" suppose l'utilisation de coefficients d'abondance-dominance et de sociabilité. Largement utilisée dans les études agrostologiques en milieu sahélien, il lui est reproché son caractère subjectif et prêtant souvent à confusion. Il est ainsi permis de constater, avec DIALLO (1968), que "si les renseignements fournis par cette technique, constituent des documents de portée scientifique certaine, ils ne peuvent être dans leur forme actuelle, utilisés pour l'élaboration de programmes de mise en valeur des régions étudiées. L'auteur notant, de surcroît, qu'elles ne sont pas adaptées aux besoins des praticiens.

Pour MOSNIER cité par DIALLO (1968), une des critiques à ce sujet résiderait dans le fait que "suivant les années et pour un même type de parcours, des abondance-dominances soient relativement différentes pour les principales espèces.

Mais l'intérêt de ce débat, ne doit pas être polarisé uniquement sur le côté inadapté de l'utilisation des coefficients d'abondance-dominance. Il doit surtout nous interpeller à l'urgente nécessité de disposer d'un outil de travail répondant à nos préoccupations liées au délicat problème de la technique

d'échantillonnage et d'une méthode fiable de définition des groupements végétaux en milieu sahélien.

Sans sortir de l'approche phytosociologique, nous avons été amené à chercher des solutions en ayant recours à des " listes synthétiques d'espèces " où la présence de l'espèce, initialement matérialisée par le coefficient d'abondance-dominance, se voit quantifier par sa fréquence absolue.

Cette méthode très peu utilisée a pourtant donné des résultats fort intéressants par DUME in GEHU (1978), soit pour effectuer une analyse qualitative (typologie), soit pour des analyses quantitatives (contributions spécifiques).

Ces raisons nous ont conduit à faire prévaloir , tout au long de ce travail , cette dite technique par rapport aux autres méthodes analysées dans le chapitre suivant . Cette démarche présente aussi l'avantage de pouvoir s'appliquer à la fois aux arbres ainsi qu'aux herbacées annuelles. A l'usage Il sera néanmoins utile de recourir au topophil afin d'obtenir une évaluation correcte du recouvrement du sol.

1.2 - METHODE DES POINTS QUADRATS.

1.2.1 -PRINCIPE.

Elle découle de la méthode des points quadrats alignés, technique mise au point pour inventorier la végétation. DAGET et POISSONNET (1971, 1972). Cependant il importe de signaler que cette méthode s'applique uniquement aux herbacées annuelles et non aux arbres. Pour chaque station, elle consiste à disposer à la surface du sol, un double décimètre, comportant 100 points régulièrement espacés les uns des autres de 20 cm. BOUDET (1975). Les lectures sont faites le long d'une tige métallique où , par convention , chaque espèce n'est notée qu'une seule fois.

Le nombre de répétitions requises pour obtenir une bonne précision , inférieure ou égale à 5 pour cent, est obtenue par la formule suivante. BOUDET (1974).

$$P = \pm 2 \sqrt{\frac{n (N-n)}{N^3}} \times 100$$

avec N = Effectif total des espèces et n = Effectif de l'espèce dominante.

L'expression des résultats consistera à définir pour chaque espèce, une contribution spécifique (CSi) définie comme le rapport de la fréquence spécifique (FSi) de chaque espèce (i) à la somme des fréquences de toutes les espèces recensées. La contribution spécifique, pour chaque espèce , est obtenue par la formule suivante:

$$CSi = \frac{FSi}{\sum_{i=1}^n FSi}$$

2.1.2 -DISCUSSIONS.

Dans la méthode des points quadrats, on s'attache avant tout au côté quantitatif de la production primaire en relation avec la notion de "valeur pastorale" accordant une grande importance à la participation effective de chaque espèce herbacée.

Si cette notion constitue déjà un premier obstacle pour son application en milieu sahélien, par contre il est pratiquement sûr, ne serait-ce que sous l'effet du vent, que cette approche se traduit par une sous-estimation de la composition floristique.

Sur un autre plan, la mise en oeuvre de la méthode sur le terrain s'avère assez contraignante, exigeante en personnel et en temps, ce qui est également une contrainte de taille lorsqu'on opère en milieu extensif, tel que le Ferlo très vaste et constamment soumis aux vents.

2 - ETAPE SYNTHETIQUE.

2.1 - BORDEREAUX INFORMATIQUES ET CODAGE.

Toutes les données phytoécologiques ont été codifiées sur la base des directives définies par J.P.BRIANE, informaticien du laboratoire de taxonomie végétale de la Faculté d'Orsay (FRANCE). Elles ont été scindées en deux catégories, concernant les données floristiques d'une part et les variables "statonnelles" d'autre part.

2.1.1. - VARIABLES FLORISTIQUES.

Pour une uniformisation méthodologique et un besoin urgent de procéder à des études de synthèses, la "Banque de la Flore sahélienne" a été créée à la Faculté d'Orsay sous la direction du Professeur A.LACOSTE. Elle est également déjà largement en usage à l'IEMVT* de MAISONS-ALFORT .PARIS.

Cette banque floristique a été conçue selon la nomenclature de la flore de HUTCHINSON et al.(1953). Les espèces, sous-espèces et variantes ont été classées par ordre alphabétique avec un numéro d'ordre provisoire de quatre chiffres. Les synonymies sont mentionnées en attribuant à espèce une des trois lettres (a,b,c), dont la première correspond à l'appellation en usage après actualisation par les instances compétentes.

Le formulaire de saisie informatique est indiqué dans l'annexe 1. Un programme de contrôle d'erreurs, inévitables à l'occasion, permet de supprimer les doublons et de localiser un

obstacle dans le bon déroulement du traitement.(Annexe 2).

2.1.2. - VARIABLES STATIONNELLES.

Bien que susceptibles de répondre à plusieurs types d'applications, les fichiers des variables stationnelles ont été conçus de manière à extraire toutes les informations nécessaires à l'interprétation des cartes factorielles des relevés.

Le principe de fonctionnement est fondé sur l'utilisation du programme "ANAPHYTO" de J.P.BRIANE (Faculté d'Orsay). Grâce à son option " Sous-relevés " , l'identification préalable et l'introduction de listes des relevés constitutifs de chacun des groupes factoriels, permet d'extraire automatiquement tous les renseignements disponibles dans les fichiers correspondant respectivement aux variables écologiques (Annexe .3), aux données pédologiques (Annexe 4.) et la valeur fourragère.(Annexe .5).

Par ailleurs, remarquons qu'un relevé n'est pas forcément saisi en même temps que toute les variables citées. En revanche chacune de celles-ci doit disposer, autant que faire se peut, d'un relevé correspondant au niveau du fichier "AGROSTO". (Annexe 2.).

2.2.-TRAITEMENT INFORMATIQUE.

2.2.1 - PRINCIPE.

Il fait appel à des techniques d'analyses numériques dont principalement l'analyse factorielle des correspondances (AFC), et la classification ascendante hiérarchique (CAH). GOUNOT (1969) , GUINCHET (1973), ROUX G. et ROUX M. (1967), LACOSTE et ROUX (1971-1972), BRIANE et al (1978).

Bien qu'il existe la possibilité d'effectuer des analyses sur la base des coefficients d'abondance-dominance, le traitement informatique le plus couramment pratiqué et à ce titre utilisé dans ce travail est envisagé par conséquent, selon les critères présence-absence de l'espèce.

2.2.2 - EXPRESSIONS DES RESULTATS.

Les résultats obtenus se présentent sous forme de deux documents concernant la carte factorielle des relevés et celle des espèces. Sur chacune des cartes, les relevés et les espèces correspondantes, sont regroupés par affinité stationnelle dont la partition préalable est déterminée par l'application de la technique de la classification hiérarchique.(CAH).

L'extraction des groupes les plus excentriques issus de l'analyse globale et le passage successif à des analyses partielles, des relevés restants, permet d'obtenir une certaine homogénéité dans l'identification des stations. En général, on procède à l'interprétation des deux ou trois premiers axes, ceux-ci étant à même de mettre en évidence leur signification

biologique .Les résultats d'analyse factorielle,notamment la liste des différents relevés constitutifs des " groupes factoriels" sont repris sous forme de tableaux "synthétiques" obtenus par procédé automatique (Programme "ANAPHYTO" déjà évoqué).

Il est de coutume d'ordonner les espèces par degré de croissance décroissant en utilisant cinq classes de chiffres romains par intervalle de 20 ,indiquant le pourcentage des relevés dans lesquels se trouve une espèce donnée.

Pour parvenir à des résultats suffisamment discriminants à partir des données analysées,nous avons été contraints de relever cet fourchette d'intervalle en les élargissant de cinq à 10 classes de 10 % ainsi qu'il suit :

I	=	0	à	10%
II	=	11	à	20%
III	=	21	à	30%
IV	=	31	à	40%
V	=	41	à	50%
VI	=	51	à	60%
VII	=	61	à	70%
VIII	=	71	à	80%
IX	=	81	à	90%
X	=	91	à	100%

Le passage des tableaux bruts aux tableaux élaborés,aboutit à la définition d'entités phytosociologiques dont l'unité de base de la végétation demeure l'association végétale.Selon GUINOCHET (1973),c'est une "combinaison originale d'espèces dont certaines, dites caractéristiques, lui sont particulièrement liées, les autres étant qualifiées de compagnes".

En milieu sahélien , l'expérience montre que cette notion d'association conduit très souvent , à définir soit des unités de végétation à caractères de singletons, soit en confinant à un important lot d'espèces à large amplitude écologique le rôle de compagnes ,sans qu'il ne soit réellement possible de leur donner une interprétation correcte.

Pour le pastoraliste,la prise en compte de l'ensemble de la composition floristique constitue un préalable indispensable d'abord pour la valeur alimentaire des herbages mais aussi pour une meilleure compréhension des dynamiques des phytocénoses.

Les unités syntaxonomiques décrites, dans le cadre de ce travail,sont donc des entités de végétation réelles,équivalentes à des combinaisons spécifiques représentatives de divers types de communautés végétales s'organisant soit en groupements ou sous-groupements soit en variantes.

III - CARACTERISATION DES PHYTOCENOSSES.

Elle a été réalisée en trois étapes portant respectivement

sur l'analyse séparée des peuplements ligneux et herbacés vivaces d'une part et des herbacées annuelles d'autre part. La troisième analyse est une synthèse des deux premières. Elle permet de restituer l'organisation structurale de la végétation étudiée.

1 - ANALYSE DES PEUPELEMENTS LIGNEUX ET HERBACES VIVACES.

1.1 - ANALYSE GLOBALE.

La matrice analysée comprend 449 relevés et 126 espèces. L'examen de la projection des relevés selon les axes 1, 2 et 3 met en évidence trois groupes de relevés (Coordonnées négatives de l'axe 1. Cartes 1a.1b). Cette partie renferme essentiellement les relevés des stations à sols hydromorphes où, de part et d'autre de l'axe 2, on distingue :

*GROUPE L I .

Berges des cours d'eau à écoulement permanent, inondées en périodes de hautes eaux et exondées en période de basses eaux. Il lui correspond le groupement à Mimosa pigra et Vetiveria nigritana.

*GROUPE L II.

Ce sont des remblaiements alluviaux auxquels s'associe le groupement à Acacia nilotica ssp tomentosa. Une analyse plus détaillée met en évidence l'existence de trois niveaux de subdivisions:

- SOUS-GROUPE L IIa:

Cet ensemble correspond à des cuvettes de décantation temporairement inondées. Il est colonisé par le sous-groupement à Spermacoce verticillata et Chrozophora senegalensis.

- SOUS-GROUPE L IIb:

Il réunit les parties basses du lit majeur des cours d'eau le long desquels s'installe le sous-groupement à MYTRAGINA inermis et Sporobolus spicatus.

- SOUS-GROUPE L IIc:

Il se rencontre sur les parties basses des bourrelets de berges des cours d'eau à écoulements permanents associés aux SOUS-GROUPEMENT à Salvadora persica et Acacia nilotica ssp adstringens.

*GROUPE L III:

Ce groupe de relevés correspond à des dépressions à sols argileux caractérisées par la présence d'un horizon d'arrêt formé par la carapace ferrugineuse située à faible

CARTE 1 : ANALYSE GLOBALE DES PEUPLEMENTS LIGNEUX ET
HERBACES VIVACES (449 RELEVES ET 126 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 3.

- GROUPE L I : Groupement à *Mimosa pigra* et
Vetiveria nigriflora
 GROUPE L II : Groupement à *Acacia nilotica* ssp *tomentosa*
 SOUS-GROUPE LIIa: Sous-groupement à *Spermacoce verticillata*
 et *Chrozophora senegalensis*.
 SOUS-GROUPE LIIb: Sous-groupement à *Myrtilina inermis* et
Sporobolus spicatus.
 SOUS-GROUPE LIIc: Sous-groupement à *Salvadora persica* et
Acacia nilotica ssp *adstringens*
 GROUPE L III : Groupement à *Acacia ataxacantha* et *Maerua*
angolensis

CARTE 1.b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES

profondeur. Sur ce type de stations se rencontre le groupement à Acacia ataxacantha et Maerua angolensis.

En résumé l'axe 1 oppose globalement les stations hydromorphes (LI, LII et LIII) aux stations xériques. Il peut être associé à un axe d'hydromorphie. En revanche, l'axe 2, organisant les stations hydromorphes suivant la topographie et la durée d'engorgement serait un axe pédogénique.

1.2 - ANALYSES PARTIELLES.

1.2.1 - PREMIERE ANALYSE.

Elle fait suite à l'élimination des relevés des groupes (LI, LII et LIII). De manière générale, l'examen des cartes selon les axes 1, 2 et 3 établit l'existence de deux grandes "classes" de relevés, situées de part et d'autre de l'axe 1. (Cartes 2a, 2b).

- En coordonnées positives s'individualisent les stations à sols indurés caractérisées par l'unité syntaxonomique de rang supérieur à Combretum glutinosum et Guiera senegalensis.

Ces stations se répartissent en deux principaux groupes représenté par deux types de stations:

*GROUPE L VII:

Il réunit l'ensemble des relevés des plateaux cuirassés du Continental Terminal, caractérisés essentiellement par la prédominance du climat sahélo-soudanien. Il lui est associé le groupement à Grewia bicolor.

*GROUPE L VIII:

Les relevés constitutifs de ces stations appartiennent aux des plateaux cuirassés du Continental Terminal mais. Ils sont encore sous l'influence marquée du domaine soudano-sahélien où la végétation est caractérisée par la présence du groupement à Pterocarpus erinaceus et Cordyla pinnata. (Carte 2a, 2b).

L'examen de la carte relative à la projection des relevés suivant les axes 1 x 3 (carte non reproduite), permet de mettre en évidence l'éclatement du Groupe L VIII en deux sous-groupes.

- SOUS-GROUPE L VIIIA:

Il correspond à des stations dominés par les glacis des plateaux cuirassés coiffés par des manteaux sableux de 60 cm d'épaisseur au moins. La végétation est caractérisée par le sous-groupement à Lannea acida et Sterculia setigera.

CARTE 2 : ANALYSE PARTIELLES DES PEUPLEMENTS LIGNEUX
ET HERBACES VIVACES (414 RELEVES ET 107 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

- GROUPE L IV : Groupement à *Andropogon africanus*
SOUS-GROUPE LIV A : Sous-groupement à *Andira inermis* et
Sporobolus festivus
SOUS-GROUPE LIV B : Variante à *Andropogon africanus*
GROUPE L V : Groupement à *Acacia tortillis*
et *Sclerocarya birrea*.
GROUPE L VI : Groupement à *Ziziphus mauritiana*
GROUPE L VII : Groupement à *Grewia bicolor*
GROUPE L VIII : Groupement à *Pterocarpus erinaceus* et
Cordyla pinnata

CARTE. 2b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

- SOUS-GROUPE L VIIIb:

Il rassemble les relevés des thalwegs et dépressions larges au niveau des axes d'écoulement, constituant des stations particulièrement recherchées par Il lui est associé le sous-groupement à Anogeissus leiocarpus et Stereospermum kunthianum.

- En coordonnées négatives et le long de l'axe 1, se regroupent les relevés effectués sur les stations à sols meubles. La végétation caractéristique serait une grande entité que nous avons unitairement considéré comme une unité syntaxonomique de rang supérieur à Balanites aegyptiaca et Acacia senegal. L'analyse de ces cartes révèle une organisation de ces stations en trois ensembles de relevés, répartis le long de l'axe 2, (Axe 2. Coordonnées positives. Carte 2a.b).

*GROUPE L IV :

Les relevés concernent essentiellement ceux des systèmes dunaires effectués sur des sols tropicaux peu lessivés (sols diors).

Manifestement le groupement végétal correspondrait à celui de Combretum glutinosum et Guiera senegalensis. Mais l'écologie très large de ces deux taxons n'autorise leur affectation à un type de végétation précis. Raison pour laquelle nous utilisons ; à défaut d'autres solutions, le groupement à Andropogon africanus pour l'identifier. Au sein de cette unité végétale, il est possible de mettre en évidence deux sous-ensembles différenciés sur la base de la topographie.

-SOUS-GROUPE L IV A:

Il correspond aux relevés de bas de pente et des glacis des dunes "ogoliennes". Il est identifié par le sous-groupement à Andira inermis et Sporobolus festivus.

-SOUS-GROUPE L IV B:

Ce sont les relevés des systèmes dunaires à relief dunaire marqués et présentant un bon drainage interne. Il s'y développe de façon préférentielle la variante à Andropogon africanus bien que ces stations soient également fortement marquées par la présence de Combretum glutinosum et Guiera senegalensis.

*GROUPE LV.

Dans la position centrale de l'axe 2, se dégage un groupe de relevés caractérisant les stations dunaires dont les unes, fortement influencées par la nappe phréatique, sont liées aux dunes alluviales auxquelles sont associées le groupement à Acacia tortillis ssp tortillis.

CARTE 3 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS LIGNEUX
ET HERBACES VIVACES (342 RELEVES ET 99 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 3.

SOUS-GROUPE L Vb1	:	Variante à <i>Sclerocarya birrea</i>
SOUS-GROUPE L Va	:	Groupement à <i>Acacia tortilis</i> ssp <i>raddiana</i> et sous-groupement
SOUS-GROUPE à L Vb2	:	<i>Terminalia avicennoïdes</i> .
GROUPE L VI	:	Groupement à <i>Ziziphus mauritiana</i>
SOUS-GROUPE L VIa	:	Sous-groupement à <i>Bauhinia rufescens</i> et <i>Piliostigma reticulatum</i> .
SOUS-GROUPE L VI b/c/d:		
GROUPE L VII	:	Groupement à <i>Grewia bicolor</i>
SOUS-GROUPE L VIIa	:	Sous-groupement à <i>Combretum micranthum</i> et <i>Feretia apodanthera</i> .
SOUS-GROUPE L VIIb/c	:	
GROUPE L VIII	:	Groupement à <i>Pterocarpus erinacens</i> et <i>Cordyla pinnata</i> .
SOUS-GROUPE L VIIIa	:	Sous-groupement à <i>Lanea acida</i> et <i>sterculia setigera</i>
SOUS-GROUPE L VIIIb	:	Sous-groupement à <i>Anogeissus leiocarpus</i> et <i>Stereospermum kunthianum</i> .

CARTE 3.b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

Dans le second cas, nous sommes en présence des stations dunaires de type continentale caractérisé par le groupement à Sclerocarya birrea.

*GROUPE L VI:

Il est localisé dans la partie négative de l'axe 2 où sont réunis les relevés des stations pélophiles caractérisées par le groupement à Ziziphus mauritiana. (Carte 2a.b).

1.2.2 -DEUXIEME ANALYSE.

Elle résulte du fichier précédent sur lequel il a été procédé à l'extraction des relevés déjà bien individualisé du groupe L IV et du sous-groupe L VIII a. L'analyse de la matrice obtenue (342 relevés et 99 espèces) confirme l'interprétation de la carte précédente (Carte 2a, 2b), mettant effectivement en exergue le rôle pédogénitique de l'axe 1 et la prépondérance topographique de l'axe 3 (Carte 3.a.b).

Dans cette analyse, la première constatation aboutit à une meilleure discrimination des relevés appartenant aux stations à sols indurés. Elle se traduit par l'existence de deux sous-groupes.

-1e SOUS-GROUPE L VIIIb:

(cf. Interprétation de la carte précédente.)

-1e SOUS-GROUPE L VIIa:

Ce groupe réunit les stations affiliées aux mares à sols argileux sur cuirasses et bordées de termitières mortes ou en activité. Il lui est associé le sous-groupement à caractère termitophile à Combretum micranthum et Feretia apodanthera. Par contre, au niveau des stations à sols meubles, les GROUPES L V et L VI subissent un éclatement confirmé par l'existence de deux sous-ensembles différenciés par:

- Un SOUS-GROUPE L V B1:

IL dérive des stations liées aux dunes continentales. Il a cependant la particularité d'être marqué par un relief légèrement déprimé et à sols légèrement enrichis en éléments fins. La végétation se présente pratiquement en peuplement presque pur largement dominé par la variante à Sclerocarya birrea. (Coordonnées positives, axe 3 ; Carte 3.a.b).

- Un SOUS-GROUPE L VI A:

Il correspond aux stations en position de transition situées entre les zones inondables du Walo "stations hydromorphes"

CARTE 4 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS LIGNEUX
ET HERBACES VIVACES (364 RELEVES ET 69 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

- SOUS-GROUPE L Vb2 :Sous-groupement à *Terminalia avicennoides*
 SOUS-GROUPE L Va3 :Sous-groupement à *Leptadenia pyrotechnica*
 SOUS-GROUPE L Vlb :Variante à *Acacia seyal*
 SOUS GROUPE L VIIC1 :Type de communauté à *Pterocarpus lucens* et *Adenium obesum*.
 SOUS-GROUPE L VIIC2 :Type de communauté à *Bombax costatum* et *Dichrostachys cinerea*.
 SOUS-GROUPE L VIIC3 :Variante à *Grewia bicolor*

CARTE 4 b - LEGENDE DE LA LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

d'une part et les stations sableuses communément dénommées "DIERI" parce-que jamais atteintes par les eaux de crue du Fleuve Sénégal. Il est caractérisé par le sous-groupement à Bauhinia rufescens et Piliostigma reticulatum. (Coordonnées négatives de l'axe 3. Carte 3.a.b).

Trois ensembles de relevés restent difficiles à interpréter en raison de leur hétérogénéité confirmée par leur position concentrée autour de l'origine nécessitant d'effectuer une autre analyse partielle pour une meilleure discrimination.

1.2.3 -TROISIEME ANALYSE.

Elle a été réalisée sur une matrice comportant 264 relevés et 69 espèces. L'analyse comparée des cartes de projections des relevés et des espèces selon les axes 1,2 et 3 met en évidence deux grandes divisions: (Carte 4a.4b).

1.2.3.1.-STATIONS A SOLS MEUBLES.

Au niveau des stations à sols meubles (sous-ensemble LV) se dégagent deux types de groupes de relevés constitutifs, délimités par l'intersection de l'axe 1 en coordonnées positives et de l'axe 2 en coordonnées négatives .

-LE SOUS-GROUPE L V A:

Ce sous-groupe concerne les stations à sols meubles des dunes alluviales caractérisées par le groupement à Acacia tortillis ssp tortillis.

-LE SOUS-GROUPE L V B2:

Il renferme les stations dunaires à reliefs prononcé, et à prédominance de texture grossière. Il s'y développe préférentiellement le sous-groupement à Terminalia avicennoides et Stylosanthes mucronata.

- LE SOUS-GROUPE L V a3:

Il s'oppose littéralement au groupe précédent (Coordonnée positive de l'axe 3) et rassemble les relevés effectués sur les plateaux larges et les terrasses du premier remblai, en particulier lorsque les phénomènes de dégradation y sont déterminants sous l'action d'actions diverses dont les cultures, l'intensité du surpâturages, etc. Il lui est associé le sous-groupement à Leptadenia pyrothecnica. On note également , après examen des groupes L VI b et L VI c précédemment indissociables (Axe 1x3 , carte non reproduite), présente une meilleure individualisation de ceux-ci en considérant les axes 1x2. (CARTE 4a,4b).

1.2.3.2.-STATIONS A SOLS INDURES.

Au niveau des stations à sols indurés, (Axe1 : coordonnées

négatives ;(Carte 4a ,4b) , l'examen du groupe L VII c aboutit à son éclatement en trois sous-groupes.

- SOUS-GROUPE L VII C1:

Pentes et centres des plateaux cuirassés du Continental Terrminal (Sangharé*). Il est caractérisé par le sous-groupement à Pterocarpus lucens et Adenium obesum.

- SOUS-GROUPE L VII C2:

A ce sous-groupe s'identifient les manteaux sableux plaqués sur les plateaux cuirassés auxquels est associé le sous-groupement à Bombax costatum et Dichrostacys cinera.

-SOUS-GROUPE L VII C3:

Les relevés concernés ,intèressent les stations où l'horizon gravillonnaire est généralement affleurant, conférant au paysage un aspect "lépreux" dominé par la variante à Grewia bicolor.

L'imbrication des groupes de relevés (LVa, LVb2, LVa3, LVib et LVic (Carte 4a,4b), conduit à en rechercher une meilleure dispersion justifiant l'élimination de ceux déjà bien isolés. (L VII c1, L VII c2, L VII c3).

1.2.4 - QUATRIEME ANALYSE .

La matrice analysée porte sur 155 relevés correspondant à 42 espèces. Tout en confirmant l'homogénéité des partitions préalables (Carte 4a,4b), elle aboutit avec cette analyse, à une meilleure discrimination des relevés (carte 5a,5b) se présentant ainsi:

- SOUS-GROUPE L V A1:

Il intèresse les relevés encore marqués par l'influence de la nappe phréatique, notamment en situation de transition entre la limite supérieure des eaux de crue d'une part et d'autre part les bas glacis des dunes rouges du lac de Guiers. La végétation est fortement marquée par la présence du sous-groupement à Jatropha chevalierii et Aristida longiflora.

- SOUS-GROUPE L V A2:

IL Correspond aux systèmes dunaires à relief relativement marqués et surplombant de très haut le lac de Guiers. Il abrite le sous-groupement à Maytenus senegalensis et Euphorbia balsamifera.

CARTE 5 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS LIGNEUX
ET HERBACES VIVACES (155 RELEVES ET 42 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

GROUPES L V a	:Groupement à <i>Acacia tortillis</i> ssp <i>raddiana</i>
SOUS-GROUPE L Va1	:Sous-groupement à <i>Iatropa chevalierii</i> et <i>Aristida longiflora</i> .
SOUS-GROUPE L Va2	:Sous-groupement à <i>Maytenus senegalensis</i> et <i>Euphorbia balsamifera</i> .
GROUPES L Vb	:Groupement à <i>Sclerocarya birrea</i>
SOUS-GROUPE L Vb2	:Sous-groupement à <i>Terminalia</i> <i>avicennoides</i> et <i>Stylosanthes mucronata</i> .
GROUPES L VI	:Groupement à <i>Ziziphus mauritiana</i>
SOUS-GROUPE L VIb	:Variante à <i>Acacia seyal</i> .
SOUS-GROUPE L VIc3	:Variante à <i>Ziziphus mauritiana</i>

CARTE 5.b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES

- SOUS-GROUPE L V B2:

Il s'agit des relevés effectués sur les stations formées par les bas glacis et dépressions périphériques larges localisés en amont des vallées fossiles.

Il est caractérisé par la variante à Acacia seyal.

L'importance numérique des relevés contenus dans le SOUS-GROUPE LVI C (Carte 5a;5b), laisse penser à une certaine hétérogénéité de ce groupe pour lequel une vérification s'impose à travers une dernière analyse partielle.

1.2.5 -CINQUIEME ANALYSE.

Elle porte sur le sous-groupe L VI c, comportant 87 relevés et 23 espèces. Les résultats d'interprétation découlant de l'examen de la carte factorielle selon les axes 1, 2 et 3, permettent de mettre en évidence cinq ensembles de relevés (Carte 6a.6b) s'échelonnant de part et d'autre de l'axe 3 tout en restant dans les limites des coordonnées positives de l'axe 2. (Carte 6a.6b).

- UN SOUS-GROUPE L VIC1:

Il réunit les relevés des dunes rouges remaniées à relief plus ou moins pénéplané sur lequel se développe la variante à Combretum acculeatum.

- UN SOUS-GROUPE L VIC2:

Il rassemble les relevés des pénéplaines basses marquées par la présence de nombreuses mares temporaires où s'installe le sous-groupement à Dalbergia melanoxydon.

- UN SOUS-GROUPE L VID1:

Il équivaut aux relevés des glacis interdunaires en général très larges où la cuirasse est relativement bien enfouie. en profondeur.

Sur ce type de stations se développe la variante à Boscia senegalensis.

- UN SOUS-GROUPE L VID2:

Il identifie des stations très proches des précédentes, s'en différenciant uniquement par des manifestations sporadiques des affleurements de la cuirasse et de nombreuses tâches d'épandages gravillonnaires où se développe la variante à Commiphora africana.

CARTE 6 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS LIGNEUX
ET HERBACES VIVACES (87 RELEVES ET 23 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

SOUS-GROUPE L Vic1 : Variante à *Combretum acculeatum*

SOUS-GROUPE L Vic2 : Type de communauté à *Dalbergia*
melanoxylon.

SOUS-GROUPE L Vid1 : Variante à *Boscia senegalensis*

SOUS-GROUPE L Vid2 : Variante à *Commiphora africana*

CARTE 6.b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

2 - ANALYSE DES PEUPELEMENTS HERBACES ANNUELS.

2.1 - ANALYSE GLOBALE.

L'ensemble des relevés soumis à l'analyse correspond à une matrice comportant 450 relevés et 192 espèces. Selon les axes 1x2 trois groupes de relevés ont été mis en évidence . (Carte 7a.7b).

- GROUPE H1:

Les relevés constitutifs de ce groupe correspondent à ceux effectués sur les berges des cours d'eau à écoulement permanent.

Ils sont apparentés au sous-groupement à Oryza barthii. et Chloris gayana.

- GROUPE H2:

Il correspond aux relevés des stations situés sur les abords immédiats des mares et dépressions des plateaux cuirassés sur lesquels se rencontre le sous-groupement à Echinochloa colona et Hygrophyla senegalensis.

- GROUPE H3:

Ce groupe s'apparente aux parties inondables des mares. Il leur est généralement associé le sous-groupement à Oryza brachyantha. et Echinochloa callopsus.

Selon les axes 1x3 ;(carte non reproduite) l'analyse met en évidence la présence deux groupes autres groupes de relevés se répartissant entre le:

- GROUPE H4:

Il renferme les relevés des bas fonds boisés peuplés essentiellement par le sous-groupement à Digitaria adscendens et Brachiaria lata.

- GROUPE H5:

Il réunit les relevés appartenant aux plages d'érosion , présentant souvent des épandages de calcaire et de gravillons. L'unité de végétation dominante reste liée au sous-groupement à Aristida finiculata et Tetrapogon cenchrifomis. Malgré une individualisation bien nette les relevés des différents groupes ainsi analysés, ont une forte propension à écraser les données formant un bloc très concentré autour de l'origine. (Carte 7a, 7b). L'extraction de ces relevés (H1, H2, H3, H4), en position déjà, excentriques permet d'envisager des analyses plus fines.

CARTE 7 : ANALYSE GLOBALE DES PEUPLEMENTS HERBACES ANNUELS
(450 RELEVES ET 192 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

- GROUPE H1 : Sous-groupement à Oryza barthii. et Chloris gayana.
- GROUPE H2 : Sous-groupement à *Echinochloa colona* et *Hygrophila senegalensis*.
- GROUPE H3 : Sous-groupement à *Oryza brachyantha* et *Echinochloa callopusus*.
- GROUPE H4 : Sous-groupement à *Digitaria adscendeus* et *Brachiaria lata*
(Carte non reproduite. Axe 1 et 3)
- GROUPE H5 : Sous-groupement à *Aristida finiculata* et *Tetrapogon cenchrifomis*.
(Carte non reproduite. Axe 1 et 3).

CARTE 7.b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

2.2. - ANALYSES PARTIELLES.

2.2.1 - PREMIERE ANALYSE.

420 relevés comprenant 165 espèces ont fait l'objet d'une analyse partielle. (Carte 8a.8b). L'analyse comparée des cartes factorielles selon les axes 1, 2 et 3 met en évidence trois ensembles de relevés dont la distribution rappelle sensiblement celle de GUTMAN. En coordonnées négatives de l'axe 2, s'isole le GROUPE H VI, réunissant les relevés des stations à sols meubles, appartenant aux sols à sesquioxides, ferrugineux tropicaux faiblement lessivés ou sols Diors* dans la dénomination vernaculaire. Il correspond au groupement à Blainvillea gayana et Thriumfetta pentandra. Une interprétation plus détaillée de ce groupe permet de le scinder en trois sous-groupes :

- SOUS-GROUPE H VIA1:

Il s'apparente aux relevés des stations des cuvettes et des bas fonds boisés, identifiés par le sous-groupement à Aeschynomene indica et Indigofera astragalina. (Carte 8a.8b)

- SOUS-GROUPE H VIA2:

Ce sont des relevés effectués au niveau des bordures des cuvettes et bas-fonds boisés abritant le sous-groupement à Cassia mimosoides et Chloris gayana. (Carte 8a.8b)

- SOUS-GROUPE H VIB:

Ces relevés constitutifs réunissent les stations dunaires à relief prononcé et présentant un bon drainage interne. Il leur est associé le sous-groupement à Ipomaeae pes-tigridis et Cerathoteca sesamoides.

En coordonnées positives de l'axe 2, se dégagent deux ensembles de relevés différenciés de part et d'autre de l'axe 1 (Carte 8a.8b).

L'ensemble H VII s'identifie aux stations à sols meubles de la classe des sols isohumiques auxquels correspond l'unité syntaxonomique de rang supérieur à Cenchrus biblorus et Aristida mutabilis. (Coordonnées négatives; Axe 1).

Le second ensemble rassemble les relevés des stations à sols indurés à sesquioxides ferrugineux tropicaux souvent concrétionnés avec la cuirasse en profondeur. Il est caractérisé par l'unité syntaxonomique de rang supérieur à Andropogon pseudapricus. (Coordonnées positives; Axe 1), Compte tenu de l'isolement individuel de chacun des deux derniers groupes (H VII ET H VIII) et du nombre très élevé qu'ils renferment respectivement, une analyse plus fine s'imposait.

CARTE 8 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS HERBACES ANNUELS
(420 RELEVES ET 165 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

- GROUPE H VI : Groupement à *Blainvillea gayana* et
 Triumfetta pentandra.
- SOUS-GROUPE H VIa1: Sous-groupement à *Aeschynomene indica* et
 Indigofera astragalina.
- SOUS-GROUPE H VIa2: Sous-groupement à *Cassia mimosoides* et
 Chloris gayana.
- SOUS-GROUPE H VIb : Sous-groupement à *Ipomaea pes-tigridis* et
 Cerathoteca sesamoïdes.
- GROUPE H VII : Unité syntaxonomique de rang supérieur à
 Cenchrus biflorus et *Aristida mutabilis*.
- GROUPE H VIII: Unité syntaxonomique de rang supérieur à
 Andropogon pseudaprieus.

CARTE 8.b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

2.2.2 - DEUXIEME ANALYSE.

Elle a porté le groupe H VII soit une matrice composée de 173 relevés et 106 espèces. On remarquera le caractère xérique des stations concernées et qui constituent un facteur déterminant dans l'identification et la répartition de l'unité syntaxonomique de rang supérieur à Cenchrus biflorus et Aristida mutabilis.

Les différentes analyses auxquelles nous avons procédées, conduisent à l'identification de quatre groupes de relevés. (Carte 9a, 9b).

- Le groupe H VIIa renfermant des stations à sols humides est apparenté au groupement à Eragrostis linguilata. L'éclatement de ce groupe met en évidence l'existence de trois sous-unités.

- Le SOUS-GROUPE H VII A1:

Ce sous-groupe s'apparie aux stations à relief plat et à drainage interne moyen à médiocre. Il lui est associé le sous-groupement à Eragrostis ciliaris et Cyperus amabilis.

- Le SOUS-GROUPE H VII A2: Il reunit les relevés des glacis dunaires dominés par le sous-groupement à Spermacoceae stachydea et Merremia pinnata.

- Le SOUS-GROUPE H VII A3:

Il renferme les relevés des stations dunaires alluviales sur lesquelles se développe la variante à Indigofera secundiflora.

2.2.3 - TROISIEME ANALYSE.

Elle a été réalisée sur le fichier précédent après élimination des relevés du groupe H VII a. La matrice ainsi analysée représente un fichier de 115 relevés et contenant 90 espèces. (Carte 10a. 10b). Bien que tous les axes aient été analysés, il s'avère difficile d'obtenir une meilleure dispersion des relevés que celle figurant sur la carte factorielle précédente.

D'autre part, le fait de rechercher une individualisation trop poussée de la dispersion des relevés aboutit souvent à des partitions qui ne se prêtent pas facilement à une interprétation correcte, sans doute parce qu'interviennent des variables autres que celles observées tels que l'érosion éolienne, la phénologie, les feux de brousse, la quantité et le type de répartition de la pluie etc... L'interprétation traduit l'appartenance de ce groupe aux dunes continentales caractérisées par le groupement à Aristida stipoides. (Carte 10a ; 10b). De la subdivision de ce groupe en découlent trois sous-unités:

CARTE 9 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS HERBACES ANNUELS
(173 RELEVES ET 106 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

- GROUPE H VII a : Groupement à *Eragrostis lingulata*
 SOUS-GROUPE H VII a1 : Sous-groupement à *Eragrostis ciliaris*
 et *Cyperus amabilis*.
 SOUS-GROUPE H VII a2 : Sous-groupement à *Spermacoce stachydea*
 et *Merremia pinnata*.
 SOUS-GROUPE H VII b : Groupement à *Aristida stipoides*
 SOUS-GROUPE H VII b1 : Sous-groupement à *Polycarpea*
linearifolia et *Spermacoce radiata*
 SOUS-GROUPE H VII b2 : Sous-groupement à *Blepharis*
linariifolia et *Merremia tridentata*
 GROUPE H VII c : Groupement à *Enteropogon prieurii*
 GROUPE H VII d : Groupement à *Zornia glochidiata*

CARTE 9b : LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

CARTE 10 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS HERBACES
ANNUELS (115 RELEVES ET 90 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

- Sous-groupe H VII B1:

Il réunit les relevés des stations interdunaires à relief plat auquel s'associe le sous-groupement à Polycarpea linearifolia et Merremia pinnata.

* GROUPE H VII B:

- SOUS-GROUPE H VII B2:

Il renferme les relevés des stations à vallonnement dunaires, colonisées par le sous-groupement à Blepharis linariifolia.

- SOUS-GROUPE H VII B3:

Il rassemble les relevés des stations dunaires à relief bien marqué. Il est caractérisé par la variante à Indigofera aspera.

* GROUPE H VII C:

Il réunit les relevés des stations liées aux plateaux dunaires légèrement enrichis en éléments fins portant le GROUPEMENT à Enteropogon prieurii .(Carte 10a.10b). On y reconnaît trois subdivisions de relevés correspondant au:

- SOUS-GROUPE H VII C1:

Il est constitué par les relevés des stations dunaires remaniées apparentées à la variante à Aristida stipoides.

- SOUS-GROUPE H VII C2:

Ces relevés s'identifient aux stations où l'horizon gravillonnaire est peu profond. Les stations qui sont ainsi définies supportent le sous-groupement à Heliotropium strigosum et Tribulus terrestris.

- SOUS-GROUPE H VII C3:

Stations proches de la précédente, elles s'en différencient toutefois par l'affleurement gravillonnaire. Il lui correspond la variante à Eleusine indica.

* GROUPE H VII D:

Il correspond aux relevés constitutifs des stations nitrophiles. L'intensité du piétinement et la nature du sol permet d'individualiser deux sous-groupes. (Carte 10a.10b).

- SOUS-GROUPE H VII b3* : Variante à *Indigofera secundiflora*
GROUPE H VII c : Groupement à *Enteropogon prieurii*
SOUS-GROUPE H VII c1 : Variante à *Aristida stipoides*
SOUS-GROUPE H VII c2 : Sous-groupement à *Heliotropium strigosum* et *Tribulus terrestris*
SOUS-GROUPE H VII c3 : Variante à *Eleusine indica*
GROUPE H VII d : Groupement à *Zornia glochidiata*
SOUS-GROUPE H VII d1 : Variante à *Alysicarpus ovalifolius*
SOUS-GROUPE H VII d2 : Sous-groupement à *Schoenfeldia gracilis* et *Dactyloctenium aegyptium*.

CARTE 10 b : LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES

- SOUS-GROUPE H VII D1:

Il correspond aux stations à sols fortement piétinées dépourvus de liant. Il est colonisé par la variante à Alysicarpus ovalifolius.

- SOUS-GROUPE H VII D2:

Stations à sols compacts moins soumises aux piétinements. Il lui est apparenté le sous-groupement à Schoenfeldia gracilis et Dactyloctenium aegyptium.

2.2.4 - QUATRIEME ANALYSE.

Elle porte sur une matrice de 90 relevés et 78 espèces constituant le GROUPE H VIII, correspondant aux stations à sols indurés affiliées à l'Unité syntaxonomique de rang supérieur à Andropogon pseudapricus.

L'interprétation des cartes factorielles selon les axes 1, 2 et 3 laisse apparaître trois grands ensembles de relevés (Carte 11a;11b).

* Le premier groupe H VIIIA présente une individualité marquée selon les axes 1 et 3 (carte non reproduite). Il lui est associé le groupement à Pandiaka angustifolia. Ce dernier se différencie en deux unités de végétation caractérisées par:

-Le sous-groupement à Diheteropogon hagerupii et Elionurus elegans sur les plateaux cuirassés du Continental Terminal (sous-groupe H VIII a1).

-Le sous-groupement à Panicum laetum et Cyperus pulchellus dans les micro-dépressions des plateaux cuirassés. (Sous-groupe HVIII a2).

* Le second GROUPE H VIII b correspond aux surfaces planes en amont des zones d'épandage, inondées pendant une courte durée. Il est caractérisé par le groupement à Aristida adscencionis. (CARTE 10a;10b), ce dernier se différenciant en deux unités comprenant :

- la variante à Crotalaria retusa sur les plaines basses légèrement salées (Sous-groupe H VIII b1).

- la variante à Aristida adscencionis sur les bas glacis de raccordement et ombrage d'arbres. (Sous-groupe H VIII b2).

* Le troisième GROUPE H VIIIC regroupe les relevés constitutifs des vallées fossiles auxquelles s'apparente le groupement à Loudetia togoensis. Les subdivisions mises en évidence conduisent à l'identification de trois types de stations. (Carte 10a;10b).

CARTE 11 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS HERBACES
ANNUELS (90 RELEVES ET 78 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 2.

- GROUPE H VIII a : Groupement à *Pandiaka angustifolia*.
 (Carte non reproduite. Axe 1 x 2).
 SOUS-GROUPE H VIII a1 : Type de communauté à *Diheteropogon hagerupii* et *Elionurus elegans*.
 SOUS-GROUPE H VIII a2 : Type de communauté à *Panicum laetum*.
 et *Cyperus pulchellus*.
 GROUPE H VIII b : Sous-groupement à *Aristida adscencionis*
 SOUS-GROUPE H VIII b2 : Variante à *Crotalaria retusa*.
 SOUS-GROUPE H VIII b1 : Variante à *Aristida adscencionis*
 GROUPE H VIII c : Groupement à *Loudetia togoensis*
 SOUS-GROUPE H VIII c1 : Variante à *Schizachyrium exile*
 SOUS-GROUPE H VIII c2 : Sous-groupement à *Ammunia auriculata*
 SOUS-GROUPE H VIII c3 : Sous-groupement à *Evolvulus alsinoides*
 SOUS-GROUPE H VIII c4 : Sous-groupement à *Pennisetum pedicellatum* et *Andropogon pinguipes*
 SOUS-GROUPE H VIII d1a : Sous-groupement à *Ammania senegalensis* et *Bergia ammannioides*
 SOUS-GROUPE H VIII d1b : Sous-groupement à *Ctenium elegans* et *Crotalaria perotherii*
 SOUS-GROUPE H VIII d2 : Variante à *Portulaca foliosa*

CARTE 11 b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

- Les thalwegs où l'érosion du sol est peu prononcée sont colonisés par la variante à Schizachyrium exile. (Sous-groupe H VIIIC1).

- Les pentes et dépressions affectées par l'érosion éolienne sont caractérisées par le sous-groupement à Ammania auriculata et Pennisetum polystachion. (Sous-groupe H VIII C2).

- Les reliefs résiduels et massifs de roches diverses ainsi que la partie inférieure de la vallée fossile renferment le sous-groupement à Evolvulus alsinoides. (Sous-groupe H VIII C3).

- Les bas de glacis de versant et dépressions situées en amont des vallées abritent le sous-groupement sciaphile à Pennisetum pedicellatum et Andropogon pinguipes. (Sous-groupe H VIII C4)

* Le quatrième groupe correspondant au groupe H VIII D, renferme les relevés des stations à manteaux sableux plaqués sur les plateaux cuirassés. (Carte 10a;10b). Il lui est associé plusieurs sous-groupements fortement concentrés autour de l'origine des axes à l'exception de la variante à Portulaca foliosa liée aux borges des dépressions généralement sableuses. (Sous-groupe H VIII D2).

2.2.5 - CINQUIEME ANALYSE.

Elle a été réalisée sur une matrice de 77 relevés et 83 espèces, comprenant respectivement les relevés des groupes H VIII C3 et H VIII D1. (Carte 10a;10b). L'examen comparé des cartes factorielles selon les axes 1,2 et 3 aboutit à :

- l'individualisation du sous-groupe H VIII C3 constitué par les relevés des stations liées aux reliefs résiduels et massifs rocheux. Il lui est associé le sous-groupement à Evolvulus alsinodes.

- l'éclatement du groupe H VIII D1 aboutit à deux sous-ensembles correspondant respectivement aux terrasses bordant les vallées fossiles; ces stations étant peuplées par le sous-groupement à Ammania senegalensis et Bergia ammanoides. (Sous-groupe H VIII D1a), par le sous-groupement à Ctenium elegans et Fimbristyla hispidula localisé dans les manteaux de sable plaqués sur les plateaux cuirassés. (Sous-groupement H VIII D1b).

CARTE 12 : ANALYSE PARTIELLE DES PEUPLEMENTS HERBACES
ANNUELS (86 RELEVES ET 102 ESPECES)
CARTE DES RELEVES. AXES 1 X 3.

- SOUS-GROUPE H VIII c3 : Sous-groupement à *Evolvulus alsinoïdes*
- SOUS-GROUPE H VIII d1a : Sous-groupement à *Ammania senegalensis* et *Bergia ammanoïdes*.
- SOUS-GROUPE H VIII d1b : Sous-groupement à *Ctenium elegans* et *Crotalaria perrothetii*

CARTE 12 b - LEGENDE DE LA CARTE FACTORIELLE DES ESPECES.

3 - ANALYSE DES DIVERS PEUPLEMENTS CONFONDUS.

Bien que les peuplements "ligneux - herbacés vivaces" et herbacés annuels aient été analysés séparément, il n'en demeure pas moins que cette vision ne reflète pas réellement la structure et l'organisation de la végétation. Aussi était-il nécessaire de réaliser une troisième analyse essentiellement de synthèse des résultats préalablement obtenus.

A cette fin, nous avons utilisé un tableau à double entrée, où les colonnes correspondent aux "ligneux et herbacés vivaces" et les lignes aux herbacées annuelles. Le long d'une ligne et à l'intersection d'une colonne, l'appartenance d'un ou de plusieurs "groupe factoriel" herbacé annuel par rapport à un "groupe factoriel" ligneux et herbacé vivace résulte de l'identification de la fréquence la plus élevée dans chacune des colonnes. Le Tableau 8 établit la correspondance existant entre les deux types de strates. Cette ordination a permis l'élaboration du tableau synthétique, sur la base duquel nous envisageons la description des groupements végétaux. Toutefois, pour des raisons de dimensions, il n'a pas été possible de présenter ces documents dans ce travail.

TABLEAU 8 : STRUCTURE DES GROUPEMENTS VEGETAUX DU FERLO

TABLEAU 9a : TABLEAU SYNTHETIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX
LIGNEUX DES STATIONS HYDROMORPHES.

TABLEAU 9b : TABLEAU SYNTHETIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX
LIGNEUX DES STATIONS A SOLS MEUBLES.

TABLEAU 9_c : TABLEAU SYNTHETIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX
LIGNEUX DES STATIONS A SOLS INDURES

TABLEAU 10a : TABLEAU SYNTHETIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX
HERBACES ANNUELS DES STATIONS A SOLS
HYDROMORPHES

TABLEAU 10b : TABLEAU SYNTHETIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX
HERBACES ANNUELS DES STATIONS A SOLS MEUBLES
SOUDANO-SAHELIENS.

TABLEAU 10_c : TABLEAU SYNTHETIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX
HERBACES ANNUELS DES STATIONS A SOLS MEUBLES
SAHELO-SOUDANIENS.

TABLEAU 10d : TABLEAU SYNTHETIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX
HERBACES ANNUELS DES STATIONS A SOLS INDURES.

IV -DESCRIPTION DES GROUPEMENTS VEGETAUX.

L'analyse préalable des peuplements ligneux et herbacés vivaces d'une part et des herbacés annuels d'autre part a permis de définir les facteurs prépondérants dans le déterminisme des unités de végétation concernées. En dépit de l'insuffisance des renseignements en général peu précis quand il s'agit d'éléments descriptifs des stations, le plan adopté dans ce travail s'attèle autant que faire se peut, à rapprocher les différents groupements en fonction des données écologiques disponibles.

Par ailleurs, l'indigence des données ou tout simplement le caractère insuffisant des données intéressant la dynamique de la végétation n'ont pas permis d'analyser systématiquement les aspects évolutifs des principaux types de communautés végétales issues des analyses effectuées.

1 - GROUPEMENTS HYGROPHYTES.

Il s'agit de groupements végétaux liés à des phénomènes d'engorgement déterminés soit par des facteurs topographiques correspondant à des stations mal drainées en raison de la proximité de la nappe phréatique, soit à des facteurs édaphiques dus à la présence d'un niveau imperméable constitué par la cuirasse sous-jacente.

1.1 - GROUPEMENT A *ORYZA BRACHYANTHA* ET *ECHINOCHLOA CALLOPSUS*.

1.1.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Selon le volume et la durée d'inondation, la combinaison spécifique représentative de ce groupement végétal se présente généralement sous forme d'auréoles, ceinturant les mares temporaires des plateaux cuirasses et squelettiques.

A une strate ligneuse rare voire inexistante, se substitue un groupe d'espèces à écologie variable. Ainsi *Oryza brachyantha* constitue le sous-groupement des parties basses, caractérisé par la présence de nombreuses espèces hygrophytes parmi lesquelles on compte *Aeschynomene tmbacoundensis* et *Monochoria brevipetiolata*. (Tableau 10a).

D'autres espèces à écologie plus élastique se manifestent comme des héliophytes se localisant dans les fissures des dalles latéritiques ou les limites d'inondation. Parmi celles-ci figurent *Cyperus podocarpus*, *Cyperus difformis* et *Brachiaria stipitata*.

1.1.2 -DYNAMIQUE.

Bien que l'intérêt pastoral soit limité, ce groupement est parfois parcouru par les animaux, il est alors plus ou moins détérioré en fonction de l'intensité du pâturage. Par assèchement progressif, le groupement peut être envahi par des héliophytes telle que *Hygrophila senegalensis*, supplantant les espèces

hygrophytes précédemment mentionnées et qui devant l'abaissement du niveau d'eau, sont évidemment les premières à disparaître.

1.2 - PHYTOCENOSE A MIMOSA PIGRA ET VETIVERIA NIGRITANA.

1.2.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

La combinaison spécifique représentative de la phytocénose est intimement liée à l'existence de grands artères fluviales, submergeant périodiquement les bassins et berges d'inondation sous-forme de nappe d'eau douce. AUDRU (1965).

La strate ligneuse se présente sous forme d'arbustes rabougris composés de Mimosa pigra et Tamarix senegalensis. A ces espèces, est généralement associé un important cortège de plantes hémicryptophytes dans lequel dominent Vetiveria nigriflora, Cynodon dactylon, Brachiaria mutica, Alternanthera nodiflora, Echinochloa pyramidalis, Echinochloa stagnina et Panicum subalbidum. (GROUPEMENT LI ; Tableau 9a).

Suivant la durée d'inondation et de la hauteur d'eau, cette phytocénose se différencie en trois types de communautés herbacées annuelles.

