N° d'ordre

UNIVERSITE DE PARIS-SUD
CENTRE D'ORSAY

THESE

présentée pour obtenir le

TITRE DE DOCTEUR EN SCIENCES
Spécialité : SCIENCES DE LA VIE
(Arrêté du 5 juillet 1984)

par

Marc CARRIERE

Sujet : LES COMMUNAUTES VEGETALES SAHELIENNES EN MAURITANIE (REGION DE KAEDI); ANALYSE DE LA RECONSTITUTION ANNUELLE DU COUVERT HERBACE.

Soutenue le 1er juillet 1989 devant la commission d'examen:

MM	B. SAUGIER	Président
	G. BOUDET	Rapporteur
	M. GROUZIS	Rapporteur
	A. LACOSTE	Examinateur

AVANT-PROPOS

La pleine réalisation de ce travail n'aurait pu être effectuée sans le précieux concours des personnes suivantes :

- Mr.A.LACOSTE, Professeur à l'Université de Paris-Sud, qui a suivi assidûment le bon déroulement de ce travail, tant au niveau de la collecte de données sur le terrain qu'au plan de l'élaboration du mémoire final.

- Mr.B.SAUGIER, Professeur à l'Université de Paris-Sud, qui a accepté de présider notre Jury.

- Mr.G.BOUDET, Responsable de l'Agropastoralisme à l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT-CIRAD, Maisons-Alfort), qui a largement contribué à notre initiation au miliau sahélien et constamment apporté ses conseils et suggestions tout au long de cette étude.

- Mr.M. GROUZIS, Chargé de Recherche à l'ORSTOM, qui a témoigné un vif intérêt pour ce travail et bien voulu participer au Jury.

- Mr.J.P.LEBRUN, Systématicien à l'IEMVT (Maisons-Alfort), qui s'est chargé de la détermination des quelques 600 échantillons botaniques prélevés sur le terrain, et n'a jamais ménagé son temps pour nous instruire en matière de floristique ou pour nous fournir d'indispensables informations bibliographiques.

La dactylographie de ce mémoire a été assurée avec promptitude et discernement par Mme P.MERIGOUT (IEMVT, Maisons-Alfort), et l'essentiel des illustrations mené à bien par Mr.J.M. DREUILLAUX (Orsay).

Les expériences au laboratoire ont pu être conduites dans des délais satisfaisants grâce à l'aimable concours et à la patience de Melle F.LEMASSON (Stagiaire de l'IEMVT), qui s'est chargée d'une importante partie des tris de semences.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes ces personnes qui ont permis, par leur efficace collaboration scientifique ou technique, la pleine réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également au personnel du Laboratoire de Biologie Végétale d'Orsay, et en particulier à Mr.J.P. BRIANE (Informaticien), qui nous a apporté ses conseils lors du traitement numérique des données floristiques, mais aussi à Mr. le Directeur de l'IEMVT qui a bien voulu nous accueillir et mettre à notre disposition son équipe.

Nous ne saurions oublier la participation mauritanienne, et en particulier le Directeur Mr. DIALLO BOUBACAR CISSE et le personnel du Centre National d'Etude et Recherche Vétérinaire (CNERV) pour la qualité de son accueil et son étroite et constante coopération.

Enfin, nos regrets les plus sincères vont à Mr. FRANQUIN, aujourd'hui disparu, qui nous avait accueilli au sein du Laboratoire d'Agronomie de l'ORSTOM et fait bénéficier de son expérience en matière de traitement de données pluvio-métriques.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....

INTRODUCTION..... 7

PREMIERE PARTIE - CARACTERES GENERAUX DU TERRITOIRE

1. Le problème sahélien en Mauritanie et ses solutions actuelles..... 11

2. Le cadre physique et agropastoral..... 13

2.1. Localisation géographique 13
2.2. Climat 15

2.2.1. Dessèchement historique et tendance actuelle..... 15
2.2.2. Mécanismes atmosphériques..... 15
2.2.3. Pluviométrie..... 17

1 - Esquisse pluviométrique du Sahel mauritanien..... 17
2 - La pluviométrie de la région de Kaédi. 17
a) Variations interannuelles des précipitations..... 21
b) Saisons et périodes de végétation.. 21