- Dans les peuplements annuels où l'eau est toujours douce Oryza barthii forme des peuplements purs. On note néanmoins, la présence de quelques espèces très faiblement représentées et constituées par Chloris gayana, Eragrostis gangetica, Eragrostis domingensis, Elygnum senegalensis, Sesbania rostrata, Ludwigia orcuta, Eleocharis senegalensis et Digitaria leptostachya. (SOUS-GROUPEMENT II ; Tableau 10a).

- Les parties exondées ou faiblement inondées supportent une végétation où dominent Echinochloa colona et Hydrophila senegalensis, Cyperus macrostachyos, Acroceres amplexans et Paspalum scrobiculatum. (SOUS-GROUPEMENT HII ; Tableau 10a).

- En bordure des zones d'inondation, la strate herbacée se présente sous forme d'un tapis discontinu généralement bas, laissant apparaître souvent l'horizon gravillonnaire. Cette sous-unité comprend des espèces hygrophytes telles que Panicum laetum, Cyperus pulchellus, Spermacoce filifolia et Brachiaria stigmatosa. (SOUS-GROUPEMENT HVIIIa2 ; Tableau 10d).

1.2.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Dans le Ferlo, ce groupement est lié aux sols hydromorphes peu humifères à gley sur recouvrement limono-sableux à limono-argileux.

Aussi bien en surface qu'en profondeur on note que le stock de matière organique total est bon et la minéralisation rapide (C/N = 11). La somme des bases échangeables est moyenne mais le taux de saturation, faible en surface, passe à moyen en profondeur).

Le pH est en relation avec le taux de saturation et l'acidité diminue en profondeur.

a:PROPPRIETES PHYSIQUES

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0 -20	23.9	36.3	22.3	14.7	2.8	LX	15.9	1.35	11.7
80-100	30.4	41.8	21.7	5.2	0.9	LA	5.0	0.5	10.8

b:REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract.Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V %		pF3	pF4.2.
0 -20	1.84	0.73	0.18	0.02	2.77	7.45	37	5.0	16.0	9.3
80-100	2.45	1.21	0.18	0.03	3.81	5.1	75	5.7	14.4	9.5

1.2.3 - DYNAMIQUE.

Les exemples d'évolution observés dans cette phytocénose sont peu nets. Avec TROCHAIN (1940), on n'observera, devant une arrivée fortuite d'eau salée, que les peuplements de Vetiveria nigritana et Cynodon dactylon ont tendance à disparaître en laissant place à d'autres espèces halophytes tel que Sporobolus robustus. C'est respectivement dans l'ordre des trois peuplements herbacés annuels que disparaît progressivement dans le temps et dans l'espace, les différentes ceintures au fur et à mesure du retrait des eaux de subversion.

1.3 - GROUPEMENT A ACACIA NILOTICA SSP TOMENTOSA.

Divers sous-groupements sont localisés aux berges du Fleuve et aux terrains plus ou moins temporairement recouvert par l'eau des crues annuelles et par suite plus ou moins longtemps humides. Ce sont ceux des plaines alluviales et des bourrelets de berge, communément distingués en Walo* et en Fondé.

1.3.1 - SOUS-GROUPEMENT A MYTRAGINA INERMIS ET SPOROBOLUS SPICATUS.

1.3.1.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Ce type de communauté correspond, dans la vallée alluviale, à toutes les parties basses du lit majeur régulièrement inondées par la crue du Fleuve. Il est étroitement localisé aux cuvettes de décantation, des dépressions très humides et le pourtour des mares éparses. (GROUPEMENT LIib ; Tableau 9a).

La végétation dominante est composée de *Myragina inermis*, associé à *Acacia nilotica ssp tomentosa* et de *Sporobolus robustis*. La strate herbacée y est rare voire inexistante.

1.3.1.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Le sol appartient aux vertisols à drainage externe nul. Du point de vue physique, la texture est très fine à tendance argileuse. Elle est homogène tout au long du profil et se traduit par des sols caractérisés par une structure d'ensemble large. On note également que la teneur en eau utile dans ces sols reste faible quoi qu'augmentant avec la profondeur.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						.Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0 -20	56.0	32.8	8.6	1.6	1.1	AX	6.12	0.61	10.0
60-80	55.0	34.3	8.9	1.3	-	AX	-	-	-

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V %		pF1	pF4.2.
0 -20	8.40	7.63	0.24	0.53	16.8	30.8	54	6.2	28.1	20.2
60-80	10.0	11.1	2.34	0.24	23.6	28.2	84	5.0	34.0	25.4

Du point de vue chimique, ces sols sont assez pauvres en matière organique (1 % en moyenne). La matière organique totale est faible à moyenne en surface (C/N = 10). Elle est nulle en profondeur. Le complexe absorbant se présente avec une nette dominance du calcium et du magnésium représentant 80 à 84 % de la somme des bases. Le pH est légèrement acide aussi bien en horizon de surface qu'en profondeur.

1.3.1.3 - DYNAMIQUE.

Il y a deux siècles, Adanson (1750), cité par GIFFARD (1972), notait dans son journal qu'il chassait "dans une terre déserte qui n'avait jamais été défrichée, toute couverte de bois aussi anciens que le pays et dont l'épaisseur, indépendamment des bêtes féroces qui s'y retiraient aurait dû inspirer de la frayeur". Aujourd'hui, le milieu est presque totalement occupé par les cultivateurs et les sociétés de développement à la recherche de terres agricoles à mettre en valeur dans la perspective de l'après barrage. D'autre part, les modifications apportées à la suite de la rectification de la Taouey (bras du

Fleuve Sénégal alimentant le lac de Guiers) et la construction de petits barrages, certains peuplements d'*Acacia nilotica* commencent à disparaître. *Mitragina inermis*, généralement en fourrés s'éclaircit pour se présenter à l'état d'individu isolé.

1.3.2 -SOUS-GROUPEMENT A SALVADORA PERSICA ET ACACIA NILOTICA SSP ADSTRINGENS.

1.3.2.1 -COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Ce sous-groupe est généralement connu sous le terme de Fondé, dénomination vernaculaire correspondant aux bourrelets de berge, bordant le Fleuve Sénégal, ses affluents et défluent et certains bras morts. Ce sont des terrains non régulièrement inondés.

La composition floristique varie selon la topographie. Sur les plaines et terrasses basses à sol légèrement salé ou doux la composition floristique est composée de *Salvadora persica*, *Acacia nilotica* ssp *aclotringens*, *Capparis decidua*, *Acacia sieberiana*, *Diospyros nuepiloformis*, *Ziziphus mucronata*. (GROUPEMENT LIIc ; Tableau 9a).

La strate herbacée vivace est dominée par *Panicum anabaptismum*, *Eragrostis suffruticosa* sur les stations relativement sèches et localisées sur les berges à pentes douces, le sous-groupe se différencie par la variante à *Spermacoce verticillata* et *Sporobolus robustus*. (VARIANTE LIIa ; Tableau 9a).

1.3.2.2 -CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Du point de vue physique, ces sols sont de type hydromorphe à gley salé sur matériau limono-argileux sur les parties hautes et argileux dans les parties basses faisant transition entre le Kalo et le Fondé. Dans cette dernière station, les sols sont du type hydromorphe peu humifères à taches et concrétions.

Comparée à la capacité de rétention, l'eau utile est assez faible dans les parties hautes; elle est plus facilement mise à disposition des plantes dans les parties basses.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
* 0-40	38.5	41.4	18.5	0.9	0.8	LAX	4.5	4.41	11
*80-130	30.0	37.7	31.3	0.4	-	LAX	-	-	

*:Plaines alluviales

**0-30	40.5	24.4	23.5	10.8	0.5	AX	2.76	0.31	9
**50-100	41.0	25.0	23.0	10.7	-	AX	-	-	-

** : Transition entre Walo et Fondé

b : REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF 3	pF 4.2
* 0-40	6.8	9.3	0.22	2.14	18.5	20.2	91	5.3	19.4	16.3
* 80-130	11.4	5.9	0.8	5.32	23.4	15.8	SAT	5.4	23.3	16.9

* : Plaines alluviales

** 0-30	10.2	7.2	0.27	0.08	18.1	23.0	78	6.0	21.3	16.4
**50-100	0.30	0.10	0.01	0.04	0.45	0.60	75	5.9	23.4	18.6

** : Transition entre Walo et Fondé

Du point de vue chimique, on constate que le magnésium et le calcium sont de loin les bases dominantes. Dans les parties hautes, les teneurs en magnésium très élevées expliquent en parties les propriétés structurales défavorables de ces sols. Dans les deux types de situation, le pH est légèrement acide. On constate néanmoins que les horizons de profondeur, au niveau des terrasses basses se caractérisent par les phénomènes de salures.

1.3.2.3 - DYNAMIQUE.

Manifestement les défrichements conduisent à la dominance de *Bergia suffruticosa* par rapport à *Vetiveria nigritana*. Ce sous-groupement ne peut toutefois pas persister s'il est atteint par l'inondation.

De manière générale, il est également, sans cesse soumis à l'action de l'homme qui abat les arbres soit pour les cultures soit pour nourrir ses animaux. Il présente actuellement l'aspect d'une mosaïque formée de lambeaux d'arbustes très localisés, quelquefois impénétrables et le tapis herbacé y est très clairsemé.

1.4. - GROUPEMENT A ACACIA ATAXACANTHA ET MAERUA ANGOLENSIS.

1.4.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Ce groupement colonise les dépressions inondables peu marquées des stations où la carapace ferrugineuse est à très faible profondeur.

La composition floristique ligneuse est représentée par Acacia ataxacantha, Maerua angolensis et Strophanthus sarmentosus.

Celle de la strate herbacée annuelle est souvent sporadique. Elle peut comprendre Echinochloa colona, Sesbania rostrata, Ludwigia erecta et quelques tâches d'Alternanthera nodiflora.

1.4.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGUES.

Ces sols sont du type hydromorphe à gley. Du point de vue physique, ils sont caractérisés par une texture argilo-sableuse.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0 - 25	36.2	12.2	29.6	13.5	0.2	ASx	11.6	1.33	8.7
25- 80	35.7	10.5	29.6	16.4	0.07	ASx	4.5	-	-

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							Carac.Hydr		
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V %	pH Eau	pF3	pF4.2
0 - 25	2.75	2.5	0.2	1.5	6.95	9.27	75	5.5	22.6	14.1
25- 80	8.0	1.4	0.08	-	9.48	-	SAT	6.4	17.7	5.9

Tout au long du profil pédologique, la teneur en eau est bonne, comparée à la capacité de rétention. Sur le plan chimique, le calcaire est largement dominant et le pH étant moyennement acide.

1.4.3 - DYNAMIQUE.

Selon TROCHAIN (1940); il semble que la végétation arbustive où domine Acacia ataxacantha, se soit développée au détriment des autres essences forestières à la suite de leur disparition, ce qui confère à ce groupement un rôle réserve "forestière".

2. - LES GROUPEMENTS PELOPHYTES.

Par cette appellation, nous entendons les groupements végétaux évoluant de manière préférentielle sur les sols lourds, riches en argile et non soumis aux inondations des cours d'eau à écoulement permanents. Ces stations sont généralement réparties à la lisière des dunes du "DIERI" et faisant la transition entre

celles-ci et les stations hydromorphes .(Vallées et dépressions à sols argileux).

2.1 -PHYTOCENOSE A BAUHINIA RUFESCENS ET ERAGROSTIS LINGULATA

2.1.1 -COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Cette phytocénose forme la transition entre les groupements des zones inondables de la vallée et ceux des stations à sols jamais atteints par les eaux de crue (Diéri*). Il sépare généralement le lit majeur des cours d'eau et les vallées de la terrasse du premier remblai.

La strate ligneuse, clairsemée lorsqu'elle borde le lit majeur du fleuve, renferme surtout des espèces parmi lesquelles on peut distinguer Bauhinia rufescens, Piliostigma reticulatum, Bauhinia rufescens, Phyllanthus reticulatus et Capparis corymbosa. (SOUS-GROUPEMENT L VIA, TABLEAU 9b).

La strate herbacée se présente sous forme de tâches irrégulières entre lesquelles le sol laisse apparaître de temps en temps des épandages gravillonnaires, imposant une distribution en mosaïques à la végétation largement dominée par Eragrostis lingulata, Cyperus aculeatus, Eragrostis ciliaris, Panicum walense, et Mariscus squarrosus. (GROUPEMENT H VIIA1, TABLEAU 10c).

2.1.2 -CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Les sols de cette phytocénose appartiennent au sol de type brun subaride modal sur matériau argileux issu de la "Formation jaune". VALENZA et DIALLO (1972).

Du point de vue physique, la texture, argileuse dans les horizons de surface, devient argilo-sableuse dans les horizons de profondeur où les éléments grossiers deviennent dominants.

Du point de vue chimique, le pH est proche de la neutralité et le complexe absorbant est presque saturé. La capacité de rétention est relativement importante, due à la texture argileuse.

Le pourcentage d'eau utile reste moyen à faible. A plus de 1 mètre, on note la présence d'un niveau.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0 - 15	41.3	18.2	21.5	14.1	0.9	Ax	5.4	0.38	14.2
50- 100	35.9	12.2	16.3	35.6	-	ASx	-	-	-

b:REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Carac.Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
0 - 15	7.9	2.8	0.1	-	10.8	12.8	84	6.0	13.4.	9.6
15- 100	5.2	3.0	-	0.1	8.3	13.1	61	6.6	16.1.	12.7

2.1.3 - DYNAMIQUE.

Compte tenu du faible recouvrement végétal du sol, cette phytocénose est particulièrement exposé aux phénomènes d'érosion éolienne. L'importance de ces derniers confère souvent un aspect de glaçage à la surface du sol où la végétation herbacée annuelle n'est présente qu'à la faveur de quelques branches ou arbres morts, constituant des microbuttes de piégeage. BOUDET (1974).

2.2 - PHYTOCENOSE A ACACIA SEYAL ET LEERSIA DREPANOTHRIX

2.2.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Ce sous-groupement est localisé aux bas glaciés de l'ouest et aux dépressions périphériques larges situées en amont des vallées. Il colonise également la zone de raccordement du bas glacié au plateau au niveau des cours d'eau permanents (fleuves et lacs). Ainsi qu'à certaines dépressions endoréiques.

La strate ligneuse généralement clairsemée, parfois dense est à base d'Acacia seyal souvent à l'état de peuplement presque pur en raison de la présence d'autres espèces telles que Balanites aegyptiaca, Acacia senegal et Ziziphus mauritiana. (VARIANTE L VIIb, Tableau 9b).

La strate herbacée est limitée à quelques tâches de Portulaca foliosa et Leersia drepanothrix à recouvrement nettement inférieure à celui du sol nu. (VARIANTE H VIIID3, Tableau 10d).

2.2.2. - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Les sols de ce sous-groupement appartiennent aux vertisols topolithomorphes sur matériau argileux à Limono-argileux.

a:PROPRIETES PHYSIQUES

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0- 10	30.6	43.4	11.2	1.3	1.2	LAX	7.2	0.6	10.9
80-100	44.9	37.6	9.4	1.4	0.5	AX	3.1	0.21	14.9

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
0- 10	7.1	2.9	0.3	0.4	10.7	21.5	49	.5.0	23.8	12.0
80-100	8.8	3.9	0.1	1.3	14.1	18.3	76	.7.4	25.4	15.8

La matière organique , peu évoluée sous l'influence de l'hydromorphie, rend compte de la mauvaise décomposition en profondeur. La texture est limono-argileuse dans l'ensemble. Du point de vue chimique, on note que le sol est acide, en surface et tend vers la neutralité en profondeur. La capacité d'échange est bonne mais le taux de saturation est faible. Le pourcentage d'eau utile est également bon.

2.2.3. - DYNAMIQUE.

Ce type de station est assez fréquemment cultivé quand les conditions topographiques le permettent et notamment si l'absence d'épandage s'y illustre. On trouve alors dans les parcelles de nombreuses repousses de Guiera senegalensis mais aussi des plantes postulatantes telles que Eleocharis gracilis ou Pennisetum polystachion.

2.3 - VARIANTE A COMBRETUM ACCULEATUM.

Cette unité de végétation occupe les zones rouges remaniées du relief plus ou moins arrasé dont la topographie d'ensemble est celle d'un plateau très légèrement vallonné. Une espèce y est particulièrement abondante. Il s'agit de Combretum acculeatum lequel étant la plupart du temps en association avec un groupe d'espèces telles que Balanites aegyptiaca, Acacia senegal, Ziziphus mauritiana et Acacia seyal.

2.4 - VARIANTE A ZIZIPHUS MAURITIANA.

Cette unité de végétation s'installe préférentiellement partout où les ravinements font apparaître l'horizon argileux sous-jacent. On le rencontre donc soit autour des mares des plateaux cuirassés soit en contact avec les terrasses de certains thalwegs.

La composition floristique est essentiellement dominée par Ziziphus mauritiana, lequel étant souvent en association avec Acacia seyal, Boscia senegalensis, Balanites aegyptiaca et Acacia senegal.

La strate herbacée, discontinue est à base de quelques tâches de Eragrostis tremula.

2.5 - PHYTOCENOSE A DALBERGIA MELANOXYLON ET ACACIA ERYTHROCALYX.

2.5.1 -COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Cette phytocénose est localisée sur les pénéplaines basses temporairement inondées et caractérisées par la présence de nombreuses petites mares s'assèchant tôt après les dernières pluies. De nombreuses plages nues lui donnent un aspect lépreux, l'horizon gravillonnaire étant le plus souvent affleurant mais toujours peu profond marquée fréquemment par la présence de nombreuses termitières localisées au niveau des bords de mares.

La strate ligneuse relativement variée comporte des espèces qui, la plupart du temps semblent être en harmonie avec un état de dégradation du milieu. Ces espèces étant particulièrement représentée par Dalbergia melanoxyton, Acacia erythrocalyx et Calotropis procera, et Boscia senegalensis. (GROUPEMENT L VIC2 ; Tableau 9b).

La strate herbacée également est très variable. Elles sont constituées d'espèces croissant sur des sols très peu épais à calcaire subaffleurant. Sur ces milieux souvent dégradés, poussent quelques sclérophytes telles que Aristida finiculata, Entropogon plicatipetalus et Eleusine indica. (TYPE DE COMMUNAUTE H5 ; Tableau 10a).

Dans les parties dépressions, on trouve d'autres sclérophytes telles que Entropogon plicatipetalus, Eleusine indica et Euphorbia hirta. (GROUPEMENT VII C2, Tableau 10c).

2.5.2 -CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Les sols de cette phytocénose appartiennent à la classe des sols brun-subarides intergrades hydromorphes. La texture est généralement sable-limoneuse en dépit d'un taux d'argile assez élevé en profondeur, se traduisant par engorgement temporaire faisant croire que l'on se trouve en présence d'un sol argileux.

Ce sol est à pH légèrement acide à neutre avec un taux de saturation assez bonne. Toutefois, le calcium domine en surface alors que le magnésium l'est d'avantage en profondeur.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0- 15	5.5	8.8	45.6	39.6	0.47	SLx	7.2	0.6	10.9
80-100	11.4	6.3	44.3	37.8	0.23	SLx	1.3	0.12	10.8

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
0- 15	2.4	0.4	0.1	0.02	3.47	2.7	SAT	6.6	-	
80-100	1.58	2.4	0.04	0.02	4.06	4.9	83	5.2	-	-

2.6 - PHYTOCENOSE A *BOSCIA SENEGALENSIS* ET *HELIOTROPIMUM STRIGOSUM*.

2.6.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

2.6.1.1 - VARIANTE A *BOSCIA SENEGALENSIS*.

La combinaison spécifique représentative est à base de *Boscia senegalensis*, occupant les vallées interdunaires larges. Lorsque le recouvrement de la cuirasse est assez profond elle se différencie par la prédominance de *Acacia senegal* et *Ziziphus mauritiana*. (VARIANTE L VI P1 ; Tableau 9b).

2.6.1.2 - VARIANTE B COMMIPHORA AFRICAINE.

L'affaiblissement de la cuirasse, pouvant être faiblement recouverte par le sable, se traduit par la présence de variante *Commiphora africana*. (VARIANTE L VI P2 ; Tableau 9b).

La strate herbacée, souvent nitrophile est commune dans les deux types de situation où elle est constituée de *Heliotropium strigosum*, *Tribulus terrestris* et *Tragus bertheronianus*. ((VARIANTE L VII P1 ; Tableau 10c).

2.6.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
* 0-10	4.7	7.1	51.0	37.2	-	SLx	4.3	0.4	10.8
*70-100	15.4	6.4	43.2	35.2	-	LSx	0.66	0.13	6.6
*0 -20	3.8	12.2	47.7	35.8	0.5	SLx	3.00	0.28	10.7
**70-100	11.1	5.8	47.7	35.4	-	SLx	-	-	-

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							PH Eau	Caract. Hyd	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
*0 -10	1.59	1.21	0.20	0.02	3.02	5.03	60	7.0	1.63	0.52
* 70-100	0.9	1.5	0.03	0.11	2.54	4.6	55	6.2	3.53	2.7
**0 -20	1.52	1.16	0.15	0.01	2.84	4.06	70	6.2	5.3	3.7
**70-100	1.7	2.59	0.05	0.01	4.32	5.4	80	6.6	6.1	5.1

*:Cuirasse profondément enfouie.

**:Cuirasse affleurante.

Dans les stations où la cuirasse est profondément enfouie, les sols dominants sont du type ferrugineux peu lessivés à gley différencié en (B) de cohésion sur matériau sablo-limoneux à limono-sableux. En présence d'un horizon gravillonnaire subaffleurant, la texture devient sablo-limoneuse tout au long du profil.

Les faibles teneurs en cations échangeables et le rapport cations/dépassant guère 11, montrent que la décomposition reste faible. La somme des bases échangeables reste toujours faible sauf dans l'horizon de profondeur des stations à cuirasse affleurante et voisine de trois milliéquivalents pour 100 g de sol, ce qui traduit la valeur médiocre du complexe absorbant.

3. - GROUPEMENTS PSANNOXEROPHYTES.

Ces groupements ont été scindés en ensembles compte tenu de leur situation géographique d'une part et de la nature du substrat d'autre part.

En raison de leur écologie très large, difficile à cerner, ces groupements ont été réunis dans une grande classe dénommée "Unité syntaxonomique de rang supérieur à *Balanites aegyptiaca* et *Cenchrus biflorus*."

Cette grande unité de végétation colonise les stations à sols meubles de la zone sahélienne. Deux espèces s'y développent de façon généralisée. Ce sont *Balanites aegyptiaca* et *Acacia sénégale*. (Tableau 9b).

De façon générale, elle est associée à *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula* et *Aristida mutabilis*. (Tableau 10c).

3.1 - GROUPEMENT A *ACACIA TORTILLIS* ET *ARISTIDA STIPOIDES*.

3.1.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Ce groupement s'observe sur les sols légers des dunes du DIERI*, désignation indigène des systèmes dunaires au pied

desquels s'arrêtent les plus fortes crues. Il se présente - soit sous forme d'une lisère de dunes rouges fixées aux abords Est du Lac de Guiers. La combinaison spécifique représentative est alors à base de Jatropha chevalierii qu'accompagnent de nombreuses hémicryptophytes telles que Aristida longiflora, Cassia italica et Aerva javanica. (SOUS-GROUPEMENT L V A1, TABLEAU 9b).

- soit en dehors du lit majeur du fleuve Sénégal et du Lac de Guiers, où il se différencie par la présence de formes hautes dominant souvent de plusieurs mètres l'ensemble des terres inondables. La strate ligneuse assez constante est constituée par Maytenus senegalensis, Euphorbia balsamifera et Tephrosia purpurea (SOUS-GROUPEMENT L V A2 ; Tableau 9b).

- soit sous forme de plateaux larges, correspondent à la terrasse du premier remblai sur laquelle dominant des espèces dont la distribution, très liée à l'activité humaine se traduit par la présence de Leptadenia pyrotechnica et Leptadenia hastata. (SOUS-GROUPEMENT L V A3 ; Tableau 9b).

La strate herbacée bien que nettement dominée par Aristida stipoides comporte trois types de communautés herbacées se différenciant soit par des espèces rudérales soit par des mesophiles. (SOUS-GROUPEMENT L VII A3 ; Tableau 10c).

3.1.1 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Ces différents types de sols supportant le groupement à Acacia raddiana et Aristida stipoides sont tous de texture franchement sableuse. Ils se différencient par des rapports sable fin/sable grossier très variable passant à 2 dans le cas des dunes rouges fixées, à 1,5 dans les dunes alluviales hautes et à 5 dans les dunes alluviales remaniées. En plus ils sont généralement minéralisés avec un C/N < 11 (sauf dans l'horizon de profondeur des dunes alluviales hautes). Le pH est moyennement acide à neutre. On remarque que les conditions hydriques sont très limitées pour le développement des plantes.

3.1.3 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Ces différents types de sols supportant le groupement à Acacia raddiana et Aristida stipoides sont tous de texture franchement sableuse. Ils se différencient par des rapports sable fin/sable grossier très variable passant à 2 dans le cas des dunes rouges fixées, à 1,5 dans les dunes alluviales hautes et à 5 dans les dunes alluviales remaniées. En plus ils sont généralement minéralisés avec un C/N < 11 (sauf dans l'horizon de profondeur des dunes alluviales hautes). Le pH est moyennement acide à neutre. On remarque que les conditions hydriques sont très limitées pour le développement des plantes.

3.1.4 - DYNAMIQUE.

En raison du déssouchage important opéré lors des cultures et l'impact de la sécheresse aidant, on a assisté à la disparition presque totale des herbacées vivaces.

De même on tend insensiblement à une homogénéisation de la strate ligneuse, de plus en plus marquée par l'importance de Balanites aegyptiaca et de Boscia senegalensis.

a: PROPRIETES PHYSIQUES

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
*0- 20	2.0	1.0	61.5	35.7	0.61	Sx	3.53	0.34	10.4
*65-100	1.5	2.5	62.5	33.2	0.11	Sx	2.66	0.07	9.4
**0-10	2.5	3.0	50.4	44.5	0.3	Sx	2.52	0.22	11.4
**80-100	2.5	1.0	55.7	40.7	0.1	Sx	0.92	0.07	13.1
***0-20	2.7	2.2	41.1	34.2	0.2	Sx	1.10	0.18	6.1
***50-1m	3.3	1.0	80.0	15.7	-	Sx	-	-	-

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							PH Fau	Caract.Hyd	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
*0 - 20	1.74	0.25	0.12	0.15	2.26	2.4	94	6.0	-	-
*65- 100	0.8	0.25	0.05	0.20	1.32	1.5	88	5.9	-	-
**0- 10	1.33	0.46	0.08	0.07	1.94	1.9	SAT	6.5	1.65	0.87
**80-100	1.16	0.40	0.05	0.10	1.71	1.5	SAT	7.2	1.06	0.64
***0-20	0.76	0.45	0.08	0.01	1.30	1.7	70	6.5	2.3	1.40
***50-1m	0.72	0.48	0.02	0.01	1.23	1.5	82	6.2	1.9	0.90

*: Dunes rouges fixées du lac de Guiers.

** : Dunes alluviales hautes fixées.

***: Dunes alluviales basses remaniées.

3.2 - GROUPEMENTS DES DUNES CONTINENTALES SAHELO-SOUDANIENNES.

3.2.1 - PHYTOCENOSE A SCLEROCARYA BIRREA ET POLYCARPEA LINEARIFOLIA.

3.2.1.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Ce groupement recouvre les sommets et pentes faibles de "l'erg ancien". Il s'agit en général des "Diors" développés sur les formations du Continental Terminal. On les observe dans le Ferlo, entre les vallées sèches du Saloum et du Boundoum. LEPRUN (1971).

Le peuplement ligneux, de type arbustif, est caractérisé par un recouvrement très lâche. La combinaison spécifique représentative assez constante, est composée de Sclerocarya birrea, souvent en peuplement pur et généralement associé à Combretum glutinosum et Guiera senegalensis. (SOUS-GROUPEMENT L VB1 ; Tableau 9b).

Au niveau de la strate herbacée la combinaison spécifique représentative également constante renferme plusieurs espèces dont Polycarpea linearifolia, Spermacoce radiata, Indigofera diphylla et Trichoneura mollis. Toutefois, d'autres espèces à moindre fréquence sont toujours présentes. Ce sont des espèces rudérales et posculturales (SOUS-GROUPEMENT H7B1, Tableau 10c.)

D'une manière générale, les caractéristiques analytiques suivantes caractérisent les sols de cette phytocénose. La texture très sableuse en surface, dénote une légère tendance au lessivage de l'argile s'agissant en profondeur. Les teneurs en matière organiques sont très faibles alors que l'acidité est faible tant en surface qu'en profondeur. Le degré de saturation en bases avoisine la saturation.

3.2.1.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

a: PROPRIETES PHYSIQUES

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0- 25	4.5	7.5	53.9	34.7	0.41	SX	2.3	0.20	11.5
75-100	8.0	5.3	50.9	35.1		SL			

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							H Eau	Caract. Hyd	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF 3	pF 4.2
0 - 25	1.66	0.84	0.07	0.01	2.58	2.20	sat	6.1	2.84	1.60
75- 100	1.36	1.66	0.04	0.02	3.08	3.20	96	7.0	3.31	1.86

3.2.2 - PHYTOCENOSE A TERMINALIA AVICENNOIDES ET INDIGOFERA ASPERA.

3.2.2.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Elle colonise les pentes et bas de pentes de "l'ERG RECENT", en particulier lorsque ces stations subissent un léger enrichissement en élément fin avec tendance à l'engorgement.

Du point de vue du peuplement ligneux, cette phytocénose diffère de la précédente par le remplacement de *Sclerocarya birrea* par *Terminalia avicennoides*, *Entada africana* et *Prosopis africana*. On note également la présence certaines herbacées vivaces telles que *Sida ovata* et *Stylosanthes mucronata*. (SOUS-GROUPEMENT LVB2 ; Tableau 9b).

Au niveau de la strate herbacée annuelle, deux types de communautés caractérisent cette phytocénose. Elles sont liées, au sous-groupe à *Blepharis linariifolia* et *Merremia tridentata* d'une part (SOUS-GROUPEMENT H7B2 ; Tableau 10c) et par le SOUS-GROUPEMENT à *Indigofera aspera* d'autre part. (SOUS-GROUPEMENT H7B3 ; Tableau 10c).

L'analyse mécanique très proche de la précédente, montre une texture sableuse à sablo-limoneuse. Le pH moyennement neutre à neutre en surface tend à devenir acide en profondeur. On note une faible variation du rapport sable fin/sable grossier (1,5 à 1,8). Les sables fins sont toujours en faible quantité, avec toutefois un léger enrichissement en argile en profondeur.

TABLEAU 9 - ANALYSE FLORISTIQUE ET ECOLOGIQUE.

a: PROPERTIES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0-20	4.5	7.5	53.9	34.7	0.41	SY	2.3	0.2	11.5
45-100	8.0	5.3	50.9	35.1		SL			

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							H Eau	Caract. Hyd	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF 3	pF 4.2
0- 20	0.82	0.58	0.07	0.01	1.48	2.3	SAT	6.0	2.84	2.55
45-100	0.53	1.00	0.03	0.01	1.49	1.7	54	5.1	1.63	1.04

3.3 - GROUPEMENTS DES DUNES CONTINENTALES SOUDANO-SAHELIENNES.

Il constitue la limite septentrionale des groupements végétaux mésophytes du domaine soudano-sahélien. Selon la

topographie s'individualisent deux types de phytocénose.

3.3.1 - PHYTOCENOSE A ANDIRA INERMIS ET SPERMACOCE STACHYDEA.

Elle occupe les stations situées en bas de pente des dunes ogoliennes ou dunes rouges faisant la transition entre les sols subarides et les sols ferrugineux tropicaux.

La combinaison spécifique représentative de la phytovénose est marquée par la présence de plusieurs espèces transgressives soit sahélo-soudaniennes soit soudano-sahélienne. Du coup, il est très difficile de lui associer un groupe particulier. Toutefois, le type de communauté qui s'en dégage, s'avère largement constitué d'espèces hémicryptophytes comprenant en dehors de Andira inermis des espèces telles que Sporobolus festivus, Kyllinga pumila, Waltheria indica et Cyperus rotundus. (SOUS-GROUPEMENT L IVA ; Tableau 9b).

Ces stations sont également caractérisées par un drainage interne moyen à médiocre, favorisant l'installation d'espèces herbacées représentée par Spermacoce stachydea, Digitaria gayana, Brachiaria xantholeuca, Sporobolus microprotus et Eulbostylis barbata. (SOUS-GROUPEMENT H7A2 ; Tableau 10c).

3.3.2 - PHYTOCENOSE A ANDIRA INERMIS ET TOPYRIS GLOCHYDIATA.

3.3.2.1 - COMPOSITION FLORESTIQUE ET ECOLOGIE.

Elle se rencontre dans les stations à relief dunaire marquées dont la strate ligneuse est presque exclusivement à base de variantes de dégradation à Combretum glutinosum et Gajen senegalensis, Acacia senegal, Acacia raddiana. Seule Andropogon africanus manifeste une tendance préférentielle à cette station. (SOUS-GROUPEMENT L IVB ; Tableau 9b).

Quatre types de peuplements d'herbacés annuels ont été identifiés dans cette phytocénose, notamment :

- Dans les jachères se différencie un type de communauté à affinité avec des espèces de jachères et messicoles comprenant Ipomaea pes-tigridis, Ceratoteca sesamoides, Commelina forskalei, Phyllanthus pentandrus, Ipomaea vagans et Cenchrus prieurii. D'autres espèces de moindres fréquences ont été également inventoriées. (SOUS-GROUPEMENT H VIB ; Tableau 10b).

- Les zones de pacages où le sol très meuble en raison de l'intensité du piétinement abritent une végétation nitrophile composée essentiellement de Zornia glochydiata et Alysicarpus ovalifolius. (SOUS-GROUPEMENT H VII D1 ; Tableau 10c).

- Dans les zones où le sol est plus compact, le type de communauté précédent est remplacé par des espèces post-culturelles dont Schoenfeldia gracilis, Dactyloctenium aegyptium et Kohautia grandiflora. (SOUS-GROUPEMENT H VII D2 ; Tableau 10c).

- Quelques tâches d'*Aristida adscencionis*, *Crotalaria retusa* et *Panicum pansum* forment un type de communauté de sciaphytes localisé au pied des arbustes et sous l'ombrage des couronnes d'arbres. (SOUS-GROUPEMENT H VIII B1 et B2 ; Tableau 10d).

3.3.2.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Les sols analysés correspondent aux sols brun-rouges, modal en position de sommet et intergrade des sols ferrugineux tropicaux associés à des positions interdunaires et de drainage moyen à médiocre. Bien que la texture d'ensemble reste sableuse, les seconds se différencient par un léger enrichissement en éléments fins. Ils sont faiblement acides et présentent un complexe absorbant saturé ou proche de la saturation en surface. Le calcium représente la plus grande partie de ces bases échangeables. La capacité de rétention est généralement très faible.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %	
	A	I	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N . C/X
*0 - 10	6.2	5.7	40.8	16.3	0.17	Sx	2.70	0.15. 15.0
*60 - 100	7.3	1.6	17.5	11.7	0.19	Sx	1.10	0.07. 15.7
**0 - 20	2.3	0.8	58.0	29.3	0.53	Sx	3.06	0.31. 9.9
**80 - 100	2.5	-	59.6	37.8	0.12	Sx	0.70	0.06. 11.7

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							PH Eau	Caract. Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF 3	pF 4.2
*0 - 40	1.42	0.36	0.05	0.01	1.84	1.5	SAT	5.7	1.90	1.60
*60 - 100	0.20	0.40	0.03	0.01	0.64	1.2	53	4.7	2.1	1.80
**0 - 20	1.16	0.42	0.12	0.11	1.81	2.0	91	6.2	2.30	2.01
**80 - 100	0.70	0.09	0.02	0.06	0.87	1.2	73	5.8	2.60	2.20

*: Interdunes des Dunes rouges, **: Sommet de Dunes rouges

4 - GROUPEMENTS MESOPHYTES DES STATIONS A SOLS INDURES.

Ils ont été classés dans l'Unité syntaxonomique de rang supérieur à *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*, supportant les groupements végétaux des plateaux cuirassés du Continental Terminal, très répandus dans la partie méridionale

du Sénégal. Trois grandes unités de végétation ont été différenciées:

4.1- PHYTOCENOSE A COMBRETUM MICRANTHUM ET CASSIA MIMOSOIDES.

4.1.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Cette phytocénose englobe les mares temporaires localisées sur les cuirasses du plateau du Continental Terminal. On y trouve des espèces termitophiles ou liées à la présence de l'eau.

Les peuplements ligneux sont à dominante de termitophytes parmi lesquelles on compte Combretum micranthum et Feretia apodanthera auxquelles est associé un cortège d'espèces herbacées vivaces tel qu'il en ressort du tableau synthétique. (Tableau 9c).

Dans la zone étudiée, les termitières ne sont jamais élevées et c'est surtout lorsqu'elles sont mortes et transformées en dômes aplatis que s'installe ce type de communauté. Sur ces taches généralement stériles, la végétation herbacée annuelle est plutôt sciaphyte, s'installant dans les parties basses et ombragées comprenant de surcroît: Cassia mimosoides, Chloris pilosa (SOUS-GROUPEMENT L VII A , Tableau 9c).

4.1.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0- 15	33.4	4.2	39.2	4.0	1.30	LAS	7.50	0.64	11.7
60-80	46.9	8.4	33.0	10.4	0.39	ASx	2.20	0.32	6.9

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hyd	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
*0 - 15	2.58	1.05	0.05	0.13	3.81	4.3	89	9.0	4.00	3.28
*60- 80	1.53	1.68	0.04	0.01	3.35	5.5	63	5.5	17.2	12.9

Le sol est de type ferrugineux tropicaux à action d'hydromorphie à texture limono-argilo-sableuse en surface et argilo-sableuse en profondeur. A cette variation verticale de la texture, correspond également une variation du C/N. L'acidité encore marquée reste cependant moyennement acide. Le complexe absorbant est encore moyennement saturé.

4.2 - GROUPEMENT A COMBRETUM NIGRICANS ET DIHETEROPOGON HAGUERUPII

4.2.1 - SOUS-GROUPEMENT A FAIDHERBIA ALBIDA ET CASSIA MIMOSOIDES

4.2.1.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Le sous-groupe est particulièrement lié aux terrains cultivés dans la partie occidentale du domaine soudano-sahélien où il colonise les systèmes sableux plus ou moins dunaires, s'élevant sur le plateau gravillonnaire rencontré parfois sur les flancs des vallées fossiles. Dans ces stations Faidherbia albida est toujours accompagné d'Andropogon auriculatus et à des fréquences moindres par Sclerocarya birrea, Commiphora africana, Terminalia macroptera et quelques Balanites egyptiaca. (SOUS-GROUPEMENT L VII B, Tableau 9c).

La strate herbacée annuelle à base de végétation sciaphyte est constituée par la combinaison spécifique représentative du SOUS-GROUPEMENT à Cassia mimosoides et Chloris pilosa. (SOUS-GROUPEMENT H VI A2, Tableau 10b).

4.2.1.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

a: PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %	
	A	I	SE	SG	MOT	TEXTURE	C	N . C/N
0- 20	6.6	2.7	53.4	38.7	0.59	Sx	2.20	0.21. 10.4
80-100	23.5	0.3	46.3	29.1	0.19	LAS	1.10	0.19. 5.8

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
0 - 20	0.87	0.44	0.03	0.10	1.44	1.8	80	6.5	3.70	.2.00
80-100	0.73	1.27	0.03	0.08	2.11	4.2	50	5.7	9.8	.5.70

La texture sableuse en surface devient limono-argilo-sableuse en profondeur. Cette condition d'hydromorphie, influence la nature et la décomposition de la matière organique (C/N faible). Le pH est moyennement acide au niveau des horizons de surface et de profondeur. Parallèlement, le taux de saturation diminue.

4.2.2 - PHYTOCENOSE A PTEROCARPUS LUCENS ET LOUDETIA TOGOENSIS.

4.2.1.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

C'est la phytocénose typique des plateaux cuirassés plus du Continental Terminal et des débuts de pente ou "sanghare*". Pterocarpus lucens, Adenium obesum, Grewia tenax forment l'essentiel de la combinaison spécifique représentative. (SOUS-GROUPEMENT L VII C1, Tableau 9c).

Malgré une strate herbacée très peu variée, celle-ci est relativement homogène. Loudetia togoensis et Schizachyrium exile sont toujours présentes avec des fréquences nettement plus élevées, formant souvent des mosaïques monospécifiques. (VARIANTE H VIII C1, Tableau 10d).

4.2.1.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Cette phytocénose colonise les sols minéraux bruts d'érosion ou squelettiques (lithosols). Ces sols sont caractérisés par une texture limono-sableuse en surface et limono-argilo-sableuse en profondeur. Cet horizon est souvent mis à nu par ablation et on est surtout en présence d'affleurements localisés de la cuirasse. Le pH, moyennement acide en surface devient acide en profondeur. Le complexe absorbant, moyennement saturé est dominé par le calcium et le magnésium tout en surface qu'en profondeur.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat.Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0- 20	17.5	15.7	47.6	18.6	0.70	LSx	4.00	0.37	10.8
25-55	32.0	4.7	46.9	15.5	0.32	LAS	1.90	0.26	7.3.

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract.Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
*0 - 20	1.11	1.14	0.04	0.09	2.38	3.6	66	5.9	5.8	2.50
*25- 55	1.88	1.32	0.04	0.14	3.38	6.7	50	5.3	11.5	8.20

* Horizons avec gravillons et concrétions ferrugineuses.

4.2.3 - PHYTOCENOSE A GREWIA BICOLOR ET ELIONURUS ELEGANS.

4.2.3.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

Elle se trouve dans les stations à sols peu profonds. Quand le niveau gravillonnaire remonte très près de la surface, ce type se rapproche alors du précédent. Cependant, le gravillon n'affleurant que par tâches, il se forme dans les intervalles ou microdépressions humides des phénomènes d'hydromorphie donnant naissance à une végétation très contractée où le peuplement ligneux est représenté par la variante à Grewia bicolor. (SOUS-GROUPEMENT L VII C3 , Tableau 9c).

La combinaison spécifique représentative de la strate herbacée annuelle, relativement abondante, est constituée par les espèces du SOUS-GROUPE HVIII A1 ; Tableau 10d).

4.2.3.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

Sol jeune, peu profond, le matériau gravillonnaire est de texture limono-argilo-sableuse. Le rapport C/N, variant de 13 à 6, est une indication sur la bonne minéralisation en surface alors qu'elle est très faible en profondeur. Le complexe absorbant, très élevé en surface devient faible en profondeur.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %		
	A	L	SF	SG	MOT	TEXTURE	C	N	C/N
0 -20	24.2	21.5	24.9	27.8	1.13	LAS	6.50	0.48	13.5
*30-50	30.5	16.0	31.9	20.6	0.50	LAS	2.50	0.37	6.7

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZONS (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hydr	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF 3	pF 4.2.
0- 20	1.35	1.50	0.06	0.07	2.98	3.3	90	6.0	10.90	4.20
*30- 50	0.83	1.71	0.05	0.06	2.75	5.7	48	5.0	15.8	11.5

*:Horizons cuirassés

4.2.4 - PHYTOCENOSE A BOMBAX COSTATUM ET EVOLVULUS ALCINOIDES.

4.2.4.1 - COMPOSITION FLORISTIQUE ET ECOLOGIE.

La phytocénose se rencontre essentiellement dans les stations à pluviométrie déjà très élevée. Elle colonise soit les stations dunaires en majorité correspondant à des placages sableux ou cuirassés, soit les stations à glacis sur cuirasse relativement mais irrégulièrement profonde (Mosaïques).

Au niveau des peuplements ligneux, la phytocénose est dominée par le type de communauté à Bombax costatum et Dichrostachys cinerea, Adansonia digitata et Cadaba farinosa, ces dernières étant également très liées à la présence de la cuirasse. (SOUS-GROUPEMENT L VII C2 ; tableau 9c). La présence de la cuirasse en profondeur est à l'origine de cette hydromorphie temporaire, expliquant la présence de nombreuses espèces soudaniennes telles que Pterocarpus erinaceus et de nombreuses autres combrétacées. Lorsque le sol est mis à nu et que les affleurements latériques deviennent bien visibles, la strate herbacée est un tapis discontinu, peu dense à base de Evolvulus alsinoides, Spermacoce ruelliae, Sporobolus stolzii et Cleome gynandra. (SOUS-GROUPEMENT H VIII C3 ; Tableau 10d). Dans le type dunaire, le couvert ligneux relativement plus dense entraîne la présence d'espèces telles que Ctenium elegans, Fimbristylis hispidula, Crotalaria perottetii et Indigofera dendroides. (SOUS-GROUPEMENT H VIII C2 ; Tableau 10d).

4.2.4.2 - CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES.

a: PROPRIETES PHYSIQUES.

HORIZONS (cm)	GRANULOMETRIE %						Mat. Organique %		
	A	L	SF	SG	MT	TEXTURE	C	N	C/N
*0- 15	2.3	3.5	67.1	26.7	0.34	SN	1.80	0.19	10.0
*65-95	4.8	1.3	61.1	32.3	0.12	SN	0.70	0.12	5.8
**0-20	11.8	8.0	50.9	28.5	0.59	LSN	3.40	0.26	13.1
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
**70-100	37.5	4.7	34.9	20.6	0.31	ASN	1.80	0.27	6.7

b: REGIME NUTRITIF ET CARACTERISTIQUES HYDRIQUES.

HORIZON (cm)	Bases échangeables meq/100g sol							pH Eau	Caract. Hyd	
	Ca	Mg	K	Na	S	T	V%		pF3	pF4.2
*0 - 15	0.66	0.93	0.03	0.01	1.63	2.0	82	6.1	2.00	1.20
*65- 95	0.49	0.52	-	0.02	1.03	2.9	36	5.2	3.3	2.50
**0- 20	0.87	1.59	0.03	0.07	2.56	3.5	73	5.7	7.40	1.80
**70-100	0.84	2.10	0.05	0.15	3.14	5.3	59	5.4	14.1	11.2

*: Placages sableux sur cuirasse enfouie ; *: glaciis cuirassés.

Le passage des types dunaires aux glaciis cuirassés, se traduit au niveau de la texture par le passage des sols sableux aux sols limono-sableux et même argilo-limoneux. Le stock de matière organique est faible (< 1 %) Le rapport C/N indique une

matière organique bien décomposé (10 à 13) en surface mais très faible en profondeur. Le complexe absorbant décroît rapidement en profondeur et le pH est toujours moyennement acide.

4.3. - GROUPEMENTS A *PTEROCARPUS ERINACEUS* ET *CORDYLA PINNATA*.

Ils représentent la limite méridionale du Ferlo sahélien et marque le début du domaine soudanien, intéressant très peu la région étudiée. Caractérisée presque exclusivement par des formations sablo-argileuses ou grés-argileuses du Continental Terminal, ces groupements recouvrent, sur une épaisseur assez variable les formations de l'éocène moyen que l'on observe sur deux types de stations différenciées issues de l'analyse factorielle des correspondances.

En l'absence d'éléments d'interprétation, il nous était impossible de procéder à une analyse approfondie des ces groupements que nous n'avons pas étudiés personnellement. Les données de la bibliographie disponible nous ont permis de dégager les principales caractéristiques de ces groupements.

4.3.1 - PHYTOCENOSE A *LANNEA ACIDA* ET *AMMANIA AURICULATA*.

Elle colonise les mantoux sableux plaqués sur la cuirasse se trouvant généralement à moins de 60 cm de profondeur, où la végétation ligneuse reste marquée par le sous-groupement à *Lannea acida* et *Sterculia seligera*. (SOUS-GROUPEMENTS I VIII A ; Tableau 10c).

La strate herbacée comporte quelques espèces très rares tel qu'il a été indiqué du tableau synthétique. (SOUS-GROUPEMENTS I VIII C1 ; Tableau 10d).

4.3.2- PHYTOCENOSE A *ANOGEISSUS LEIOCARPUS* ET *PENNISETUM PEDICELLATUM*.

Elle se rencontre dans les thalwegs et dépressions des axes d'écoulement des cours d'eau. Les sols présentent des phénomènes d'hydromorphie à faible profondeur d'où il en résulte un peuplement ligneux composé de *Anogeissus leiocarpus*, *Stereospermum kunthianum* et *Strychnos spinosa*. Une liste plus exhaustive est fournie dans le Tableau 9c.

La strate herbacée relativement dense comprend deux types de communautés d'herbacées annuelles représentée respectivement par le SOUS-GROUPEMENT à *Pennisetum pedicellatum* et *Andropogon pinguipes*. (SOUS-GROUPEMENTS H VIII C4 ; Tableau 10d).

V. - VALEUR FOURRAGERE DES PHYTOCENOSES.

En dehors des potentialités génétiques du cheptel, l'amélioration de la productivité animale dépend en grande partie des conditions du milieu parmi lesquelles l'alimentation occupe une place prépondérante. A ce titre, l'analyse des modalités d'utilisation des ressources fourragères sur la base de leur valeur fourragère s'impose. Elle est abordée dans cette partie de

notre travail.

1. METHODOLOGIE.

La production consommable équivaut à la quantité de matière sèche par unité de surface et susceptible d'être ingérée par les animaux. C'est elle qui intéresse l'éleveur d'autant que, les espèces des groupements végétaux ne sont pas toutes consommées et qu'on enregistre des pertes diverses soit par piétinement soit par souillures par les fécès. Ces pertes ont été évaluées à 75% pour la saison des pluies et 25 à 30% pour la saison sèche. LHOSTE et TOUTAIN (1978).

11. EVALUATION DE LA PRODUCTION PRIMAIRE.

La production végétale, exprimée en quantité de matière sèche, est en général évaluée soit directement par des méthodes destructrices (pesées) soit indirectement par des méthodes non destructrices fondées sur des estimations d'ensemble avec des moyens aussi divers que l'utilisation de la télédétection, des estimations par modélisation. (Travaux du Projet CSE*).

111. METHODES DESTRUCTRICES.

Nous nous sommes attachés, au niveau de chaque relevé, une mesure de la biomasse épigée des herbacées par coupes à la surface du sol. Selon le degré de recouvrement de ce dernier les prélèvements varient de 17 à 20 coupes effectuées sur des placettes de 1 m². LEVANG et GBOUTIS (1982) ; FOUDET (1981, 1982, 1983). Les résultats sont exprimés en matière sèche, après séchage à l'air libre pendant plusieurs jours ou à l'étuve (105°C).

112. METHODES NON DESTRUCTIVES

Parmi les méthodes d'estimation de la biomasse épigée, certaines notions ont été largement exposées. Pour la notion du biovolume ou de la ptytomasse, les éléments à prendre en considération sont la hauteur et la superficie recouverte par le couvert végétal. DESCOINGS (1976).

Au Ferlo l'application de cette méthode s'avère peu fiable et d'application difficile en raison de la structure en mosaïque des communautés herbacées annuelles.

L'introduction de la télédétection dans l'estimation des ressources naturelles a connu un grand développement au cours des dernières années. CSE et UTIS (*). Ces structures, fonctionnelles depuis les années 1980, produisent des documents cartographiques, de suivi et de gestion des ressources fourragères du Ferlo.

Dans cette même direction, nos investigations personnelles ont été orientées à la recherche de modèles d'estimation de la production primaire en relation avec le bilan hydrique. Nous y reviendrons dans la troisième partie.

12. DETERMINATION DE LA VALEUR FOURRAGERE.

La valeur fourragère d'un groupement végétal représente la capacité de ce dernier à satisfaire les besoins en matières nutritives de l'organisme animal. Elle rend compte de la valeur énergétique et protidique des différents types de communautés végétales.

Cette valeur fourragère peut être la valeur d'une ou plusieurs espèces dominantes ou la valeur globale du pâturage. Le HOUEROU (1983). Elle est définie après analyse bromatologique des différentes espèces récoltées et interprétation selon les tables en usage et permettant, selon les normes établies de pouvoir juger de la valeur nutritive d'un fourrage à un moment donné. BOUDET (1975), BOUDET ET RIVIERE (1967), (1975).

En milieu sahélien, l'unité de travail étant donc celle du bétail tropical (UBT) ou animal équivalent à un bovin de 250 kg de poids vif, les différentes normes d'appréciation actuellement en application sont consignées ci-après. BOUDET (1975).

a - NORMES D'INTERPRETATION DE LA QUALITE FOURRAGERE.

Valeurs limites	UF				MAD gr			
	< 0.15	0.16 à 0.50	0.51 à 0.60	> 0.61	< 25 à 34 gr	26 à 53 gr	35 à 53 gr	> 53
	1	2	3	4	1	2	3	4

1: Médiocre 2: Moyenne 3: Bonne 4: Excellente

b - NORMES D'INTERPRETATION DU TAUX DE SATISFACTION DES BESOINS D'ENTRETIEN ET DE PETITS DEPLACEMENTS.

	UF	MAD en gr
Entretien	2.3	125
Petits déplacements	0.4	26
Entretien et petits déplacements	2.7	151

c - NORMES D'INTERPRETATION DU TAUX DE SATISFACTION DES BESOINS DE CROISSANCE.

Gain pondéral (gr)	UF				MAD gr			
	100	200	300	500	100	200	300	500
Apport minimum	3	3.4	3.7	4.3	168	186	204	239

d - NORMES D'INTERPRETATION DU TAUX DE SATISFACTION DES

BESOINS DE PRODUCTION LAITIERE.

	UF				MAD gr			
Production journalière	11	21	2.51	31	11	21	2.51	31
Apports minimums	3.1	3.5	3.7	3.8	211	271	299	331

e - NORMES D'INTERPRETATION DU TAUX DE SATISFACTION DES BESOINS en OLIGO-ELEMENTS.

Eléments minéraux	Calcium	Magnésium	Phosphore	Potassium	Sodium
Normes	12,5 g	6,9 g	7,5 g	10,6 g	5 g

Dans la pratique, tout fourrage n'apportant pas des valeurs au moins égales à celles citées ci-dessus n'assurent donc pas les besoins des animaux.

13 - CAPACITE DE CHARGE ANIMALE.

La capacité de charge d'un type de communauté végétale, représente la quantité de bétail que peut supporter cette unité de végétation sans perturber celle-ci et permettant au bétail de rester en bon état voire prendre du poids ou produire du lait au niveau des stations correspondantes. Elle dépend de la quantité et de la qualité du fourrage produit, permettant alors au bétail d'extérioriser son potentiel économique. VALENZA et al (1965).

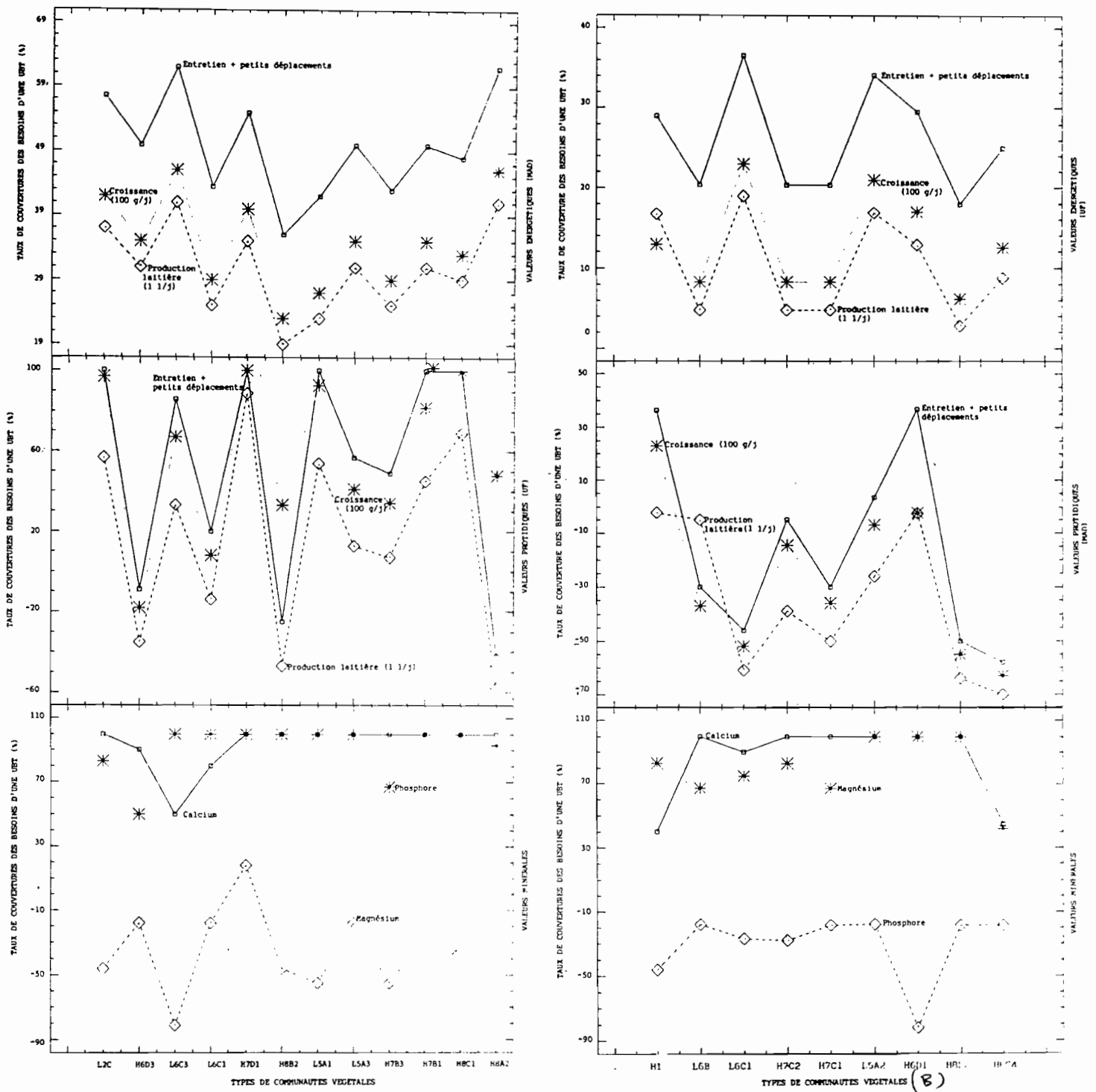
La capacité de charge s'exprime généralement de trois façons différentes:

- en nombre de journées de pâture par hectare.
- en nombre d'hectares par UBT pour une période donnée. (Saison sèche ou saison des pluies).
- en nombre d'UBT par hectare pour une période donnée. (Saison sèche ou saison des pluies).

La capacité de charge est, au préalable déterminée soit sur la base de la valeur énergétique ou protidique soit selon la production exprimée en matière sèche.

2.- RESULTATS D'ANALYSE

Les prélèvements en vue des analyses bromatologiques ont été tous réalisés en même temps que les relevés floristiques. Les analyses ont été mises à notre disposition par le laboratoire de chimie de l'IEMVT. (Annexes 10a, b, c, d). Elles concernent uniquement les données de la fin de la saison des pluies autrement dit de la saison sèche.



A:

FIGURE 12. VALEUR FOURRAGERE DES TYPES DE COMMUNAUTES
 A: potentialités excellentes.
 B: potentialités bonnes.

connaître la valeur fourragère durant tout le cycle végétatif et ce, jusqu'en période de saison sèche. Cela aurait permis de mieux préciser l'allure de la variation des différentes composantes nutritives des phytocénoses étudiées. A défaut de disposer de ces éléments d'appréciation, une classification de celles-ci, sur la base de leur valeur fourragère a été tentée.

2.1 - PHYTOCENOSSES A POTENTIALITES EXCELLENTEES.

En saison des pluies, le rendement à l'hectare atteint 1160 kg de matière sèche. La valeur fourragère est estimée à 760 UF et 39 kg de MAD, soit une capacité de charge de 140 journées de pâture. L'examen de la Figure 11a établit un taux de couverture en, calcium et phosphore satisfaisant. Ces phytocénoses sont malgré tout caractérisées par une carance marquée en magnésium.

2.2 - PHYTOCENOSSES A POTENTIALITES BONNES

En moyenne la production à l'hectare atteint 1190 kg de matière sèche. Ces phytocénoses constituent un aliment ayant une valeur fourragère de 680 UF et 31 kg de MAD à l'hectare, ce qui permet une charge de 140 journées de pâture. Dans l'ensemble les besoins d'entretien et de déplacement sont normalement couverts. (Fig. 12a).

Par contre les besoins de production et de croissance ne sont pas systématiquement couverts et le déficit peut varier de 10 à 50% par rapport aux normes. Comparée aux phytocénoses précédentes on peut noter un taux de couverture satisfaisant en calcium et magnésium alors que le phosphore constitue l'élément déficitaire. (Fig. 12b).

2.3 - PHYTOCENOSSES A POTENTIALITES MOYENNES.

La production à l'hectare de ces phytocénoses peut atteindre 990 kg de matière sèche, correspondant à une valeur fourragère de 500 UF et 17 kg de MAD. Mais cette quantité de matière sèche, si elle permet une charge de 120 journées de pâture, ne couvre pas pour autant tous les besoins de l'animal de référence. Ces phytocénoses fournissent effectivement un aliment très énergétique, mais pauvre en matières azotées digestibles tout en présentant un rapport MAD/UF = 34, donc faible. Compte tenu de ce déficit en matières azotées, la capacité de charge passe à 110 journées de pâture, nécessitant un complément protidique pour équilibrer la ration. Riche en calcium, ces phytocénoses demeurent très pauvres en magnésium. (Fig. 13a).

2.4 - PHYTOCENOSSES A POTENTIALITES MEDIOCREES.

Elle peuvent produire en moyenne 900 kg de matière sèche à l'hectare en fournissant 350 UF et 3 kg de MAD. L'examen de la Figure 13b, montre que ces phytocénoses constituent un aliment assez médiocre ne permettant de nourrir l'UBT que pendant 108

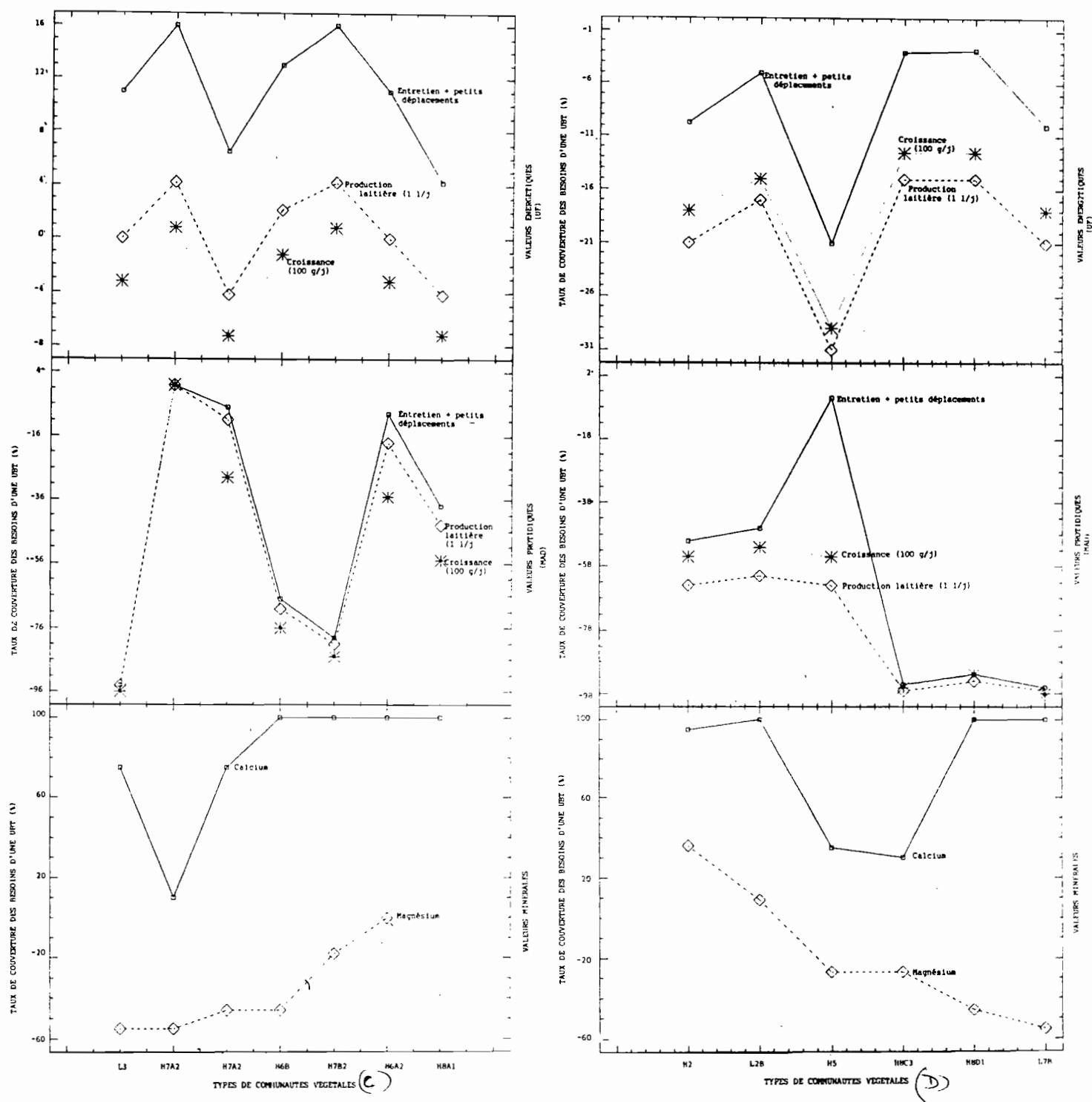


FIGURE 13. VALEUR FOURRAGERE DES TYPES DE COMMUNAUTES
C:potentialités moyennes.
D:potentialités médiocres.

journées en saison sèche. Le déficit de ces phytocénoses en éléments nutritifs limite cette charge à 20 journées au lieu de 108 journées.

3. - DISCUSSIONS.

Une grande différence peut être constatée sur les courbes de la variation de la composition chimique et fourragère des phytocénoses du Ferlo. (Figures). En dehors de celles liées aux mares, cette variation s'explique par le fait qu'elles sont liées à des conditions stationnelles très variées. Un autre fait, non négligeable réside dans l'importance des fluctuations des pluies. De façon générale, les mois d'Août et de Septembre sont les mois où les pâturages sont de bonne qualité. Dès Novembre, la valeur fourragère baisse de façon particulièrement sensible, notamment en ce qui concerne les matières protidiques digestibles (MAD).

L'apport énergétique par la ration est jugé satisfaisant pour les besoins de l'UBT en saison des pluies et au début de la saison sèche. Pour cette raison, la composante ligneuse joue un rôle déterminant dans la ration du cheptel. Pour ce qui est de l'apport azoté, il est insuffisant pour couvrir les besoins d'entretien et de production des animaux même en saison des pluies. On note un apport suffisant en calcium quel que soit la saison. Cet apport est par contre insuffisant pour le phosphore même en saison des pluies, entraînant un déséquilibre du rapport calcium-phosphore. Par ailleurs, les apports en magnésium et potassium sont corrects dans l'ensemble et même largement supérieur pour le potassium.

CONCLUSION

Dans son état actuel, il semble hors de doute, que le Ferlo sera encore voué pour longtemps à l'élevage de type extensif et, à ce titre, l'amélioration de la productivité animale dépendra en grande partie des conditions précaires du milieu où le bétail tire l'essentiel de son alimentation.

Avec une orientation purement phytosociologique, l'approche méthodologique développée dans la présente étude, est destinée à cerner au mieux les conditions prépondérantes du milieu, de surcroît susceptibles d'expliquer les possibilités fourragères des phytocénoses en vue de tirer le maximum de profit possible des ressources naturelles. La réalisation d'une telle étude, ne serait possible qu'en procédant à de nombreuses études d'impact, tel que l'influence des feux de brousse, du surpâturage, de la sécheresse etc).

Les insuffisances constatées sur la connaissance des potentialités fourragères nous a conduit à envisager des études expérimentales permettant de jeter les bases d'une meilleure compréhension du fonctionnement des phytocénoses du Ferlo et de rechercher à établir des modélisations fiables. Tel est l'objet de la troisième partie.

<i>TROISIEME PARTIE</i> <i>FONCTIONNEMENT DES PHYTOGENESSES</i>

TROISIEME PARTIE

FONCTIONNEMENT DES PHYTOCENELOSES

INTRODUCTION

Plusieurs méthodes d'évaluation de la production primaire ont été proposées exprimés en gégéral par les concepts aussi divers que ceux de la biomasse, de la production primaire et de la productivité. LEMEE (1978), GOUNOT (1969). Il y'a lieu cependant de préciser que si l'élaboration de la matière organique résulte principalement de l'assimilation chlorophyllienne , par contre notre compréhension limitée des processus physiologiques des plantes spontanées ,devait conduire à des travaux de modélisation dont l'objectif vise à réaliser des estimations correctes des potentialités fourragères aussi bien des peuplements herbacés annuels que des ligneux.

Mais la production primaire est aussi un processus dynamique qui , pour en obtenir une description rigoureuse de l'interaction des facteurs du milieu , nécessite de nombreuses mesures faites à des intervalles de temps définis.

L'indigence de tels renseignements, pourtant nécessaire pour juger du fonctionnement des phytocénoses, est à l'origine de ce chapitre qui n'a cessé de nous préoccuper depuis 1985 et constitue par ailleurs le cadre d'exécution du projet que nous avons mené grâce au financement de la Fondation Internationale de la Science (FIS). Nous avons , en particulier étudié les communautés herbacées annuelles ,mais l'importance qu'occupent les ligneux fourragers dans l'alimentation animale devait aussi nous conduire à réfléchir aux voies et moyens permettant de prendre en compte leur intégration dans les calculs de charge.

1.- STRATEGIE DE MISE EN PLACE DES COMMUNAUTES HERBACEES.

1. - CHOIX DES SITES EXPERIMENTAUX.

Les travaux de terrain ont été réalisés au Centre de Recherches Zootechniques de Dahra (CRZ). Les raisons ayant conduit à ce choix sont de plusieurs ordres.

En premier lieu, elles tiennent à la possibilité de travailler sur une toposéquence suffisamment représentative des conditions géomorphologiques prédominantes au Ferlo, notamment en relation avec la juxtaposition de dunes et de dépressions sableuses plus ou moins humides en hivernage et servant souvent de "refuges" pour la plupart des espèces à exigence écologique marquée vis à vis de l'eau. Ce choix est également motivé par la présence de parcelles à clôture étanche contre les animaux en divagation et la présence d'un forage puissant permettant de réaliser quelques irrigations d'appoint.

A ces éléments visiblement avantageux, il faut apporter une précision importante dans la mesure où, réalisée sur les principaux types de communautés végétales concernées, cette étude nous aurait entraîné à de grands déplacements d'un point à un autre du Ferlo surtout pendant l'hivernage où les conditions d'accès des sites sont souvent rendus difficiles. Ces difficultés doublées de la faiblesse des moyens humains a entraîné des conséquences limitatives au moment de mettre en exécution le protocole.

C'est après une longue familiarisation avec le terrain, qui s'est étendue durant deux saisons des pluies (1985 et 1986), que la méthode de travail telle qu'elle a été menée en 1987 a été conçue, l'organisation d'ensemble étant le fruit d'expériences accumulées qui ont surtout permis de prendre conscience des erreurs de mise en place antérieures.

2. - MATERIELS ET METHODES.

2.1 - CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES.

Pendant longtemps, la connaissance et l'évaluation chiffrée de la population de graines a été une grande préoccupation pour tous ceux qui s'intéressent à l'étude dynamique des peuplements herbacés annuels. Il s'agit en général d'informations parfois difficiles à obtenir pour plusieurs raisons que nous avons essayés de décrire.

Quelques références bibliographiques permettant de mieux situer ces différents obstacles. WENT et WESTERMARK ARD (1949), travaillant dans la Death-Valley Californienne ont prélevé en surface 330 cm² de sol pour mettre ensuite en culture 1/5 de l'échantillon (65 cm² soit 20 %). Ils obtiennent à partir des levées, la population des graines viables par unité de surface (m²).

En France GUYOT (1960), décape sur une profondeur de 8 à 10 cm, une surface de sol de 500 cm². Comme précédemment, il procède à la mise en culture dans des pots, ce qui permet de déterminer l'effectif de graines ayant donné une germination.

En Grande Bretagne, HERPER (1960), ne précise pas l'épaisseur de son prélèvement mais seulement la surface égale à un pied carré soit approximativement 930 cm².

Au Sénégal, la seule étude intéressante ce sujet a été abordée par BILLE (1974). Cet auteur effectue un prélèvement sur une surface presque identique à la précédente soit 900 cm² pour une épaisseur de 6 à 8 cm. De plus, les valeurs obtenues proviennent d'un tri contrairement aux autres.

Signalons toutefois, que le manque d'uniformité entre ces différentes démarches, tiennent d'une part au contexte différent pour chacun d'eux et d'autre part à l'utilisation qui était faite de ces résultats. Dans tous les cas, il ne semble pas y avoir

"d'a priori" en ce qui concerne la taille de l'échantillon, bien souvent celle ci est obtenue par une approche empiriques.

Par rapport aux travaux qui viennent d'être analysés, les échantillons utilisés dans ce travail correspondent d'abord à des prélèvements plus réduits: 100 cm² en surface et 100 cm³ en volume. Ils sont pris à deux niveaux correspondants à une épaisseur de 6 cm. A ce sujet l'expérience montre par ailleurs, au delà de cette profondeur, que les graines ne participent plus que très faiblement à la mise en place du tapis herbacé.

En considérant l'unité de référence la plus usitée (1e m²), nos échantillons présentent un rapport de 1/100e en surface et 1/300e en volume. Etant donné la méthode d'échantillonnage ainsi utilisé, les résultats présentés par la suite seront toujours en relation avec un volume de sol de 60.000 cm³ (1 m² X 0,6 m).

2.2.- DISPOSITIF EXPERIMENTAL.

2.2.1.- SUR LE TERRAIN.

POSITION TOPOGRAPHIQUE		Q U A D R A T S							
		A V A N T	I	T	ARROSAGE		REMANENTES		A P R E S
					+ 5 mm	+10 mm	+10 mm	0 mm	
		E	QL	QT	QA5	QA10	QB10	QB0	E
S I T E S	SOMMET DEDUNE	E5	QL						E5
	MI-PENTE	E4	QL	QT	QA5	QA10	QB10	QB0	E4
	BAS DE PENTE	E3							
	REPLAT	E2	QL						E2
	BORD DE DEPRESSION	E1	QL	QT	QA5	QA10	QB10	QB0	E1
	FOND DE DEPRESSION	E0	QL						E0

TABLEAU 11. DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE GROUPE ET DE COMPORTEMENT DES HERBACEES ANNUELLES.

Sur le terrain, la conduite des observations a été conduite sur sept sites disposés de manière échelonnée le long d'une toposéquence (TABLEAU 11).

Au niveau de chaque site ont été implantés des quadrats de 1 m² disposés perpendiculairement à la pente de la toposéquence. Les quadrats correspondent respectivement à :

- un quadrat d'observation des germinations (QL).
- un quadrat d'observation servant de témoin (QT).
- un quadrat recevant par arrosage 5 mm d'eau par semaine (QA5).
- un quadrat recevant par arrosage 10 mm d'eau par semaine (QA10).
- un quadrat de simulation du piétinement par bêcheage avec apport d'eau de 10 mm/semaine (QB10).
- un quadrat de simulation du piétinement par bêcheage sans apport d'eau (QB0).

2.2.1 - AU LABORATOIRE.

Selon ce dispositif, les prélèvements de graines ont été opérés dans chaque site conformément au tableau récapitulatif. (TABLEAU 11).

Les échantillons de sol ont été recueillis à deux niveaux, dont l'un en surface et l'autre à 6 cm de profondeur. Ils ont été effectués en fin d'hivernage en deux étapes, dont la première immédiatement après l'arrêt des pluies pour le quadrat des germinations (QL), et plus tard, après dissémination des graines de l'année au niveau des autres quadrats QT, QA5, QA10, QB10, QB0.

Sur l'ensemble de ces prélèvements, il a été tenté une évaluation du stock grainier ainsi que du taux de germination et de la productivité. Au laboratoire, il a été confectionné d'abord une collection de graines de références pour faciliter la détermination des plantules. Pour ce faire les prélèvements de sol ont été rapportés au laboratoire et soumis à des arrosages dans des "germoirs" de 25 X 50 cm de côté sur de 20 cm de profondeur.

Arrivées à maturité, les graines ont été récoltées espèce par espèce, séchées à l'air libre pendant une semaine et conservées dans des flacons hermétiques. Cette collection a d'ailleurs été enrichie par les collectes que nous avons rapporté du Ferlo au cours des années suivantes.

Dès lors le travail de reconnaissance des graines provenant du dispositif mis en place au CRZ de Dahra a consisté à procéder à un tri en utilisant une tamiseuse "FRITSCH" sur laquelle était montée une colonne de tamis ainsi composée:

- Tamis de	33	avec ouverture de	1,6 mm
- "	32	"	de 1,25 mm
- "	31	"	de 1,00 mm
- "	30	"	de 0,80 mm
- "	29	"	de 0,63 mm

3. - RESULTATS ET DISCUSSIONS.

3.1 - EVALUATION DES GRAINES EN DEBUT D'HIVERNAGE .

Les données du Tableau 12 ,correspondent aux résultats de l'inventaire du stock de graines contenues dans des prélèvements de 1/300e de sol.Exprimé par unité de volume (m3),le stock de début d'hivernage, atteignant des valeurs très élevées et se chiffrent comme suit:

- Fond de dépressions (E0) = 76 600 graines.
- Bord de dépressions (E1) = 54 600 "
- Replat (E2) = 19 500 "
- Bas de pente dunaire(E3) = 54 900 "
- Mi pente dunaire (E4) = 43 500 "
- Sommet de dune (E5) = 54 300 "

SITES	Profondeur	E0	E1	E2	E3	E4	E5
NOMBRE D'ESPECE	1 cm	3	8	7	12	10	10
	6 cm	1	2	4	6	9	5
NOMBRE D'INDIVIDUS	1 cm	234	132	59	112	111	155
	6 cm	8	7	6	10	31	20

TABLEAU 12. QUANTIFICATION DES GRAINES EN DEBUT D'HIVERNAGE (1987).

3.2 - SUIVI D'HIVERNAGE.

Durant la période d'hivernage , il a été procédé à un recensement hebdomadaire des germinations pour les quadrats (QL) de chaque site ainsi que leur répartition spécifique. Les résultats consignés dans le Tableau 13 autorisent trois types de remarques .

3.2.1 - DENSITE DES GERMINATIONS.

Les germinations totales rapportées en nombre d'individus par mètre carré s'établissent dans l'ordre suivant :

- Fonds de dépression (E0) = 2732 individus pour 9 espèces
- Bord de dépression (E1) = 1808 individus pour 12 espèces.
- Replat (E2) = 1668 individus pour 19 espèces.
- Mi-pente dunaire (E4) = 2538 individus pour 12 espèces.
- Sommet de dune (E5) = 2184 individus pour 13 espèces.

Tel qu'il ressort de cette analyse,une première constatation, semble mettre en évidence le fait que les populations de graines et le nombre d'espèces présentes n'évoluent pas nécessairement dans le même sens.

3.2.2 - RHYTHME DES LEVEES.

L'apparition des germinations apparaît comme une manifestation brutale bien nettement localisée aux premières semaines de la saison végétative. Sur les cinq sites, le maximum des levées se situe à la quatrième semaine qui précède d'une manière générale, une réduction de celles-ci. (Tableau 14).

Par ailleurs les courbes cumuliées que nous avons tracées revêtent toutes la même allure très redressée dans le premier tiers de leur évolution, horizontales aussitôt après. (Fig 14).

SEMAINES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAUX	
													INDIVIDUS	ESPECES
FONDS DE DEPRESSION (E0)	376	88	1932	200	28	44	832	0	0	12	20	0	2732	9
BORD DE DEPRESSION (E1)	-	372	960	322	28	76	38	4	0	2	0	0	1802	12
REPLAT (E2)	312	280	560	260	184	32	12	16	0	4	4	4	1668	19
MI-PENTE (E4)	0	748	1076	432	10	30	26	12	0	196	54	4	2588	12
SOMMET DE DUNE (E5)	332	180	932	624	24	12	72	4	0	0	4	0	2184	13

TABLEAU 14. DISTIBUTION DES LEVEES PAR PERIODE ET PAR SITE.

PERIODES D'OBSERVATIONS				PLUIES		GERMINATIONS									
						E0		E1		E2		E4		E5	
				mm	%	nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
PREMIERE PERIODE	1°	27 au 30/07/87	14.3	38.8	95.2	376	0	312	0	280	748	1076	87.2	332	94.7
	2°	30 au 05/08/87	0.4			88								180	
	3°	05 au 13/08/87	116.7			1932								932	
	4°	13 au 20/08/87	10.6			200								624	
DEUXIEME PERIODE	5°	20 au 27/08/87	24.7	44.0	3.8	28	38	184	8.1	32	14.6	23	3.01	24	5.1
	6°	27 au 05/09/87	110.5			44								12	
	7°	05 au 12/09/87	8.3			832								72	
	8°	12 au 19/09/87	17.4			0								4	
	9°	19 au 26/09/87	1.7			0								0	
TROISIEME PERIODE	0°	26 au 03/10/87	46.4	17.2	1.2	12	0	2	0.1	4	0.72	54	9.8	0	0.18
	1°	03 au 10/10/87	15.0			20								4	
	2°	10 au 18/10/87	0.0			0								0	
TOTAUX				366mm		2732		1802		1668		2588		2184	

TABLEAU 14. MISE EN PLACE DES GERMINATIONS SELON LA QUANTITE DE PLUIES TOMBEES.

En précisant l'analyse du tableau 14, rapportant les données par unité de surface (m^2), on fait ressortir sur la base d'une division de la saison 1987 en trois périodes, la disjonction entre le maximum de levées situées dans la première période et

le maximum de pluies situées dans la seconde. (Fig. 14). Sur le plan écologique une telle situation paraît assez évidente. En effet, elle enseigne que très peu d'eau serait nécessaire pour le démarrage de beaucoup de germinations. Par contre, beaucoup d'eau serait requis pour entretenir les phases de croissance ultérieure.

3.2.3 - COMPORTEMENTS SPECIFIQUES.

Le dénombrement des levées sur les quadrats de germinations (QL) ont révélé, en ce qui concerne les espèces trois catégories qui se distinguent à l'intérieur de la saison au moment où toutes les plantules se mettent en place.

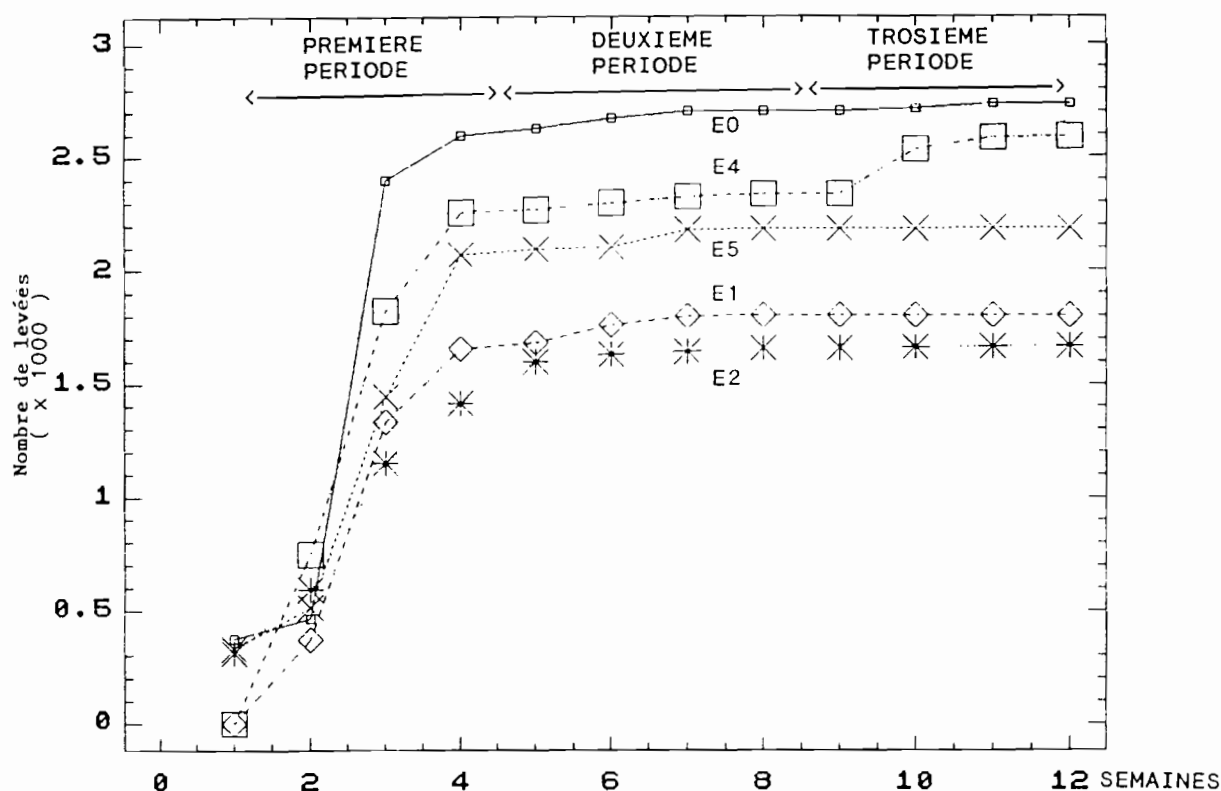


FIGURE 11. VALEUR CUMULEES DU NOMBRE DE LEVEES PAR SITE ET PAR UNITE DE SURFACE (m^2).

- La première catégorie est relative aux espèces dont la germination est limitée aux premières semaines. Il n'y a alors pratiquement plus de levées au delà de la cinquième semaine. Elle correspond aux groupes le mieux représenté en nombre d'individus et d'espèces parmi lesquelles: Merremia pinnata, Tribulus terrestris, Corchorus olitorius, Ipomaea pes-tigridis, Limeum viscosum, Limeum diffusum, Cerathoteca sesamoides,

Alysicarpus ovalifolius, Cenchrus biflorus et Eragrostis tremula.

- La deuxième catégorie comporte les espèces à germinations tardives ou qui n'apparaissent qu'après l'élimination des précédentes. En général les premières plantules ne sont pas visibles avant la quatrième semaine: Tragus bertheronianus, Schoenfeldia gracilis, Brachiaria ramosa et Indigofera astragalina.

- La dernière rassemble les espèces à germination étalée sur toute la saison végétative. Les levées apparaissent jusqu'à la limite de la saison lorsque par ailleurs il n'existe pas d'interruption supérieure à deux semaines. Cette catégorie est valable cependant pour de très nombreuses espèces parmi lesquelles: Gisekia pharnacioides, Cenchrus prieurii et Chloris prieurii.

En définitive, il apparaît que 90% des levées se produisent dans le premier tiers de la saison avec des variations mineures d'un site à l'autre. Par ailleurs, l'importance numérique de la troisième et de la quatrième semaine est due à l'interférence de comportements divers entre les trois catégories.

3.3 - INFLUENCE DE LA CROISSANCE PRÉLÈVE D'ÉTÉ SUR LA PROLIFÉRATION

Les deux premiers quadrats correspondant à l'incision de la quinzième semaine des quadrats (E1) et (E4) correspondent aux sites de la dépression, c'est à dire trois semaines après l'arrêt des pluies (7-11-87 ; Tableau 14).

Le comptage des individus en fin de cycle a été réalisé sur la moitié du quadrat ($1/2 \text{ m}^2$) tandis que sur l'autre les plantes ont été laissées sur pied en attendant la libération et la dispersion des graines de l'année en cours. Les installations comportent celles du Tableau 11 et les résultats concernent d'abord les valeurs brutes relevées sur chaque site. (Tableau 15).

SITES	Q1	Q45	Q410	QB10	QB0
BORD DE DEPRESSION (E1)	228	233	337	162	55
MI-PENTE (E4)	314	368	576	410	311

TABLEAU 15. RECENSEMENTS DES INDIVIDUS PAR QUADRATS ($1/2 \text{ m}^2$)

Ces valeurs prennent une signification plus intéressante si on elles sont mises en rapport avec le nombre total de levées enregistrées sur les mêmes sites. (Tableau 16). Pour une surface identique, 901 levées avaient été décomptées durant la saison des pluies au niveau des quadrats (Q1) et 1294 pour le quadrat (Q4).

(Tableau 13). Il apparaît donc une diminution sensible des effectifs qui peut être traduite en valeurs relatives sous la forme d'un rapport entre les individus des cinq quadrats et les levées totales du quadrat "QL". (Tableau 16).

SITES	QT	QA5	QA10	QB10	QB0
BORD DE DEPRESSION (E1)	25.8 %	25.8%	37.4%	17.9%	6.1%
MI-PENTE (E4)	24.3 %	28.4%	44.5%	31.9%	24.03%

TABLEAU 16. COMPARAISONS DES RESULTATS DES QUADRATS
EXPERIMENTAUX PAR RAPPORT AU QUADRAT TEMOIN.

Les constatations qui ressortent de ce bilan appellent trois types de remarques. Quel que soit le site considéré, il apparaît d'abord que le nombre de levées sur les quadrats où se pratique un prélèvement répété "QL" dépasse largement le nombre d'individus observés dans une végétation maintenue intacte. "quadrat témoin QT". Dans ce cas, le rapport est environ de 1 à 4. Il est presque sûr que l'enlèvement des levées récentes stimule la germination des graines encore en place. On a vu le même phénomène pour les cultures sarclées.

Pour les quadrats étudiés, les apports d'eau de 50 et 100 mm ajoutés aux pluies naturelles, modifient favorablement le bilan hydrique de l'année avec une augmentation de la réserve utile qui s'est étendue jusqu'en mois d'Octobre. Cet apport d'eau se traduit par une augmentation du nombre de plantes qui n'est assez bien visible que sur les quadrats ayant bénéficié d'un complément de 100 mm. On peut, du reste constater, que cette augmentation prend des proportions plus faibles sur les stations argilo-sableuses "E1" que sur sol sableux "E4".

Deux cas peuvent se produire à la suite du remaniement du sol par l'intensité du piétinement et du surpâturage. Dans la dépression "QB", le remaniement du sol provoque une chute brutale du nombre de plantes mais celle-ci semble être amortie par un arrosage d'appoint. (QB10). Sur la dune, l'effet du remaniement n'entraîne pas de variations notables sur le quadrat "QB", toutefois "QB10" n'atteint pas l'effectif de "QA10". (Tableau 11).

On peut retenir par conséquent que le piétinement a pour effet de provoquer un enfouissement trop profond d'une bonne partie du stock de graines.

En cas de germination la plantule n'a pas la possibilité de percer à la surface et l'individu se trouve éliminé. Le type de sol semble effectivement contribuer plus ou moins activement à gêner ce processus.

3.4 - CONSTITUTION DU TAPIS HERBACE.

Du point de vue statistique, la germination correspond au prélèvement d'une fraction du stock grainier en place. Autrement, dit, elle s'exprime par un taux issu d'un rapport entre les levées et la quantité de graines potentiellement aptes à germer, donnant la proportion dans laquelle s'est effectué le prélèvement.

3.4.1 - TAUX DE GERMINATIONS .

Comparés à la quantité des graines, les taux de germination paraissent dérisoires puisque moins de 1/10^e du potentiel en graines est prélevé pour la mise en place de la végétation annuelle. (Tableau 17).

Il faut également préciser que les levées observées dans les quadrats de germinations "QL" concernent les maxima ayant été recensées. Les autres quadrats auraient encore indiqués des taux plus faibles , de l'ordre de 1 à 2 % seulement.

En premier lieu, il ressort que la constitution d'un tapis herbacé nécessite l'activation de très petites quantités de graines au sol. (Tableau 17).

SITES	VOMBRE DE LEVEES PAR (m ²)	STOCK DE GRAINES (m ²)	TAUX DE GERMINATIONS %
FOND DE DEPRESSION (E0)	2732	72600	3.76
BORD DE DEPRESSION (E1)	1802	41700	4.32
REPLAT (E2)	1668	19500	8.55
MI-VERSANT (E4)	2588	43500	5.95
SOMMET DE DUNE (E5)	2184	54300	4.02

TABLEAU 17. TAUX DE GERMINATIONS SELON LES SITES.

Les résultats ainsi obtenus peuvent s'énoncer établissent l'existence d'une relation inverse entre les stocks grainiers et les taux de germination. Plus la quantité de graines est élevée plus le taux de germinations est faible et inversement.

Sur la toposéquence étudiée, on constate que le fond de la dépression (E0) a le taux de germinations le plus faible et le stock le plus important. A l'extrême la mi-pente (E4) montre une disposition contraire.

3.4.2 - CONTRIBUTION DES ESPECES.

D'une manière générale, les espèces herbacées confirment la relation déjà établies. En effet, les taux de germinations marquent une regression en rapport avec l'augmentation du stock de graines dans le sol. (Tableau 18).

ESPECES	QUADRATS					
	QL	QT	QA5	QA10	QB10	QB0
<i>Alysicarpus ovalifilius</i>	2.43	0.90	1.22	1.65	1.49	0.27
<i>Cenchrus biflorus</i>	1.86	0.56	0.18	0.55	0.41	0.19

TABLEAU 18. TAUX DE GERMINATION PAR ESPECE.

Dans le cas où le stock de graines atteint des valeurs très basses, on constate parallèlement un renforcement brutal des taux de germination qui prennent des proportions remarquables ainsi que l'illustre *Eragrostis tremula*. En effet pour un stock de 4800 graines on a observé de fortes germinations, soit un taux de 1.87%. Un stock de 200 graines permettrait par contre d'obtenir 21.33 % de germinations. Globalement les espèces sabéliennes réagissent de la sorte comme si elles cherchaient à rattrapper leur retard initial en multipliant leur production de graines.

3.4.3 - RELATIONS ENTRE LE NIVEAU D'ESPECES ET LA QUANTITE DE GRAINES ET DE GERMINATIONS.

SITES	QL	QT	QA5	QA10	QB10	QB0	TOTAL
FOND DE DEPRESSION (E0)	9						9
BORD DE DEPRESSION (E1)	12	12	11	12	13	13	21
REPLAT (E2)	19						19
MI-VERSANT (E4)	12	12	11	12	13		21
SOMMET DE DUNE (E5)	13						

TABLEAU 19. RECENSEMENT DES ESPECES DANS LES QUADRATS

SITES	E0	E1	E2	E4	E5
NOMBRE D'ESPECES	8	3	8	11	10

TABLEAU 20. RECENSEMENT DES ESPECES DANS LES ECHANTILLONS DE SOLS

En comparant la situation des divers sites on peut constater au départ que l'échantillonnage donne, d'une façon générale, des valeurs plus faibles que celles obtenues par observation directe des levées (Tableau 19 et 20).

Cependant cela ne modifie pas un fait majeur que l'on peut énoncer en faisant remarquer qu'avant la saison des pluies, le stock potentiel de graines correspondrait à un nombre déterminé d'espèces, à la suite de celle-ci, la quantité de germinations observées se répartit également entre un certain nombre d'espèces. Le premier terme demeure théorique car les deux éléments qui le composent proviennent d'une estimation et le second est réel car résultant d'une mesure directe à l'échelle du quadrat.

Pour un site donné, l'établissement d'un rapport entre le nombre d'espèces et les graines en place permet d'aboutir à un taux de distribution spécifique appelé théorique en raison de sa valeur essentiellement comparative (Tableau 21).

SITES	DEBUT HIVERNAGE		TAUX DE DISTRIBUTION DES ESPECES PAR STOCKS (%)
	STOCKS	NOMBRE D'ESPECES	
FOND DE DEPRESSION (E0)	72600	3	0.004
BORD DE DEPRESSION (E1)	41700	8	0.019
REPLAT (E2)	19500	8	0.041
MI-PENTE (E4)	43500	11	0.025
SOMMET DE DUNE (E5)	54300	10	0.004

TABLEAU 21. TAUX DE GERMINATIONS SPECIFIQUES THEORIQUES

De même, le rapport entre les espèces et la somme de leurs germinations indique ce que nous avons appelé le taux de distribution spécifique réel (Tableau 22).

SITES	NOMBRE DE LEVEES	NOMBRE D'ESPECES	TAUX DE DISTRIBUTION DES ESPECES PAR LEVEES (%)
FOND DE DEPRESSION (E0)	2732	9	0.33
BORD DE DEPRESSION (E1)	1802	12	0.67
REPLAT (E2)	1668	19	1.14
MI-PENTE (E4)	2588	12	0.46
SOMMET DE DUNE (E5)	2184	13	0.59

TABLEAU 22. TAUX DE GERMINATIONS SPECIFIQUES REELLES.

L'analyse qu'autorise ces deux tableaux se présente comme suit: en début de saison des pluies, plus il y avait de graines dans le sol et moins il avait fallu d'espèces pour les produire. Au cours de celle-ci, plus les levées sont abondantes et moins les espèces auxquelles elles appartiennent sont nombreuses.

L'inverse de ces deux énoncés se vérifie également. La connaissance d'une telle dynamique revêt un caractère important dans la compréhension des mécanismes de fonctionnement des communautés herbacées annuelles. Ainsi faut-il rappeler que l'augmentation de la quantité de graines se traduit par une réduction consécutive des taux de germination. Dans le prolongement de cette démonstration, il convient d'ajouter que la variation des taux de distribution s'accompagne dans le même sens des taux de distribution spécifique réel. En d'autres termes, plus le stock de graines est élevé, plus le taux de germinations est faible de même le nombre d'espèces représentées est faible.

On peut retenir de cette analyse une certaine tendance à l'enchaînement des comportements dynamiques des herbacées annuelles. De la graine à la plante en croissance, les densités observées pour l'une exercent un impact déterminant à la fois sur le nombre des individus et sur leur appartenance spécifique. Cependant il convient de ne pas perdre de vue qu'il s'agit de processus biologiques qui se vérifient dans une situation globale, mais auxquels les conditions du milieu apportent des spécificités dans le détail.

3.5 - EVALUATION DU STOCK DE GRAINES EN FIN DE SAISON DES PLUIES.

Une deuxième série de prélèvements d'échantillons de sol a été réalisé à la fin de la saison des pluies dans l'optique d'une nouvelle quantification du stock de graines du sol sur les

cinq sites. Ce prélèvement s'est opéré en deux temps, dès la douzième semaine pour les quadrats de germinations "QL" afin d'éviter leur contamination et d'estimer leur stock résiduel d'une part et à la vingt deuxième semaine (23/11/87) sur les quadrats restants, au moment où les graines ont libéré toute leur production de l'année. En ce qui concerne ces quadrats, le prélèvement s'est effectué sur la seconde moitié qui n'avait pas été inventoriée immédiatement après l'arrêt des pluies .

3.5.1. - RESULTATS.

SITES	E0	E1					E2
	QL	QL	QA5	QA10	QB10	QB0	QL
NOMBRE D'ESPECES	3	3	8	8	8	8	4
TOTAL	47	41	334	256	111	287	17

TABLEAU 23. QUANTITE DE GRAINES PAR ESPECES ET PAR ECHANTILLON DE SOL EN FIN DE SAISON DES PLUIES.

A partir de l'incertitude des échantillons présente dans le tableau 23, le calcul de la quantité des graines de chaque quadrat a donné les résultats consignés dans le tableau 24.

SITES	SAISON DES PLUIES (QL)	FIN DE LA SAISON DES PLUIES				
		QL	QA5	QA10	QB10	QB0
FOND DE DEPRESSION (E0)	72600	1400				
ECRP DE DEPRESSION (E1)	11700		100200	76800	33300	86100
REPLAT (E2)	19500	5700				
BAS PENTE (E3)	51900					
MI-PENTE (E4)	43500	35400	35400	56700	52800	51300
SOMMET DE DUNE (E5)	54300	15000				

TABLEAU 24. ETAT DES STOCKS DE GRAINES (1 m² x 0.6m).

L'interprétation des valeurs indiquées dans ce nombre de

réflexions. Tout d'abord il existe une forte réduction des effectifs constatés entre les deux périodes de prélèvements pour ce qui est des quadrats de germinations "QL".

L'intervention des germinations dont le taux est très bas, comme nous l'avons vu, ne peut expliquer seule cette baisse pour laquelle il parût nécessaire d'évoquer aux moins deux arguments. Le plus faible a trait au caractère non identique du site entre ces deux périodes. Par contre le second, plus plausible, semble être lié à l'élimination d'une partie des graines n'ayant pas germé pour diverses raisons liée soit à la consommation par les insectes, par les fourmis etc. En l'absence de production, le reliquat de graines présente dans le sol, résulte de la différence entre le stock initial et les germinations auxquelles s'ajoutent les graines qui, pour diverses raisons ont été soustraites du quadrat.

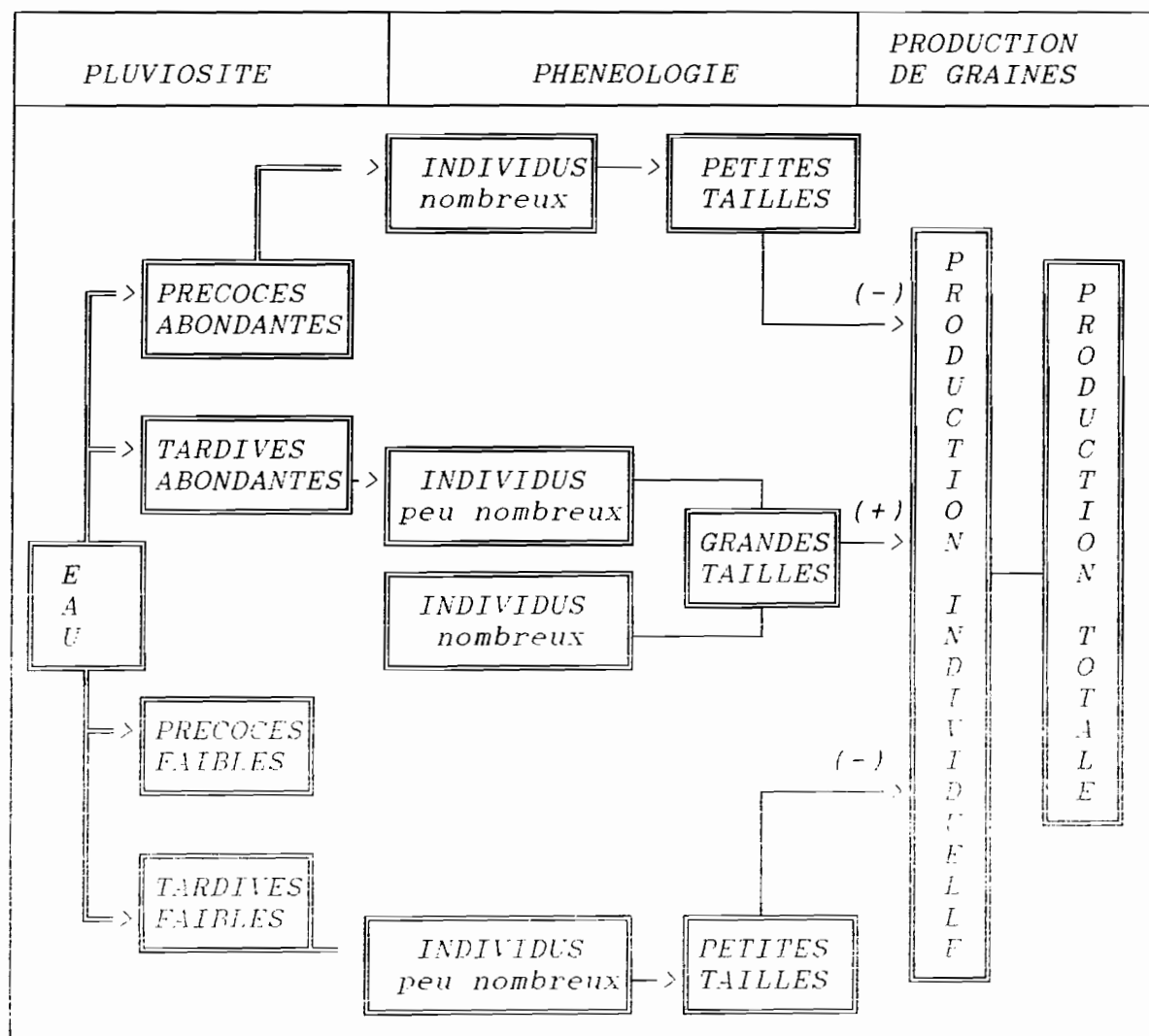
Selon les résultats ainsi obtenus (Tableau 24), le reliquat prend des proportions assez variables suivant les sites puisqu'il se situe au $1/5$ dans les fonds de dépressions (E0) soit 19%, autour du $1/4$ pour le sommet de dune (E5) et le replat (E2) soit respectivement 27 et 29 % du stock initial. En position de mi-pente (E4), le reliquat avoisine les $4/5$ soit 81% du stock de départ.