2.2.4. Autres facteurs climatiques..... 25

a) Température..... 25
b) Humidité relative 25
c) Vents..... 25

2.3. Substrats, sols et végétation..... 27

2.3.1. Géologie et géomorphologie..... 27
2.3.2. Pédologie 27

1 - Classification sommaire 27
2 - Etats de surface..... 29

2.3.3. Caractères généraux de la végétation.... 31

1 - Type de végétation 31
2 - Spectre biologique..... 31

2.4. Les activités humaines 32

2.4.1. Populations 33
2.4.2. Activités agricoles 34
2.4.3. Elevage 34

2.5. Conclusion..... 36

DEUXIEME PARTIE - ANALYSE REGIONALE DE LA VEGETATION..... 39

INTRODUCTION 39

1. Bilan des connaissances floristiques et agrostologiques.... 40

2. Les grandes divisions bioclimatiques du Sahel mauritanien.. 41

2.1. Zone littorale..... 41
2.2. Secteur sahélo-saharien..... 43
2.3. Secteur nord-sahélien..... 44
2.4. Secteur sud-sahélien..... 45

3. Structure des communautés végétales 46

4. Analyse phytosociologique 48

4.1. Méthode 48

4.1.1. Echantillonnage et relevés de végétation 48
4.1.2. Traitement des données..... 49

1 - Peuplement ligneux..... 51
a) Analyse globale 51
b) Analyse partielle..... 54
2 - Peuplement herbacé..... 57
a) Analyse globale..... 57
b) Identification de quelques faciès par analyse factorielle en abondance-dominance..... 60

4.2. Unités de végétation..... 64

4.2.1. Le peuplement ligneux 64

1 - Végétation des mares et zones hydromorphes : Groupement à Acacia nilotica..... 67
2 - Végétation associée aux lithosols : Groupement à Commiphora africana..... 68
3 - Végétation sur sols enrichis en éléments fins : Groupement à Combretum glutinosum..... 69
4 - Végétation des sables et systèmes dunaires : Groupement à Acacia tortilis 71

4.2.2. Le peuplement herbacé..... 71

1 - Végétation des mares : Groupement à Sphenoclea zeylanica..... 71
2 - Végétation des bas-fonds et stations temporairement humides..... 75
a) groupement sciaphile à Achyranthes sicula..... 75
b) groupement héliophile à Eragrostis namaquensis..... 77

3 - Végétation liée aux micro-dépressions : Groupement à Eragrostis pilosa..... 78
a) faciès à Panicum laetum 78
b) faciès à Schoenefeldia gracilis... 78
4 - Végétation des lithosols : Groupement à Tetrapogon cenchriformis..... 81
5 - Végétation des glacis et aplats limono-sableux : Groupement à Dipcadi tacazzeanum..... 83
a) Faciès à Zornia glochidiata.....
b) Faciès à Mollugo nudicaulis..... 85
c) Faciès à Aristida mutabilis..... 85
6 - Végétation des sols sableux : Groupement à Limeum viscosum..... 86
a) Communauté à Indigofera aspera ... 86
b) Communauté à Cenchrus biflorus.... 86
c) Faciès à Tribulus terrestris..... 88

4.3. Relations entre les communautés ligneuses et herbacées..... 88

4.4. Commentaire sur la valeur syntaxonomique des groupements identifiés..... 92

5. Evolution des pâturages depuis la sécheresse..... 94

6. Conclusion..... 97

TROISIEME PARTIE - MODALITE D'INSTALLATION DU COUVERT HERBACE 101

INTRODUCTION..... 101

1. Identification des stations d'expérimentation..... 102

2. Approche théorique..... 104

3. Expérimentation et résultats..... 106

3.1. Le stock semencier du sol..... 106

3.1.1 - Méthode..... 106
3.1.2 - Evolution au cours d'un cycle annuel.... 107
a) Dates de prélèvement..... 107
b) Aspects quantitatifs..... 110
c) Aspects qualitatifs..... 114
d) Transport et consommation des semences121

3.2. Germination..... 128

3.2.1. - Observations in situ..... 128
a) Vagues de germination..... 128
b) Taux de germination 133
c) Vitesse de germination..... 134
d) Profondeur de germination..... 134
e) germination sous pluies simulées..... 136

3.2.2. - Expériences de germination 139
1) Germination des stocks semenciers du sol 139
2) Propriétés germinatives de quelques espèces..... 140

3.3. Survie des plantules..... 146

1 - Taux de survie par station..... 146
2 - Taux de survie spécifique..... 149
3 - Adaptations des plantules aux contraintes hydriques..... 151
4 - Adaptations aux contraintes zoogènes..... 156

3.4. Croissance et production végétative..... 158

1 - Germinations utiles..... 159
2 - Biomasse épigée..... 159
3 - Efficience de production végétative..... 161

3.5. Effort de reproduction..... 161

1 - Production semencière.....162
2 - Efficience de reproduction.....166
3 - Dissémination des diaspores.....166