Cette fluctuation aurait dû être d'avantage développé. Mais, faute d'investigations dans ce sens, cet aspect n'a pu être envisagé. Sans trop insister dans les détails, les stocks enregistrés sur les autres quadrats font clairement ressortir une relation déjà évoquée sur le nombre d'individus et leur production de graines. En confrontant avec les données du Tableau 15, on s'aperçoit que ce sont les quadrats qui avaient le plus d'individus qui ont donné finalement le moins de graines avec seulement une exception au niveau du quadrat recevant 5 mm d'arrosage (Q15) au niveau de la mi-pente (E4).

3.5.2 - DISCUSSIONS.

Les travaux de Bille (1974), les seuls ayant été effectués au Sénégal, ont abouti à une valeur moyenne de 4 380 graines par m^2 . De la même façon que cela s'est posé à nous, les petites graines qui, par ailleurs sont numériquement les plus importantes ont été sous-estimées. Cette valeur est localement dépassée dans quelques uns de ses groupements pour lesquels il signale 11 940 graines par m^2 . Il faut signaler que par rapport à notre étude, ces valeurs sont obtenues uniquement sur le premier centimètre du sol en place. Il est à remarquer que, de notre côté, si nous n'avions retenu que le prélèvement de surface effectuée justement sur une tranche de sol à peu près égale, nous serions parvenus à des résultats comparables sur le plan numérique. En définitif les quantités que nous avons donné n'ont rien d'excessif, d'autant plus qu'il ne s'agit pas de moyennes mais de valeurs ponctuelles, échelonnées sur une toposéquence.

3 - FACTEURS DU MILIEU ET VARIABILITE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE.



(-):production faible (+):production abondante

FIGURE 15. IMPACT DE LA DISTRIBUTION DE L'EAU SUR LA PRODUCTION DE GRAINES DANS LES PHYTOGENOSES DES STATIONS SABLEUSES DU FERLO .

Stocks de graines et d'eau disponible conduisent à un schéma conducteur de la dynamique d'ensemble. Dans le premier cas, chacune des étapes a déjà fait l'objet de longues discussions permettant de dégager un seul constat . Quelle que soit la quantité de graines initialement en place, les herbacées ont une biologie très souple qui leur permet de tirer parti de toutes les conditions du milieu et de maintenir une production totale de graines à un niveau constant.

Quant à l'eau disponible dans le cas où il est le facteur prépondérant de la constitution du tapis herbacé, son influence n'est plus seulement quantitative, elle est également qualitative. (Fig. 15). En tenant compte des quantités d'eau apportées et de leur répartition dans le temps, il est

possible de tracer un schéma récapitulatif assez sommaire permettant de mieux situer la réalité fort complexe. Comme l'a déjà souligné BILLE (1973), " les graines sont maintenant considérées comme l'élément stable d'une strate herbacée éminemment variable et fluctuante au gré des conditions climatiques de l'année, leur ensemble a une valeur potentielle qui englobe toutes les possibilités de développement au cours de la saison de croissance".

La formulation mathématique de tous cette complexité des phénomènes biologiques, est l'aboutissement recherché dans ce travail. A ce stade, il aurait été plus intéressant de confier cette tâche à des spécialistes que nous ne sommes pas en la matière. Aussi avons nous développé nos recherches dans deux directions tendant à établir des modèles simples de prédiction de la production primaire en utilisant les données pluviométriques d'une part et le bilan hydrique, expression plus fiable que les pluies moyennes.

II.- ESTIMATIONS DES POTENTIALITES FOURRAGERES.

1.- LES COMMUNAUTES HERBACEES ANNUELLES.

1.1 - APPROCHE BASEE SUR LA PLUIE MOYENNE.

1.1.1 - APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE.

De nombreux auteurs ont cherché à établir des relations analytiques entre la biomasse épigée des herbacées annuelles et la pluie ou des indices se rapportant au bilan hydrique. BILLE (1977), CORNET (1981), BREMAN ET AL (1982), SICOT et GROUZIS (1981), LE HOUEIROU et HOSTE (1977).

Dans le cadre de la synthèse agrostologique réalisée dans le Nord-Sénégal durant les vingt dernières années, nous avons collationné une série de données relatives à des observations pluviométriques et de biomasse. Les résultats obtenus en utilisant les modèles disponibles traduisent une forte divergence. Ainsi pour une hauteur d'eau de 200 mm on obtient :

- 450 kg de matière sèche par hectare et par an, selon l'équation de Bille (1977).

- 620 kg de matière sèche par hectare et par an selon le modèle de Le Houerou et Hoste (1977)

- 900 kg de matière sèche par hectare et par an approximativement pour les équations Le Cornet (1981) et Breman et al (1982).

Les facteurs limitatifs de la généralisation de ces modèles sont liés essentiellement aux différents types de sols et éventuellement à leur niveau de fertilité. Breman (1982).

1.1.2 - MATERIELS ET METHODES.

1.1.2.1 - COLLECTE DES DONNEES.

Le compilation des documents agrostologiques relatifs à la région Nord du Sénégal a permis de recueillir depuis 1979, 611 données de biomasses effectuées par des observateurs travaillant en équipe et utilisant la même démarche méthodologique. VALENZA (1979, 80-81-82), DIEYE (1983 à 1986), GASTON (1980-1983), DIEYE et GASTON (1985-86-87).

1.1.2.2 - NOTION DE PLUIE UTILE.

Dans la pratique, on a longtemps considéré le mois comme unité de temps d'observations pluviométriques. A l'évidence, les moyennes mensuelles saisonnières, tout au moins en milieu sahélien, ne peuvent refléter la qualité de leur répartition dans le temps et dans l'espace encore moins les conséquences sur le cycle végétatif de la strate herbacée.

Pour conférer à la pluie une signification réellement biologique, il a été défini un certain nombre de notions relatives à la pluie utile ou efficace, équivalent à la quantité de pluies enregistrées, diminuées des pertes par d'évapotranspiration (ETP) à partir d'un certain seuil.

Les valeurs relatives à l'ETP ont été calculées sur une période de 7 ans d'après les mesures effectuées à Fatick, et à Fatick. CORNET (1971-77-78), DIEYE 1985-1986, en appliquant aux mesures d'évaporation, les coefficients de Penman (1971) soit 0,78 en saison des pluies et 0,65 en saison sèche. (Cf Chap. 2).

Très peu de renseignements existent dans la bibliographie concernant les pertes par ruissellement des sols sahéliens, à l'exception de quelques valeurs indicatives trouvées dans le Mémento de l'Agronomie (1980).

- Sol sableux : 5% de ruissellement et 40% de percolation (45%)
- Sol moyen : 40% de ruissellement et 10% de percolation (50%)
- Sol argileux: 15% de ruissellement et 5% de percolation (20%).

Les modalités de calcul de la pluie efficace, telles qu'elles sont exposées dans la bibliographie consultée, reposent sur deux paramètres : le ruissellement et l'ETP.

A propos de la percolation, les renseignements disponibles, tant du point de vue mesures que protocoles de détermination, sont rares, voire inexistant. Cependant, quelques formulations en ont été avancées. Ainsi, H. BREMAN et al. (1982) admettent que le ruissellement correspond approximativement à 35% de la hauteur de pluie moyenne considérée. Des estimations du ruissellement ont été tentées au Burkina Faso. SICOT et GROUZIS (1981). La quantité d'eau perdue par ce phénomène peut être connue d'après la formulation suivante :

$$LE = 0,40 P - 77,4$$

Avec $R = 0,91$; $N = 13$; $LE =$ ruissellement
 $P =$ pluie moyenne en mm

Pour ces mêmes auteurs , la pluie efficace peut être formulée comme suit :

$$Pe = aP - LE$$

Avec $Pe =$ pluie efficace ; $a =$ coefficient de proportionnalité ; $LE =$ ruissellement
 $P =$ pluie moyenne en mm

Il existe un deuxième principe de calcul utilisé entre autres par BOUDET (1982). Par hypothèse, on admet que la pluie efficace correspond à la quantité de pluie totale moyenne diminuée de la moitié de l'ETP. Toute quantité de pluie étant supérieure à 5 fois l'ETP est supposée perdue par ruissellement, et deux décades restées sans pluies annulent systématiquement la pluie précédente.

Pour des commodités de calcul et de disponibilité de données, nous avons retenu la deuxième définition de la pluie efficace pour laquelle les éléments de calculs sont plus accessibles.

1.1.3. - APPLICATIONS PRATIQUES.

Sur un effectif de 58 observations relatives à la biomasse et à la pluie, nous avons calculé la droite de régression dont les variables ont été collectées sur 27 stations du Ferlo et sur une période de 7 années (1974 à 1983).

$$P \text{ (Kg MS ha}^{-1}\text{)} = 3,2 + 138 \quad \text{avec } R = 0,5 \quad \text{et } N = 58$$

Cette droite de régression a permis d'obtenir les biomasses simulées pour la station de Labgar. Mais, on constate que la comparaison de ces biomasses simulées avec les biomasses réelles aboutit à rejeter toute hypothèse de similitude entre la distribution de ces variables. Par ailleurs, pour une quantité de pluies données, l'imprécision de ce modèle, pour estimer la biomasse se traduit par les écarts considérables par rapport à la production moyenne correspondant. L'importance de ces écarts peut être jugée en procédant à des tests dont celui de SOKAL et ROHLF (1969) (Fig.16). DIEYE (1983).

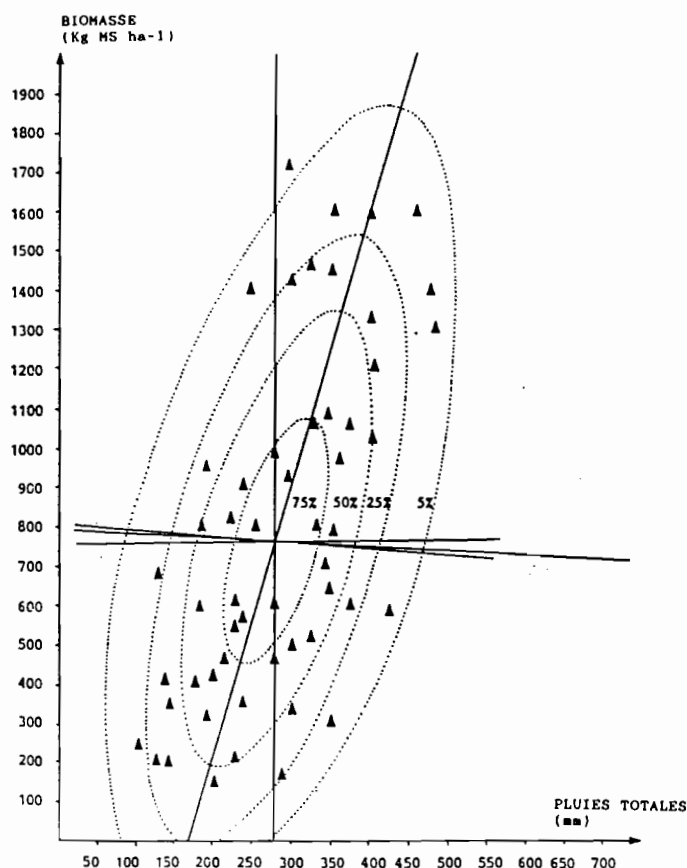


FIGURE 16. APPLICATION DU TEST DE SOKAL ET ROHLF A L'ESTIMATION DE LA BIOMASSE EPIGEE EN FONCTION DE LA PLUIE MOYENNE.

1.1.4 - DISCUSSIONS.

Sans nul doute, les modèles en question souffrent d'une insuffisance d'intégration des caractéristiques écologiques des phytocénoses. Les paramètres de base utilisés, telle que l'ETP s'avèrent incomplets. Dans la mesure où l'ETP ne traduit que les exigences du milieu, et non les besoins de la plante, et du fait de sa faible variation, la valeur de l'ETP/2 n'est qu'une approximation grossière des besoins hydriques de la plante.

La production primaire résulte aussi de l'impact des propriétés physiques et hydriques des sols. Ce n'est sûrement pas un fait du hasard si des écarts considérables sont constatés dans l'estimation de la biomasse selon la proximité des zones d'emprises des forages autrement dit de l'importance de la matière azotée. Ceci confirme ponctuellement l'hypothèse selon laquelle, le facteur déterminant de la production fourragère en milieu sahélo-saharien dépendrait non point de la pluviosité, mais plutôt de la fertilité des sols. BREMAN et al (1982).

1.2. - APPROCHE PAR LA METHODE DU BILAN HYDRIQUE.

Les études menées dans le Ferlo sénégalais depuis plusieurs années ont permis de mettre en évidence toute la complexité des mécanismes régissant la production primaire essentiellement à base d'herbacées annuelles. Parmi tant d'autres facteurs, l'eau joue un rôle particulièrement déterminant dans le processus de mise en place du tapis herbacé dont il importe d'en dégager l'impact non pas en relation avec la pluie moyenne, mais plutôt avec le bilan hydrique.

1.2.1.- PRINCIPE ET APERCU BIBLIOGRAPHIQUE.

La quantité de matière sèche produite par une plante relève d'un processus d'échanges d'énergie et de matière qui est liée à la transpiration, celle-ci, dépendant de l'offre et de la demande climatique. Alors que l'offre traduit ce que le système "sol-plante" est capable de céder à l'atmosphère, la demande climatique ou l'évapotranspiration potentielle (ETP), représente non pas les besoins de la plante mais les exigences imposées par le climat. BOUCHET (1965).

Ainsi, pour une saison végétative donnée, les besoins de consommation d'eau de la plante peuvent être évalués par le rapport entre l'évapotranspiration réelle ou maximale (ETR ou ETP_m) et l'évapotranspiration potentielle (ETP). Ce rapport constitue un indice d'humidité largement utilisé par les agronomes pour les besoins de suivis d'hivernage et de l'état des cultures. FOREST (1974), DANCETTE (1981), BROCHET ET GERBIFF (1978), FRERE ET POPOV (1979).

L'application d'une telle démarche aux peuplements herbacés annuels est rare voire inexistante. CORNET (1981). Grâce à la collaboration du service de bioclimatologie du CNRA* de Bambey, et en particulier avec les conseils de Dancette, nous avons envisagé de procéder à une évaluation aussi approchée que le permettaient les données expérimentales, en vue d'étudier l'influence de l'évolution du bilan hydrique sur la production primaire des herbacées annuelles.

1.2.2. - OBJECTIFS.

La méthode employée pour dresser le bilan de l'eau utilisable par les plante consistera à comparer, chaque décade, les besoins théoriques des plantes avec les disponibilités en eau.

Cependant l'évaluation des ressources en eau étant généralement limitée par le manque de données expérimentales, nous avons essayé d'y remédier en réalisant une simulation de pluie et d'analyser "in situ" l'impact des divers paramètres susceptibles d'être déterminant dans le processus d'élaboration de la production primaire. (paramètres climatiques, pédologiques et biologiques).

1.2.3.- MATERIEL ET METHODE.

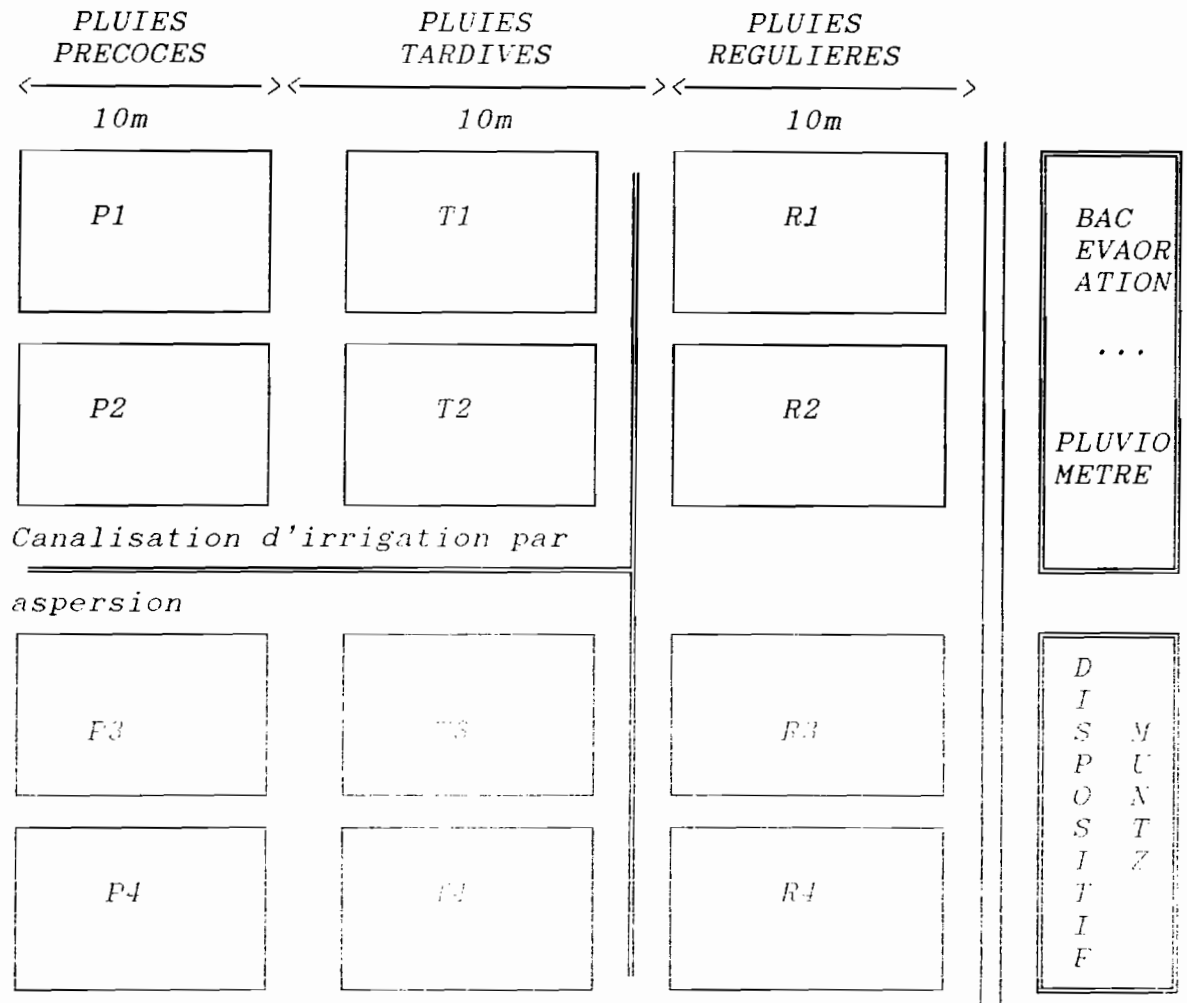


FIGURE 17 .DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE SIMULATION DES PLUIES PAR ARROSAJE , DE CARACTRISATION HYDRODYNAMIQUE ET DE MESURES DE BIOMASSE. (5x1m²)

Dans cette perspective, une des priorités accordée à notre travail a concerné particulièrement la caractérisation hydrodynamique des sols de la "station expérimental du CRZ de Dahra", travail réalisé en collaboration avec le service de pédologie de l'ORSTOM.

Dans le dispositif expérimental (Fig.17), deux types de mesures ont été effectuées, l'un consistant à déterminer les caractéristiques hydriques du sol (capacité de rétention, saturation apparente, porosité); l'autre à suivre l'évolution du bilan hydrique en conditions de simulation des pluies par arrosage à partir du forage du CRZ offrant un débit de 90 m³/h. Ces mesures ont été réalisés dans un premier temps de Janvier à Février 1985 et ensuite de Mai à Août 1987. La méthode de mesure est celle de la sonde à neutrons dont les principes généraux ont été largement développés par VACHAUD ET AL (1978), VACHAUD et AL

(1982). Le dispositif expérimental est un ensemble de trois blocs composés chacun de quatre parcelles de 10 m de côté et destinés à recevoir respectivement 3, 5, 10 et 15 mm. (Tableau.25).

	PLUIES PRECOSES (P)			PLUIES TARDIVES (T)			PLUIES REGULIERES (R)		
1=3mm	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j
	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS
	TOTAL : 57mm			TOTAL : 135mm			TOTAL : 57mm		
2=5mm	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j
	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS
	TOTAL : 95mm			TOTAL : 225mm			TOTAL : 95mm		
3=10mm	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j
	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS
	TOTAL : 140mm			TOTAL : 150mm			TOTAL : 140mm		
4=15mm	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j	1/2j	1/10j	1/20j
	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS	1 ^{er} MOIS	2 ^{ème} MOIS	3 ^{ème} MOIS
	TOTAL : 285mm			TOTAL : 675mm			TOTAL : 285mm		

TABLEAU 25. PLAN D'APPORT D'EAU PAR SIMULATION DES PLUIES.

Par ailleurs chaque bloc correspond à un scénario de distribution des pluies : pluies précoces, tardives, régulières. (Fig.17). Précisions que l'installation concernant les modalités d'arrosage a été étudiée et mise en place par le personnel de "BROSSETTE", société de la place spécialisée dans l'irrigation. Dans ce dispositif ont été mis en place un bac d'évaporation de type OSRTOM (version Colorado) et un pluviomètre. (Fig.17).

1.2.3.1. - CARACTERISATION HYDRODYNAMIQUE.

1.2.3.1.1. - DESCRIPTION DU PROFIL.

Le sol considéré est un sol de DIERI, sableux sur l'ensemble du profil :

- 0 - 15 cm : Sec, beige, sans tâches, à matière organique non directement décelable, aucune effervescence, sans éléments grossiers, texture sableuse à sable fin et grossiers ; structure particulaire, meuble, très fragile ; nombreuses racines fines, débris de charbon, activité moyenne, horizon à tendance lamellaire dans les 5 premiers cm - traces de travail du sol.
- 15 - 25 cm : Frais, beige, quelques tâches brunes de matière organique aucune effervescence, sans éléments grossiers, sableux, à sable fin et grossier, particulaire, meuble, très friable, quelques racines, activité moyenne.
- 25 - 100 cm : Frais, beige brunâtre, sans tâches, à matière organique non directement décelable, aucune effervescence, sans éléments grossiers, sableux à sable fin et grossier, structure particulaire, meuble, très fragile ; quelques racines fines, activité faible, transition nette.
- 100 - 150 cm : Frais, beige-rougeâtre, apparemment non organique, aucune effervescence, sans éléments grossiers, sableux à sable fin et grossier, particulaire, fragile ; pas de racines, activité faible.
- 150 cm : Frais, beige-rougeâtre, sans tâche, apparemment non organique, aucune effervescence, sans éléments grossiers, sableux, structure particulaire, activité nulle, matériel originel.

1.2.3.1.2.- RESULTATS ANALYTIQUES

Profondeur cm	0 - 15	15-25	25-100	100-150	150
Humidité	0.1	0.5	0.1	0.60	0.3
Argile	2.7	2.7	2.5	3.50	3.5
Limon fin	1.2	1.0	0.5	0.70	0.5
Limon grossier	1.5	1.2	0.5	0.50	0.5
Sable fin	53.8	61.1	55.7	54.80	53.9
Sable grossier	41.1	33.1	40.7	40.00	41.0
Total	100.4	99.6	100.0	99.60	99.7
Matière organique	0.4	0.2	0.10	-	
Carbone %.	2.2	1.1	0.92	-	
Azote %.	0.19	0.1	0.07	-	
P205 total %.	0.18	0.2	0.14	-	
PH eau 1/2,5	7.0	7.0	7.20	7.5	7.5
PH KC1 1/2,5	5.6	5.7	5.70	5.8	5.8
pF 2,8 H2O %	-	1.3	1.06	1.65	1.94
pF 4,2 H2O %	0.84	0.74	0.64	0.96	1.13
Densité apparente (cylindre)	1.61	1.61	1.57	1.56	1.56

1.2.3.2. - HUMIDITE A LA SATURATION.(S.A).

Profondeur cm	0 - 25	25-50	50-100	100-150	150-210
Stock m ³ /ha	700	800	1600	1700	1600
HV %	28	32	32	34	32

TABLEAU 26.STOCK D'EAU A LA SATURATION APPARENTE.

1.2.3.3.- HUMIDITE A LA CAPACITE DE RETENTION.(CR)

Profondeur cm	0 - 25	25-50	50-100	100-150	150-200
Humidité volumique à la CR en %	4,05	7,6	8,2	10,0	10,6
Volume d'eau à la CR m ³ /ha	101	190	410	500	530

TABLEAU 27. CAPACITE DE RETENTION A DIFFERENTES PROFONDEUR.

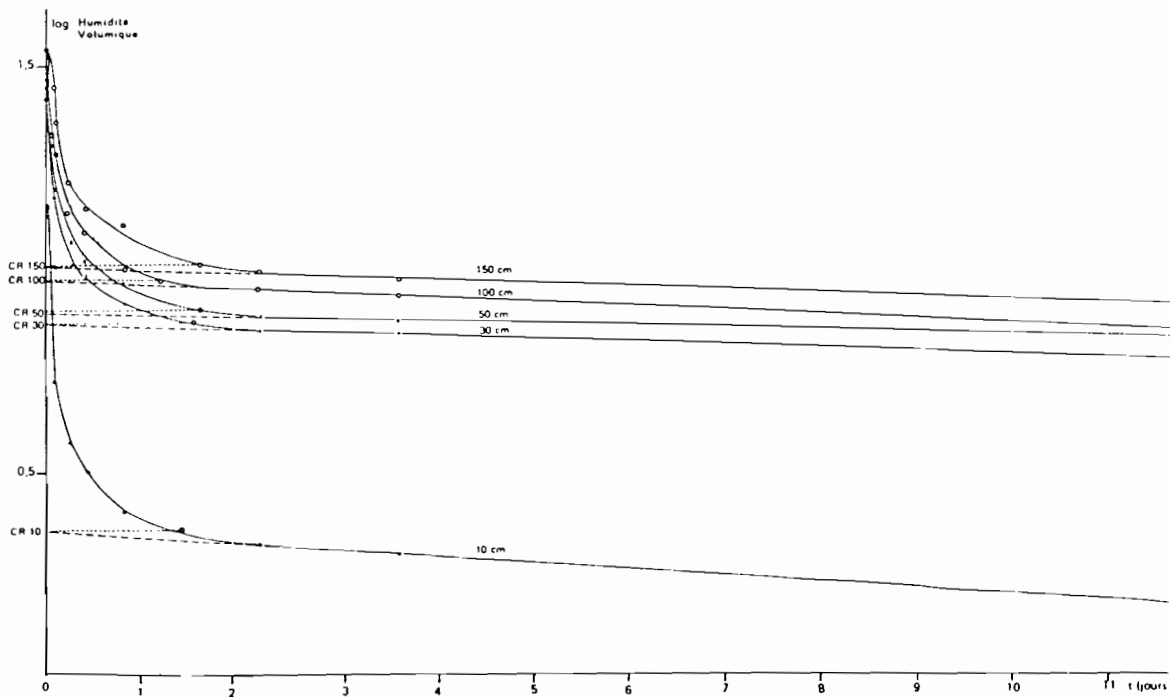


FIGURE 18. DETERMINATION DE LA CAPACITE DE RETENTION.

En reportant les valeurs des taux de comptages neutroniques ou des humidités volumiques en fonction du temps en coordonnées, semi-logarithmiques, la phase de cinétique lente ressort sous forme linéaire. Pour chaque profondeur l'ordonnée à l'origine de la droite donne la capacité de rétention. En reportant la valeur de la capacité de rétention ainsi déterminée sur les courbes $\text{Log HV} = F(t)$ on peut trouver la date à laquelle la capacité de rétention est atteinte pour la profondeur considérée. (FIG.18). Le tableau 27 donne les valeurs moyennes de la capacité de rétention par tranche de sol. ZANTE ET DIEYE (1985).

1.2.3.4.- RESERVE EN EAU UTILE (RU).

La réserve en eau utile est déterminée par différence entre le volume d'eau à la capacité de rétention et le volume d'eau à $pF\ 4,2$, correspondant au point de flétrissement permanent. Le Tableau 28 donne les valeurs de la réserve en eau utile pour différentes tranches de sol. ZANTE ET DIEYE (1985).

Profondeur cm	0 - 25	25-50	50-100	100-150	150-200
m3/ha RU	58	161	349	429	439

TABLPAU 28. RESERVE EN EAU UTILE.

1.2.3.5.- POROSITE.

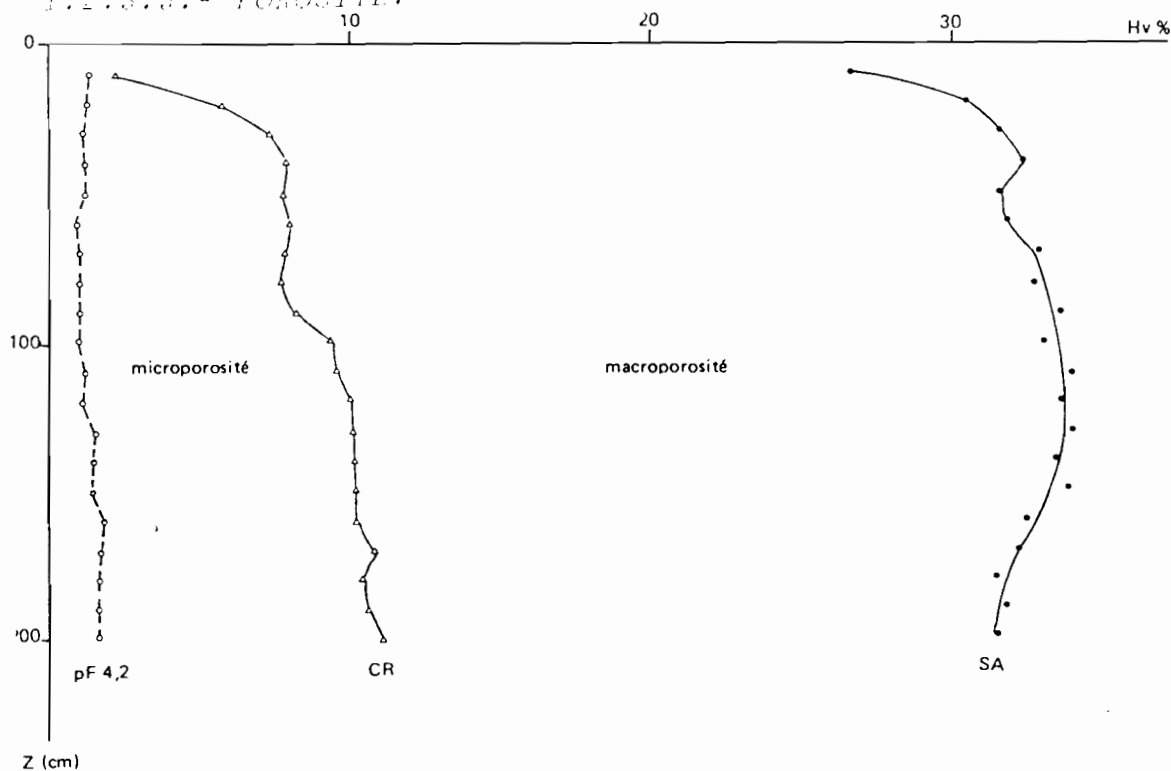


FIGURE 19. HUMIDITE VOLUMIQUE A LA CAPACITE DE RETENTION, A LA SATURATION APPARENTE ET AU $pF\ 4.2$ EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DU SOL.

La porosité totale du sol (P_t) qui correspond à la teneur en eau à saturation, se décompose en macro-porosité, correspondant à la cinétique rapide du ressuyage et en micro-porosité, celle-ci correspondant à la cinétique lente. La porosité disponible (P_d) est définie comme l'espace poral occupé par l'eau entre la saturation apparente et le pF 4,2. Elle est constituée par l'ensemble de la macro-porosité et la micro-porosité correspondant à la réserve en eau utile. ZANTE ET DIEYE (1985). (FIG.19).

1.2.3.6.- SUIVI DE L'EVOLUTION DU BILAN HYDRIQUE.

Des tubes placés dans chacun des 12 essais du dispositif expérimental et suivis tous les dix jours. Les mesures effectuées sur les essais où le suivi hydrique a été mené jusqu'à la fin de l'expérience montrent l'évolution de la réserve hydrique. Tout au long de l'expérience le profil est encore au dessus du point de flétrissement permanent sur toute la profondeur (Fig.20).

1.2.3.7.- DETERMINATION DE L'ETR.

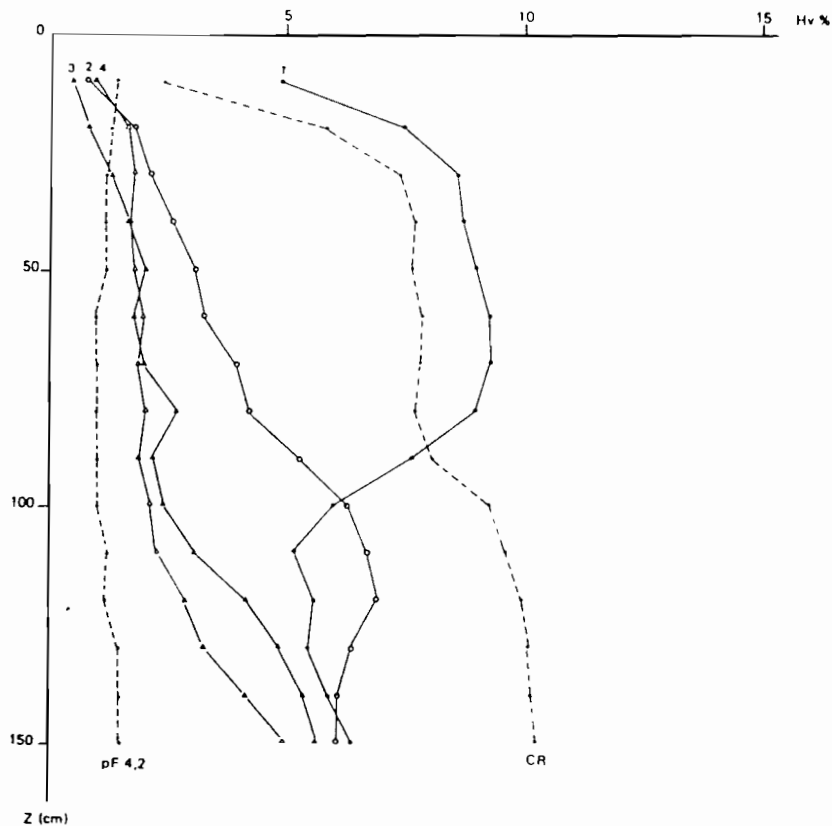


FIGURE 20. EVOLUTION DES PROFILS HYDRIQUES EN CONDITIONS EXPERIMENTALES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR.
(1=Mai .2=Juin .3=Juillet. 4=Août).

Appliquant aux mesures décadaires du bac d'évaporation les valeurs des coefficients cultureux expérimentaux (Tableau 29); DANCETTE (1981), PETIT ET POPOV (1979), utilisent une notion limite de l'évapotranspiration réelle (ETR) appelée évapotranspiration maximale.(ETM).

Décades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coef.cult (K')	0,58	0.65	0.71	0,78	0,84	0,88	0,91	0,93	0,95	0.85

TABLEAU 29 .BESOINS EN EAU " COEFFICIENTS CULTURAUX."

En se basant sur les mesures précédentes l'estimation de l'ETR obéit au schéma de décisions suivantes:

- On définit la variation de la réserve (R) qui sera positive ou nulle si la pluie est supérieure à l'ETM .

Elle est positive quand la réserve de la décade précédente est inférieure à la capacité de rétention (CR) du sol ; nulle quand la réserve de la décade précédente est égale à la capacité de rétention du sol.

Elle est négative ou nulle si l'ETM est supérieure à la pluie pentadaire, négative quand il existe une réserve de la décade précédente, nulle quand il n'existe pas une telle réserve.

- La réserve (R) est définie comme étant la somme algébrique de la réserve de la décade précédente et la variation de réserve de la décade en cours.

- L'évapotranspiration réelle (ETR) est égale à l'ETM quand la somme des pluies décadaires (P) et la réserve (R) est supérieure à l'ETM.Quand la dite somme est inférieure à l'ETM ,l'ETR est calculée en utilisant l'abaque de Eagleman par lequel on rentre par le coefficient de stress préalablement déterminé par " $r=R/CR$." (FIG. 21).

- Si la pluie (P) est supérieure à la somme de la variation de la réserve (R) et de l'ETR ; il y'a drainage.(DR).

- Le déficit d'eau équivaut à la différence entre l'ETM et l'ETR.

1.2.4. - RESULTATS

1.2.4.1.- PROGRAMMATION INFORMATIQUE ET CALCUL DE L'INDICE D'HUMIDITE.

Le programme rédigé pour exprimer le bilan hydrique en indices d'humidité intègre aussi bien les variables climatiques, pédologiques que biotiques.Pour les plantes herbacées annuelles une période végétative sera considérée comme " avortée " si elle

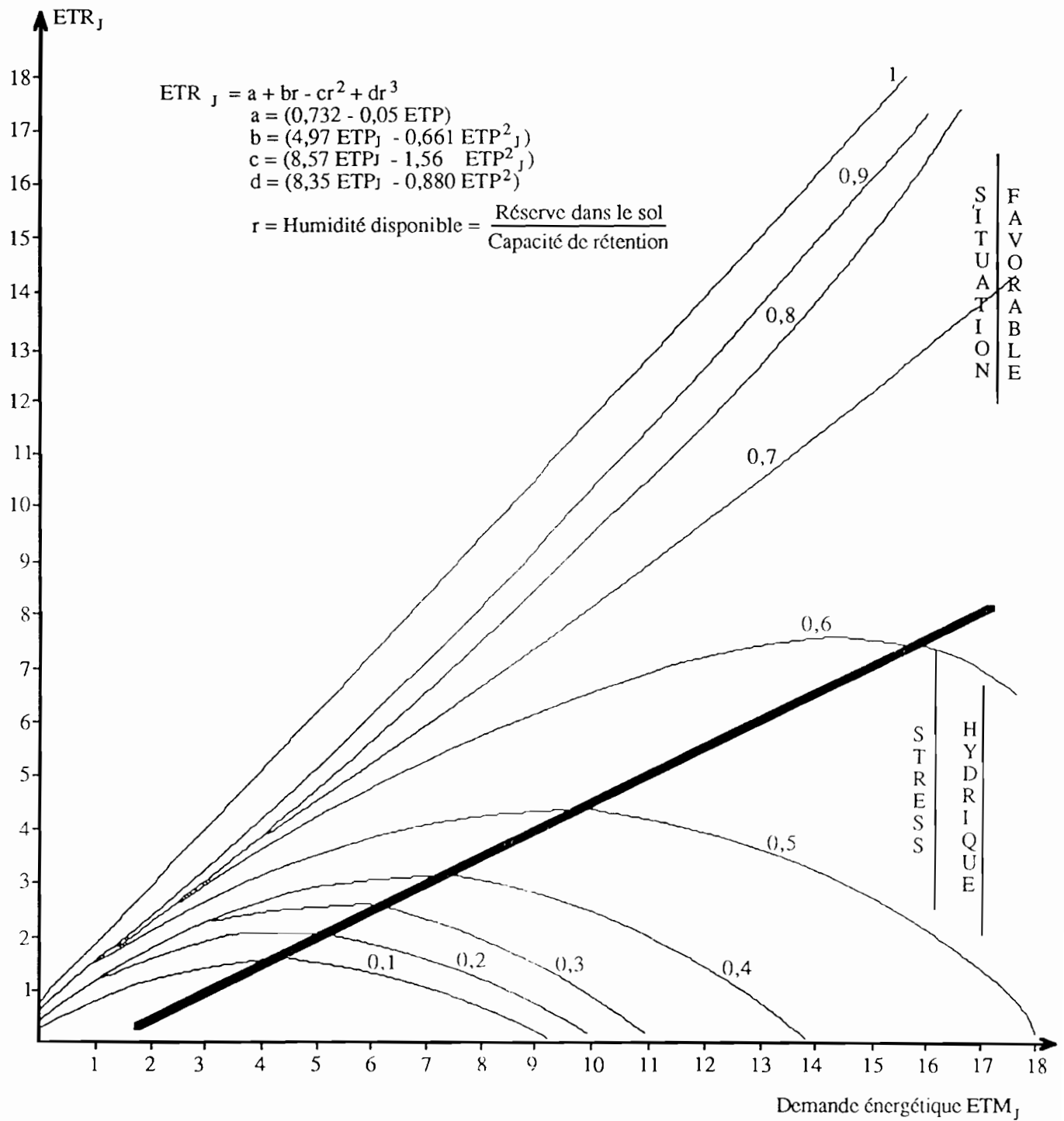


FIGURE 21. RELATION ENTRE L'ETR/j ET L'ETM/j EN FONCTION DE L'HUMIDITE DISPONIBLE. (FONCTION D'EAGLEMAN.)

est suivie par trois semaines de sécheresse et un cycle nouveau s'établira. Ce programme fonctionnera en trois étapes comportant :

- Une seule inconnue : la pluie quotidienne.
- Des constantes constituées par l'évaporation ou l'ETP, la capacité de rétention et "les coefficients cultureux", expression des besoins en eau des plantes".
- Des données à calculer : l'ETM, l'ETR, les coefficients de stress (r), le drainage, le déficit et la valeur moyenne de l'indice d'humidité.

1.2.4.2. - SIMULATION DE LA PRODUCTION PRIMAIRE.

De 1985 à 1987, les travaux expérimentaux menés au Centre National de Recherches Zootechniques de Dahra (CRZ) nous ont permis de collecter, à des intervalles de temps décennaux, 218 observations concernant les suivis de l'évolution de la réserve hydrique ayant permis de mettre en relation la biomasse épiquée d'une part et l'indice d'humidité d'autre part.

Sur une profondeur d'enracinement de 50cm, des corrélations satisfaisantes ont été mises en évidence entre cet indice d'humidité et la production primaire. Dans tous les cas la meilleure relation obtenue obéit à une fonction puissance établie entre la biomasse épiquée et l'indice d'humidité (FIG.22) ou du produit " IH x S.ETR). (FIG.23). Le modèle obtenu est du type :

$$\text{Log BM} = \text{Log A} + B \text{ Log X} \quad \text{soit} \quad \text{BM} = \exp(A) * X^B$$

Avec BM = Biomasse en Kg de Matière sèche par hectare.
(Biomasse dépendante)

A = L'ordonnée à l'origine (Il est égal à Log a).

B = La pente

X = La variable explicative (Indice d'humidité) ou
(IH x S ETR).

1.2.4.3. - CALIBRATION ET VALIDATION.

La comparaison des biomasses simulées par les deux modèles cités ont abouti à une légère sur-estimation dans le premier cas, et des différences peu significatives dans le second cas. Il faut préciser que ces résultats ont été déjà corroborés par les travaux de CORNET (1981); HANSK et al (1969) ; FRANQUIN (1981).

Nous avons par conséquent porté notre choix sur le deuxième modèle qui fait intervenir le produit " IH x S.ETR " afin de tester sa validité sur les données collectées de 1977 à 1985, autour des principaux sites de suivi continu. BOUDET (1979 à 1981), VALENZA (1977 à 1983), DIEYE (1983). (TABLEAU 30).

REGRESSION ANALYSIS - MULTIPLICATIVE. Model $Y=aX^b$.					
Dépendante variable			Indépendante variable		
Biomasse (Kg de Mat.Sèche Ha-1			Indices d'humidité. IH %		
Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob Level	
Intercept(a)*	- 0.11575	0.737799	- 0.156886	0.87976	
Slope(b)	1.6506	0.191209	8.6324	0.00006	
* The intercept is equal to Log a.					
ANALYSIS OF VARIANCE.					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-ratio	Pr.Level
Model	10.180333	1	10.180333	74.51826	0.00006
Error	0.956307	7	0.1366153		
Total (Corr.) 11.13664		8	R-squared = 91.41		
Correlation Coefficient = 0.956101					
Std.Error of Est. = 0.369615					

Biomasse
(Kg de Mat.S Ha-1.)

1000

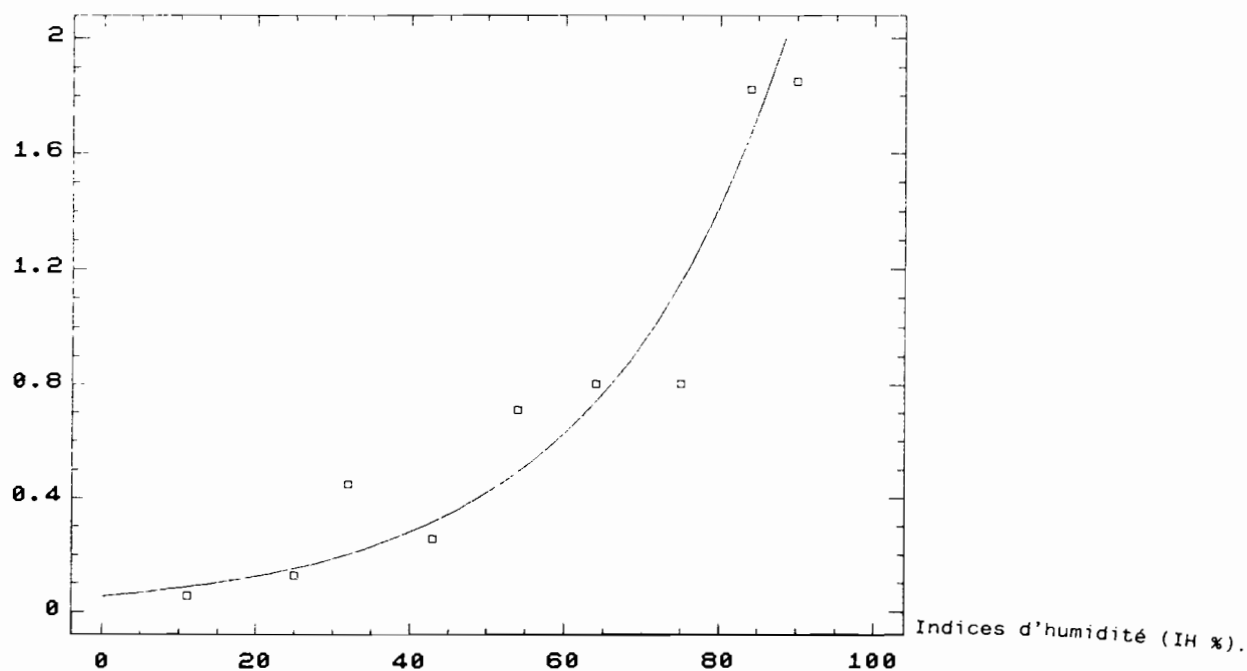


FIGURE 22 . RELATION ENTRE LA BIOMASSE EPIGEE ET L'INDICE D'HUMIDITE. (IH)

A N N E E S	P O S T E R S	M E T E O R O L O G I E	P A R C O U R S	I N D I C E T E	H U M I D I T E	ETR	EH	BIOMASSE (Kg de MS Ha-1)	
								SIMULEE	MESUREE
1977	Labgar		PS1	0,52	199	0,65		608	575 = 105
1978	Labgar		"	0,38	260	"		590	450 = 180
1980	Tessekr		"	0,66	226	"		790	878 = 206
1981	"		"	0,66	385	"		1160	1490 = 435
1982	"		"	0,74	308	"		1070	747 = 240
1983	"		"	0,39	135	"		395	130 = 48
1984	"		"	0,38	208	"		526	142 = 50
1979	W.Tiengo		i"	0,47	210	"		617	496 = 96
1980	"		"	0,54	210	"		680	912 = 295
1983	"		"	0,43	118	"		385	135 = 75
1977	Labgar		PS2	0,52	199	0,75		510	725 = 283
1979	"		"	0,64	147	"		688	185 = 119
1980	"		"	0,84	198	"		1050	1082 = 285
1981	"		"	0,71	339	"		1350	1530 = 410
1982	"		"	0,60	327	"		1168	680 = 230
1983	"		"	0,20	85	"		200	103 = 35
1984	"		"	0,27	124	"		327	87 = 14
1985	"		"	0,64	360	"		1312	975 = 405
1980	Namarel		"	0,64	202	"		865	730 = 180
1981	"		"	0,71	396	"		1510	1950 = 246
1982	"		"	0,47	266	"		845	280 = 60
1984	"		"	0,30	95	"		290	330 = 30
1985	"		"	0,46	257	"		815	190 = 141
1981	Tessekre		"	0,56	316	"		1085	1345 = 175
1982	"		"	0,74	308	"		1287	635 = 480
1983	"		"	0,39	135	"		450	125 = 35
1981	Ganine		"	0,69	372	"		1600	1200 = 538
1982	"		"	0,61	305	"		1270	575 = 156
1985	"		"	0,48	225	"		860	200 = 169
1977	Mbiddi		PS3	0,52	134	0,85		640	1085 = 92
1979	"		"	0,71	203	"		1060	800 = 140
1980	"		"	0,59	186	"		870	750 = 180
1981	"		"	0,65	316	"		1369	1050 = 132
1982	"		"	0,58	225	"		986	340 = 150
1983	"		"	0,56	141	"		685	105 = 40
1980	Namarel		"	0,64	202	"		978	830 = 295
1981	"		"	0,71	396	"		1715	1090 = 450
1982	Tessekre		"	0,65	385	"		1570	350 = 125
1983	"		"	0,39	135	"		515	90 = 50
1984	"		"	0,38	208	"		688	250 = 66
1985	"		"	0,55	261	"		1057	235 = 104

TABLEAU

COMPARAISONS ENTRE BIOMASSES SIMULEES
ET BIOMASSES MOYENNES AU FERLO.

REGRESSION ANALYSIS - MULTIPLICATIVE. Model $Y=aX^b$.					
Dépendante variable			Indépendante variable		
Biomasse (Kg de Mat.Sèche Ha-1)			Indices d'humidité.(IH %) x Somme des ETR (SETR)		
Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob Level	
Intercept(a)*	0.242887	0.597271	0.406662	0.69640	
Slope (b)	0.719339	0.0713942	10.0756	0.00002	
* The intercept is equal to Log a.					
ANALYSIS OF VARIANCE.					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-ratio	Pr.Level
Model	10.41827	1	10.41827	101.5178	0.00002
Error	0.7183719	7	0.1026250		
Total (Corr.)		8	R-squared = 93.55		
Correlation Coefficient = 0.96721					
Stnd.Error of Est. = 0.320351					

Biomasse
(Kg de Mat.S Ha-1.)
1000

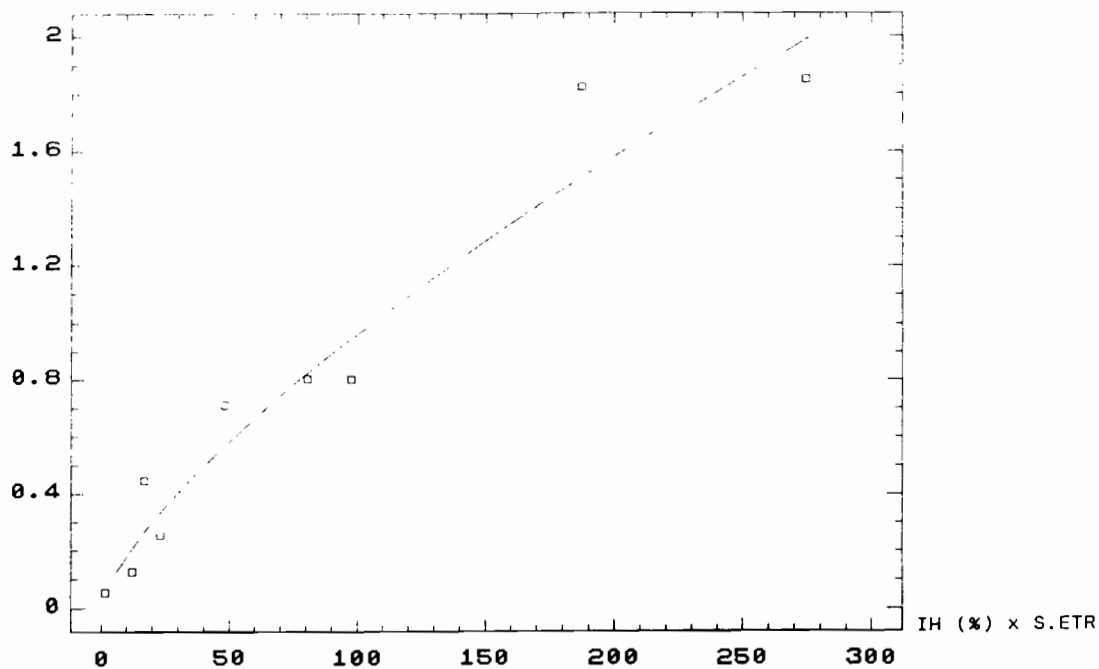


FIGURE 23 . RELATION ENTRE LA BIOMASSE EPIGEE ET "INDICE D'HUMIDITE.(IH) X SOMME DES ETR ".

ANNÉES	P O S T E S	M T O	P A R C O U R S	I N D I C E D E T E	ETR	EH	BIOMASSE (Kg de MS Ha-1)	
							SIMULEE	MESUREE
1977	Labgar		PS1	0,52	199	0,65	608	575 = 105
1978	Labgar		"	0,38	260	"	590	450 = 180
1980	Tessekr		"	0,66	226	"	790	878 = 206
1981	"		"	0,66	385	"	1160	1490 = 435
1982	"		"	0,74	308	"	1070	747 = 240
1983	"		"	0,39	135	"	395	130 = 48
1984	"		"	0,38	208	"	526	142 = 50
1979	W.Tiengo	i	"	0,47	210	"	617	496 = 96
1980	"		"	0,54	210	"	680	912 = 295
1983	"		"	0,43	118	"	385	135 = 75
1977	Labgar		PS2	0,52	199	0,75	510	725 = 283
1979	"		"	0,64	147	"	688	185 = 119
1980	"		"	0,84	198	"	1050	1082 = 285
1981	"		"	0,71	339	"	1350	1530 = 410
1982	"		"	0,60	327	"	1168	680 = 230
1983	"		"	0,20	85	"	200	103 = 35
1984	"		"	0,27	124	"	327	87 = 14
1985	"		"	0,64	360	"	1312	975 = 405
1980	Namarel		"	0,64	202	"	865	730 = 180
1981	"		"	0,71	396	"	1510	1950 = 246
1982	"		"	0,47	266	"	845	280 = 60
1984	"		"	0,30	95	"	290	330 = 30
1985	"		"	0,46	257	"	815	190 = 141
1981	Tessekre		"	0,56	316	"	1085	1345 = 175
1982	"		"	0,74	308	"	1287	635 = 480
1983	"		"	0,39	135	"	450	125 = 35
1981	Ganine		"	0,69	372	"	1600	1200 = 538
1982	"		"	0,61	305	"	1270	575 = 156
1985	"		"	0,48	225	"	860	200 = 169
1977	Mbididi		PS3	0,52	134	0,85	640	1085 = 92
1979	"		"	0,71	203	"	1060	800 = 140
1980	"		"	0,59	186	"	870	750 = 180
1981	"		"	0,65	316	"	1369	1050 = 132
1982	"		"	0,58	225	"	986	340 = 150
1983	"		"	0,56	141	"	685	105 = 40
1980	Namarel		"	0,64	202	"	978	830 = 295
1981	"		"	0,71	396	"	1715	1090 = 450
1982	Tessekre		"	0,65	385	"	1570	350 = 125
1983	"		"	0,39	135	"	515	90 = 50
1984	"		"	0,38	208	"	688	250 = 66
1985	"		"	0,55	261	"	1057	235 = 104

TABLEAU

COMPARAISONS ENTRE BIOMASSES SIMULEES
ET BIOMASSES MOYENNES AU FERLO.

Selon CORNET (1981), il est nécessaire d'appliquer aux différents types de substrats des "coefficients d'efficience moyennes de l'eau: EH", correspondant à la production potentielle maximale lorsque l'eau ne constitue pas un facteur limitant. (TABLEAU 30).

De la comparaison entre les biomasses simulées et les biomasses mesurées, on note une très bonne concordance entre les résultats obtenus. (Fig.24). Nous pensons néanmoins que les écarts constatés résultent de l'influence des zones d'emprise des points d'eau tels que les mares temporaires et les forages et qui se traduisent par différents des effets non négligeables de la matière azotée apportée par les fécès et urines dans les zones de fortes concentrations situées en général sur une auréole de 1 à 5 Km au niveau desquelles les mesures de biomasse ont été dans la plupart du temps.

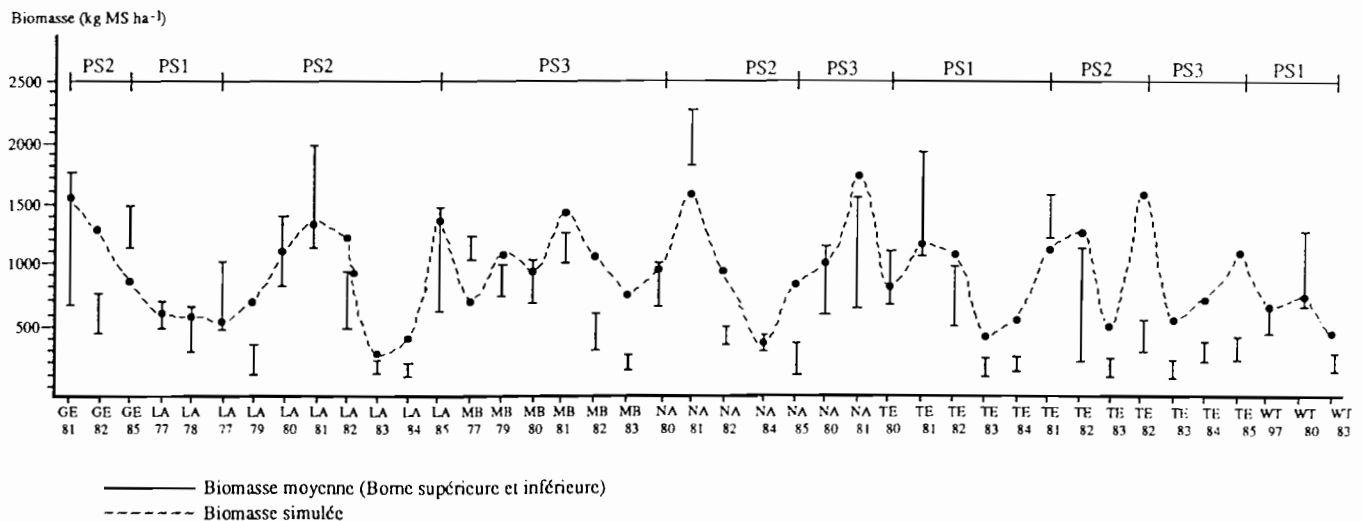


FIGURE 24. COMPARAISONS DES VALEURS DE BIOMASSE SIMULEE ET DE BIOMASSE MESUREE.

Selon CORNET (1981), il est nécessaire d'appliquer aux différents types de substrats des "coefficients d'efficience moyennes de l'eau: EH", correspondant à la production potentielle maximale lorsque l'eau ne constitue pas un facteur limitant. (TABLEAU 30).

De la comparaison entre les biomasses simulées et les biomasses mesurées, on note une très bonne concordance entre les résultats obtenus. (Fig.24). Nous pensons néanmoins que les écarts constatés résultent de l'influence des zones d'emprise des points d'eau tels que les mares temporaires et les forages et qui se traduisent par différents des effets non négligeables de la matière azotée apportée par les fécès et urines dans les zones de fortes concentrations situées en général sur une auréole de 1 à 5 Km au niveau desquelles les mesures de biomasse ont été dans la plupart du temps.

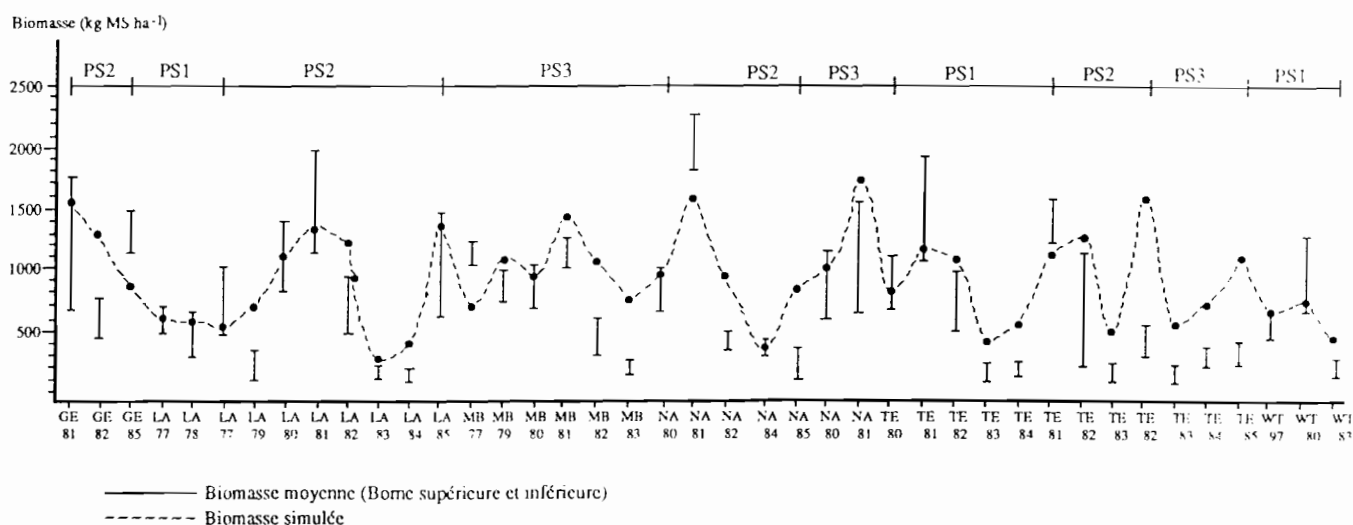


FIGURE 24. COMPARAISONS DES VALEURS DE BIOMASSE SIMULEE ET DE BIOMASSE MESUREE.

ANNÉES	P M O E S T E O S	P A R C O U R S	I H N U D M I I C D E I T E	ETR	EH	BIOMASSE (Kg de MS Ha-1)	
						SIMULEE	MESUREE
1977	Labgar	PS1	0,52	199	0,65	608	575 = 105
1978	Labgar	"	0,38	260	"	590	450 = 180
1980	Tessekr	"	0,66	226	"	790	878 = 206
1981	"	"	0,66	385	"	1160	1490 = 435
1982	"	"	0,74	308	"	1070	747 = 240
1983	"	"	0,39	135	"	395	130 = 48
1984	"	"	0,38	208	"	526	142 = 50
1979	W.Tiengo	i"	0,47	210	"	617	496 = 96
1980	"	"	0,54	210	"	680	912 = 295
1983	"	"	0,43	118	"	385	135 = 75
1977	Labgar	PS2	0,52	199	0,75	510	725 = 283
1979	"	"	0,64	147	"	688	185 = 119
1980	"	"	0,84	198	"	1050	1082 = 285
1981	"	"	0,71	396	"	1350	1530 = 110
1982	"	"	0,50	227	"	1168	680 = 230
1983	"	"	0,20	85	"	200	100 = 35
1984	"	"	0,17	124	"	227	87 = 44
1985	"	"	0,61	369	"	1312	975 = 105
1980	Namarel	"	0,64	202	"	865	730 = 180
1981	"	"	0,71	396	"	1510	1950 = 210
1982	"	"	0,17	266	"	845	280 = 60
1984	"	"	0,30	95	"	290	330 = 30
1985	"	"	0,46	257	"	815	190 = 141
1981	Tessekre	"	0,56	316	"	1085	1245 = 175
1982	"	"	0,74	308	"	1287	635 = 480
1983	"	"	0,39	135	"	450	125 = 35
1981	Ganine	"	0,69	372	"	1600	1200 = 538
1982	"	"	0,61	305	"	1270	575 = 156
1985	"	"	0,18	225	"	860	200 = 169
1977	Mbiddi	PS3	0,52	134	0,85	640	1085 = 92
1979	"	"	0,71	203	"	1060	800 = 140
1980	"	"	0,59	186	"	870	750 = 180
1981	"	"	0,65	316	"	1369	1050 = 132
1982	"	"	0,58	225	"	986	340 = 150
1983	"	"	0,56	141	"	685	105 = 40
1980	Namarel	"	0,64	202	"	978	830 = 295
1981	"	"	0,71	396	"	1715	1090 = 450
1982	Tessekre	"	0,65	385	"	1570	350 = 125
1983	"	"	0,39	135	"	515	90 = 50
1984	"	"	0,38	208	"	688	250 = 66
1985	"	"	0,55	261	"	1057	235 = 104

TABLEAU

COMPARAISONS ENTRE BIOMASSES SIMULEES
ET BIOMASSES MOYENNES AU FERLO.

2.- LES PEUPLEMENTS LIGNEUX FOURRAGERS.

2.1- APERCU BIBLIOGRAPHIQUE.

Les travaux réalisés sur les formations ligneuses sont nombreux. Ils n'intéressent néanmoins que les productions forestières. RODIN (1970), BARNES (1973), KELLY (1973). Peu d'études portent sur les régions sahéliennes tel que le Ferlo. POUPON (1980), CISSE (1980).

La méthode développée par ces auteurs repose sur diverses relations allométriques dont l'application circonscrite à un seul type de station porte sur quelques espèces. Pour l'estimation quantitative de la production foliaire, nous avons appliqué, à l'instar de ces auteurs, des modèles de regressions logarithmiques du type:

$$\ln (\text{Production primaire}) = a + b \ln (\text{variable explicative})$$

En plus les variables les plus usitées telles que la circonférence et la hauteur, nous avons testé une autre variable basée sur la détermination du biovolume ayant permis d'obtenir sur des formations désertiques, de coefficients de corrélation d'une haute significativité. THALFS (1973).

$$\text{BIOVOLUME (BV)} = 1/6 \pi D1 * D2 * H2$$

D1, D2, H2 étant respectueusement le grand , le petit axe et l'épaisseur du houppier.

2.2- MATERIELS ET METHODES

De façon générale, l'estimation de la production foliaire des ligneux fourragers du Ferlo a été entreprise en procédant à des mesures de terrain notamment par échantillonnage destructif d'une part et à l'établissement des modèles de prédiction d'autre part.

2.2.1- ECHANTILLONNAGE

L'inventaire des peuplements ligneux a été réalisé le long d'un transect Nord-Sud de manière à prendre en compte les stations situées aussi bien en milieu sableux que sur les stations à cuirasse. (Carte 2).

2.2.1.1- CHOIX DES VARIABLES.

Pour chaque station, un inventaire a été effectué en utilisant la méthode de l'hectare circulaire. Le principe de la méthode exposé par Piot (1980) consiste à délimiter une aire de un hectare en utilisant une cordelette de 56,42 m de long. Une

des extrémités étant fixée, l'autre est maintenue bien tendue par un observateur qui, en se déplaçant décrit un plateau circulaire à l'intérieur duquel sont menées des observateurs par classes de hauteur matérialisées par une perche de deux mètres de long ainsi subdivisées:

CLASSE	1	:	(0	à	25 cm)
CLASSE	2	:	(26	à	50 cm)
CLASSE	3	:	(51	à	75 cm)
CLASSE	4	:	(76	à	100 cm)
CLASSE	5	:	(101	à	125 cm)
CLASSE	6	:	(126	à	150 cm)
CLASSE	7	:	(151	à	175 cm)
CLASSE	8	:	(176	à	200 cm)
CLASSE	9	:	(2	à	4 cm)
CLASSE	10	:	(4	à	8 m)
CLASSE	11	:	(+	de	8 m)

Dans chaque classe, les variables suivantes ont été notées:

- . Hauteur du tronc jusqu'à la base de la couronne du houppier (H1)
- . Hauteur de la base à la cime du houppier (H2)
- . Le grand axe (D1) et le petit axe (D2) de la projection au sol de la surface du houppier.
- . La circonférence du tronc à la base du houppier ou la tige la plus grosse en cas d'individus polycentrés.

2.2.1.2- EVALUATION DE LA PRODUCTION FOLIAIRE.

Les mesures ont été effectuées en pleine période de feuillaison. Elles portent sur un certain nombre d'individus ayant été abattus et systématiquement effeuillés. Un échantillon de biomasse foliaire a été prélevé, à l'état frais, pesé et séché soit à l'air libre soit à l'étude (105°C) en vue de déterminer la matière sèche.

2.2.2- RELATIONS ALLOMETRIQUES.

De manière générale la recherche de modèles de prédiction repose sur l'utilisation de droites de régression logarithmiques du type déjà rappelé.

$$\ln PS = a + b \ln V.$$

avec a et b = constantes, PS=Production primaire (Matière sèche) "V" (Biovolume = $1/6 \cdot II \cdot D1 \cdot D2 \cdot H2$ en m³) et "C" (circonférence en cm).

Pour l'étude comparée des relations entre la biomasse foliaire et respectivement le biovolume et la circonférence, nous avons d'abord testé l'hypothèse de dépendance des deux variables explicatives par rapport à la biomasse foliaire et ensuite la différence constatée entre les coefficients de

corrélation. Dans le premier cas, nous avons calculé la valeur de t :

$$t = \frac{R}{1 - R^2} \sqrt{N - 2}$$

(avec N = nombre de couples, R = coefficient de corrélation et $N-2$ = degrés de liberté au risque de 5%).

Nous avons ensuite déterminé pour chaque coefficient de corrélation calculé, la valeur de "Z" égal à:

$$Z = 1/2 \ln \frac{1 + R}{1 - R}$$

Les différentes valeurs de "Z" permettent de tester la signification de la différence ($Z_1 - Z_2$) par le calcul de t :

$$t = \frac{Z_1 - Z_2}{S_d} \text{ avec } S_d = \sqrt{\frac{1}{N_1 - 2} + \frac{1}{N_2 - 2}}$$

2.3 - RESULTATS.

2.3.1 - PRODUCTION FOLAIRE INDIVIDUELLE.

2.3.1.1 - ACACIA TORTILIS SSP RADDIANA.

2.3.1.1.1. CARACTERES GENERAUX.

Arbre de 12 à 13 mètres de hauteur, il présente un fût robuste, rarement droit, généralement terminé en parasol.

Du point de vue phénologie, *Acacia tortilis ssp raddiana* débute sa feuillaison en Août et se poursuit au delà du mois de Décembre. On note cependant une forte variabilité interannuelle se traduisant pour certaines espèces par la conservation des feuilles toute l'année.

La chute partielle des feuilles a lieu en saison sèche et s'accompagne fréquemment de nouvelles formations de feuilles dès le mois de Mars. NONGONIERMA (1979). La floraison, également très variable d'une année à l'autre, débute vers la fin de la saison des pluies, en général au mois de Septembre ou Octobre.

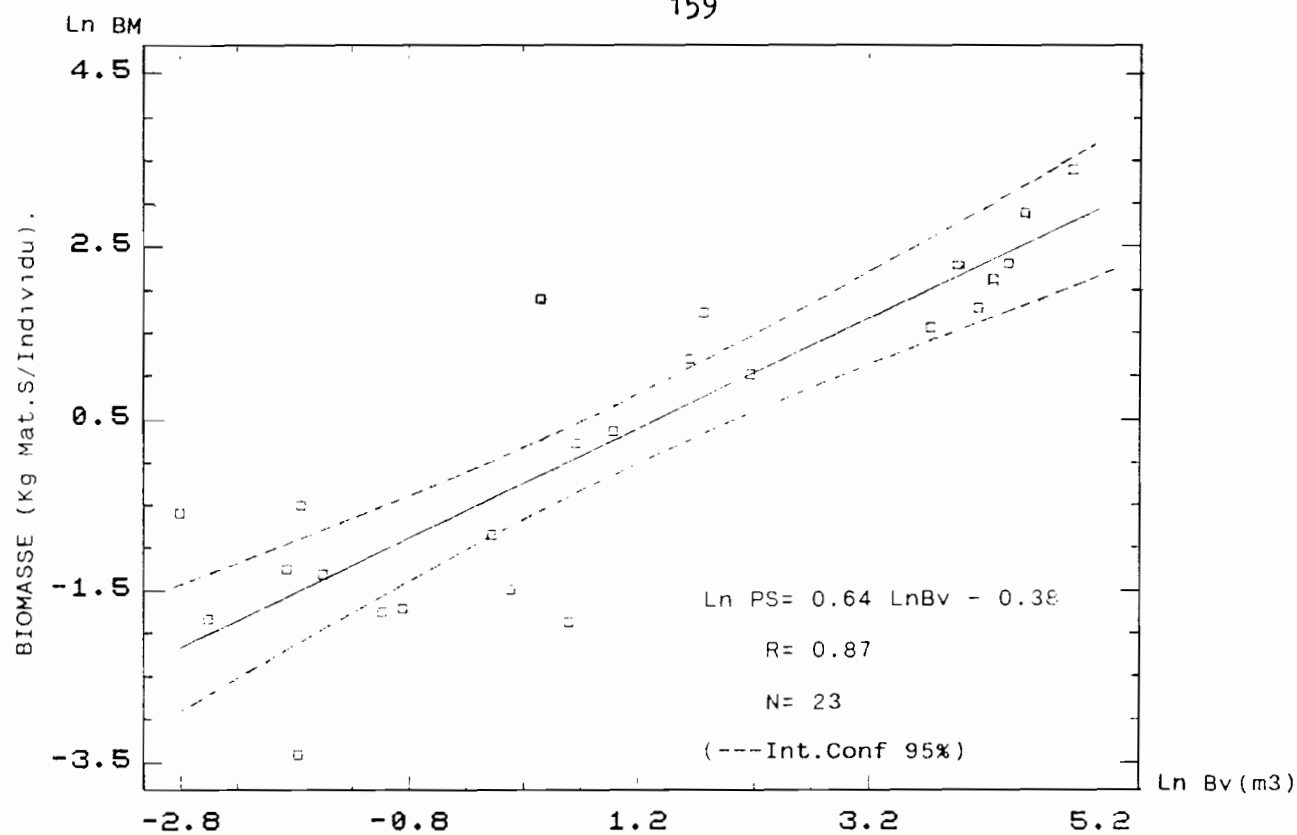


FIGURE 25a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME
POUR ACACIA TORTILIS SSP RADDIANA

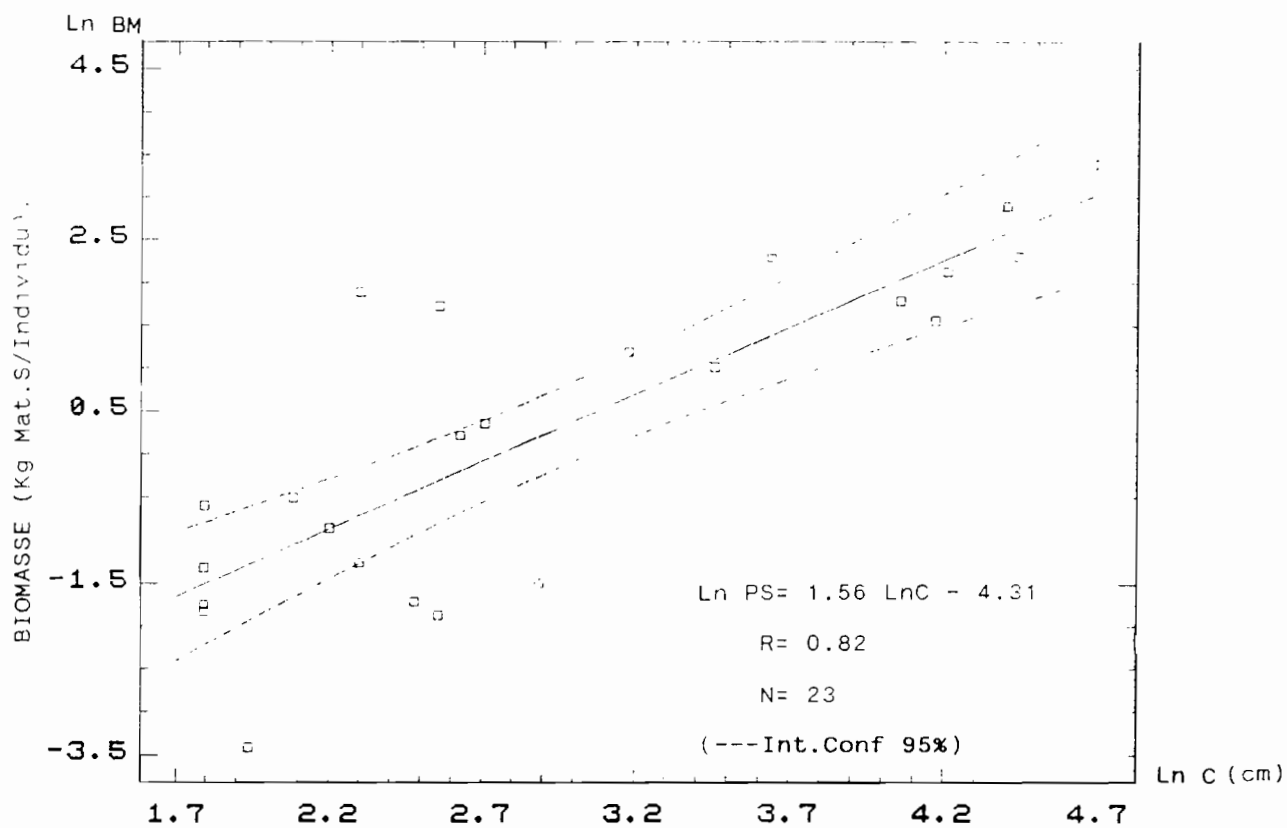


FIGURE 25b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE
POUR ACACIA TORTILIS SSP RADDIANA

La possibilité d'offrir un fourrage durant toute l'année, en fait une espèce intéressante pour l'alimentation du cheptel. (Tableau 31.)

Matière organique							Mat.minérale				V.fourragère		
Ms*	M.m	M.az	Cell	M.g	ENA	I.C	Ca	P	Mg	K	UF	MAD	M/U
81	6.4	16.5	18.3	2.6	54.9	1.3	1.6	0,20	0,3	1.4	0,91	120	132

* Feuilles, fruits mélangés à l'état sec.

TABLEAU 31 .COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2.3.1.1.2 - EQUATIONS DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

On peut en déduire que la production foliaire est liée au biovolume par une relation présentant les caractéristiques de l'équation de la figure 25a.

$$\ln PS = 0.51 \ln BV + 0.11 \quad (R^2=0.86)$$

1.1 - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

Comme pour la précédente équation, la production foliaire peut être également liée à la circonférence (figure 25b). L'équation calculée présente alors les caractéristiques suivantes:

$$\ln PS = 1.56 \ln C + 4.21 \quad (R^2 = 0.82)$$

2.2.1.1.2. - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE

L'hypothèse de dépendance des variables liées au biovolume et à la circonférence par rapport à la production foliaire étant vérifiée, (Tableau 32), on démontre également que la différence constatée entre les deux coefficients de corrélation n'est pas significativement différente de zéro. En effet $t = 0.55$ pour $t(0,05\%) = 2,08$.

Pour une évaluation de la production foliaire, les deux modèles semblent se valoir. Nous constatons toutefois que le coefficient directeur de la droite établie avec la variable circonférence est plus élevée que celle du biovolume, ce qui pourrait traduire que la valeur de circonférence est probablement plus sensible à des faibles variations de biomasses que les valeurs des biovolumes.

	BIOVOLUME (m3)	CIRCONFERENCE (cm)
R	0.87	0.82
t calculé	7.99	9.15
t 0.05 %	2.08	2.08

TABLEAU 32.COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

2. 3.1.2 - ACACIA SENEGAL.

2.3.1.2.1 - CARACTERES GENERAUX.

Acacia senegal est un arbuste atteignant parfois des tailles élevées. Il s'apparente alors aux nanophanérophytes et se caractérise par un fût droit ou penché, souvent ramifié.

En fonction des conditions stationnelles topographiques et hydriques surtout, la feuillaison peut débuter de façon précoce dans les dépressions où la durée peut s'étaler de Juin à Février alors que sur les dunes, elle peut durer de 3 à 7 mois à partir des mois de Juillet à Août.

Cet arbuste fournit en plus, un fourrage fort apprécié par le bétail et disponible pendant une bonne partie de la période de soudure. Les différents organes à même d'être consommés par le cheptel ont été soumis à l'analyse chimique. (Tableau 33).

Les apports en matière azotée sont considérables et dans l'ensemble la valeur fourragère permet de couvrir les besoins d'entretien et de production.

Matière organique							Mat. minérale				V. Fourrag		
MS*	M.m	M.az	Cell	M.g	ENA	L.CH	Ca	P	Mg	K	UF	MAD	M/U
75,3	8,7	22,4	20,2	3,8	44,7	1,83	1,2	0,2	0,3	1,0	0,8	171	206

* Feuilles, fruits mélangés à l'état sec.

TABLEAU 33 .COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2. 3.1.2.2.- EQUATIONS DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

De cette relation allométrique, l'équation qui s'en déduit présente les caractéristiques figurant dans la Figure 26a.

$$\ln PS = 0.86 \ln BV - 1.84 \quad (R^2 = 0.93)$$

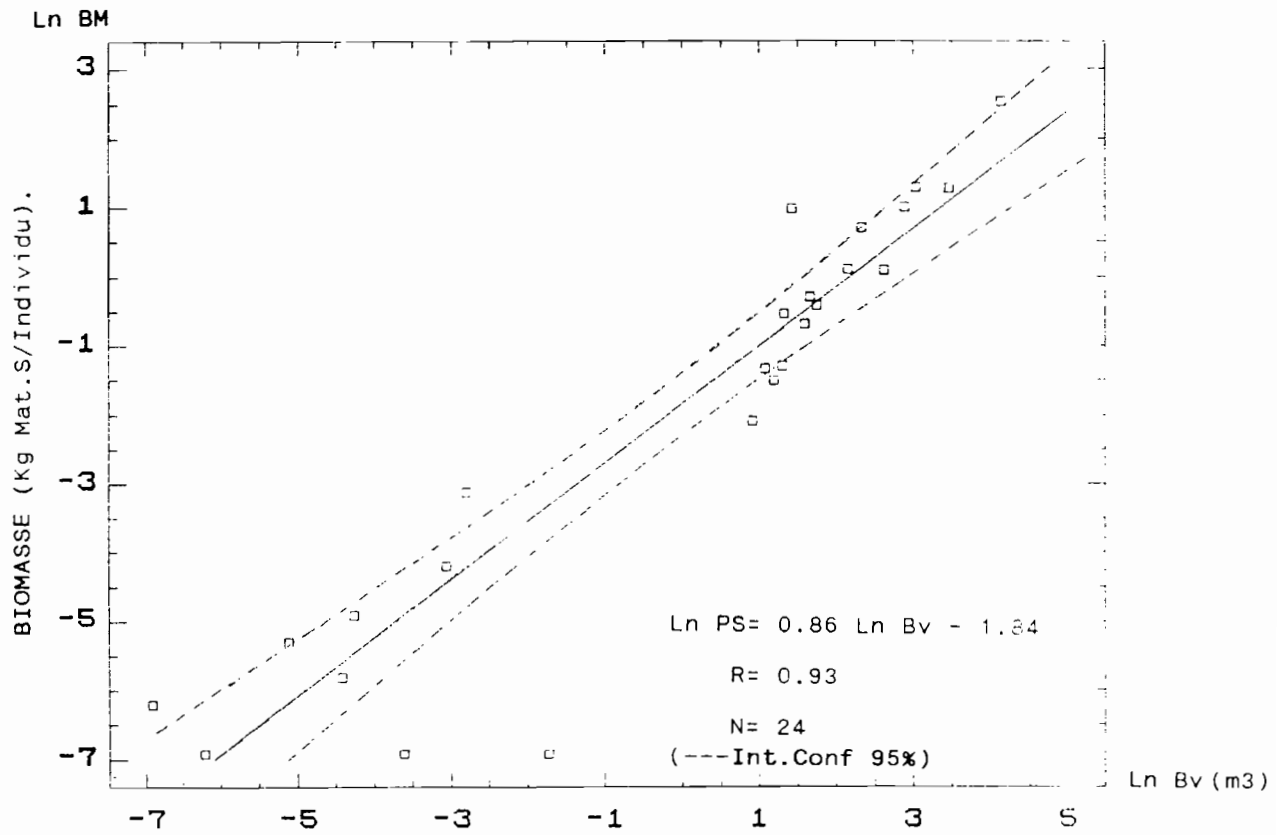


FIGURE 26 a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME POUR ACACIA SENEGAL.

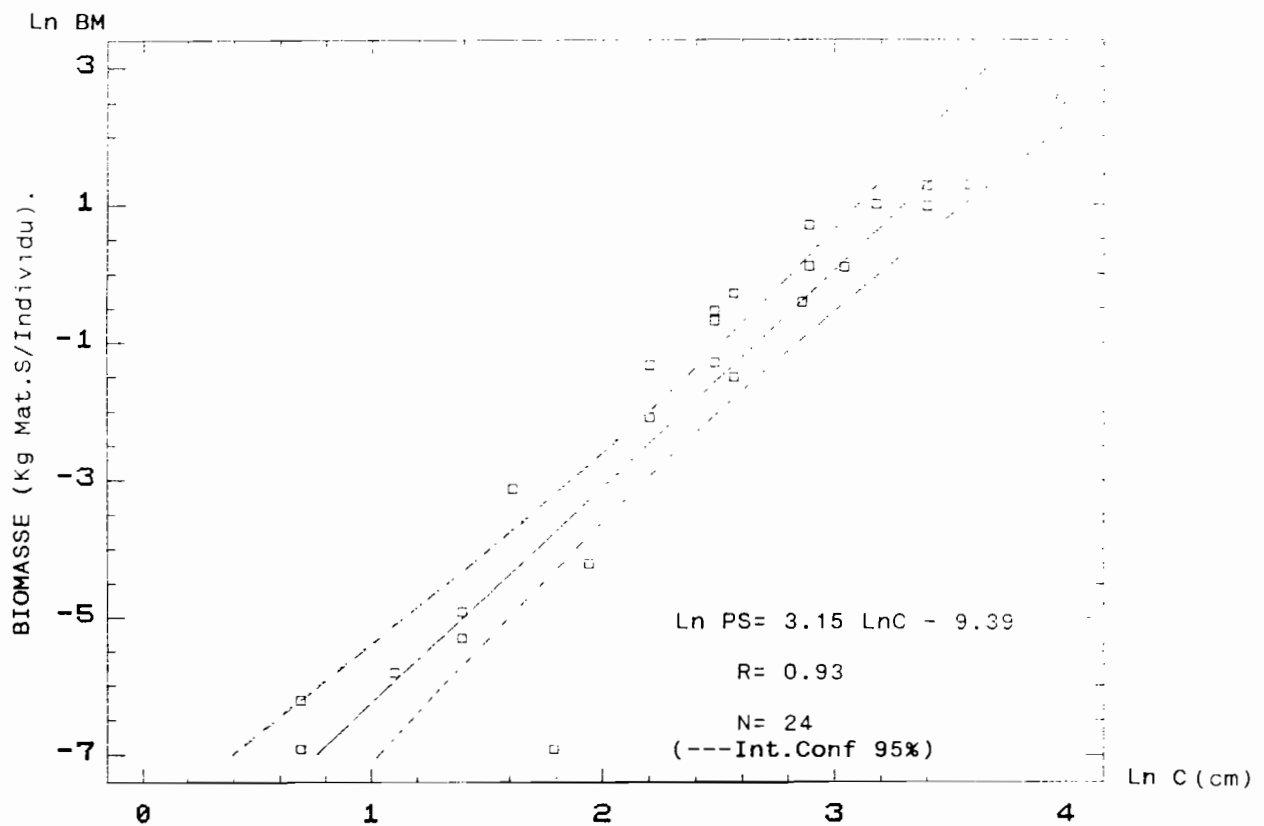


FIGURE 26b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE POUR ACACIA SENEGAL.

b: - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

La FIGURE 26b, traduit la relation existant entre la biomasse foliaire et la circonférence. L'équation illustrant cette liaison est de la forme:

$$\text{Ln PS} = 3.15 \text{ Ln C} - 9.39 \quad (R^2 = 0.93)$$

2.3.1.1.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE .

Les corrélations obtenues entre la biomasse foliaire d'une part et respectivement le biovolume et la circonférence d'autre part sont hautement significatives. L'hypothèse de dépendance peut être mise en évidence tel qu'il en ressort du Tableau 34. On note que le test d'égalité portant sur les coefficients de regression révèle leur égalité. Comme précédemment, la remarque portant sur *Acacia tortilis* semble être confirmée pour *Acacia senegal*.

L'identité des résultats obtenus par les deux variables explicatives permettent de dire qu'ils se prévalent.

	BIOVOLUME (m ³)	CIRCONFERENCE (cm)
k	0,35	0,93
t calculé	12,11	11,7
t (0,05%)	2,07	2,07

TABLEAU 34. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

2. 3.1.3.- ACACIA SEYAL

2.3.1.3.1.- CARACTERPSE GENEBAUX.

Acacia seyal est soit de type nanophanérophyte, soit de type phanérophyte pouvant atteindre 6 à 10 mètres de hauteur. De façon générale il est caractérisé par un fût droit surmonté par un cime en parasol.

On note, pour cette espèce, que le début de la feuillaison se situe généralement au cours du mois de Juillet ou Août, période correspondant à la saison pluvieuse. Alors que la feuillaison dure plus longtemps, dans les stations dépressionnaires où elle persiste jusqu'en Janvier au moins, elle s'arrête au mois de Novembre ou Décembre quand les observations concernent les stations dunaires. Pendant les années de sécheresse, l'absence de floraison et d'apparition de fleurs. POUPON (1980). Ce constat souligne, ainsi le caractère hygrophile de l'espèce dont l'activité physiologique manifeste une grande sensibilité vis à vis du déficit hydrique.

Le Fourrage, estimé de bonne qualité est très recherché par le bétail ce qui est, sûrement, à l'origine des coupes fréquentes auxquelles l'espèce est constamment soumise. (Tableau 35).

Matière organique							Mat. Minérale				V. Fourrag		
MS*	M.m	M.az	Cell	M.g	ENA	I.CH	Ca	P	Mg	K	UF	MAD	M/F
51.3	6.1	19.0	18.3	2,5	54,1	0,81	1,1	0,3	0,3	1,1	0,9	136	153

* Feuilles, fruits mélangés à l'état sec.

TABLEAU 35. COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2. 3.1.3.2.- EQUATIONS DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

La droite de regression présente les caractéristiques l'équation de la Figure 27a.

$$\ln PS = 0.98 \ln B - 1.71 \quad (R^2 = 0.94)$$

b: - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

De l'étude de cette relation ; on peut en déduire la droite de regression représentée par la Figure 27b.

$$\ln PS = 2.17 \ln C - 6.81 \quad (R^2 = 0.89)$$

2.3.1.1.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE .

Il résulte des deux méthodes que la biomasse foliaire est aussi bien liée au biovolume qu'à la circonférence. Il ressort de l'examen du Tableau 36 que l'hypothèse de dépendance est vérifiée.

	BIOVOLUME (m3)	CIRCONFERENCE (cm)
R	0,94	0,89
t calculé	10,4	7,65
t (0.05 %)	2,13	2,13

TABLEAU 36. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

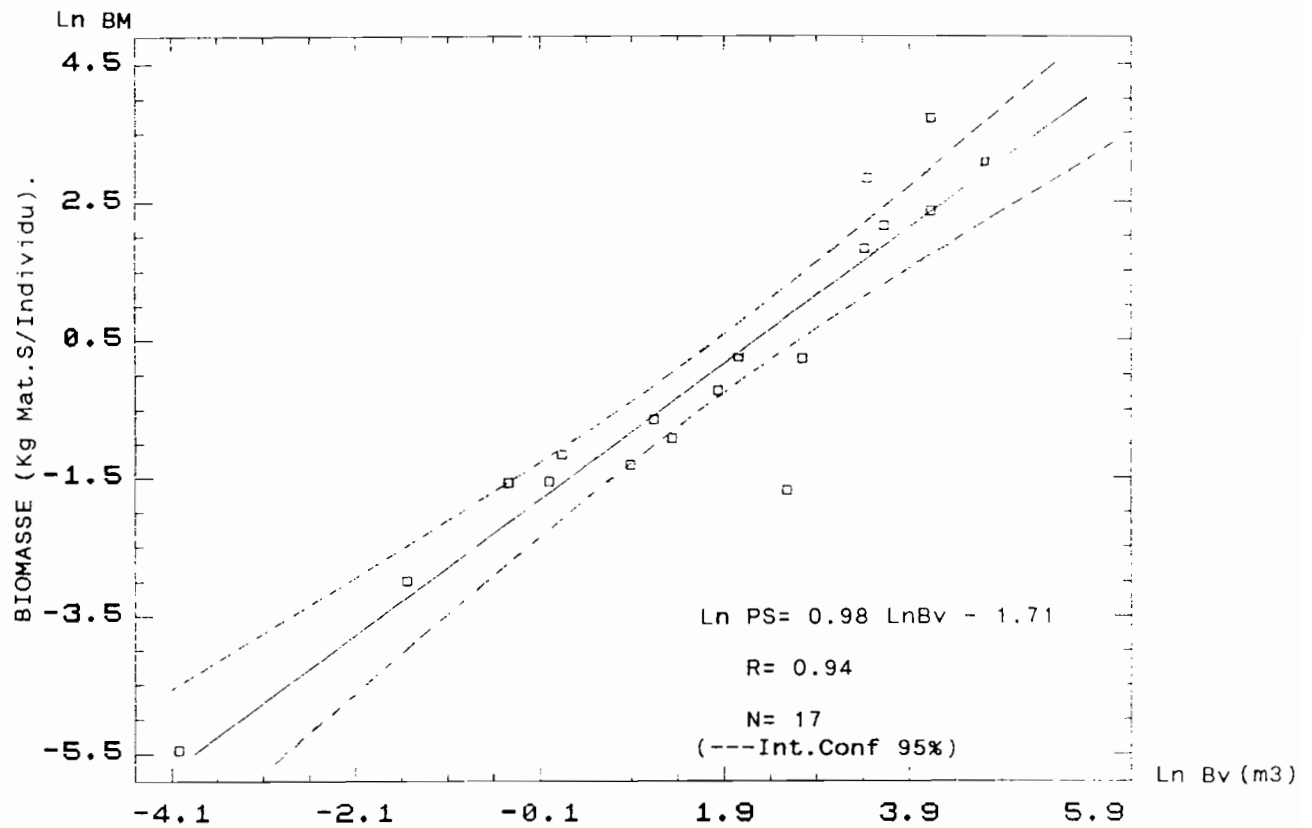


FIGURE 27 a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME POUR ACACIA SEYAL

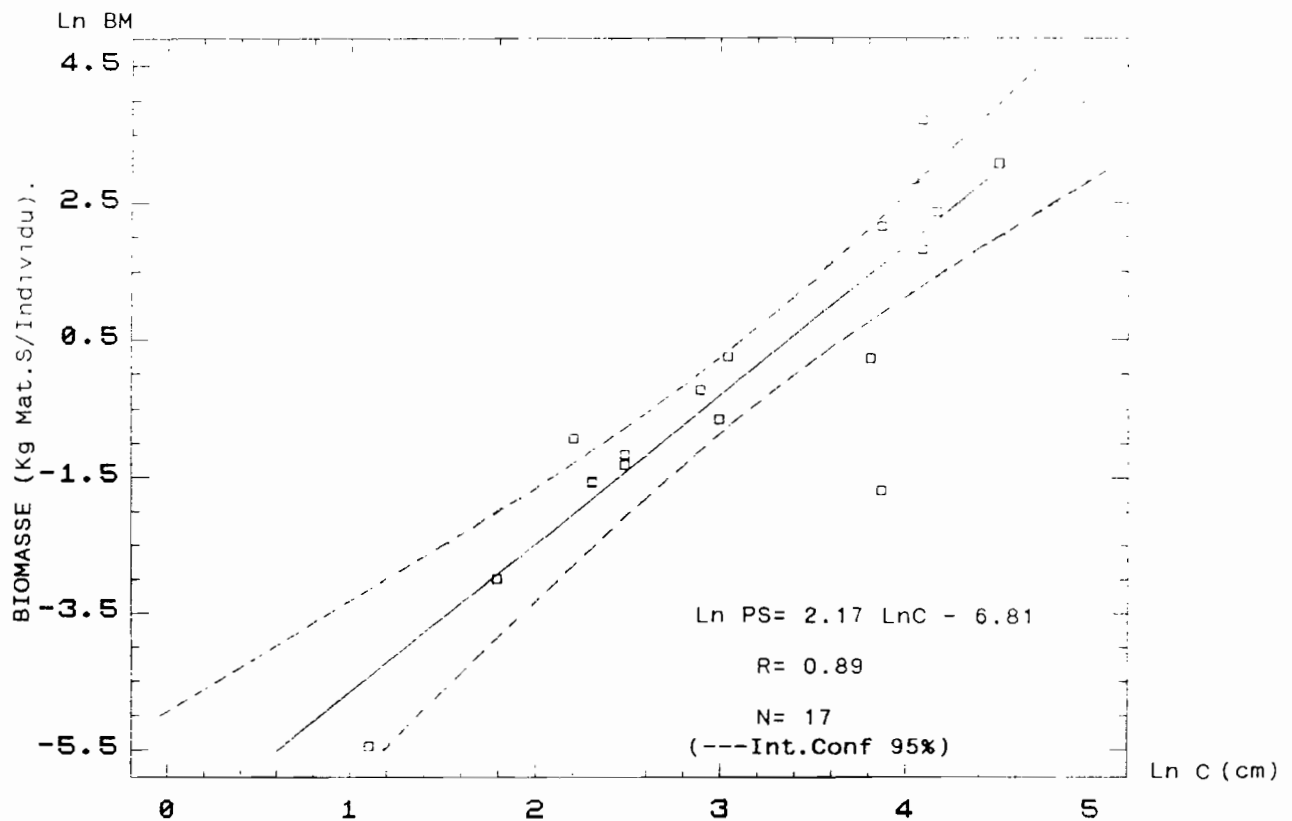


FIGURE 27 b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE POUR ACACIA SEYAL

Par ailleurs la différence constatée entre les deux coefficients de corrélation a été testée. (Tableau 16), établissant la différence ($Z1 - Z2 = 1,94$) n'est pas significativement différente de zéro si l'on sait que la valeur de "t" calculé est égal à 2.13 pour ($N - 2$)=15.

2. 3.1.4.- BALANITES AEGYPTIACA.

2.3.1.4.1.- CARACTERES GENERAUX.

PhanérophYTE de 8 à 9 m de hauteur, *Balanites aegyptica* présente un fût droit. Les rameaux, à longues épines robustes et droites, atteignent approximativement 8 cm de long.

L'espèce est feuillue toute l'année. Cette feuillaison est cependant très variable d'une année à l'autre en rapport avec la variabilité de la pluviosité. Aussi la pleine feuillaison peut débiter en Août ou Octobre. Parfois elle est totalement absente pendant les années sèche. POUPON (1980). Il faut remarquer que la persistance des feuilles durant toute l'année fait de cette espèce une plante fourragère très appréciée du point de vue fourrager. (Tableau 37).

Composition chimique						V. Matière sèche				V. Eau			
g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
71	11	17.2	15.1	5.6	51.7	0.71	1.7	0.1	0.7	2.1	0.8	84	10

* Feuilles, fruit mélangés à l'état sec.

TABLEAU 37. COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2.3.1.4.2 - EQUATION DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

La droite de régression établissant la relation entre le biovolume et la biomasse foliaire présente les caractéristiques mentionnées dans la Figure 28a. Elle se traduit par l'équation de la forme:

$$\ln PS = 0.83 \ln BV - 0.49 \quad (R^2 = 0.94)$$

b: - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

La relation liant la production foliaire et la variable circonférence a été calculée. Elle présente les caractéristiques de l'équation ci-après. (fig 28b).

$$\ln PS = 1.90 \ln C - 5.48 \quad (R^2 = 0.90)$$

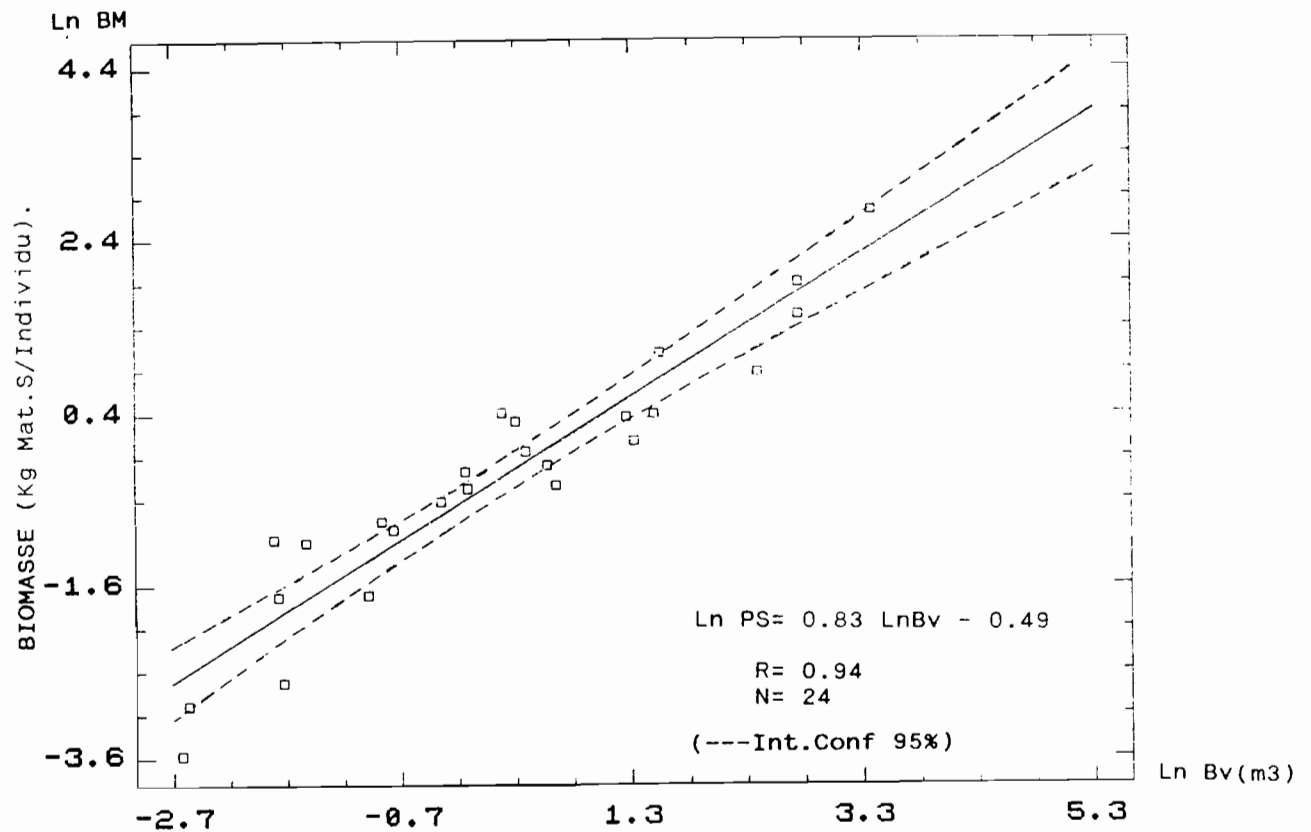


FIGURE 28 a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME
POUR BALANITES AEGYPTIACA

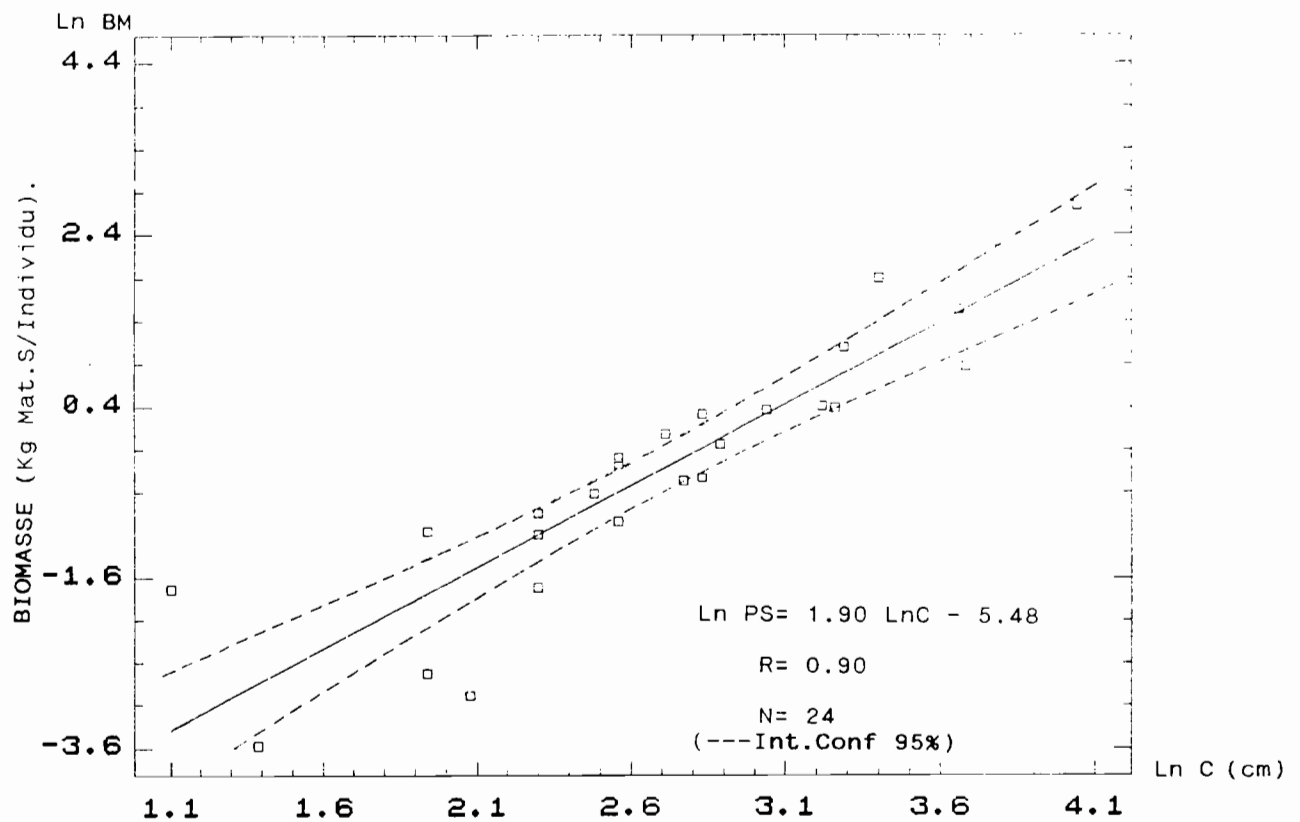


FIGURE 28 b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE
POUR BALANITES AEGYPTIACA

2.3.1.4.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE

Les deux équations obtenues nous paraissent fort intéressantes, les coefficients de corrélation étant tous hautement significatifs. Le Tableau 38 confirme à cet effet, la dépendance de la biomasse par rapport aux variables respectives que sont le biovolume et la circonférence.

	BIOVOLUME (m3)	CONFERENCE (cm)
R	0,90	0,90
t calculé	13,30	9,8
t (0,05%)	2,07	2,07

TABLEAU 38. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

Un test effectué sur la significativité de la différence existant entre les deux coefficients de corrélation établit le parallélisme des deux droites.

2.3.1.5.- BAUHINIA RUFESCENS.

2.3.1.5.1.- CARACTERES GENERAUX.

Arbuste ou petit arbre de 5 à 8 mètres de hauteur, cette espèce a souvent une morphologie buissonnante, très ramifiée avec des rameaux enchevêtrés, à extrémités lignifiées, épineuses.

Cette espèce se distingue par son comportement exigeant en eau justifiant la période de feuillaison très limitée au cours de la saison des pluies. Très apprécié du point de vue fourrager, la production fourragère est très faible. (TABLEAU 39).

Matière organique							Mat.minérale				V.fourrag		
MS*	M.m	M.az	Cell	M.g	ENA	ICH	Ca	P	MG	K	UF	MAD	M/U
32,9	6.1	15.9	21,5	2,5	54	1,14	0,4	0,2	0.0	0.0	0.86	117	135

* Feuilles, fruits mélangés à l'état sec.

TABLEAU 39. COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2.3.2.5.2 - EQUATIONS DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

Les résultats relatifs à cette relation fournissent la droite de la regression ayant les caractéristiques suivantes. (FIGURE 20a).

$$\text{Ln PS} = 0.79 \text{ Ln BV} + 0.11 \quad (R^2 = 0.93)$$

b: - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

La droite de regression résumant le type de relation établi présente les caractéristiques ci-après: (Fig 20b).

$$\text{Ln PS} = 1.94 \text{ Ln C} - 3.96 \quad (R^2 = 0.76)$$

2.3.1.5.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE.

	BIOMASSE (m3)	CIRCONFERENCE (cm)
R	0,93	0,76
t calcul	12,11	5,4
t (0,05%)	2,07	2,07

TABLEAU 40. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

L'examen du TABLEAU 40 permet de vérifier l'hypothèse de la dépendance des paramètres biovolume et circonférence par rapport à la production foliaire. Par ailleurs le test de la signification de la différence entre les coefficients de corrélation (R1-R2) montre également que cette différence n'est pas différente de zéro.

Il faut cependant constater que la meilleure corrélation demeure celle obtenue avec le paramètre biovolume, ce dernier étant plus facile à mesurer que la circonférence en raison de la morphologie buissonnante de l'espèce.

2.3.1.6 - *BOSCIA SENEGALENSIS*.

2.3.1.6.1 - CARACTERES GENERAUX.

Chaméphyte de 0,50 à 3 mètres de hauteur, cet arbuste est souvent branchu très dense, formant généralement des buissons serrés. Non seulement l'espèce, supporte bien la sécheresse, mais elle régénère facilement, malgré l'action négative des feux de brousse. Dans ce contexte note un effectif ayant quadruplé en cinq ans. POUPON (1980) .

Une des particularités de *Boscia senegalensis* réside dans la persistance de ses feuilles pendant toute l'année. Bien que très peu recherchée par le bétail, il n'en demeure pas moins que l'espèce joue un rôle prépondérant dans l'alimentation du cheptel au moment des périodes de soudure les plus marquées et ce, en

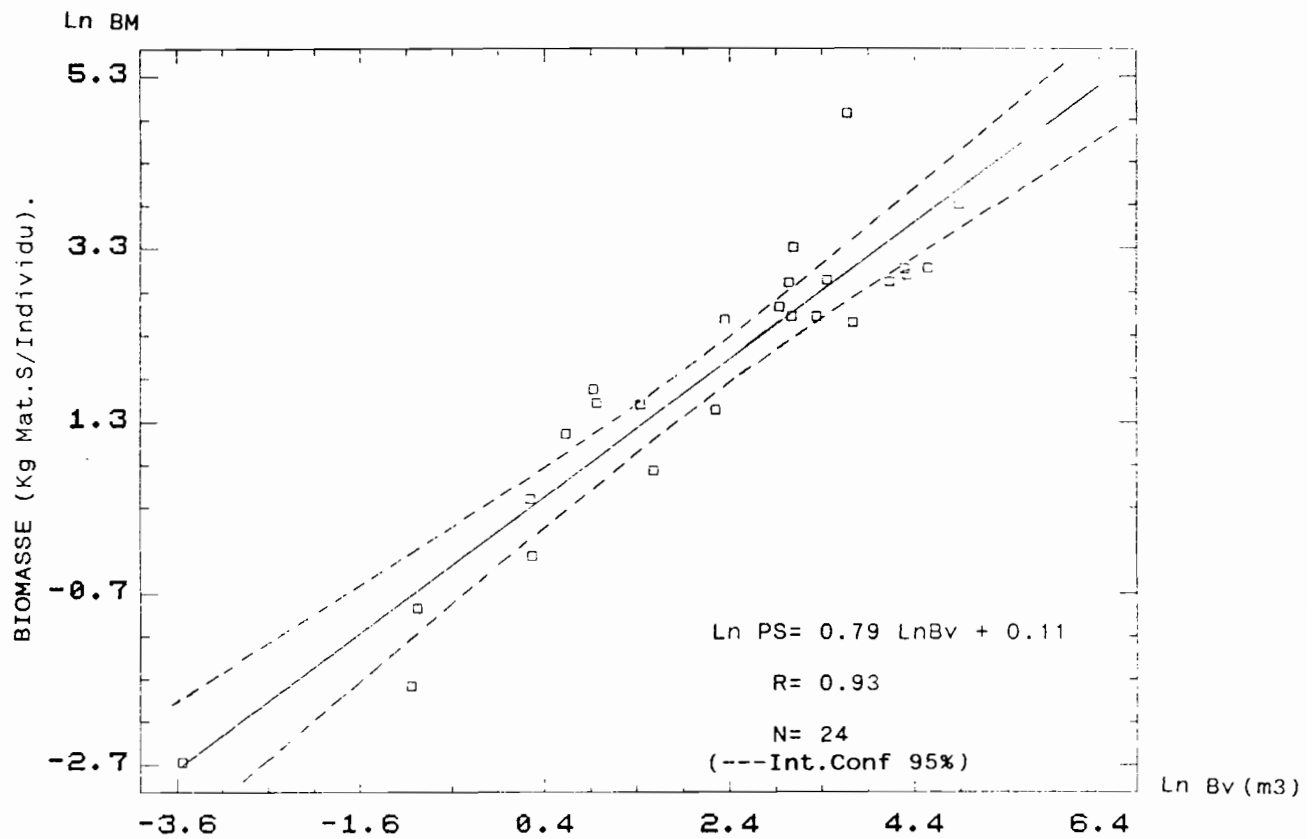


FIGURE 29 a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME
POUR BAUHINIA RUFESCENS

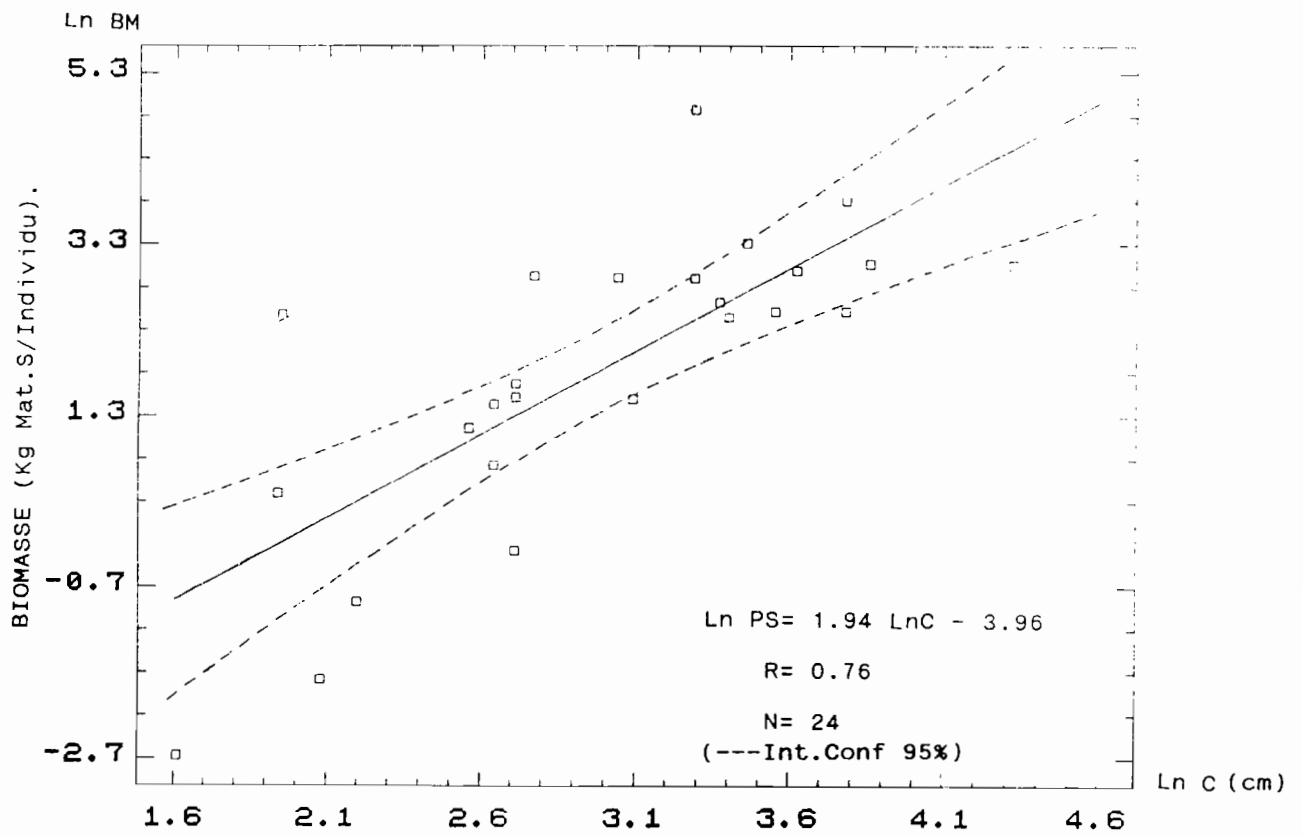


FIGURE 29 b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE
POUR BAUHINIA RUFESCENS

raison surtout de sa grande prolifération. Le Tableau 41 résume les résultats d'analyse chimique.

Matière organique							M.minérale				V.fourrag		
MS*	Mm	M.az	Cell	M.g	ENA	I.CH	Ca	P	Mg	K	UF	MAD	M/U
6,6	7,6	20,7	20,0	1,8	50	1,3	0,5	0,1	0,35	1,2	0,8	168	213

* Feuilles, fruits mélangés à l'état sec.

TABLEAU 41. COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2.3.1.6.2- EQUATION DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

Cette relation s'exprime par la droite de regression ayant les caractéristiques de l'équation de la figure 30a qui est de la forme suivante:

$$\ln PV = 0,78 \ln PV + 0,76 \quad (R^2 = 0,96)$$

b: - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

La relation $\ln PV$ à la biomasse à la circonférence est illustrée par la figure 30b. Elle présente les caractéristiques de l'équation suivante:

$$\ln PS = 1,91 \ln C - 3,96 \quad (R^2 = 0,76)$$

2.3.1.6.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE.

Un test de dépendance entre les variables biovolume et circonférence par rapport à la biomasse, permet de vérifier cette hypothèse tel qu'il en ressort du tableau ci-après:

	BIOVOLUME (m3)	CIRCONFERENCE (cm)
R	0,96	0,86
t calculé	16,0	7,6
t (0,05%)	2.09	2.09

TABLEAU 42. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

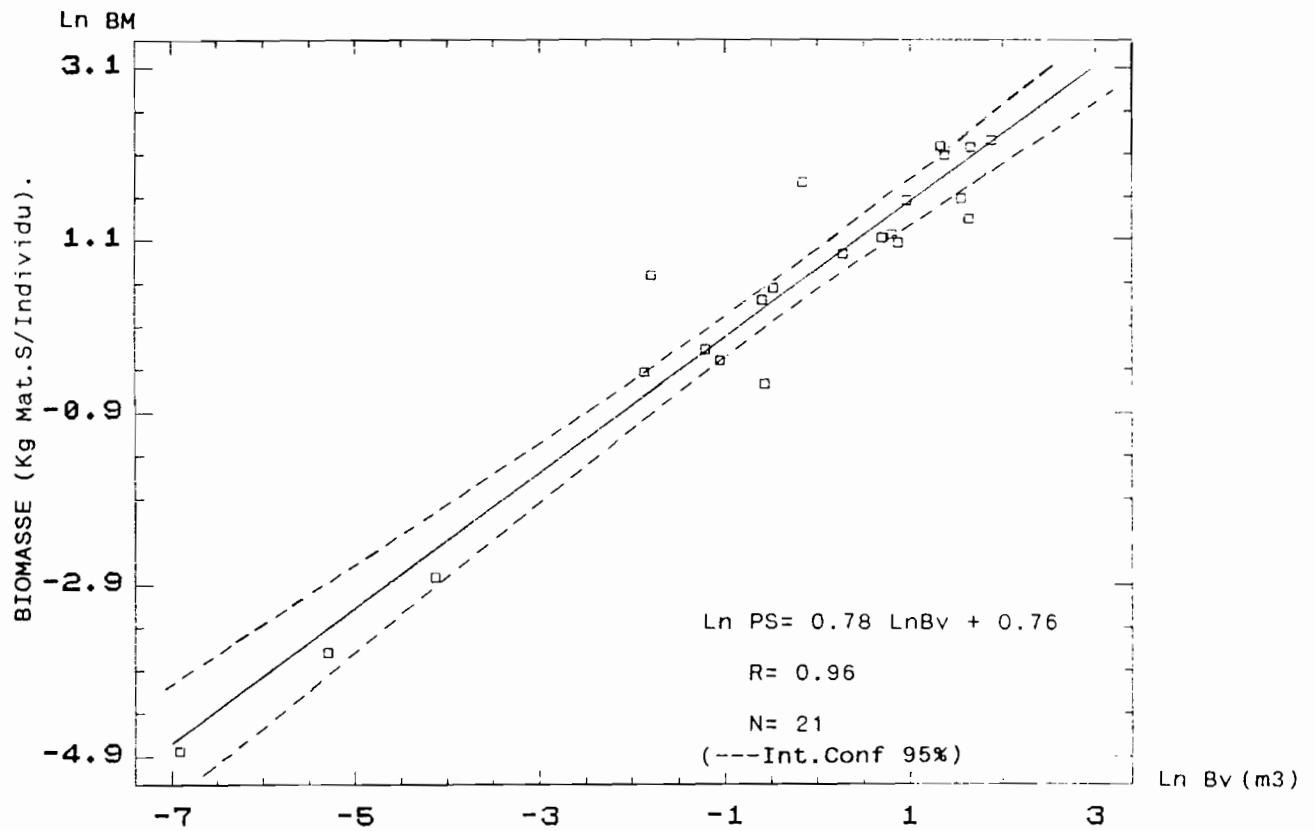


FIGURE 30a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME
BOSCIA SENEGALENSIS

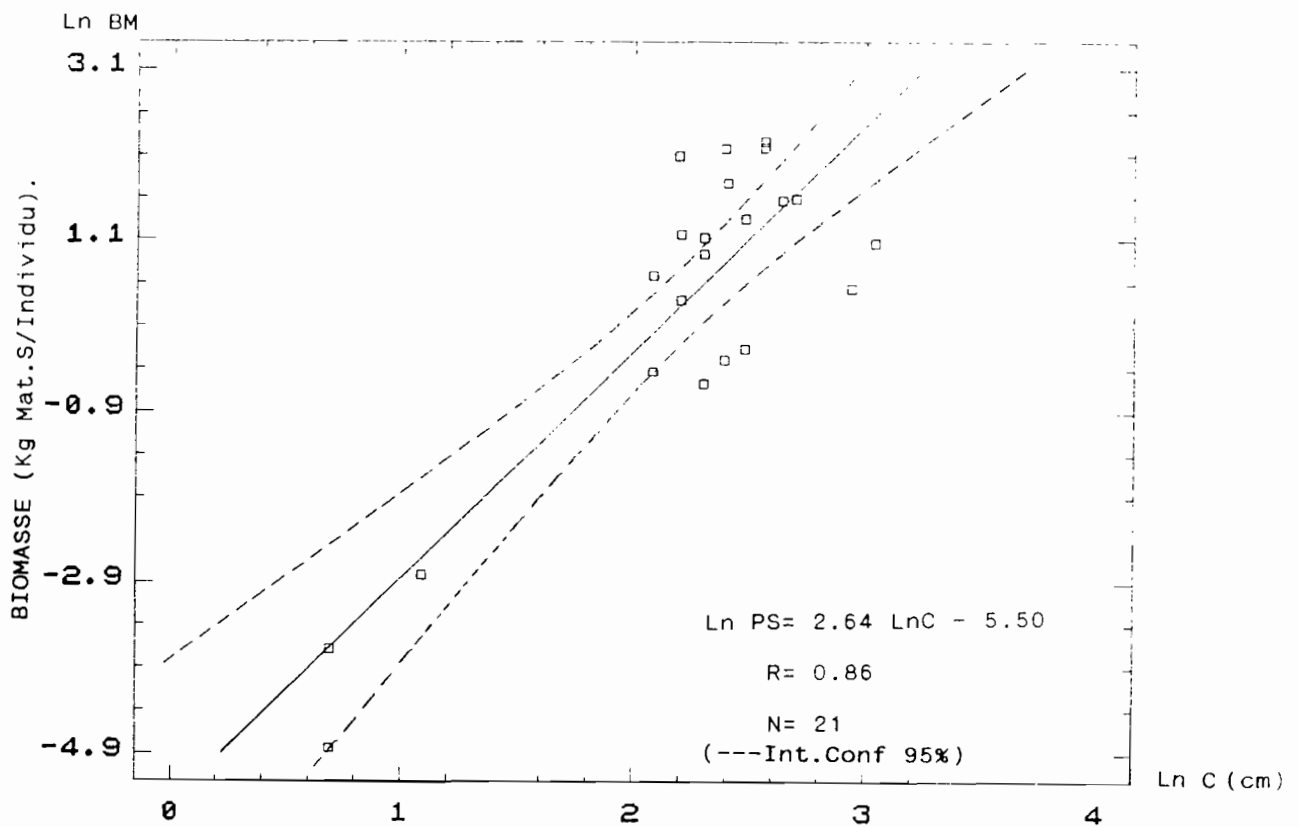


FIGURE 30 b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE
BOSCIA SENEGALENSIS

Il n'existe pas de différence significative entre les deux coefficients de corrélation. (Tableau 42). Cependant le caractère polycaulé de l'espèce introduit une difficulté d'appréciation qui découle de la décision de prise en compte de la tige à mesurer. Dans ce cas, il s'agit surtout de la tige la plus grosse. Comparée à la variable fondée sur le biovolume, l'équation proposée s'avère plus appropriée pour les espèces à tiges multiples que celle utilisant la variable liée à la circonférence.

2. 3.1.7 - COMBRETUM ACCULEATUM

2.3.1.7.1 - CARACTERES GENERAUX.

Combretum acculeatum se présente en buissons ou arbuste souvent sarmenteux de 4 à 5 m de hauteur.

La feuillaison intervient principalement en période d'hivernage. Pendant le reste de l'année la défeuillaison presque totale permet à la plante de lutter contre la sécheresse. Les feuilles sèches de la période post-hivernale (Janvier), aussi bien que les feuilles fraîches de saison des pluies (Août à Janvier) sont très appréciées par le cheptel. (TABLEAU 43).

Matière organique							Mat. minérale				V. Fourragère		
MS*	N	Cell	M.g	ENA	L.CB	Ca	P	Mg	K		UF	MAP	N/UF
48	9,6	20,2	20,9	2,8	50.	1,78	1,9	0,2	0,3	1,2	0,76	105	137

* Feuilles, fruits mélangés à l'état sec

TABLEAU 43. COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2. 3.1.7.2 -EQUATIONS DE PREDICTION.

a: - BIODASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

De la regression calculée on peut en déduire que la biomasse est effectivement liée au biovolume par l'équation suivante: (Fig 31a)

$$\text{Ln PS} = 0.86 \text{ Ln BV} - 0.46 \quad (R^2 = 0.83)$$

b: - BIODASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

Le caractère polycaulé de la plante ne permet pas de déduire une relation satisfaisante telle qu'il se dégage de la figure 31b. On note par ailleurs une distribution des points très hétérogène des points se traduisant par un coefficient de corrélation très faible.

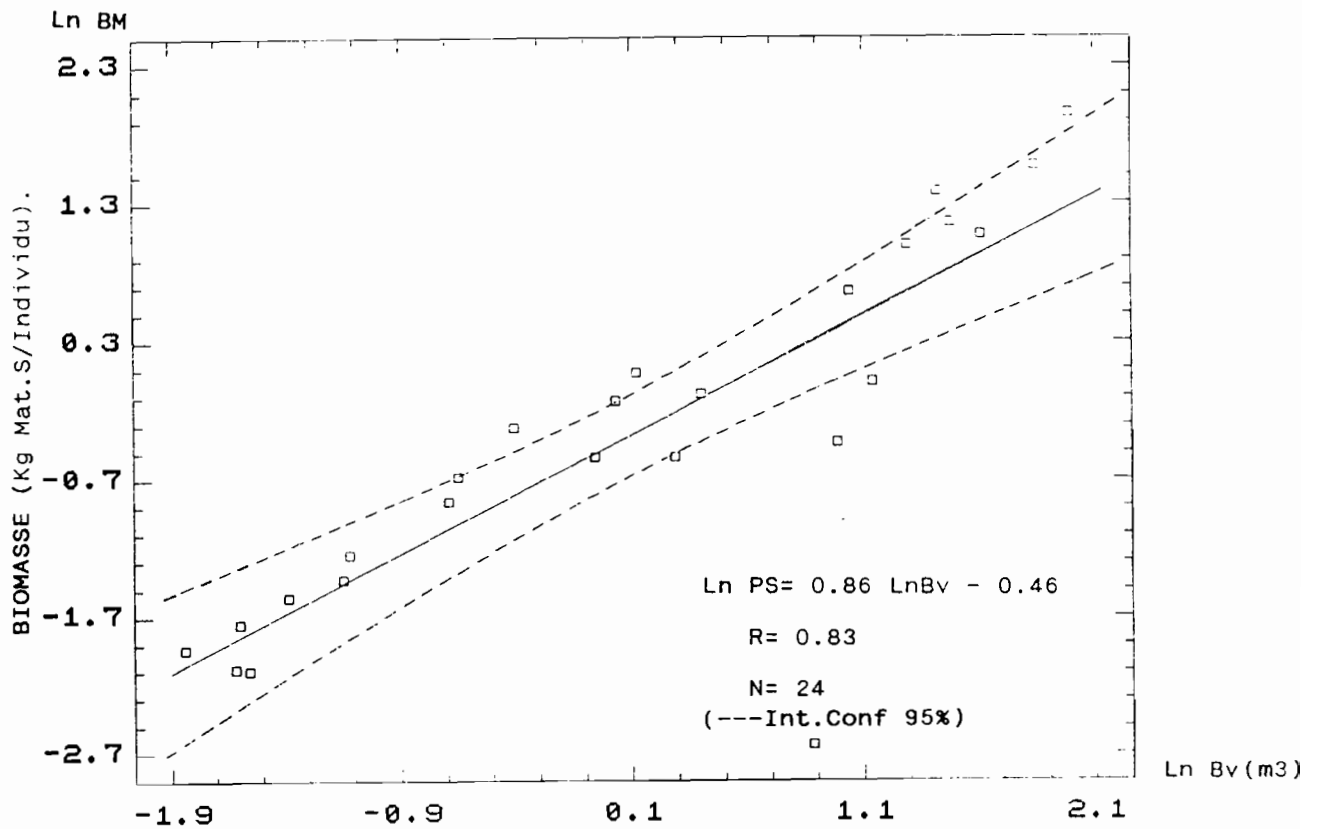


FIGURE 31a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME POUR COMBRETUM ACCULEATUM

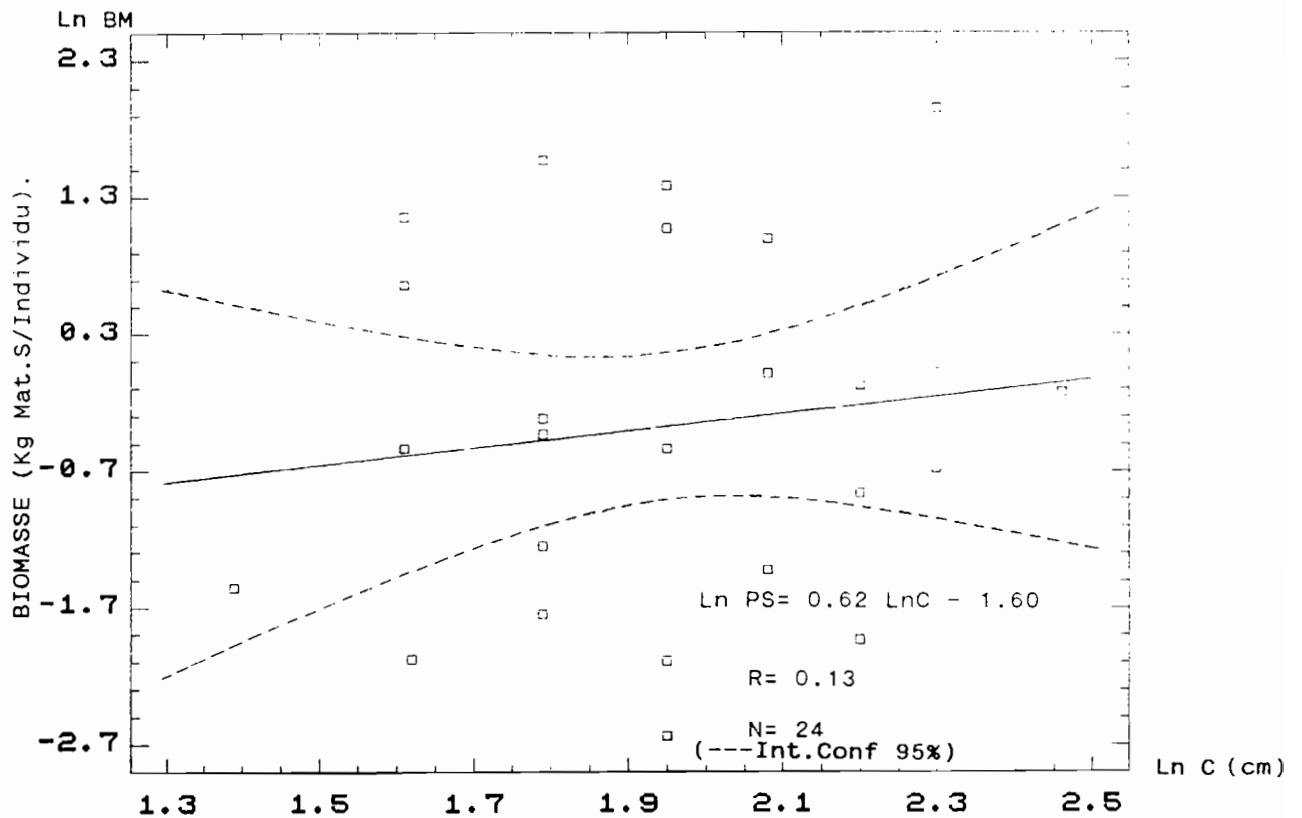


FIGURE 31 b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE POUR COMBRETUM ACCULEATUM

2.3.1.7.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE.

Pour cette plante la variable circonférence ne vérifie pas l'hypothèse de dépendance d'où la dispersion desordonnée des observations. Cette variable est par conséquent à exclure. (TABLEAU 44).

	BIOVOLUME (m3)	CIRCONFERENCE (cm)
R	0,83	0,13
t calculé	6.96	0,62
t (0,05%)	2,07	2,07

TABLEAU 44. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

2.3.1.8. - GREWIA BICOLOR

2.3.1.8.1- CARACTERES GENERAUX.

Il se présente sous forme de petit arbre de 7 à 8 m de hauteur, mais plus souvent c'est un arbuste de 3 à 4 mètres, ayant de nombreux rejets partant de la souche. Concentré autour des légendes, notamment sur les territières et les glaciés à sols coloniaux, *Grewia bicolor* porte ses dernières feuilles au cours de l'hivernage. Toutefois si le départ de la phase feuillée est rapide (un mois à peine), les feuilles jaunissent très tôt et la chute est très étalée. La sécheresse peut influencer sur le développement végétatif soit en retardant la feuillaison, soit en écourtant la durée de vie des feuilles. Poupon (1980).

Toutefois, les feuilles fraîches, les feuilles sèches ainsi que les fruits sont en général bien appréciés par le bétail. (TABLEAU 45).

Matière organique							Mat.minérale				V.fourrag		
MS*	M.m	M.az	Cell	M.g	ENA	I.CH	Ca	P	Mg	K	UF	MAD	M/UF
74.	11.0	10.9	17,0	5.8	56	0,50	2.2	0,1	0,4	1.1	0.9	70	77.0

* Feuilles, fruits à l'état sec.

TABLEAU 45. COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2.3.1.8.2 -EQUATIONS DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

De cette relation on déduit l'équation suivante: (Fig.32 a)

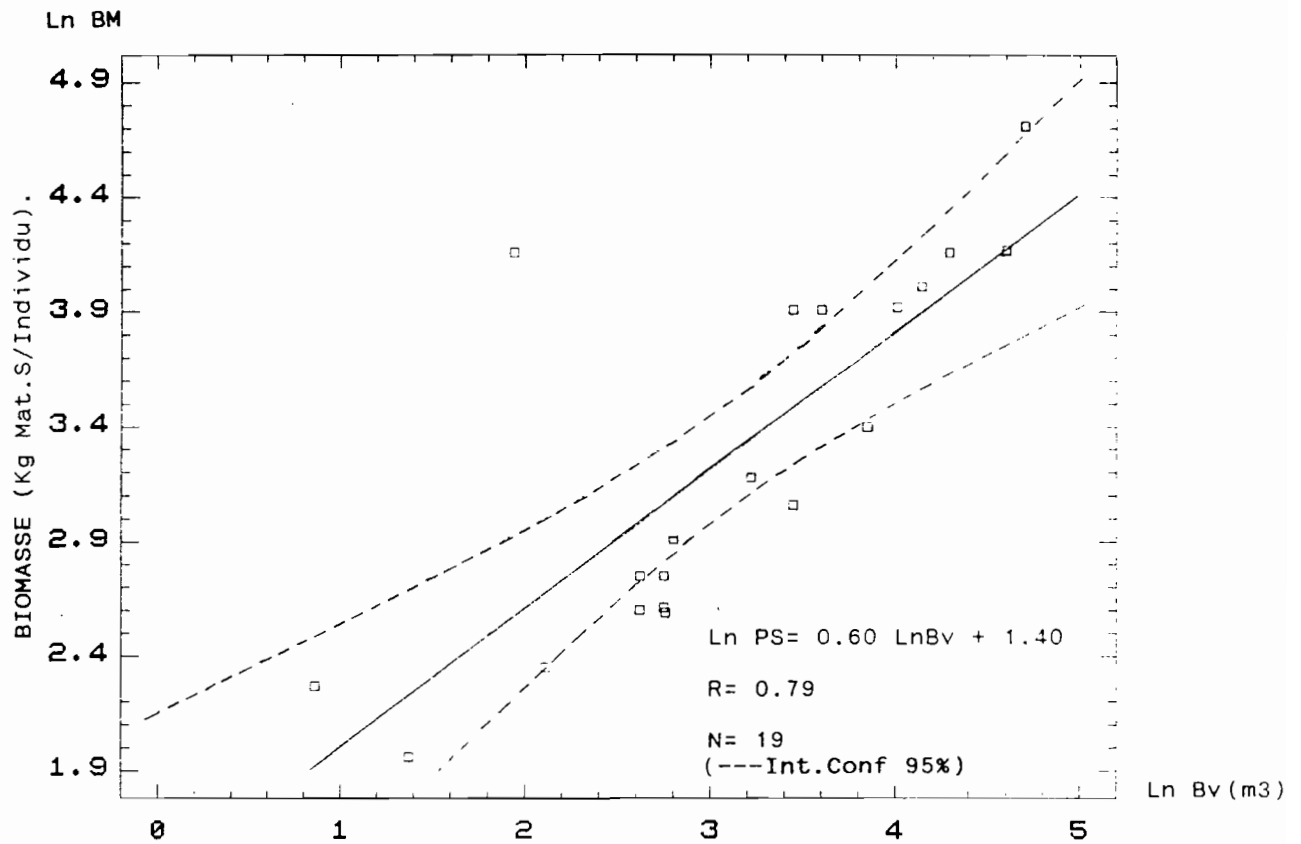


FIGURE 32a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME POUR GREWIA BICOLOR

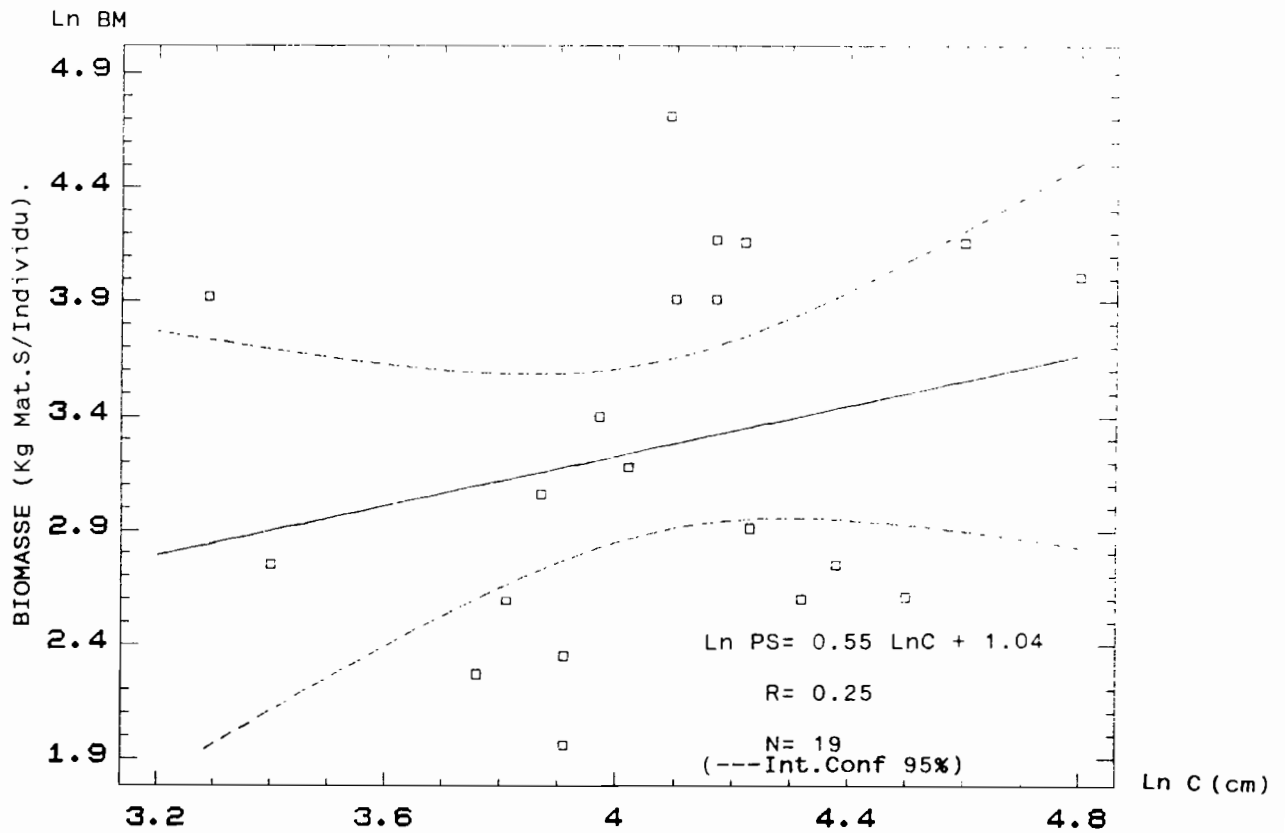


FIGURE 32b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE POUR GREWIA BICOLOR

$$\ln PS = 0.60 \ln BV + 1.40 \quad (R^2=0.79)$$

b: - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

La relation entre la Biomasse et la circonférence reflète difficilement l'existence d'une relation de fait, en défit d'un coefficient de corrélation positif (Figure 32 b). Cette situation résulte de la multiplicité des tiges parmi lesquelles le choix de la tige la plus grosse ne peut être que très subjectif.

2.3.1.8.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE.

Si l'hypothèse de dépendance de la biomasse par rapport au biovolume est vérifiée, elle ne l'est point pour la variable liée à la circonférence. (TABLEAU 46). Ce constat confirme l'effet lié au caractère polycaulé de l'espèce et rendant difficile l'utilisation d'un tel modèle. Les travaux de Poupon (1980) semblent s'accorder avec nos résultats.

	BIOVOLUME (m3)	CIRCONFERENCE (cm)
R	0,79	0,25
t calculé	5,25	1,06
t (0,05%)	2,13	2,13

TABLEAU 46. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

2.3.1.9 - GUIERA SENEGALENSIS.

2.3.1.9.1 - CARACTERES GENERAUX.

Guiera senegalensis se présente sous forme d'un arbuste pouvant atteindre 3 mètres de hauteur. Chamrophyte dressé, à fût grêle, il est ramifié presque dès la base et dans ce cas il forme un buisson ne dépassant guère 1,50 m de hauteur avec plusieurs rameaux.

La pénophase feuillée dure pratiquement toute l'année où les arbustes ne sont généralement défeuillée qu'en fin de saison sèche. Les feuilles jaunissent cependant rapidement restant sur les rameaux pratiquement deux mois avant de tomber.

Les feuilles ne sont guère appréciées que par les chameaux selon Giffard (1974). Cependant nos propres observations nous conduisent à affirmer que le bétail doit souvent s'en contenter lorsque l'herbe est rare et la strate ligneux maigre. (TABLEAU 47).

Matière Organique							Mat.minérale				V.fourrag		
MS*	M.m	M.az	Cell	M.g	ENA	I.CH	Ca	P	Mg	K	UF	MAD	M/U
57	6.2	13.4	24,9	4.6	50.8	0.64	0.75	0.2	0.3	1.0	0,5	55	119

* Feuilles, fruits mélangés à l'état sec.

TABLEAU 47. COMPOSITION ET VALEUR FOURRAGERE MOYENNE.

2.3.1.9.2.EQUATIONS DE PREDICTION.

a: - BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME.

L'examen de la figure 33a révèle la liaison existant entre la biomasse foliaire et la variable exprimée par le biovolume. La droite de regression obtenue est la suivante:

$$\ln PS = 0.81 \ln BV + 0.37 \quad (R^2=0.92)$$

b: - BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE.

La droite de regression établissant la liaison entre la biomasse et la circonférence est illustrée par figure 33 b. Elle présente les caractéristiques de l'équation ci-après:

$$\ln PS = 2.23 \ln C - 1.70 \quad (R^2 = 0.94)$$

2.3.1.9.3 - DISCUSSIONS ET CHOIX D'UN MODELE.

Le test établi sur les coefficients de corrélation des deux droites de regression laisse apparaître la dépendance de la biomasse respectivement par rapport au biovolume et à la circonférence. (TABLEAU 48).

Bien que les deux droites peuvent être confondues, il faut remarquer que la seconde introduit un coefficient de corrélation meilleur que la relation avec le biovolume.

	BIOMASSE (m3)	CIRCONFERENCE (cm)
R	0,92	0,94
t calculé	9,4	10,7
t (0,05%)	2,12	2,12

TABLEAU 48. COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE CORRELATION

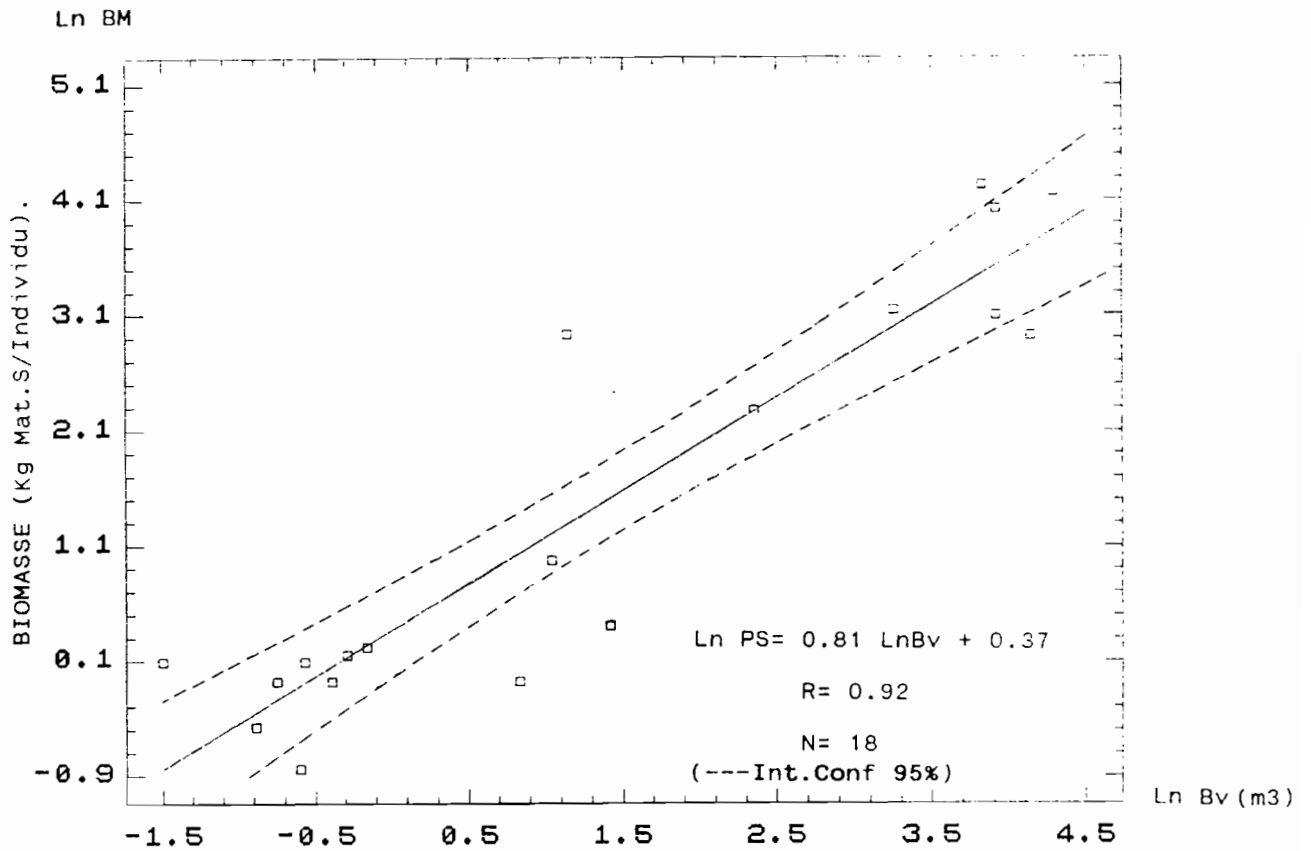


FIGURE 33 a. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET BIOVOLUME
POUR GUIERA SENEGALENSIS

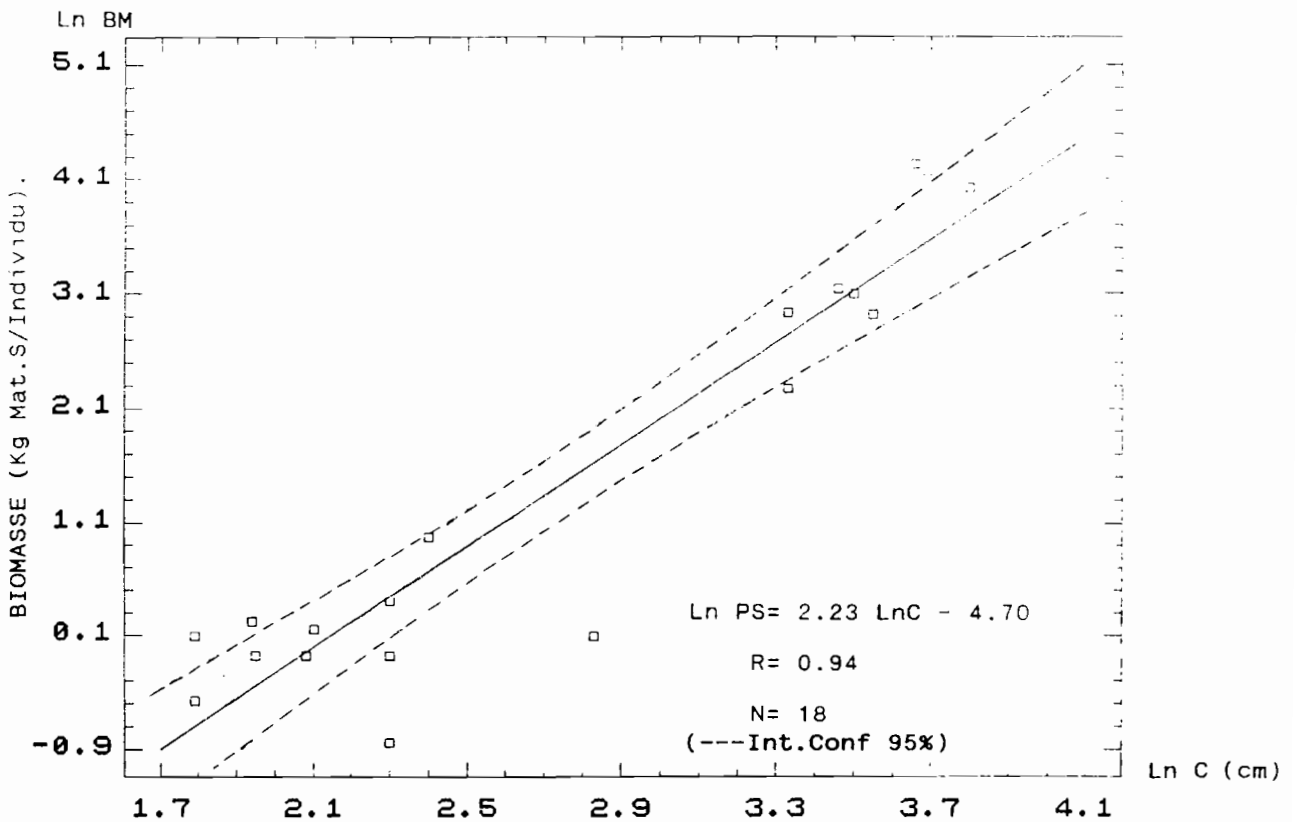


FIGURE 33 b. RELATION ENTRE BIOMASSE FOLIAIRE ET CIRCONFERENCE
POUR GUIERA SENEGALENSIS

2.4 - ESTIMATION GLOBALE DE LA BIOMASSE FOLIAIRE .

2.4.1 - CALIBRATION ET APPLICATION DES MODELES.

La production foliaire globale des ligneux dépend entre autres facteurs de la densité des individus à l'hectare. L'intensité de son utilisation est pose également le problème de son accessibilité. Nous avons essayé de résoudre cette difficulté en nous servant du protocole de suivi mis en place dans le cadre du projet LAT/GRIZA/DGRST/ISRA. Boudet (1979), Piot (1979).

Les calculs de biomasse foliaire ont été établis à la faveur des inventaires de surveillance continue utilisant la méthode dite de l'hectare circulaire Piot (1979). Toutefois une des difficultés majeure, résidant dans la détermination de la biomasse accessible aux animaux, nous avons considéré comme classe limite la hauteur de deux mètres, limite à partir de laquelle on détermine la biomasse accessible et celle qui ne l'est pas et susceptible de subir des élagages répétés. (TABLEAU 49).

Pour chaque classe de hauteur, ont été évalués le biovolume et la circonférence selon les procédures méthodologiques déjà évoquées. Les équations de prédictions ainsi calculées sont utilisées comme abaques pour estimer la biomasse foliaire selon chacune des deux variables analysées. (Tableau 50).

La biomasse foliaire totale des espèces pour lesquelles nous disposons de modèles mathématiques a été évaluée à 254 kg de matière sèche à l'hectare dont 134 kg représentant la part du feuillage accessible et 122 kg pour la partie inaccessible.

2.42.- IMPORTANCE DES LIGNEUX FOURRAGERS DANS L'ALIMENTATION ANIMALE.

Pendant très longtemps, l'évaluation du disponible fourrager des phytocénoses du Ferlo ne prenait directement en compte que les espèces herbacées annuelles. Or pour la plupart des "parcours" initialement étudiés par VALENZA ET DIALLO (1972), la valeur fourragère des communautés herbacées varie en apport énergétique de l'ordre de 0.30 à 0.42 UF par Kg de matière sèche. La valeur azotée digestible (MAD) ne dépasse guère 19 gr par Kg de matière sèche.

Si l'on confronte ces données par rapport aux normes établies par BOUDET et RIVIERE (1968), les peuplements herbacés ne permettent que la couverture des besoins d'entretien soit 3.1 UF et 181 MAD par jour.

Or, les nombreuses analyses bromatologiques montrent l'importance de la composante ligneuse surtout pendant la saison sèche, Dicko (1980), Guérin (1985), LE HOUEROU (1980). D'une façon générale la richesse des arbres fourragers et leur apport dans la satisfaction des besoins des animaux n'est pas négligeable ainsi qu'en témoignent les résultats d'analyse. (TABLEAU 51).

ESPECES	CLASSES DE HAUTEUR (cm)										FREQUENCES	
	1 -25	26-50	51-75	76-100	101-125	126-150	151-175	176-200	201-400	>400	ABSOL	REL %
COMBRETUM ACCULEATUM*	1	1	1	4	1			1			9	5.77
GUIERA SENEGALENSIS *	2		2	5	7	9	7	8	32	2	74	47.40
BALANITES AEGYPTIACA*	1		1		2	1		1	6		12	7.69
BOSCIA SENEGALENSIS *	12									1	13	8.33
GREWIA BICOLOR *				1			1	1	1	1	5	3.20
ACACIA SENEGAL *										1	1	0.64
COMBRETUM NIGRICANS								1			1	0.64
COMMIPHORA AFRICANA			1	2	2	1		3	18	5	32	20.50
PTEROCARPUS LUCENS								1	2	3	6	3.85
DALBERGIA MELANOXYLO									1		1	0.64
COMBRETUM GLUTINOSUM								1		1	2	1.28
FREQUENCES ABSOLUES	16	1	5	12	12	11	8	17	60	14	156	
FREQUENCES RELATIVES	10.26	0.64	3.20	7.69	7.69	7.05	5.12	10.89	38.46	8.97		100
PARTIE ACCESSIBLE										PARTIE NON ACCESSIBLE		
52.54%										47.43 %		

(*) : MODELES DISPONIBLES.

TABLEAU 49 INVENTAIRE DES ARBRES FOURRAGERS A L'ECHELLE DE LA STATION.

ESPECES	VAR. INDEPENDANTES				BIOMASSE (Kg)	
	CIR	D1	D2	H2	(BV)*	(CIR)
ACACIA SENEGAL	30	400	350	200	2.730	3.750
BALANITES AEGYPTIACA	5	60	57	80	0.210	0.125
BALANITES AEGYPTIACA	6	100	80	100	0.510	0.125
BALANITES AEGYPTIACA	13	150	120	180	1.625	0.545
BALANITES AEGYPTIACA	15	200	120	300	3.153	0.715
BALANITES AEGYPTIACA	19	220	220	350	6.415	1.012
BALANITES AEGYPTIACA	20	200	140	240	2.980	1.240
BALANITES AEGYPTIACA	20	200	40	240	1.050	1.240
TOTAL					15.940	5.00
GREWIA BICOLOR	8	50	80	120	2.570	2.170
GREWIA BICOLOR	13	150	20	180	2.760	11.600
GREWIA BICOLOR	35	400	50	300	12.320	19.900
GREWIA BICOLOR	39	600	500	300	50.900	21.220
TOTAL					68.550	54.900
GUIERA SENEGALENSIS	4	80	100	120	0.829	0.200
GUIERA SENEGALENSIS	5	160	80	140	1.374	0.320
GUIERA SENEGALENSIS	6	180	160	170	3.103	0.490
GUIERA SENEGALENSIS	7	90	45	120	0.477	0.690
GUIERA SENEGALENSIS	7	120	80	140	1.085	0.690
GUIERA SENEGALENSIS	7	160	60	40	0.393	0.690
GUIERA SENEGALENSIS	7	200	180	100	0.893	0.690
GUIERA SENEGALENSIS	8	180	100	120	1.598	0.930
GUIERA SENEGALENSIS	8	220	80	180	2.179	0.930
GUIERA SENEGALENSIS	9	100	80	150	0.992	1.021
GUIERA SENEGALENSIS	10	60	40	200	0.472	1.544
GUIERA SENEGALENSIS	10	100	140	180	1.810	1.544
GUIERA SENEGALENSIS	10	200	250	220	8.295	1.544
GUIERA SENEGALENSIS	12	190	60	150	1.322	1.319
GUIERA SENEGALENSIS	12	200	260	200	5.707	1.319
GUIERA SENEGALENSIS	12	300	30	200	3.356	1.319
GUIERA SENEGALENSIS	13	200	160	250	4.615	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	13	350	200	300	10.094	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	14	180	150	200	3.359	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	14	200	60	200	1.742	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	15	100	90	240	1.599	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	15	180	80	200	1.835	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	15	200	250	200	5.534	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	15	250	180	30	5.031	2.111
GUIERA SENEGALENSIS	16	200	150	250	4.384	2.405
GUIERA SENEGALENSIS	16	200	180	300	5.890	2.405
GUIERA SENEGALENSIS	17	200	220	300	6.930	2.443
GUIERA SENEGALENSIS	17	220	100	100	1.623	2.443
GUIERA SENEGALENSIS	17	300	200	300	8.909	2.443
GUIERA SENEGALENSIS	18	100	90	100	0.787	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	18	140	90	170	1.588	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	18	200	150	200	3.254	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	19	250	240	200	6.415	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	19	300	220	250	8.295	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	20	200	90	180	2.219	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	21	500	300	400	23.603	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	21	500	450	400	32.780	2.728
GUIERA SENEGALENSIS	22	300	120	240	4.911	2.962
GUIERA SENEGALENSIS	30	400	350	200	12.731	2.962
GUIERA SENEGALENSIS	30	500	300	400	23.603	2.962
GUIERA SENEGALENSIS	32	400	200	300	11.236	2.962
GUIERA SENEGALENSIS	35	600	400	200	19.700	2.962
GUIERA SENEGALENSIS	97	150	300	200	5.077	2.962
TOTAL					163.948	162.10
COMBRETUM ACCULEATUM	4	35	33	70	0.041	MODELE
COMBRETUM ACCULEATUM	4	51	30	75	0.056	PEU
COMBRETUM ACCULEATUM	5	55	57	106	0.478	FIABLE
COMBRETUM ACCULEATUM	5	150	100	150	0.726	
COMBRETUM ACCULEATUM	10	160	140	100	0.723	
COMBRETUM ACCULEATUM	10	200	140	120	1.025	
TOTAL					3.049	--
TOTAUX					254.367	25.75

(*) BV=1/6 II D1 X D2 X H2

TABLEAU 50. PREDICTION DE LA PRODUCTION FOURRAGERE A L'ECHELLE DE LA STATION

Matière organique (%)							Matière minérale				Valeur fourragère	
MS	M.m	M.az	Cell	M.g	ENA	I.C	Ca	Mg	P	K	UF	MAD
60	8,4	16,4	19,5	3,6	52	1.1	1.26	0,18	0,37	1.33	0,80	121
# 16	# 2,7	# 3,8	# 2,8	# 1,5	# 3,4	# 0,5	# 0,63	# 0,05	# 0,16	# 0,55	# 0,13	# 32

TABLEAU 51. Valeur fourragère de la production foliaire moyenne de la variante à Grewia Gicolor (feuilles et fruits à l'état sec).

Pour une ration de 6,25 kg de matière sèche correspondant aux besoins quotidiens de l'UBT, on peut caractériser le pâturage ligneux d'une manière globale à savoir :

- Haute valeur énergétique (5 UF/UBT) par rapport aux besoins d'entretien (2,7 UF), de croissance (4,3 UF) et de production (2,8 UF).

- Teneur satisfaisante en MAD (756 g/UF) comparativement à la teneur des pailles de saison sèche en matière sèche (200 g).

- Teneur élevée en certains minéraux majeurs :
 - Sodium : 7,87 g/g = 2,74 (norme recommandée : 1,5 g/g)
 - Calcium : 2,21 g/g = 1,0 (norme recommandée : 0,7 g/g)
 - Phosphore : 1,117 g/g = 0,41 (norme recommandée : 0,2 g/g)

- Teneur équilibrée en Potassium : 8,31 = 3,1 g (norme recommandée : 0,6 g).

Pour l'exemple cité, la capacité de charge peut être estimée à 107 jours de pâtures pour une UBT. Cette charge correspond approximativement à 4 mois de pâture pendant lesquels l'UBT pourra couvrir tous ses besoins (entretien et déplacement).

Très peu d'investigations concernent les pâturage ligneux dans les écosystèmes pastoraux sahéliens, ce qui se traduit par une lacune dans l'évaluation et la prise en compte de la production foliaire dans la ration du bétail.

Une bonne estimation nécessite des mesures dans le temps et dans l'espace avec des méthodes appropriées. Un effort y a été consacré dans le présent travail. En dépit du caractère partiel des résultats obtenus, il y'a lieu d'envisager dans l'avenir l'intégration de cette donnée dans la détermination de la charge animale d'une part et à court terme chercher les voies et moyens pour rendre plus performants les modèles obtenus d'autre part.

CONCLUSION

Nous avons essayé dans ce travail de comprendre quelle aide l'utilisation de données pluviométriques pourrait apporter à l'estimation de la biomasse sur pied à la fin de chaque saison des pluies. Pour cela, nous avons fait appel à de nombreux travaux déjà existants, s'appuyant tous sur les données pluviométriques mensuelles qui, même exprimées en terme de pluies efficace, donnent des résultats peu satisfaisants.

La surveillance continue des écosystèmes pastoraux menés au Ferlo depuis 1976 a permis de rassembler un nombre élevé de données, aussi bien relatives aux pluies qu'aux biomasses épigées sans omettre les caractéristique hydriques généralement plus fragmentaires. Cet ensemble de données nous a conduit à envisager une approche plus détaillée, c'est-à-dire celle du bilan hydrique, bien connue des agronomes et des agroclimatologues.

A cet effet, nous avons choisi comme hypothèse de travail, dans le cadre de travaux expérimentaux de prendre un à un les éléments du "bilan" et d'essayer, dans la mesure des possibilités offertes par les données accessibles du Ferlo sénégalais, de les cerner, au mieux. De cette façon, nous avons introduit dans le bilan hydrique, des données dont nous connaissons la fiabilité.

CONCLUSION GENERALE.

CONCLUSION GENERALE.

A l'instar du mathématicien Français POINCARRE , rappelons " qu'un tas de briques n'a jamais contruit de maisons...". De la même sorte , il faut aussi admettre qu'une maison ne se battie pas n'importe où , n'importe comment et sur n'importe quel type de substrat. Cela nécessite de disposer auparavant , d'un plan minutieusement élaboré et d'un objectif précis à atteindre.

Transposé à la problématique de l'aménagement et de la gestion des écosystèmes pastoraux sahéliens tels que ceux du Ferlo , ce constat nous permet de définir succinctement le rôle et l'importance de l'étude de la végétation en préalable à une exploitation rationnelle des ressources naturelles. Cependant l'étude de la végétation ,pour indispensable qu'elle puisse être, reste souvent déroutante en milieu sahélien en raison de l'ampleur des phénomènes de dégradation voire de désertification de plus en plus persistants. Phénomènes caractéristiques du monde sahélien , il convient pourtant " de ne pas se laisser omnibuler par l'ampleur du drame qui doit être ramené à ses justes proportions ; celles d'un phénomène à caractère récurrent mais dont la périodicité ne semble pas pouvoir être établie, du moins dans l'état actuel des connaissances en climatologie." BARRAL (1977).

La question reste donc de savoir comment tirer le meilleur profit des ressources naturelles dans de telles conditions tout en maîtrisant les effectifs du cheptel au disponible fourrager, en préservant et maintenant la productivité animale.

Sur ce plan , bien des stratégies ont été développées et mises en oeuvre tant sur le plan international que national. Les solutions proposées font souvent légion bien que souffrant généralement d'une faible prise en compte de la dimension humaine et sociale , finalité de toute recherche tournée vers le développement.

Dans ce contexte précis , la philosophie devant sous-tendre la recherche des remèdes susceptibles d'aider à la résolution des problèmes liés à la désertification et à l'autosuffisance alimentaire doivent procéder avant tout d'un certain état d'esprit, lequel étant surtout l'expression d'un refus catégorique de tout esprit de fatalisme." Si le désert n'est pas une terre morte, c'est simplement une maladie qu'il importe de guérir." MAUROY* (1982). N'a t-on pas vu du reste et avec la même foi et détermination , les chercheurs américains de la Texas Research Foundation à Renner, déployer des efforts considérables pour restaurer des pâturages permanents sur des sols jadis productifs mais dénudés par des pacages excessifs et abusifs causés par d'immenses troupeaux ? Pourtant ces gens là, avaient uniquement comme slogan " l'herbe créa nos sols et l'herbe nous le rendra."

A la lumière de cette mise au point , nous avons essayé dans cette étude d'apporter notre modeste contribution. Dans une première partie nous avons tenté d'évaluer les acquis et les

échecs des trois dernières décennies d'investigations portant sur la végétation naturelle du Ferlo sénégalais.

A ce titre, nous avons été placé devant de véritables problèmes d'ordre méthodologique que nous avons résolus en nous situant dans une approche essentiellement phytosociologique qui nous a permis de mieux cerner la structure des communautés végétales du Ferlo, structure organisant celles-ci en diverses unités complexes appelées des phytocénoses.

Dans ce cadre défini selon les techniques d'analyses numériques, nous avons essayé de comprendre le fonctionnement des systèmes de production ainsi étudiés en mettant l'accent aussi bien sur les peuplements ligneux que herbacés annuels.

Plus que pour la catégorie des ligneux que nous avons très peu étudiés, les communautés herbacées sahéliennes sont par contre principalement composées de plantes annuelles pour lesquelles la phase de germination et d'installation revêt une importance primordiale.

Les résultats obtenus laissent apparaître que le régime hydrique des premières semaines de la saison détermine en grande partie la composition floristique, la densité et leur niveau de développement. Les observations collectées sur une période de trois années ont permis d'analyser de la production primaire en faisant intervenir la notion de pluies efficaces mais aussi du bilan hydrique. Pour ce dernier aspect, et au fur et à mesure de l'avancement de nos travaux de terrain, nous avons essayé d'améliorer la connaissance des différents paramètres agissant sur le résultat, en faisant appel à la pédologie, à l'agrostologie et à l'écologie végétale.

L'analyse des données du bilan hydrique et de la production primaire ont abouti à l'élaboration d'un programme informatique permettant de "suivre" son évolution au cours de la saison des pluies et de fournir très rapidement une estimation du disponible fourrager sous forme de cartes de biomasse périodiques soit mensuelles soit décennales.

Le suivi et la prévision de la production primaire des pâturages naturels sont des éléments de la politique de gestion des écosystèmes aussi bien pastoraux qu'agraires. Les réseaux d'observations en vue de produire des cartes de suivi de l'état des parcours naturels posent un problème de l'organisation et de de l'exploitation de l'information géographique. Ces obstacles qui n'ont pas encore été résolus à notre niveau empêchent provisoirement la production de ces cartes de biomasse.

.....
 * ANCIEN PREMIER MINISTRE FRANCAIS A L'EPOQUE EN VISITE
 OFFICIELLE AU SENEGAL.

B I B L I O G R A P H I E

B I B L I O G R A P H I E.

- ADAM (J.G.) - Connaissance du Sénégal.Fasc.3.Climats sols-végétation.Etudes sénégalaises N° 9 - Dakar.1965.
- ADAM (J.G.) - Les pâturages naturels et post-cultureux du Sénégal.Bull. IFAN, 28 (2) : pp. 450-537 -Dakar. 1966.
- ADAM (J.G.) - Composition chimique de quelques plantestropicales. Jour. Agr. Trop. et Bot. App. XIII, 6-7, pp. 337 Paris. 1966.
- ADAM (J.G.) - Evolution de la végétation dans les sous-parcelles protégées de l'UNESCO.IFAN et ATAR. Bull. IFAN, Serv. Ser. A., 29 (1) :pp :92-106 Dakar.1967.
- ADAM (J.G.) - Contribution à l'étude floristique des pâturages du Sénégal dans "éléments de politique sylvo-pastorale au Sahel Sénégal .Les conditions du milieu, le milieu vivant et la végétation. Ser. Eaux et Forêts - Dakar - Ronéo.1953
- ADAM (J.G.) - Contribution à l'étude floristique des pâturages du Sénégal (provinces de Djolof et du Fouta Toro) (Vallée du Sénégal exclue).1957.Ann. Agr. Trop. 12 (1), pp. 67-112 - Paris.
- ADAM (J.G.) - Eléments de politique sylvo-pastorale au Sahel sénégalais.,Ser.Eaux et Forêts Fleuve Saint-Louis. 1957.10 fax.
- AUBREVILLE (A.) - Climats - Forêts et désertification de l'Afrique tropicale.Soc. Ed. Mart. et Col. Paris. 1949.
- AUDRU (J.) - Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le Delta du Sénégal.Etude.Agrost. N° 15,1 carte coul. 1/100 000 IEMVT. 1966.
- AUDRU (J.) - Pâturages et problèmes pastoraux dans le pseudo-delta du Sénégal.Rapport dactylographié IEMVT Maisons-Alfort.Paris. 1965.
- AUDIBERT (M.)- Etude hydrogéologique de la nappe profonde du Sénégal "nappe Maestrichtienne".Mém. Bur. Rech. Géol. min., Fr. , N° 41 fif. 1966.
- ATCHY ALIDON (A.) - Influence des forages sur la gestion du troupeau, le cas du Ferlo en République du Sénégal.Rapport de stage, LNERV - Dakar. 1976.

- ANONYME - Le rôle des arbres au sahel CR. colloque tenu à Dakar (Sénégal) du 5 au 10 Novembre IDRC - Canada.
- ASECNA - Le climat du Sénégal. Données statistiques. Polygr. (Dakar-Sénégal). 1976.
- BA (Ch.) - Les Peuls du Sénégal. Etude géographique. Nouv. Edit. Africaines. - Dakar. 1986.
- BAKER (R.) - The need for long term strategies in area of pastoral nomadism in drought in Africa. Edited by Dalby and R.J. Harrison Church SOAS. Londres. pp : 79-84. 1973.
- BARNES, D.L. - Bush control and productivity. Modern Farming Centre Afri., 9, 6, 6 : 10-19. 1973
- BELLOQ (A.) - Note sur la statistique expérimentale des pluies " hors saison " au Sénégal. Direction de la Météorologie nationale. Dakar. 1980.
- BERHAUT (J.) - Flore du Sénégal. 2ème éd. Clairafrrique Dakar. 1967.
- BERHAUT (J.) - Flore illustrée du Sénégal. Clairafrrique Dakar. Tome I, II, III. 1971, 1974. 1977.
- BEPNUS (F.) et PELISSIER (L.) - L'homme responsable de la dégradation du désert. Le Courrier. CEE N° 17, p : 12-14. 1971.
- BILLE (J.C.) - Les principaux caractères de la végétation herbacée du Sahel sénégalais. Travail effectué dans le cadre du programme ORSTOM. C. du I. Etude d'un écosystème subdésertique. ORSTOM-Dakar-Hann. 1971.
- BILLE (J.C.) - Observations préliminaires sur quelques arbres du Sahel sénégalais. ORSTOM - Dakar-Hann. 1971
- BILLE (J.C.), POUPON (H.) - Etude d'un écosystème subdésertique : présentation de la zone de Pété Olé. (Sénégal). Centre ORSTOM de Dakar-Hann Sénégal. Texte multigr. 1971.
- BILLE (J.C.) - Etude d'un écosystème subdésertique : Ecosystème sahélien de Pété-Olé. Essai de bilan au niveau de la production primaire nette annuelle. Centre ORSTOM de Dakar-Hann Sénégal. 1972.
- BILLE (J.C.) - Graines et diaspores des plantes herbacées du Sahel Production et dynamique. ORSTOM - Dakar. 1973.
- BILLE (J.C.) - Etude de la productivité primaire nette d'un écosystème sahélien. Thèse d'état. Trx et doc. ORSTOM. 1976.

- BILLE, J.C. - Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : la régénération de la strate herbacée. ORSTOM, extr. La terre et la Vie, T. 28, n°1, pp. 21 - 48. 1974.
- BOUCHET (R.J.). L'évaporation potentielle: sa mesure, son estimation à partir de l'évaporation sous abri, signification et intérêt écologique. In "Méthodologie de l'écophysiologie végétale." Actes du colloque de Montpellier. Recherches en zone aride, 25; 119-121. UNESCO. 1965.
- BOUDET (G.) et RIVIERE (R.) - Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays. trop. 21 (2) : pp. 227-266.
- BOUDET (G.) - Y'a-t-il désertification et assèchement du climat en Afrique tropicale sèche ? Le faciès de dégradation de la "Brousse tigrée" en est-il la conséquence. IEMVT-Maisons-Alfort. 1971.
- BOUDET (G.) - Désertification de l'Afrique tropicale sèche Adansonia. Ser. 2, 12 (4) : pp. 505-524. 1972.
- BOUDET, G. et RIVIERE R. - Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 21 (2) : 227-266. 1968.
- BOUDET, G. - Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères 2^{ème} édition. Ministère coop. Française (IEMVT Paris). 1975.
- BOUDET (G.) - Systèmes de production d'élevage au Sénégal. Etude du couvert herbacé (1ère campagne). Annexes. IEMVT - Maisons-Alfort - Paris. 1980.
- BOUDET (G.) - Systèmes de production d'élevage au Sénégal. Etude du tapis herbacé (2ème campagne). IEMVT Maisons-Alfort - Paris. 1981.
- BOUDET (G.), PIOT (J.), DE WISPELAERE (G.) et MEYER (J.F.). Systèmes de production d'élevage au Sénégal. Le couvert végétal et le cheptel. IEMVT - Maisons-Alfort Paris. 1981.
- BOUDET (G.) et al. - Systèmes de production d'élevage au Sénégal, dans la région du Ferlo. GERDAT-ISRA-ORSTOM, 172 p. 1983.
- BOUDET (G.) et LEBRUN (J.P.) - Catalogue des plantes vasculaires du Mali. IEMVT - Maisons-Alfort. 1986.

- BRIANE (J.P.), LAZARE (J.J.), SALANON (R.). L'analyse en données groupées de très grands tableaux de correspondance. Les Cahiers de l'Analyse des Données, Vol. III, N° 2 : 167-173. 1978.
- BRIANE (J.P.), LAZARE (J.J.), SALANON (R.). L'analyse des données groupées : un exemple de phytosociologie. Les Cahiers de l'Analyse des Données, Vol. III, N° 2 : 174-178. 1978.
- BRASSEUR (G.) - Les problèmes de l'eau au Sénégal. Etudes sénégalaises N° 4. IFAN - Saint-Louis. 1958.
- BREMONDS (R.) - Etudes et analyses d'eau des forages du Sénégal et essai d'interprétation géologique. Serv. des Mines du Sénégal. 1952.
- BROCHET (P.) et GERBIER (N.) - L'évapotranspiration : aspect agrométéorologique, évaluation pratique de l'évapotranspiration potentielle. Edition revue et corrigée. Monographie N° 65, Météorologie nationale. 44 p., 12 fig., 3 tableaux, 33 annexes, 35 réf. Paris. 1975.
- B.L.G.M. - Carte géologique du Sénégal au 1/500 000ème. 1. Yoff. Notice 36 p., Serv. Mines Géol., Yaoundé. 1962.
- CATINOT (P.) - Contribution à la désertification de l'Afrique tropicale sèche. Bois et Forêts. Tropic. (2) 184. 1971.
- CARRIFRE (M.) - Les communautés sahéliennes en Mauritanie (Région de Kaédi) ; analyse de la reconstitution manuelle du couvert herbacé. Thèse doctorat. Univ. Paris Sud. 1989.
- CHEVALIER (A.) - Le déboisement du Sénégal. Bull. Ass. Col. Sc. 6 (65) : pp 225-230. 1930.
- CISSE (A.M.) - Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone Sud-Sahélienne. PPR. Wageningen. 1986.
- COACHEME (J.) et FRANQUIN (P.) - Etude agroclimatologique dans une zone semi-aride en Afrique au Sud du Sahara. Genève OMM. N° 210 TP 110. Note technique N° 86. 140 p., 60 fig., 33 tabl. 1968.
- CORNET (A.) - Observation préliminaire sur les propriétés physiques et le bilan hydrique des sols dans les écosystèmes sahéliens étudiés. Centre ORSTOM -Dakar. 1976.

- CORNET (A.) - Observation sur la capacité de rétention, ses relations avec les valeurs du potentiel et la texture des sols sableux au Nord Sénégal. Centre ORTOM - Dakar. 1977.
- CORNET (A.) - Données météorologiques recueillies dans les différents points d'études. Doc. tech. 1 et 2. Centre ORSTOM - Dakar. 1976-77.
- CORNET (A.) - Détermination de l'ETP en vue de l'étude du bilan hydrique dans la zone sahélienne sénégalaise. Centre ORSTOM - Dakar. 1977.
- CORNET (A.) - Le bilan hydrique et son rôle dans la reproduction de la strate herbacée de quelques phytomasses sahéliennes au Sénégal. Thèse Doc. Ing. Univ. Sc. et Techn. du Languedoc. Montpellier. 1981.
- CISSE, M.I. - Production fourragère de quelques arbres sahéliens : relations entre biomasse foliaire maximale et divers paramètres physiques. CIPEA - Colloque sur les ligneux en Afrique 1980.
- COULIBALI (M.) - Approche phyto-écologique des pâturages sahéliens au Mali (Réf. Journal). Thèse, Univ. Nice. 1979.
- COULOMP (J.), SERRES (H.) et TACHEE (J.) - L'élevage en pays sahéliens. Paris. PUF 1972. 1980.
- COURFI (N.F.) - Etude de l'évolution récente des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites. Thèse d'état ès-Lettres. Univ. Paris I. France. 1984.
- DAGET (Ph.) - Les prairies du Cantal. Rev. Haute Auvergne. Avr.-juin : 35 p. 1974.
- DAGET (Ph.) et POISSONNET (J.) - Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. Ann. Agr. 22, 1, p : 5-41. 1971 a.
- DAGET (Ph.) et POISSONNET (J.) - Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. Fourrages N° 49 : p 31-39. 1972.
- DALINIER (J.) - Hydrogéologie du Ferlo septentrional (Sénégal). Mémoires du BRGM N° 19 - Paris. 1962.
- DANCETTE (C.) - Méthode pratique d'estimation des besoins en eau des principales cultures pluviales au Sénégal. 20 p, 4 graphiques, 5 tableaux, 55 références CNRA/ISRA-Bambey. 1981.

- DAUDET (F.A.) et VACHAUD (G.) - La mesure neutronique du stock d'eau du sol et de ses variations. Applications à détermination du bilan hydrique. An. Agr. 28 (5) : 503-519. INRA. 1977.
- DEACON (E.L.) et al. - Evaporation et bilan hydrique. Actes colloques climatologie et recherches en zone aride. UNESCO. 1958.
- DEGALLIER (R.) - Hydrologie du Ferlo occidental. Dir. des Mines et de la Géologie, N° 19, 44 p. 20 pl. h. + 1 carte couleur. 1954.
- DELAFOSSÉ (M.) - Le haut Sénégal-Niger. Paris Larousse 3 vol. 428 p. 316 p. 1912.
- DELAFOSSÉ (M.) et GADEU (H.) - Chroniques du Fouta sénégalais Paris, Leroux 2 vol. 1913.
- DEMANGEOT (J.) - Les milieux "naturels" du globe. 2ème édition. Masson. 1987.
- DEPIERRE (B.), GILLET (H.) - Désertification de la zone du Sahel. Bois et forêts des tropiques, N° 129. Septembre 1971.
- PESCIONGS (B.M.) - Approche des formations herbeuses tropicales, la structure de la végétation. Thèse d'état, Fac. des sci. de Montpellier 221p. 1976
- DE WISPELAERE (G.) - Systèmes de production d'élevage au Sénégal. Etude et cartographie de l'évolution de la végétation par télédétection. IEMVT - Paris. 1980.
- DE WISPELAERE (G.) - Systèmes de production d'élevage au Sénégal. Etude et cartographie de l'évolution de la végétation par télédétection. IEMVT - Paris. 1981.
- DE WISPELAERE (G.) - Expériences de simulation du satellite SPOT en Afrique de l'Ouest. Colloques de Ouagadougou et de Paris GDTA. Ministère des relations externes. Paris. 1985.
- DIA (P.I.) - L'hydraulique pastorale dans la zone sahélienne du Sénégal. UNESCO/CILSS-IS/EISMV (CPU). 1981.
- DIALLO (A.K.) - Pâturages naturels du Ferlo-Sud (Rép. du Sénégal). Etude agrostologique N° 23. Rapport IEMVT. 172 p. + Carte. 1968.
- DIALLO (A.K.) - Eléments pour une politique de la santé animale dans un programme à long terme du Sahel. LNERV/ISRA - Dakar. 1974.

- DIALLO (A.K.) - Nomadisme et pâturages naturels. Communication présentée à la Conférence régionale FAO pour l'établissement d'un programme de recherches agronomiques sur les bases écologiques en Afrique. Rome 11-15 novembre - LNERV. 1968.
- DIEYE (Kh.) - Etude du tapis végétal d'un écosystème sahélien. Zone du Ferlo sénégalais. Estimation des potentialités et analyses des processus de dégradations DEA. Université de Paris Sud. Centre Orsay. Paris. 1980.
- DIEYE (Kh.) - Etat évolutif du tapis herbacé. Mémoire de confirmation. LNERV/ISRA. Ref N°68./Agrosto. DAKAR. 1982.
- DIEYE (Kh.) - Evaluation des ressources fourragères naturelles par le bilan hydrique. Cas du Ferlo Sénégalais. Actes colloque de Dakar 16-17-18 nov. Projet Ecosystèmes pastoraux UNEP/FAO/ISRA. 1983.
- DJITEYE (M.) - Composition, structure et production des communautés végétales sahéliennes : Application à la zone de Niono. Thèse Université Paris Sud-Orsay : 150 p + annexes. 1978.
- DURANTON (J.F.) - Recherches phytogéologiques dans le Sud et le Sud-Ouest de Madagascar. Thèse d'état 2e-3e L. Univ. de Paris Sud. Centre Orsay. 1975.
- DURANTON (J.F.) - Etude phénologique de groupements herbacés en zone tropicale semi-aride.
I - Méthodologie. *Adansonia*, Ser. 2, 18, (2) ; 183-197. 1978.
- DICKO, M.S. - Contribution des fourrages ligneux à l'alimentation bovins du système sédentaire de l'office du Niger. CIPEA - Colloque sur les ligneux 1980.
- FRANQUIN (P.) et FOREST (F.) - Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique *Agron. Trop.*, 32, 1: 7-11. 1977.
- FRANQUIN (P.) - Production de masse, production de nombre et rendement. *Cah. ORSTOM. Ser. Biol.* 42, 53-59. 1981
- GEHU (J.M.) - Documents phytosociologiques. J. CRAMER. FL-9490 Vaduz. 1978
- GUERIN, H. et al. - Le choix alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) sur les pâturages sahéliens, leur facteur de variation et leurs conséquences. Communication présentée au Colloque de l'ALSAD et l'AOAO. 7 - 2 septembre (Damas). 1985

- EAGLEMAN (J.R.) - An experimental derived model for actual evapotranspiration. *Agro. meteorology*, A : 385-394. Amsterdam. 1971
- FALL (A.) - *Eléments pour un programme d'intervention dans le milieu pastoral Nord. Ferlo. Dakar. FERLAB.BUP.* 1977.
- FELLER (C.) - *Etude des pâturages naturels du Ferlo Boundou : Matam, Kidira, Tambacounda. Etude pédologique ORSTOM, IEMVT Paris .* 1975.
- FERRANDO (R.) - *Les bases de l'alimentation. VIGOT et Frères - Paris.* 1959.
- FOREST (F.) - *Bilan hydrique efficace et prospective décadaire des besoins en eau des cultures pluviales en zone soudano-sahélienne. Cah. pédog. Minist. Coop. Française* 34 p, 10 fig. 5 tabl., 3 annexes. Paris.
- FOTIUS (G.), VALENZA (J.) - *Etude des pâturages naturels du Ferlo Oriental (Sénégal). Etude N° 13. Rapport IEMVT- Paris.* 1966.
- FRANKIE (G.), BAKER (H.C.), OPLER (P.A.) - *Tropical plant phenology: Applications for studies in Community Ecology. In "phenology and seasonality modeling". H. LIFTH éd., Springer-Verlag, Berlin, 287-296.*
- FRANQUIN (P.) - *La climatologie en Afrique occidentale. Secr. d'Etat aux Affaires Etrangères France.* 1967.
- FRANQUIN (P.) - *Analyse agroclimatique en régions tropicales. Les conditions hydriques. Cah. ORSTOM Ser. Biol.* 1968, 5:15-24. 1968.
- FRERE (M.) et POPOV (G.F.) - *Surveillance agroclimatologique pour la prévision des récoltes. Etudes FAO N° 17, 36 p. 17 fig., 14 tabl., 15 réf. Rome.* 1979.
- FRIOT (D.) - *Rapport sur l'analyse chimique des eaux de forages profonds. IEMVT-LNERV Dakar.* 1970.
- GILLET (M.) - *Tapis végétal et pâturages du Sahel in "le Sahel : bases écologiques de l'aménagement". Notes techniques M.A.B. presse de l'UNESCO Paris. pp : 21-27.* 1974.
- GILLET, H. - *Variation de la flore sahélienne en fonction de l'importance de la saison des pluies. C.R. somm. Soc. Biogeogr., Paris, 39, pp. 13 - 23.* 1962
- GILLET, H. et PEYRES DE FABREGUES B. *Quelques arbres utiles en voie de disparition dans le Centre Est Niger. rev. Ecol. (Terre et vie) vol 36.* 1982

- GUYOT, L. - Sur la présence dans les terres cultivées et incultes de semences dormantes des espèces adventices. Bull. Sev. carte phytog., ser. B., 5, 2, pp. 197-254. 1960.
- GIFFARD (P.L.) - L'arbre dans le paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale sèche. Rapport ronéo. CTFT Dakar. 1971.
- GIRARD (JM.) et ROSSIGNOL (D.) - Recherches des cycles dans les pluies annuelles de Dakar (1901-1972) et au Sénégal (1924-1972). Désertification au Sud du Sahara. Nouvelles éditions africaines. 1976.
- GOMEZ (O.M.) - Contribution à l'étude de la transhumance au Sénégal: ses conséquences sur l'exploitation du cheptel et sur le développement économique et social des populations pastorales. Dakar. EISMV. Thèse de Doct. vét. 114 p., 5 cartes, 3 tabl. 1979.
- GOUNOT (M.) - Méthodes d'études quantitatives de la végétation. MASSON et Cie, éd., Paris. 314 p. 1969.
- GRANIER (P.), CABANIS (Y.) et BIGOT (A.) - Influence d'un mode d'exploitation sur la productivité des herbacées naturelles: conséquences. Doc. IEMVT Madagascar. Maisons-Alfort 11 p. 1971.
- GRENIER (C.) - Rapport de mission dans la région du Ferlo Service hydraulique de l'Afr. Occident. Fr., Dakar 1956-57.
- GROSMAIRE - Eléments de politique sylvo-pastorale au Sahel sénégalais. Serv. des Eaux et Forêts. Inspection forestières du Fleuve. 10 fax. Saint-Louis. 1957.
- GROUZIS (M.) - Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse d'état. Edition ORSTOM Collection Etudes et thèses. 1988.
- GUINOCHET (M.) - Logique et dynamique du peuplement végétal. 1 Vol. MASSON et Cie Paris. 1955.
- GUINOCHET (M.) - Phytosociologie. MASSON et Cie. Paris. 1973.
- HAMEL, A. et DANSEREAU, P. - L'aspect écologique du problème des mauvaises herbes. Bull. Serv. Géogéogr., 5, pp. 1 - 47, Montréal, Canada. 1949
- HARPER, J.L. - Factors controlling plant number. The biology of weeds, University of Oxford, pp. 119 - 132. 1960

- HIERNAUX (P.H.Y.) et JUSTICE (C.O.)- Suivi du développement végétal au cours de l'été 1984 dans le Sahel malien. Inst. J. Remôle Sensing. Vol, N° 11, 1515-1531. 1986.
- HUBERT (H.)-Eaux superficielles et souterraines du Sénégal. LAROSE Paris, 31 p. 1 carte H.t. 1921.
- JACQUES-FELIX (C.) - Les graminées d'Afrique tropicale. I. Générales, classification, descriptions des genres. IRAT - Paris 340 p. 1962.
- KELLY, R.D. - A comparative study of primary productivity under different kinds of land use in south eastern Rhodesia London; Universi. PH.D. Thesis 412 p. 1973
- LACOSTE (A.) et ROUX (M.) - L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes Maritimes. Ecologia plantarum. T6. N° 1, p : 353-369. T7? N° 2, p : 125-146. 1971.
- LAPFVROVIE (A.) - Intensification de la production animale dans le delta et la Basse Vallée du Sénégal. Min. Fr. Coop. IEMVT. 1975.
- LEBRUN (J.P.) - Enumération des plantes vasculaires du Sénégal. Etude botanique N° 2. IEMVT, Maisons-Alfort. LNERV Dakar-Hann (Sénégal), 209p. 1973.
- LEBRUN (J.P.) - Eléments pour un atlas des plantes vasculaires de l'Afrique sèche. Vol. 1. Etude botanique N° 4. Maisons-Alfort - Paris. 1977.
- LEBRUN (J.P.), BAMPIS (P.) et STORK (A.) - Index iconographiques des plantes vasculaires d'Afrique. Maisons-Alfort Paris. 1980.
- LEBRUN (J.P.) - Index des cartes de répartition des plantes vasculaires d'Afrique. Etude botanique N° 8. IEMVT, Maisons-Alfort, Paris. Déc. 1981. p 98. 1981.
- LE HOUEROU (H.N) et HOSTE (C.H.) - Rangeland production and annual rainfall relations in the mediterranean basin and in the African Sahelian and Sudanian zones. J. Rge Mat., 30, 3 : 81-189. 1977.
- LE HOUEROU, H.N. - Production of range production from weather records in Africa Technical conference on climate in Africa ARUSHA, TANZANIA - 24-30 janv. 1982
- LEMEE (G.) - Précis de biogéographie. Ed. MASSON et Cie. Paris. 1967

- LEMEE (G.) - Précis d'écologie végétale.
MASSON Paris. 1978.
- LEPRUN (J.C.) - Nouvelles observations sur les formations dunaires
sableuses fixées du Ferlo Nord Occidental (Sénégal)
Bull. Ass. Sénég. Quater Ouest Afr. Dakar. 1969.
- LERICOLLAIS (A.) - Peuplement et migration dans la Vallée du
Sénégal. Cah. ORSTOM, Serv. Sc. Hum., Vol XII, N° 2,
pp : 123-136. 1975.
- LEROUX (M.) - La dynamique des précipitations au Sénégal
Notes africaines N° 139. IFAN Dakar. 1974.
- LEVANG (P.) et GROUZIS (M.) - Méthodes d'étude de la biomasse
herbacée des formations sahéliennes : application à
la mare d'Oursi. Haute-Volta. Acta. oecologia 1 (3)
pp : 231-244. 1980.
- LONG (G.) - Diagnostic phyto-écologique et aménagement du
territoire . 2 Tomes. Masson et Comp. PARIS. 1974.
- MAIGNIEN (P.) - Notice explicative, carte pédologique du Sénégal au
1/1 000 000 ème. Publi. ORSTOM - Paris. 2 p. 1 carte
à l'éch. 1/1 000 000. 1965.
- MAIGNIEN (P.) - Carte pédologique du Sénégal au 1/1 000 000 ème.
Publi. ORSTOM Dakar. 1965.
- MAINGUY (G.) - Etude générale préliminaire de la végétation
de Bakel-Pjolo (Sénégal). 1951.
- MAYNARD (J.) - Etudes pédologiques dans la vallée
alluviale du Sénégal. Bull. M.A.S. - Saint-Louis ;
112, 38 p.
- MERLIER (H.) et MONTEGUT (J.) - Adventices tropicales.
Rep. Franc. Min. Rel. Ext. Coop. et Dével. ORSTOM.
GERDAT ENSH. 1982.
- MEYER (J.F.) - Etude des systèmes de production d'élevage du
Sénégal. Volet zoo-économique, rapport préliminaire
(1ère campagne). IEMVT. Paris. ACC, LAT. 1980.
- MICHEL (P.) - Genèse et évolution de la vallée du Sénégal, de
Bakel à l'embouchure. (Afr. occ.) Com. Trav. hist. Sc.
Paris. Bull. Sec. Géogr. t. 12 ; pp : 318-355, 11 p.
1968 a.
- MICHEL (P.) - Le façonnement actuel de la vallée du Sénégal et des
bordures, de Bakel à Richard-Toll. Com. Trav. Hist.
Sci. Paris. Bull. Sec. Géogr. t. 80. Hydrologie
continentale, pp : 447-448, 5 fig. 16 pl. 1968 b.

- MICHEL (P.)-Les bassins du Fleuve du Sénégal et Gambie.Etude géomorphologique.Thèse doct. ès-lettres Univers. de Strasbourg 3 tomes, 1 167 p. 1969.
- MICHEL (P.),NAEGELE (A.F.C.),TOUPET (Ch.)- Contribution à l'étude biologique du Sénégal septentrional.Le milieu naturel.Bull. IFAN, 31 (3), Séries A - Dakar. 1969.
- MICHEL (G.)-Les graminées fourragères:description, fonctionnement, applications à la culture de l'herbe.Collection "Nature et agriculture" Gauthiers- Villars. 1980
- MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE - Cartes hydrogéologiques du Sénégal au 1/500 000 (4 feuilles) et cartes hydrochimique au 1/1 000 000 (1 feuille).Notice explicative. Dir. Energie hydraulique. Rép. du Sénégal, 35 p., 4 fig. 1967.
- MINVIELLE (J.P.)-Systèmes de production actuels et transferts migratoires chez les populations de la moyenne vallée du Sénégal.Thèse de Doct. d'Etat ès-Sci.économiques. Université de Montpellier 1. 466 p. 1979.
- MINVIELLE (J.P.) - Paysans migrants du Fouta Toro. Editions ORSTOM - Paris. 1985.
- MOLLIEN (G.F.)-L'Afrique Occidentale en 1818 vue par un explorateur français Gasparid-Mollien. Présentation de Hubert DEBAYLE - Paris 1967. Calmann-Lévy. 1 171. Temps et continents 300 p. Photos et cartes. 1918
- MONOD (T.)- La dégradation du monde vivant :la flore et la faune. p :91-95.La désertification au Sud du Sahara. Coll. de Aouakchott, 17-19 déc. 1973.Nouv. Ed. Afrique Dakar 212 p. 1976.
- MONTFILL (P.J.) - Un voyage d'exploration au Sénégal. Bull. IFAN, Série B, 30, (3) : 1205-1242. 1879.
- MONGODIN (B.) et RIVIERE (R.) - Valeurs bromatologiques de 150 aliments de l'Ouest Africain IEMVT. 1965.
- MORAL (P.) - Le climat du Sénégal.Rev. Geogr. Afr. Occid. N° 12 (1965) (1966).
- MICHEL (B.)- Le pastoralisme en savane et la "territorialisation" des parcours.Cah.Orstom., sér.Sc.hum.,vol.XIV,n°2, 1977:217-219.
- MIEGE, J. et TCHOUME, M.- Influence d'arrosages régulièrement répétés sur la germination des graines en saison sèche à Dakar (Sénégal) Ann. Fac. Sc., Dakar, t.9., sé. sc. veget.,n°2, pp. 81 - 109, 17 graph, bibliogr.1963

- NONGONIERMA, A. - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* MILLER en Afrique Occidentale. VII. Caractères biologiques des graines la germination Dakar, Bull. IFAN, T. 40 sér. A, n°3, pp. 480-511. 1978
- NONGONIERMA, A. - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller (Mimosaceae) en Afrique Occidentale. Tome 1-2-3. Thèse d'état Université de Dakar Sénégal. 1978
- NAEGELE (A.) - Pâturages naturels sahéliens de la région de Gallayel (République du Sénégal). Et. Agrost. N° 18, 133 p., 1 cartes. 1965.
- NAEGELE (A.F.C.) - Végétation du Sénégal in : Rapport technique sur une étude agroclimatique de l'Afrique, sèche au Sud du Sahara en Afrique Occidentale ; pp. 15-20 FAO Rome. 1967.
- NAEGELE (A.F.C.) - Etude des pâturages naturels de la forêt classée des sis forages au réserve sylvo-pastorale du Koya (Rép. du Sénégal). Tome 1 : Généralités sur la région étudiée. FAO/Rome, France. 1968.
- NAEGELE (A.F.C.) - Etude d'amélioration de la zone pastorale de la réserve sylvo-pastorale du Koya (Sénégal). Tome 2 : Pâturages. FAO/Rome, France. 1971.
- NEPDA (D.) - La zone sahélienne d'agriculture de subsistance en Afrique de l'Ouest. Paris, France. 172 p. 1980.
- PAGOT (J.), PERRAL (Z.), LAMORE (J.) - Méthode pratique d'analyse floristique de pâturages tropicaux. Rev. Elev. Vét. Nat. Pays trop., T. VIII, N° 2 ; pp. 170-177. 1971.
- PEENING DE VRIES (F.W.T.), DJITEYE (M.A.) et BREMAN (H.) - La productivité des pâturages sahéliens. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 317 p. Wageningen. 1982.
- PERCIRA (B.S.) - Reconnaissance pédologique du Ferlo Sud-Centre ORSTOM-Dakar. 1969.
- PICT (J.) - Systèmes de production d'élevage au Sénégal. Rapport scientifique annuel. CTFT/IEMVT - ISRA. 1980.
- FOUPON (H.) - Structure de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au Nord du Sénégal. Thèse de Doct., Univ. Paris-Sud, 317 p. + annexes. 1979 b.
- RAYNAL (J.) - Etude botanique des pâturages du CRZ de Dahra-DJoloff ORSTOM Paris. 1964.

- RIOU (C.) - La détermination pratique de l'évapotranspiration : application à l'Afrique Centrale. Mémoires ORSTOM, 215 p., 99 fig., 3 annexes, 65 réf., Paris. 1974.
- RODIN, L.E. VINOGRADOV, B. MIROCHNITCHEN, Ako. Y., PLET, M., KALENOV, H., et BOTSCHANTZ, EV. - Etudes géobotaniques des pâturages du secteur Ouest du département de Medea (Algérie) Nanka, Leningrad 124 p. 1970
- ROBERTY (G.) - Contribution à l'étude phytosociologique de l'AOF. Candollea. VII. Genève ; pp : 83-167. 1940.
- ROUX (G.), ROUX (M.) - A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. Revue statistique appliquée. 15, 2, p : 59-72. 1967.
- SAUER (R.H.), URESK (D.W.) - Phenology of Steppe Plants in Wet and dry years. North West Science, 50, (3), 135-139. 1976.
- SEBIRE (M.) - Les plantes utiles du Sénégal. 1 vol., 341 p. Paris. M.L.J.P. PAILLEPPE, 1999.
- SECK (M.) - "Drog" du peuple d'Afrique de l'ouest. M.L.J.P. PAILLEPPE, 1999. 71, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.
- SCHNEU (H.) - Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. La flore et la végétation de l'Afrique tropicale. 2 tomes. Paris. Gauthier-Villars. 1971.
- SICOT (M.) et GROUTIS (M.) - Etudes méthodologiques et application à l'estimation de la production fréquentielle du bassin versant de la mare d'Oursi en Haute-Volta. ORSTOM, Multigr.: 33 p., 46 p. Ouagadougou. 1981.
- TOGOLA (M.) - Contribution à l'étude sahélo-soudanienne et des potentialités pastorales de la région du Kaarta (Mali). Thèse Université Paris XI. Centre d'Orsay. 1982.
- TOUTAIN (B.) - Principales plantes fourragères cultivées. Note de synthèse N° 3. 1973.
- TOURE (O.) et ARPAILLANCE (J.) - Les Peuls du Ferlo. Edit. par D. LANDAIS, M.F. RIBERY et M.K. FOURGEAUD. Paris. 1986.

- TOUTAIN (B.) - Essai de régénération mécanique de quelques parcours sahéliens dégradés. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 30 (2) ; pp : 191-198. 1977 a.
- TOUTAIN (B.) - Inventaire floristique du Sahel de Haute-Volta et du Nord du pays Gourmanche. Ecologie des plantes, nom vernaculaire, intérêt fourrager. IEMVT - Paris. 122 p + annexes. 1978.
- TOUTAIN (B.), PIOT (J.) - Mise en défens et possibilités de régénération des ressources fourragères sahéliennes. Etudes préliminaires dans le bassin de la Mare d'Oursi (Haute-Volta) IEMVT-CTFT Paris. 1980.
- TOUTAIN (B.) - Etude des effets de la mise en repos temporaire de quelques formations végétales sahéliennes dégradées sur leur évolution. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Burkina Faso), Min. du Plan/DGRST. FRANCE. 1978.
- TOUTAIN (B.), M. THOSTE (E.) - Essai d'estimation du coefficient d'impact de la biomasse herbacée par le bétail dans les parcours sahéliens. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 29 (1) : 1-11. 1976.
- WISSET (G.) - Les parcours d'élevage du Sahel. L'exemple de la Mare d'Oursi. Paris. 1978.
- TOUPEF (G.) - Les parcours d'élevage naturels dans le Nord du Sénégal. 117 p. + 1 plan. Dakar. 1981.
- TOUPEF (G.) - Les parcours d'élevage naturels dans le Nord du Sénégal. 117 p. + 1 plan. Dakar. 1981.
- TRAORE (B.) - Observations sur la phénologie de quelques espèces herbacées et ligneuses sahéliennes. ACC Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta). IEMVT-CTFT-ISE., 29 p. 1978.
- TROCHAIN (B.) - Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. Paris. Maisson Neuve et Larose. 1948.
- VACHAUD (G.), DANCETTE (C.), THONY (T.L.) - Méthodes de caractérisation hydro-dynamique in situ d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique. Ann. Agro. 29 (1) : 1-36 pp. 1978.
- VACHAUD (G.), VAUCLIN (M.), IMBERNON (J.), PIERI (C.), DANCETTE et DIATTA (S.) - Etude des pertes en eau et en matières minérales sous culture considérant la variabilité spatiale du sol. 12ème Congrès Int. Sc. Sol (New-Delhi), 13 p. 1982.

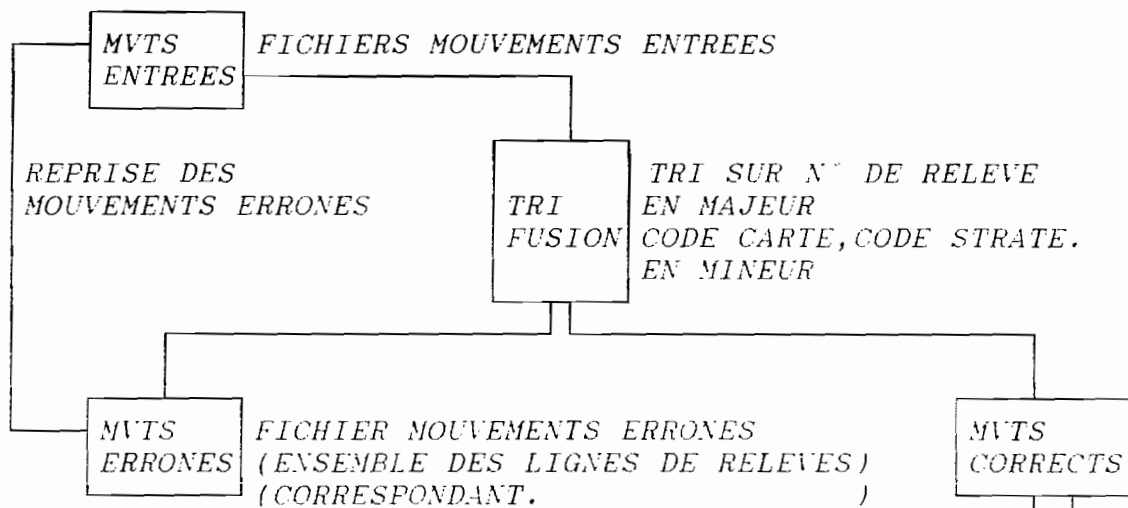
- VALENZA (J.), FAYOLLE (F.) - Note sur les essais de charge de pâturages en République du Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 18 (3). pp : 321-327. 1965.
- VALENZA (J.) et DIALLO (A.K.) - Etude des pâturages naturels du Nord du Sénégal. Etude N° 34. IEMVT Paris. Cartes. 1972.
- VALENZA (J.) - Etude des pâturages naturels du Ferlo Boundou (Zone Matam-Kidira-Tambacounda) République du Sénégal. IEMVT/ISRA. Dakar + Carte notice d'utilisation. 1977.
- VALENZA (J.) - Surveillance continue de pâturages naturels sénégalais. Résultats de 1974-1978. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 34 (1) ; pp : 83-100. 1979.
- VALENZA, J. et DIEYE, Kh. - Evolution des pâturages naturels de la zone sylvo-pastorale. Rapport annuel LNERV/ISRA Dakar. 1983
- VANPRAET (C.L.) et VAN ITTERSUM (G.) - Considérations sur les analyses bimensionnelles de quelques espèces ligneuses de la zone sylvo-pastorale du Sénégal. Actes du colloque de Dakar, 16-17-18 novembre, *Peuplement des systèmes pastoraux*. IEMVT/ISRA. 1983.
- VALENTIAN, N. - Influence des facteurs hydriques sur le développement d'un système racinaire. Aspects morphologiques, histologiques et écophysologiques. Thèse d'état s-sc. Univ. de Paris VI. Centre d'Orsay. 1977.
- WENT, F.W. - Ecology of desert plants. - I. Observations on germination in the Joshua Tree National Monument. California. *Ecology*, 28, 3 pp. 242 - 253. 1948 a.
- WENT, F.W. - Ecology of desert plants. III. Development of plants in the Death National Monument, California. *Ecology*, 30, 1 pp. 26 - 38. 1949
- ZANTE (P.) et DIEYE (Kh.) - Caractéristiques hydriques des sols de trois types de parcours de Ferlo sableux. ORSTOM/ISRA. 1985.

A N N E V E S

ZONES	NATURE	VALEURS	COLONNE
NUMEROS DE RELEVES	NUMER	0001< <3000	1 à 4
CODE CARTE	A. N	=0	5
CODE STRATE	NUM	1=STR.LIGNEUSE 2=STR.H.VIVACE 3=STR.H.ANNUELLE	6
		VIDE	7
CODE ESPECE	NUM	0001<N° ESPECE<1626	8 à 11
		VIDE	12
ABONDANCE- DOMINANCE	A.N	+,1,2,3,4 où 5 VIDE si inconnue	13
		VIDE	14
CODE ESPECE 10 ou plus, totale	NUM	0001<N° ESPECE<1627	15 à 17

ANNEXE 1. FICHER FLORISTIQUE

1:MODULE DE TRI ET DE CONTROLE.

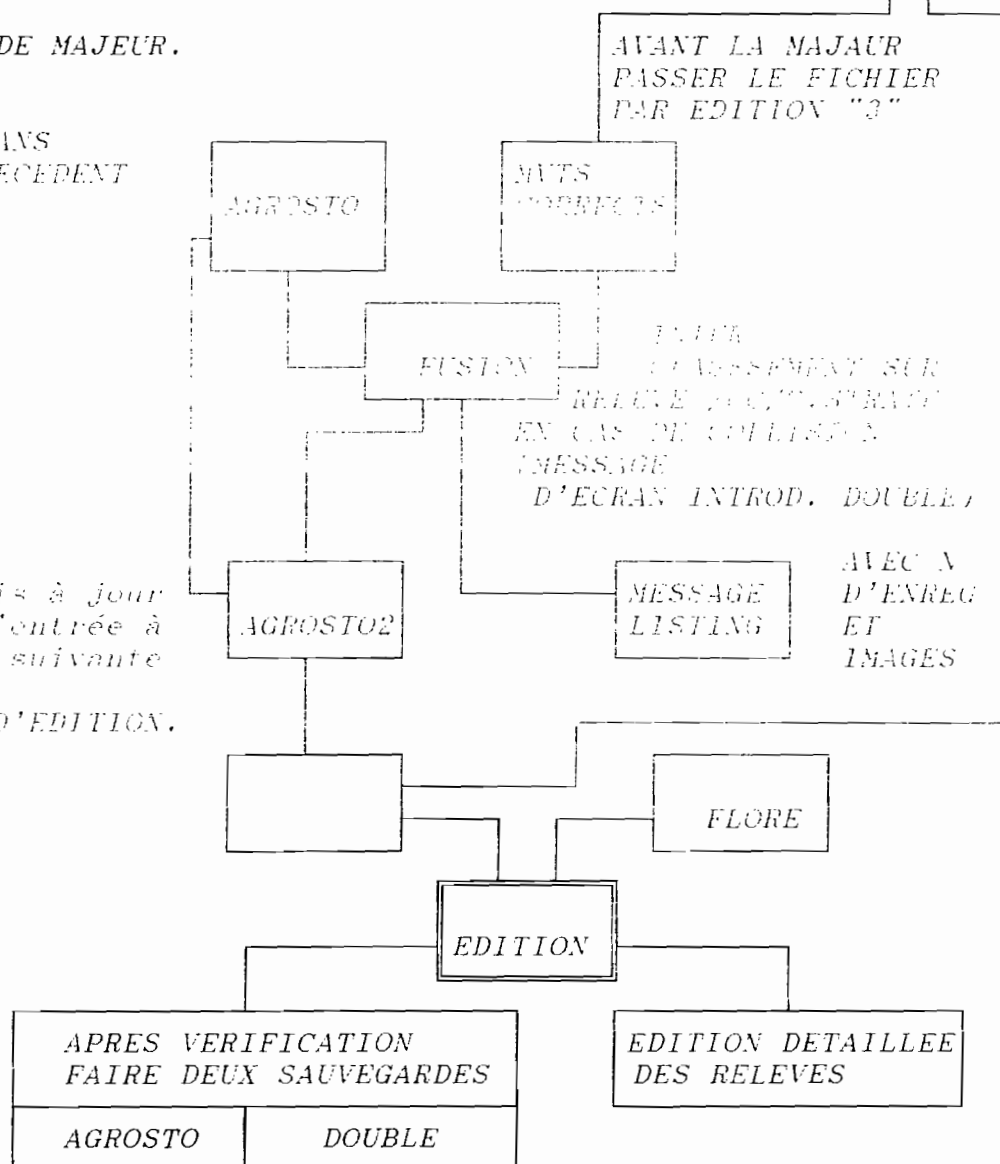


2:MODULE DE MAJEUR.

FICHER DANS
L'ETAT PRECEDENT

Fichier mis à jour
Fichier d'entrée à
la Majeur suivante

3:MODULE D'EDITION.



ZONE	NATURE	VALEURS	COLONNES
NUMERO DE R	NUMERIQUE	0001< <3000	1 à 4
	VIDE	.	5
CODE CARTE	ALPHA NUM	D	6
	VIDE		7
AUTEURS	ALPHA NUM		8 à 9
	VIDE		10
DATE JOURS	NUMER	01< <31	11 à 12
MOIS		01< <12	13 à 14
ANNEES		66< <87	15 à 16
	VIDE		17
REGIONS	ALPHA		18 à 21
	VIDE		22
PENTES	NUMER	0< <50	23 à 24
	VIDE		25
RECouvreMENT %	NUMER	0< <100	26 à 28
	VIDE		29
DISTANCE AUX FORAGES	NUMER	< 2 3 < < 5 6 < < 10 11 < < 20	30 à 31
	VIDE		32
PLUVIOMETRIE ANNUELLE	NUMER	0000< < 1200 mm	33 à 36
	VIDE		37
BILAN HYDRIQUE	NUMER	0.00< < 0.99	38 à 41
	VIDE		42
BIOMASSE Kg Mat.S	NUMER	0 < < 6000	43 à 46

	NATURE	VALEURS	COLONNE
N° DE RELEVES	NUMER	0001 < < 3000	1 à 4
		COLONNE VIDE	5
HORIZON cm	NUMER	000 < < 200	6 à 8
ARGILE %	NUMER	0 < < 100	9 à 11
LIMON FIN %	NUMER	"	12 à 14
LIMON GROSSIER %	NUMER	"	15 à 17
SABLE FIN %	NUMER	"	18 à 20
SABLE GROSSIER %	NUMER	"	21 à 23
CACO3.	NUMER	"	24 à 26
TEXTURE	NUMER	"	27 à 30
MAT.ORG. TOTALE %	NUMER	"	32 à 35
CARBONE %	NUMER	"	36 à 39
ARGITE %	NUMER	"	40 à 43
PPG5 TOTAL %	NUMER	"	44 à 47
Ca	NUMER	0.10 < < 50.00	48 à 51
Mg	NUMER	0.10 < < 0.25	52 à 55
K	NUMER	0.00 < < 0.20	56 à 59
Na	NUMER	0.00 < < 0.20	60 à 63
S	NUMER	0.0 < < 90	64 à 66
T	NUMER	0.0 < < 90	67 à 69
V = S/T %	NUMER	0.0 < < 100	70 à 72
pH eau	NUMER	4 < < 14	73 à 74
pF 3	NUMER	0 < < 90	75 à 76
PF 4.2	NUMER	0 < < 90	77 à 78

NUMEROS DE RELEVES	NATURE	VALEURS	COLONNE
	NUM	0001 < < 3000	1 à 4
		COLONNE VIDE	5
MAT. SECHES %	NUMER	NN.NN %	6 à 10
MAT. MINERALE %	NUMER	"	11 à 15
MAT. ORGANIQUE %	NUMER	"	16 à 20
MAT. AZOTEE %	NUMER	"	21 à 25
MAT. GRASSE %	NUMER	"	26 à 30
MAT. CELLUL %	NUMER	"	31 à 35
ENA	NUMER	"	36 à 40
INS CHL	NUMER	"	41 à 45
Calcium	NUMER	"	46 à 50
Phosphore %	NUMER	"	51 à 55
Magnésium %	NUMER	"	56 à 60
Potassium %.	NUMER	"	61 à 65
Sodium	NUMER	"	66 à 70
UF par kg de MS	NUMER	N.NN	71 à 74
MAD par kg de MS	NUMER	NN.NN	75 à 79

ANNEXE 5 .FICHER BROMATOLOGIQUE.

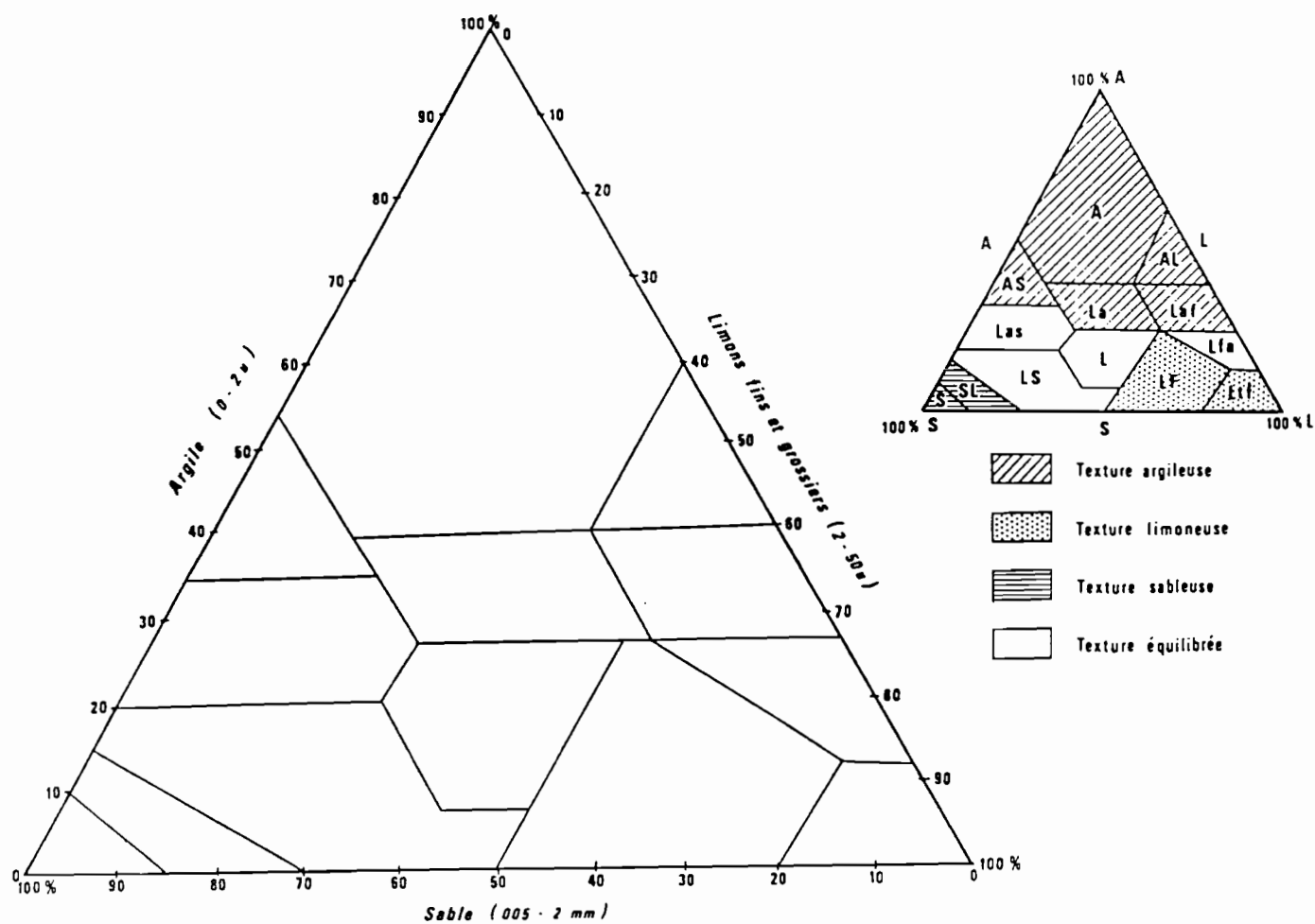
PEUPLEMENTS LIGNEUX ET HERBACES VIVACES		PEUPLE	ENTS HERBACES ANNUELS
DIEYE	VALENZA ET DIALLO	DIEYE	VALENZA ET DIALLO
L1	L2	H1	V2-L2
L2A	V2	H2	NEANT
L2B	NEANT	H3	V1
L2C	V1-V4	H4	A2B
L3	NEANT	H5	RAYNAL
L4A	RAYNAL	H6A1	RAYNAL
L4B	RAYNAL	H6A2	RAYNAL
L5A1	D4A-D4B	H6B	RAYNAL
L5A2	D3	H7A1	RAYNAL
L5A3	D2	H7A2	RAYNAL
L5B1	PS1-PS2	H7A3	E4
L5B2	PS3-PS4	H7B1	PA1-PA7-RAYNAL
L6A	E2-E3-E7	H7B2	PS1-D1A-PS7
L6B	L1-PA2-P1-P6	H7B3	D3
L6C1	PA5-PA6	H7B4	PS4-D4A-D1B
L6C2	A1B	H7C1	G6-PS3-PA3-PA5- PA6-E2-E4-F6-L1
L6C3	G1-CN9	H7C2	A2A-PA1-A2C-PS5- A1A-A1B
L6D1	NEANT	H7D1	G9-PS2-E8
L6D2	PA1-PA1	H7D2	RAYNAL
L7A	RAYNAL	H8A1	NEANT
L7B	P2-E8-CN2-CN4-LA6	H8A2	G4
L7C1	G7	H8B1	V4
L7C2	G1-P3-P4	H8B2	G5-P1
L7C3	G1-P3-P4-CN4-CN5-CN6	H8C1	R-P3-CN2-CN3-CN1 CN7-CN9-E5-P6
L8A	CS1-CS2-CS3-CS4-CS5-CS6	H8C2	CS3-CS4-CS5
L8B	NEANT	H8C3	P2-P4-CS1-CS2-CN1 G2
		H8C4	P5
		H8D1	A3-E1
		H8D2	G3
		H8D3	NEANT

ANNEXE 6 . EQUIVALENCE ETABLIE ENTRE LES TYPES DE
PARCOURS DE VALENZA ET DIALLO (1972) ET
LES UNITES SYNTHAXONOMIQUES (DIEYE 1990)

ANNEES	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	TOTAUX
1970	17.8 (2)	88.7 (9)	106 (13)	74 (9)	8.2 (3)	0.0 (-)	295
1971	1.4 (2)	82.7 (6)	121 (12)	103 (10)	19.2 (1)	0.0 (-)	327
1972	46.0 (6)	55.0 (2)	73 (6)	45 (2)	19 (4)	0.0 (-)	2.38
1973	0.0 (0)	50.0 (9)	120 (15)	85 (9)	0.0 (0)	0.0 (-)	255.4
1974	56.0 (2)	44.0 (8)	170 (14)	80 (9)	30.0 (2)	0.0 (-)	330.0
1975	17.0 (2)	25.6 (14)	130 (11)	72 (7)	1.1 (2)	0.0 (-)	480
1976	6.6 (3)	78.0 (4)	133 (12)	94 (15)	52.0 (4)	0.0 (-)	364
1977	8.9 (3)	55.0 (7)	122 (6)	78 (13)	0.0 (0)	0.0 (-)	334
1978	58.0 (5)	70.0 (7)	42 (3)	98 (12)	30.0 (3)	0.0 (-)	298
1979	41.0 (6)	61.0 (7)	132 (11)	68 (8)	15.0 (6)	0.0 (-)	372
1980	12.0 (1)	83.0 (4)	189 (14)	80 (10)	9.1 (1)	0.0 (-)	374
1981	12.0 (2)	119 (10)	151 (11)	52 (7)	40 (2)	0.0 (-)	374
1982	39.0 (2)	120 (8)	162 (12)	67 (8)	91 (3)	0.0 (-)	479
1983	16.0 (2)	14.0 (3)	48 (8)	87 (7)	0.0 (0)	0.0 (-)	165.0
1984	15.4 (8)	101 (4)	40 (2)	85 (8)	0.0 (0)	0.0 (-)	379.8
1985	0 (0)	31(4)	123(3)	91(11)	19 (2)	0(0)	269
1986	1.0 (1)	51 (3)	157 (11)	130 (15)	5.7 (1)	0.0 (-)	345

ANNEXE 7. SITUATION PLUVIOMETRIQUE DANS LE FERLO.

LA PARENTHÈSE INDIQUE LE NOMBRE DE JOURS DE PLUIES



ANNEXE 8. DETERMINATION DE LA TEXTURE DES SOLS
TRIANGLE TEXTURAL DE DUCHAUFOUR

<i>C/N</i>	
<i>< 10</i>	<i>FAIBLE (MINERALISE)</i>
<i>= 10 - 25</i>	<i>BIEN DECOMPOSE</i>
<i>= 15 - 25</i>	<i>MAL DECOMPOSE</i>
<i>P205 TOTAL</i>	
<i>= 0,12</i>	<i>PAUVRE</i>
<i>= 0,13 - 0,30</i>	<i>MOYEN</i>
<i>> 0,3</i>	<i>RICHE</i>
<i>MG/CA</i>	
<i>= < 0,10</i>	<i>TRES FAIBLE</i>
<i>= 0,10 - 0,80</i>	<i>SATISFAISANT</i>
<i>= 0,81 - 1,5</i>	<i>UN PEU FORT</i>
<i>> 1,5</i>	<i>TRES FORT</i>
<i>POTASSIUM</i>	
<i>= < 0,1</i>	<i>MAUVAIS</i>
<i>= 0,11 - 0,2</i>	<i>METIOCRE</i>
<i>= 0,21 - 0,4</i>	<i>MOYEN</i>
<i>= 0,41 - 0,8</i>	<i>BIEN</i>
<i>= 0,81 - 1,2</i>	<i>TRÈS BIEN</i>
<i>SATURATION</i>	
<i>= < 15</i>	<i>TRÈS FAIBLE</i>
<i>= 16 - 20</i>	<i>FAIBLE</i>
<i>= 21 - 30</i>	<i>MOYEN</i>
<i>= 31 - 40</i>	<i>FORT</i>
<i>= 41 - 100</i>	<i>TRES FORT</i>
<i>ACIDITE-ALCALINITE</i>	
<i>= 5,5</i>	<i>ACIDE</i>
<i>= 5,6 - 6,5</i>	<i>MOYENNEMENT ACIDE</i>
<i>= 6,6 - 7,8</i>	<i>NEUTRE</i>
<i>= 7,9 - 8,1</i>	<i>LEGEREMENT BASIQUE</i>
<i>= 8,2 - 8,4</i>	<i>BASIQUE</i>

ANNEXE 9 . NORMES D'INTERPRETATION DES ANALYSES
PEDOLOGIQUES.

GROUPEMENTS VEGETAUX	SAISONS	MATIERE	MATIERE	MATIERE AZOTEE 100 % DE MS				1.Chl	MATIERES MINERALES POUR 100 g DE MS				BILAN FOURRAGER						
		SECHE	MINERALE	Matière azotée N 46,25	Matières grasses	Matière cell.	ENA		Ca	P	Mg	K	UF/Kg MS	MAD g/Kg MS	Kg de MS ha ⁻¹	UF par Ha	MAD t. Ha ⁻¹	UF	MAD
A) Groupement à <i>Oryza brachyantha</i> et <i>Brachia- ra stipitata</i> (H3)	SP			Non déterminée															
B) PHYTOCENOSE A MIMOSA PIGRA ET VETIVERIA NEGRITANA (LI)																			
Type de communauté à <i>Oriza barthii</i> et <i>chloris geyana</i> (H1)	SP	37,15	7,65	6,59	1,88	35,15	48,65	4,59	0,28	0,06	0,22	0,94	0,56	33	NE	NE	NE	++	++
Type de communauté à <i>Echinochloa colona</i> et <i>Hydrophila senegalensis</i> (H 2)	SP	39,15	10,94	5,15	1,53	38,6	43,77	7,35	0,39	0,15	0,30	1,20	0,39	12	NE	NE	NE	-	-
Type de communauté à <i>Panicum lactum</i> et <i>Cyperus pulchellus</i> (H8 A2)	SP	32,8	6,31	9,22	1,96	32,05	50,45	2,06	0,58	0,09	0,22	1,3	0,68	53	1 800	1 224	95,4	++	++
GROUPEMENTS DES DUNES ET PLAINES ALLUVIALES																			
Sous-groupement à <i>Spermacoce verticillata</i> et <i>Chrosophora senega- lensis</i> (L2a)	SP						INACCESSIBLE												
Sous-groupement à <i>Salvadora persica</i> et <i>Acacia nilotica</i> ssp <i>tomentosa</i> (L2c)	SP	43,7	6,97	6,57	1,74	32,7	52,02	3,49	0,38	0,09	0,18	1,25	0,65	22	1 100	715	24,2	++	-
Sous-groupement à <i>Myrtagina inermis</i> et <i>Sporobolus spicatus</i> (L2b)	SP	26,89		5,21	1,20	37,85	44,37	5,44	0,53	0,12	-	-	0,41	13	-	-	-	+	-
Groupement végétal à <i>Acacia ataracantha</i> et <i>Maerua angolensis</i> (L3)	SP	37,2	6,97	3,93	1,63	38,2	49,27	3,59	0,35	0,05	0,22	1,29	0,48	1,5	1 400	672	2,10	++	-
GROUPEMENTS DES STATIONS PELOPHILES																			
Type de communauté à <i>Eragrostis linquata</i> et <i>Cyperus amabilis</i> (H7A1)	SP	50,0	4,59	2,96	1,29	38,85	52,31	1,91	0,22	0,05	0,13	0,59	0,50	-	-	-		++	-
Type de communauté à <i>Portulaca foliosa</i> et <i>Leersia drepanotryx</i> (H8D2)	SP	28,05	5,06	8,38	2,77	32,35	51,44	0,29	0,10	0,02	0,24	1,30	0,70	45	1 180	826	53,1	++	++
Variante à <i>Acacia seyal</i> (L6B)	SP	42,7	6,89	6,0	1,88	36,91	48,32	3,49	0,41	0,096	0,20	1,05	0,52	17	600	312	10,2	++	-
Variante à <i>Combretum aculeatum</i> (L6C1)	SP	48,45	6,22	5,78	1,76	35,00	51,24	2,88	0,38	0,08	0,21	1,14	0,59	13	1 750	1 032	22,7	++	-

++ = Couverture des besoins d'entretien et les petits déplacements
+ = Couverture des besoins d'entretien uniquement
- = Besoins non couverts

ANNEXE 10a .ANALYSES BROMATOLOGIQUES DES TYPES DE COMMUNAUTES VEGETALES HERBACEES ANNUELLES

GROUPEMENTS VEGETAUX	SAISONS	MATIERE SECHE	MATIERE MINERALE	MATIERE AZOTEE 100 % DE MS				I. Chl	MATIERES MINERALES POUR 100 g DE MS				BILAN FOURRAGER						
				Matière azotée N 46,25	Matières grasses	Matière cell.	ENA		Ca	P	Mg	K	UF/Kg MS	MAD g/kg MS	kg de MS ha ⁻¹	UF par ha ⁻¹	MAD t. Ha ⁻¹	UF	MAD
GROUPEMENT A SCLEROCARTIA.. BIRREA																			
Type de communauté à <u>Indigofera aspera</u> et <u>Indigofera pilosa</u> (H7B3)	SP	38,8	7,43	8,78	2,10	32,7	49,57	2,12	0,85	0,08	0,29	0,99	0,65	49	800	520	30,2	++	++
Type de communauté à <u>Polycarpea linearifolia</u> et <u>Spermacoce radiata</u> (H7B1)	SP	41,6	8,01	9,60	2,05	32,3	48,04	2,35	0,93	0,11	0,37	1,43	0,64	57	950	608	54,1	++	++
Type de communauté à <u>Blepharis linearifolia</u> et <u>Hernia tridentata</u> (H7B2)	SP	43,80	7,34	4,27	1,61	37,4	49,38	4,25	0,47	0,09	0,28	0,97	0,50	5	600	300	3,00	++	++
GROUPEMENTS SOUDANO-SAHELIENS																			
Type de communauté à <u>Cassia mimosoides</u> et <u>Chloris pilosa</u> (H6A2)	SP	19,2	8,75	6,10	1,4	41,6	42,3	-	0,86	0,11	-	-	0,48	22	2 570	1 234	56,5	++	-
Type de communauté à <u>Aeschynomene indica</u> et <u>Indigofera astrajalina</u> (H6A1)	SP	23,2	18,3	7,32	0,77	32,7	41,0	-	0,74	0,02	-	-	0,56	33	1 520	851	50,2	++	++
Phytocénose à <u>Faidherbia albida</u> et <u>Andropogon auriculatus</u> (L7B)	SP	50,51	5,9	3,86	1,37	41,4	47,4	2,33	0,45	0,05	-	-	0,39	1	1 200	468	1,2	-	-
Phytocénose à <u>Pterocarpus lucens</u> et <u>Adenium obesum</u> (L7C1 + H8C1)	SP	36,7	5,7	2,45	0,54	43,6	47,1	-	-	-	-	-	0,70	14	660	462	9,9	++	-
Phytocénose à <u>Grewia bicolor</u> et <u>Pandiana hendelotii</u> (L7C3 + H8A1)	SP	32,5	7,88	5,35	1,96	37,71	47,11	3,81	0,42	0,07	-	-	0,45	15	-	-	-	++	-
Type de communauté à <u>Evolvulus alsinoides</u> et <u>Spermacoce ruelliae</u> (H8D3)	SP	41,8	6,68	3,95	1,74	40,35	47,28	3,59	0,26	0,08	0,19	1,04	0,42	1	950	399	0,95	-	-
Type de communauté à <u>Clerium elegans</u> et <u>Fimbristylis hispida</u> (H8D2)	SP	31,5	7,24	5,03	1,54	36,95	49,24	2,76	0,59	0,09	0,31	1,57	0,51	12	1 250	637	15,0	++	-

++ = Couverture des besoins d'entretien et les petits déplacements
+ = Couverture des besoins d'entretien uniquement
- = Besoins non couverts.

GROUPEMENTS VEGETAUX	SAISONS	MATIERE SECHE	MATIERE MINERALE	MATIERE AZOTEE 100 % DE MS				I. Chl	MATIERES MINERALES POUR 100 g DE MS				BILAN FOURRAGER							
				Matière azotée N 46,25	Matières grasses	Matière cell.	ENA		Ca	P	Mg	K	UF/Kg MS	MAD g/kg MS	Kg d'g ha	UF par Ha-1	MAD t.Ha-1	UF	MAD	
PHYTOCENOSE A DALBERGIA MELANOXYLON (L6C2)																				
Type de communauté à <u>Aristida finiculiata</u> et <u>Tetrapogon cenchroides</u> (H5)	SP	80	7,5	5,12	1,15	40,4	48,7	-	0,27	0,08	-	-	0,34	12	460	156	5,62	-	-	
Type de communauté à <u>Enteropogon baquerspii</u> et <u>Eleusine indica</u> (H7C2)	SP	45,1	6,79	6,86	1,92	35,2	49,23	3,26	0,55	0,08	0,22	0,92	0,52	23	1 350	702	31,50	++	+	
Variante à <u>Ziziphus mauritanica</u> (L6C3)	SP	35,6	8,21	6,88	1,83	33,8	49,3	3,63	0,36	0,09	0,32	1,91	0,62	29	-	-	-	++	++	
PHYTOCENOSE A BOSCIA SENEGALENSIS (L6D2)																				
Variante à <u>Boscia senegalensis</u> (L6D1)	SP	42,7	6,89	6,00	1,88	36,9	48,3	3,49	0,41	0,09	0,20	1,05	0,52	17	600	312	10,2	++	-	
Variante à <u>Commiphora africana</u> (L6D2)	SP	29,7	7,15	11,35	2,11	31,9	47,4	2,23	0,62	0,13	0,36	1,06	0,67	64	1 800	1 152	115,2	++	++	
PHYTOCENOSE A ANDIRA INERMIS ET SPERMACOCE STACHYDEA (L4A)																				
Type de communauté à <u>Spermacoce stachydea</u> et <u>Merremia pinnata</u> (H7A2)	SP	27,5	8,7	6,4	1,3	37,4	45,8	-	0,35	0,06	-	-	0,46	24	1 420	653	34,80	++	++	
PHYTOCENOSE A ANDROPOGON AFRICANUS ET ZORNIA GLOCHIDIATA (L4B)																				
Type de communauté à <u>Ipomoea pes-tigridis</u> et <u>Cerastotheca sesamoides</u> (H6B)	SP	29,9	5,4	4,6	1,1	43,5	45,5	-	0,52	0,06	-	-	0,49	8	1 350	661	10,8	++	-	
Type de communauté à <u>Schoenfeldia gracilis</u> et <u>Dactyloctenium aegyptium</u> (H7D1)	SP	40,2	6,54	6,10	2,12	35,12	49,35	2,35	0,62	0,06	0,25	0,91	0,59	18	1 200	700	21,6	++	-	
Type de communauté à <u>Aristida adscencionis</u> et <u>Crotalaria retusa</u> (H8C2)	SP	39,7	7,2	8,9	2,9	34,05	47,9	3,49	0,52	0,05	0,26	1,02	0,6	52	870	539	45,2	++	++	
GROUPEMENT A ACACIA TORTILLIS SSP RADDIANA ET ARISTIDA STIPOIDES (L5A)																				
Sous-groupe à <u>Iatropha chevalieri</u> et <u>Aristida longiflora</u> (L5A1)	SP	35,2	8,25	8,61	1,88	32,15	49,11	2,60	0,81	0,09	0,27	1,83	0,65	38	1 200	780	45,6	++	++	
Sous groupe à <u>Maytenus senegalensis</u> et <u>Tephrosia purpurea</u> (L5A2)	SP	37,8	5,58	7,05	1,75	36,05	49,57	1,5	0,59	0,124	0,28	1,18	0,58	25	1 000	580	25,0	++	++	
Sous-groupe à <u>Leptadenia pyrotechnica</u> et <u>Leptadenia hastata</u> (L5A3)	SP	43,3	5,78	7,16	1,75	34,4	50,9	2,96	0,50	0,05	0,20	1,07	0,62	36	850	527	30,6	++	++	

++ = Couverture des besoins d'entretien et les petits déplacements

+ = Couverture des besoins d'entretien uniquement

- = Besoins non couverts

Phytocénose à <u>Lannea acida</u> et <u>Cordyla pinnata</u> (L8A + H8Q1)	SP	41,6	6,15	4,03	1,45	40,9	47,47	2,58	0,54	0,06	0,31	1,09	0,42	2	1 050	441	2,10	-	-
Type de communauté à <u>Andropogon pinguipes</u> et <u>Pennisetum pedicellatum</u> (H8C4)	SP	47,85	9,31	4,85	1,86	34,6	49,38	6,52	0,29	0,09	0,17	0,79	0,54	10	600	324	6,0	++	-
Type de communauté à <u>Digitaria adencirius</u> et <u>Brachiaria lata</u> (H4)	SP	PATURAGES D'OMBRES																	

++ = Couverture des besoins d'entretien et les petits déplacements
 + = Couverture des besoins d'entretien uniquement
 - = Besoins non couverts.

ANNEXE 10d . ANALYSES BROMATOLOGIQUES DES TYPES DE COMMUNAUTES VEGETALES HERBACEES ANNUELLES

F L O R U L F

CODE	ESPECES	TB*	FAMILLES
0100	<i>Blepharis linarii</i> Folia Pers.	TH	ACANTHACEAE
0101	<i>Blepharis maderaspatensis</i> (L.) H ex	TH	
0272	<i>Dicliptera verticillata</i> (Forsk.	TH	
0412	<i>Hygrophila senegalensis</i> (Nees) T.A	TH	
0493	<i>Lepidagathis anobrya</i> Nees	HE	
0541	<i>Monechma ciliatum</i> (Jacq.) Milne-Red	TH	ALLIACEAE
0598	<i>Peristrophe paniculata</i> (Forsk.) Br	TH	
0085	<i>Asparagus Flagellaris</i> (Kunth) Bak.	HE	
0874	<i>Asparagus aFfricanus</i> Lam.	HE	
0022	<i>Achyranthes sricula</i> (L.) All.	TH	AMARANTHACEAE
0023	<i>Achyranthes porphyrostachya</i> W.ex M	TH	
0027	<i>Aerva javanica</i> (Burm.F.) Juss.ex Sch	HE	
0039	<i>Alternanthera nodiFlora</i> R.Br.	HE	
0170	<i>Cissus quadrangularis</i> L.	HE	
0551	<i>Nothosaerva brachiata</i> (L.) Wight	TH	ANNONACEAE
0568	<i>Pandiaka angustiFolia</i> (Vahl) Hepper	TH	
0569	<i>Pandiaka involucrata</i> (Moq.) Hook.F.	TH	
0391	<i>Hexalobus monopetalus</i> (A.R.) E.et D	PH	
0362	<i>Gisekia pharnacioides</i> L.	TH	AIZOACEAE
0500	<i>Limeum diFFusum</i> (Gay) Schinz	TH	
0501	<i>Limeum pterocarpum</i> (Gay) H in E et P	TH	
0502	<i>Limeum viscosum</i> (Gay) Fenzl	TH	
0486	<i>Lannea acida</i> A.Rich.	PH	ANACARDIACEAE
0488	<i>Lannea microcarpa</i> Engl. et K.krause	PH	
0686	<i>Sclerocarya birrea</i> (A.Rich.) Hochst	PH	
0026	<i>Adenium obesum</i> Roem. et Schult.	PH	APOCYNACEAE
0661	<i>Saba senegalensis</i> (A.Dc.) Pichon	PH	
0739	<i>Strophanthus sarmentosus</i> Dc.	PH	
0886	<i>Baissea multiflora</i> A.Dc.	PH	
0133	<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait.F.	PH	ASCLEPEDIACEA
0495	<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne.	HE	
0496	<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forsk.) Decn	CH	
0596	<i>Pergularia daemia</i> (Forsk.) Chiov.	HE	
0099	<i>Blainvillea gayana</i> Cass.	TH	ASTERACEAE
0538	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	TH	
0025	<i>Adansonia digitata</i> L.	PH	BORAGINACEAE
0105	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. et Vuillet	PH	
0379	<i>Heliotropium ramosissimum</i> (Lehm.) Dc	TH	
0384	<i>Heliotropium strigosum</i> Willd.	PH	BURSERACEAE
0197	<i>Commiphora africana</i> (A.Rich.) Engl.	TH	
0731	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	PH	BIGNONIACEAE
0113	<i>Boscia angustiFolia</i> A.Rich.	PH	
0115	<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) L.ex P	PH	CAPPARIDACEAE
0131	<i>Cadaba farinosa</i> Forsk.	PH	
0136	<i>Capparis corymbosa</i> Lam.	PH	
0137	<i>Capparis decidua</i> (Forsk.) Edgew.	PH	
0173	<i>Cleome tenella</i> L.F.	TH	CARYOPHYLLACEA
0375	<i>Cleome gynandra</i> L.	TH	
0514	<i>Maerua angolensis</i> Dc.	PH	
0614	<i>Polycarpaea corymbosa</i> (L.) L.var.cory	TH	
0617	<i>Polycarpaea linearifolia</i> (Dc.) Dc.	TH	
0616	<i>Polycarpaea eriantha</i> Hochst.ex A.R.	TH	

0617	<i>Polycarpaea linearifolia</i> (Dc.) Dc.	TH	
0095	<i>Bauhinia ruFescens</i> Lam.	PH	CESALPINACEAE
0143	<i>Cassia italica</i> (Mill.) L.ex F.W.A	TH	CESALPINACEAE
0144	<i>Cassia mimosoides</i> L.	TH	
0146	<i>Cassia occidentalis</i> L.	TH	
0148	<i>Cassia obtusifolia</i> L.	TH	
0205	<i>Cordyla pinnata</i> (L.ex A.)Milne-Redh	PH	
0270	<i>Detarium microcarpum</i> Guill.et Perr.	PH	
0522	<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell	PH	
0610	<i>Piliostigma reticulatum</i> (Dc.)Hochst	PH	
0746	<i>Tamarindus indica</i> L.	PH	
0183	<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	PH	COMBRETACEAE
0186	<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex Dc.	PH	
0189	<i>Combretum micranthum</i> G.Don	PH	
0190	<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex G et P	PH	
0373	<i>Guiera senegalensis</i> J.F.Gmel.	PH	
0759	<i>Terminalia avicennioides</i> G.et Per.	PH	
0760	<i>Terminalia laxiflora</i> Engl.	PH	
0761	<i>Terminalia macroptera</i> Guill.et Perr	PH	
0191	<i>Commelina benghalensis</i> L.	TH	COMMELINACEAE
0194	<i>Commelina forskalaei</i> Vahl	TH	
0179	<i>Cochlospermum tinctorium</i> A.Rich.	HE	COCHLOSPERMAC
0182	<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrad.	TH	
0231	<i>Ctenolepis cerasiformis</i> (Stocks) N.	TH	
0233	<i>Cucumis melo</i> L.	TH	
0526	<i>Mukia maderaspatana</i> (L.) M.J.Roem.	TH	
0548	<i>Memecylon balsamina</i> L.	TH	
1350	<i>Memecylon charantia</i> L.	TH	
0310	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	HE	ECHEVERIACEAE
0454	<i>Ipomoea coptica</i> (L.) R ex R et Sch.	TH	
0455	<i>Ipomoea coscinosperma</i> H.ex Choisy	TH	
0456	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. Br.	TH	
0457	<i>Ipomoea heterotricha</i> F. Didr.	TH	
0460	<i>Ipomoea pes-tigridis</i> L.	TH	
0464	<i>Ipomoea vagans</i> Bak.	TH	
0467	<i>Jacquemontia tamnifolia</i> (L.) Griseb	TH	
0527	<i>Merremia aegyptiaca</i> (L.) Urban	TH	
0530	<i>Merremia pinnata</i> (H.ex Ch) Hall.F.	TH	
0531	<i>Merremia tridentata</i> (L.) Hallier F.	TH	
0126	<i>Bulbostylis barbata</i> (Rottb.) Kunth	TH	CYPERACEAE
0244	<i>Cyperus amabilis</i> Vahl	TH	
0246	<i>Cyperus difformis</i> L.	HE	
0248	<i>Cyperus esculentus</i> L.	HE	
0250	<i>Cyperus jeminicus</i> Rottb.	HE	
0255	<i>Cyperus podocarpus</i> Bock.	HE	
0257	<i>Cyperus pulchellus</i> R.Br.	TH	
0260	<i>Cyperus rotundus</i> L.	HE	
0354	<i>Fimbristylis hispidula</i> (Vahl) Kunth	TH	
0355	<i>Fuirena ciliaris</i> (L.) Roxb.	TH	
0519	<i>Muriscus squarrosus</i> (Linn.) C.B.Cl.	TH	
0641	<i>Pycneus macrostachyos</i> (Lam.)J.Ray	TH	
1260	<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	HE	
1261	<i>Kyllinga tenuifolia</i> Steud.	HE	
1651	<i>Sporobolus robustis</i> dc.	HE	
0284	<i>Diospyros mespiliformis</i> H.ex A.Dc.	PH	EBENACEAE

0167	<i>Chrozophora senegalensis</i> (L.) A. J. ex S	HE	EUPHORBIACEAE
0333	<i>Euphorbia balsamifera</i> Ait.	PH	
0334	<i>Euphorbia convolvuloides</i> H. ex Benth	TH	
0335	<i>Euphorbia hirta</i> L.	TH	
0469	<i>Jatropha chevalieri</i> Beille	CH	
0605	<i>Phyllanthus pentandrus</i> Sch. et Thon.	TH	EUPHORBIACEAE
0606	<i>Phyllanthus reticulatus</i> Poir.	PH	
0097	<i>Bergia ammannioides</i> Heyne ex Roth	TH	ELATINACEAE
0098	<i>Bergia suffruticosa</i> (Del.) Fenzl	HE	
0030	<i>Aeschynomene indica</i> L.	TH	FABACEAE
0031	<i>Aeschynomene nilotica</i> Taub.	TH	
0032	<i>Aeschynomene tambacoundensis</i> Berh.	TH	
0042	<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (S. et Th.)	TH	
0053	<i>Andira inermis</i> (Wright) Dc.	PH	
0214	<i>Crotalaria ebenoides</i> (G. et P.) Walp.	TH	
0217	<i>Crotalaria macrocalyx</i> Benth.	TH	
0221	<i>Crotalaria perrottetii</i> Dc.	TH	
0222	<i>Crotalaria podocarpa</i> Dc.	TH	
0223	<i>Crotalaria retusa</i> L.	TH	
0263	<i>Dalbergia melanoxylon</i> Guill. et Perr	PH	
0266	<i>Desmodium hirtum</i> Guill. et Perr.	TH	
0330	<i>Erythrina senegalensis</i> Dc.	PH	
0422	<i>Indigofera aspera</i> Perr. ex Dc.	TH	
0423	<i>Indigofera astragalina</i> Dc.	TH	
0427	<i>Indigofera dendroides</i> Jacq.	TH	
0428	<i>Indigofera diphylla</i> Vent.	TH	
0439	<i>Indigofera pilosa</i> Poir.	TH	
0441	<i>Indigofera prieureana</i> G. et Perr.	TH	
0443	<i>Indigofera secunda</i> Flora Poir.	TH	
0444	<i>Indigofera senegalensis</i> Lam.	TH	
0446	<i>Indigofera stenophylla</i> G. et Perr.	TH	
0507	<i>Lonchocarpus laxiflorus</i> G. et Perr.	PH	
0632	<i>Psoralea plicata</i> Del.	HE	
0633	<i>Pterocarpus crinaceus</i> Poir.	PH	
0634	<i>Pterocarpus lucens</i> L. ex G. et Perr.	PH	
0658	<i>Rothia hirsuta</i> (Guill. et Perr.)	TH	
0696	<i>Sesbania pachycarpa</i> Dc. E. G. et Perr.	TH	
0697	<i>Sesbania rostrata</i> Brem. et Oberm.	TH	
0741	<i>Stylosanthes mucronata</i> Willd.	HE	
0749	<i>Tephrosia bracteolata</i> Guill. et Perr	TH	
0750	<i>Tephrosia gracilipes</i> Guill. et Perr	TH	
0751	<i>Tephrosia linearis</i> (Willd.) Pers.	TH	
0752	<i>Tephrosia lupinifolia</i> Dc.	TH	
0755	<i>Tephrosia pedicellata</i> Bak.	TH	
0756	<i>Tephrosia humilis</i> Guill. et Perr.	TH	
0757	<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers.	HE	
0807	<i>Zornia glochidiata</i> Reichb. ex Dc.	TH	
0544	<i>Monsonia senegalensis</i> Guill. et Perr	TH	GERANIACEAE
1623	<i>Hemizygia bracteosa</i> (Benth.) Briq.	TH	LAMIACEAE
0740	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	PH	LOGANIACEAE
0046	<i>Ammannia auriculata</i> Willd.	TH	LYTHRACEAE
0049	<i>Ammannia senegalensis</i> Lam.	TH	
0071	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (Dc.) G et P	PH	
0003	<i>Abutilon pannosum</i>	TH	MALWACEAE
0392	<i>Hibiscus asper</i> Hook. F.	TH	

0005	<i>Faidherbia albida</i> (Del.) A. Chev.	PH	MIMOSACEAE
0006	<i>Acacia ataxacantha</i> Dc.	PH	
0010	<i>Acacia macrostachya</i> Reichb. ex Benth	PH	
0012	<i>Acacia nilotica</i> (L.) ssp. <i>adstringens</i>	PH	
0013	<i>Acacia nilotica</i> (L.) ssp. <i>tomentosa</i>	PH	
0014	<i>Acacia erythrocalyx</i> Brenan	PH	
0016	<i>Acacia tortilis</i> ssp. <i>raddiana</i>	PH	
0017	<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	PH	MIMOSACEAE
0018	<i>Acacia seyal</i> Del.	PH	
0019	<i>Acacia sieberiana</i> Dc.	PH	
0271	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) W et Arn.	PH	
0307	<i>Entada africana</i> Guill. et Perr.	PH	
0534	<i>Mimosa pigra</i> L.	PH	
0630	<i>Prosopis africana</i> (G. et Perr.) Ta	PH	
0158	<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	TH	PEDALIACEAE
0692	<i>Sesamum alatum</i> Thonn.	TH	
0024	<i>Acroceras amplexans</i> Stapf	TH	POACEAE
0054	<i>Andropogon africanus</i> Franch.	HE	
0057	<i>Andropogon fastigiatus</i> Sw.	HE	
0058	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	HE	
0063	<i>Andropogon pinguipes</i> Stapf	TH	
0064	<i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf	TH	
0066	<i>Andropogon tectorum</i> Schum. et Thonn	HE	
0076	<i>Aristida adscensionis</i> L.	TH	
0077	<i>Aristida unculata</i> Trin. et Rupr.	TH	
0080	<i>Aristida mutabilis</i> Trin. et Rupr.	TH	
0083	<i>Aristida longiflora</i> Schum.	HE	
0084	<i>Aristida stipoides</i> Lam.	TH	
0116	<i>Echinochloa callopus</i> (P) W.D. Clayton	TH	
0117	<i>Brachiaria deflexa</i> (S.) Hubb. ex R	TH	
0118	<i>Brachiaria villosa</i> (Lam.) A. Camus	TH	
0120	<i>Brachiaria lata</i> (Schumacher.) Hubb.	TH	
0121	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	HE	
0122	<i>Brachiaria ramosa</i> (L.) Stapf	TH	
0123	<i>Brachiaria xantholeuca</i> (H. ex S) S	TH	
0153	<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	TH	
0154	<i>Cenchrus prieurii</i> (Kunth) Maire	TH	
0160	<i>Chloris gayana</i> Kunth	TH	
0162	<i>Chloris pilosa</i> Schumacher.	TH	
0163	<i>Enteropogon prieurii</i> W.D. Clayton	TH	
0229	<i>Ctenium elegans</i> Kunth	TH	
0241	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	HE	
0262	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. de B.	TH	
0277	<i>Digitaria gayana</i> (Kunth) S ex Chev.	TH	
0278	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	TH	
0279	<i>Digitaria leptorachis</i> (Pilg.) Stapf	TH	
0280	<i>Digitaria longiflora</i> (Retz.) Pers.	TH	
0282	<i>Diheteropogon hagerupii</i> Hitchc.	TH	
0287	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	TH	
0289	<i>Echinochloa pyramidalis</i> (L.) H. et Ch	HE	
0290	<i>Echinochloa stagnina</i> (Retz.) P. de B	HE	
0292	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	TH	
0302	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	TH	
0303	<i>Elionurus elegans</i> Kunth	TH	
0314	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) F.T.	TH	

0315	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	TH	POACEAE
0316	<i>Eragrostis domingensis</i> (Pers.) Steu	TH	
0318	<i>Eragrostis gangetica</i> (Roxb.) Steud.	TH	
0319	<i>Eragrostis lingulata</i> W.D.Clayton	TH	
0322	<i>Eragrostis pilosa</i> P. de B.	TH	
0326	<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud	TH	
0327	<i>Eragrostis turgida</i> (Schum.) de Wild	TH	
0376	<i>Hackelochloa granularis</i> (L.) Kuntze	TH	
0509	<i>Loudetia hordei</i> Formis (StapF) Hubb.	TH	
0511	<i>Loudetia togoensis</i> (Pilg.) Hubb.	TH	
0532	<i>Microchloa indica</i> (L.F.) P.de B.	TH	
0561	<i>Oryza barthii</i> A.Chev.	TH	
0562	<i>Oryza brachyantha</i> A.Chev. et Roehr.	TH	
0570	<i>Panicum anabaptistum</i> Steud.	HE	
0573	<i>Panicum laetum</i> Kunth	TH	
0575	<i>Panicum pansum</i> Rendle	TH	
0578	<i>Panicum subalbidum</i> Kunth	HE	
0580	<i>Panicum walense</i> Mez	TH	
0585	<i>Paspalidium geminatum</i> (Forsk.) Stap	HE	
0586	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	TH	
0592	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	TH	
0593	<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult	TH	
0594	<i>Pennisetum violaceum</i> (Lam.) L.Rich.	TH	
0601	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin.	HE	
0659	<i>Rottboellia exaltata</i> L.F.	TH	
0668	<i>Schizachyrium brevis</i> (Sw.) N	TH	
0669	<i>Schizachyrium exile</i> (Hochst.) Pilge	TH	
0670	<i>Schizachyrium nodulosum</i> (Hack.) Sta	TH	
0672	<i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth	TH	
0700	<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth	TH	
0701	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. et Sch	TH	
0702	<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) Stap	HE	
0704	<i>Sida alba</i> L.	HE	
0707	<i>Sida ovata</i> Forsk.	HE	
0720	<i>Sporobolus Festivus</i> Hochst. ex A.Ri	HE	
0722	<i>Sporobolus microprotus</i> StapF	TH	
0725	<i>Sporobolus spicatus</i> (Vahl) Kunth	HE	
0726	<i>Sporobolus stolzii</i> Mez	TH	
0762	<i>Tetrapogon cenchri</i> Formis (A.Rich.)	TH	
0767	<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	TH	
0773	<i>Trichoneura mollis</i> (Kunth) Eckman	TH	
0774	<i>Tripogon minimus</i> (A.Rich.) Hochst.	TH	
0775	<i>Triumfetta pentandra</i> A.Rich.	TH	
0789	<i>Vetiveria nigritana</i> (Benth.) StapF	HE	
0798	<i>Vossia cuspidata</i> (Roxb.) Griff.	TH	
0852	<i>Andropogon auriculatus</i> StapF	HE	POLYGALACEAE
0853	<i>Andropogon chevalieri</i> Reznik	HE	
0917	<i>Brachiaria orthostachys</i> (Mez) W.D.C	TH	
0919	<i>Brachiaria stigmatistata</i> (Mez) StapF	TH	
1061	<i>Digitaria delicatula</i> StapF	TH	
1062	<i>Digitaria argillacea</i> (Hitchc. et Ch	TH	
1302	<i>Loudetia phragmitoides</i> (Peter) Hubb	TH	
1629	<i>Digitaria adscendens</i>	THA	
0621	<i>Polygala erioptera</i> Dc.	TH	
0622	<i>Polygonum senegalense</i> Meisn.	TH	

0689	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	PH	
0626	<i>Portulaca Foliosa</i> Ker-Gawl.	TH	PORTULACACEAE
0805	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	PH	RHAMNACEAE
0806	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	PH	
0107	<i>Spermacoce chaetocephala</i> Dc.	TH	RUBIACEAE
0108	<i>Spermacoce Filifolia</i> (Schum.et Tho)	TH	
0110	<i>Spermacoce radiata</i> (Dc.) Sieber	TH	
0111	<i>Spermacoce ruelliae</i> Dc.	TH	
0112	<i>Spermacoce stachydea</i> Dc.	TH	
0209	<i>Crossopteryx Febrifuga</i> (AFzel. ex G	PH	
0345	<i>Feretia apodanthera</i> Del.	PH	
0358	<i>Gardenia erubescens</i> StapF et Hutch.	PH	RUBIACEAE
0360	<i>Gardenia terniFolia</i> Schum. et Thonn	PH	
0482	<i>Kohautia grandiflora</i> Dc.	TH	
0483	<i>Kohautia senegalensis</i> Cham. et Schl	TH	
0535	<i>Mitracarpus villosus</i> (Sw.) Dc.	TH	
0536	<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) O.Ktze	PH	
0911	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	HE	
0666	<i>Salvadora persica</i> L.	PH	SALVADORACEAE
0141	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	TH	SAPINDACEAE
0074	<i>Anticharis senegalensis</i> (Walp.) Bha	TH	SCROPHULARIAC
0734	<i>Striga aspera</i> (Willd.) Benth.	TH	
0735	<i>Striga bilabiata</i> (Thunb.) O.Ktze	TH	
0736	<i>Striga gesnerioides</i> (Willd.) Vatke	TH	
0525	<i>Melochia corchoriFolia</i> L.	TH	STERCULIACEAE
0730	<i>Sterculia setigera</i> Del.	PH	
0799	<i>Waltheria indica</i> L.	HE	
0199	<i>Corchorus aestuans</i> L.	TH	TILIACEAE
0203	<i>Corchorus tridens</i> L.	TH	
0369	<i>Grewia bicolor</i> Juss.	PH	
0370	<i>Grewia flavescens</i> Juss.	PH	
0371	<i>Grewia tenax</i> (Forsk.) Fiori	PH	
1648	<i>Tamarix senegalensis</i>	PH	TAMARICACEAE
0776	<i>Typha domingensis</i> Pers.	HE	TYPHACEAE
0797	<i>Vitex simpliciFolia</i> Oliv.	PH	VERBENACEAE
0093	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	PH	ZYGOPHYLACEAE
0771	<i>Tribulus terrestris</i> L.	TH	

TB = TYPES BIOLOGIQUES