4. Bilan du cycle annuel..... 169

4.1. Seuils critiques de régénération 169

4.2. Application à la restauration des parcours..... 169

RESUME GLOBAL, CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES..... 175

BIBLIOGRAPHIE..... 181

ANNEXES..... 209

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'histoire récente de l'étude de la végétation sahélienne se caractérise par une succession de thèmes de recherche, comprenant chronologiquement trois principaux volets. Jusqu'aux années 1955, l'investigation des pâturages sahéliens est restée le propre des botanistes et naturalistes, dont le travail visait tout d'abord à décrire et recenser les espèces végétales, connaissance fondamentale pour l'élaboration des premières flores (AUBREVILLE, 1950; BEHRAULT, 1954; HUTCHINSON et DALZIEL, 1954) et catalogues (MONOD, 1938; MAIRE et MONOD, 1950, BRUNEAU DE MIRE et GILLET, 1956,), ainsi qu'outils indispensables aux agropastoralistes et écologues, bien qu'encore aujourd'hui incomplets.

Lors des deux décennies suivantes, se sont généralisées les études portant sur les formations végétales sahéliennes, dépassant ainsi le stade du simple inventaire des espèces pour définir, dans un but de gestion ou d'aménagement du territoire, des unités de végétation pastorale ou "parcours", entités cartographiques homogènes pour l'aménagiste mais bien souvent complexes pour l'écologiste ou le pasteur.

La littérature née de ces 20 années de recherche abonde, notamment au niveau des études de l'IEMVT*, aussi bien au Mali (BOUDET et LECLERQ, 1970; BOUDET et al. 1971) et au Sénégal (AUDRU, 1966; VALENZA et DIALLO, 1972) qu'au Tchad (GASTON, 1967) ou au Niger (PEYRE DE FABREGUES, 1963, 1967, 1970, etc...).

Ce n'est qu'à partir des années 1975 qu'apparaissent les premières études fines sur le fonctionnement des écosystèmes sahéliens, motivées par la brusque péjoration des ressources naturelles liée à une phase de sécheresse généralisée sur l'ensemble du Sahel, lors des années 1970. Ce signal d'alarme induit l'avènement d'une littérature orientée vers l'étude des mécanismes de la production et de la régénération du couvert végétal, d'abord au Sénégal (BILLE, 1976; POUPON, 1980; CORNET, 1981), mais aussi au Mali (PENNING DE VRIES et DJITEYE, 1982; CISSE, 1986) et au Burkina Faso (GROUZIS, 1987).

Toutefois l'analyse du processus de désertification (BOUDET 1972, 1977) est encore loin d'être concluante, du fait de la dispersion et de la ponctualité des recherches actuelles, de la complexité des phénomènes mis en cause et de la promptitude des modifications au sein des écosystèmes

---

* Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux.

sahéliens. Cette approche n'en reste pas moins une étape fondamentale dans la compréhension de la dynamique pastorale, connaissance nécessaire à la modélisation, puis à la prévision de l'évolution de ces ressources naturelles, ainsi qu'à toute tentative d'intervention rationnelle sur le terrain.

C'est dans une telle optique qu'a été effectué le présent travail réalisé dans le cadre d'un programme de "Recherches pluridisciplinaires sur les pâturages, leur conservation et l'élevage en République Islamique de Mauritanie", mis en oeuvre dans la région de Kaédi, entre avril 1985 et décembre 1987, par l'IEMVT-CIRAD, grâce à une contribution financière de la Commission des Communautés européennes (DG XII). Les résultats obtenus par le projet ont fait l'objet d'un rapport final (BOUDET et al., 1987a) et de diverses communications (BOUDET et CARRIERE, 1986; BOUDET et al., 1987b).

Par ailleurs, de nombreuses observations de terrain concernant la typologie de la végétation ont pu être effectuées lors de participations à des missions, soit pour le compte de l'IBPGR (*) (octobre-novembre 1987 : Programme de conservation des ressources phytogénétiques), soit de l'IEMVT (novembre 1985 et décembre 1987) dans le cadre d'un programme de "suivi de l'environnement par télédétection" (voir DE WISPELAERE, 1986 et GODARD et al., 1988).

La synthèse présentée ici porte sur les observations de terrain faites lors des campagnes 1986 et 1987 et complétées, jusqu'à fin 1988, d'analyses et d'expériences au laboratoire.

Après une présentation des caractères généraux du territoire (1ère partie), seront considérées successivement : l'analyse régionale de la végétation, et plus particulièrement la structure et la composition floristique des communautés végétales, puis leur évolution depuis l'instauration de la période de sécheresse (2ème partie).

Enfin, dans une 3ème partie, les mécanismes de l'installation et du renouvellement des pâturages herbacés seront étudiés au niveau de quelques stations caractéristiques de la région considérée.

(*) International Board for Plant Genetic Resources

PREMIERE PARTIE

CARACTERES GENERAUX DU TERRITOIRE

PREMIERE PARTIE

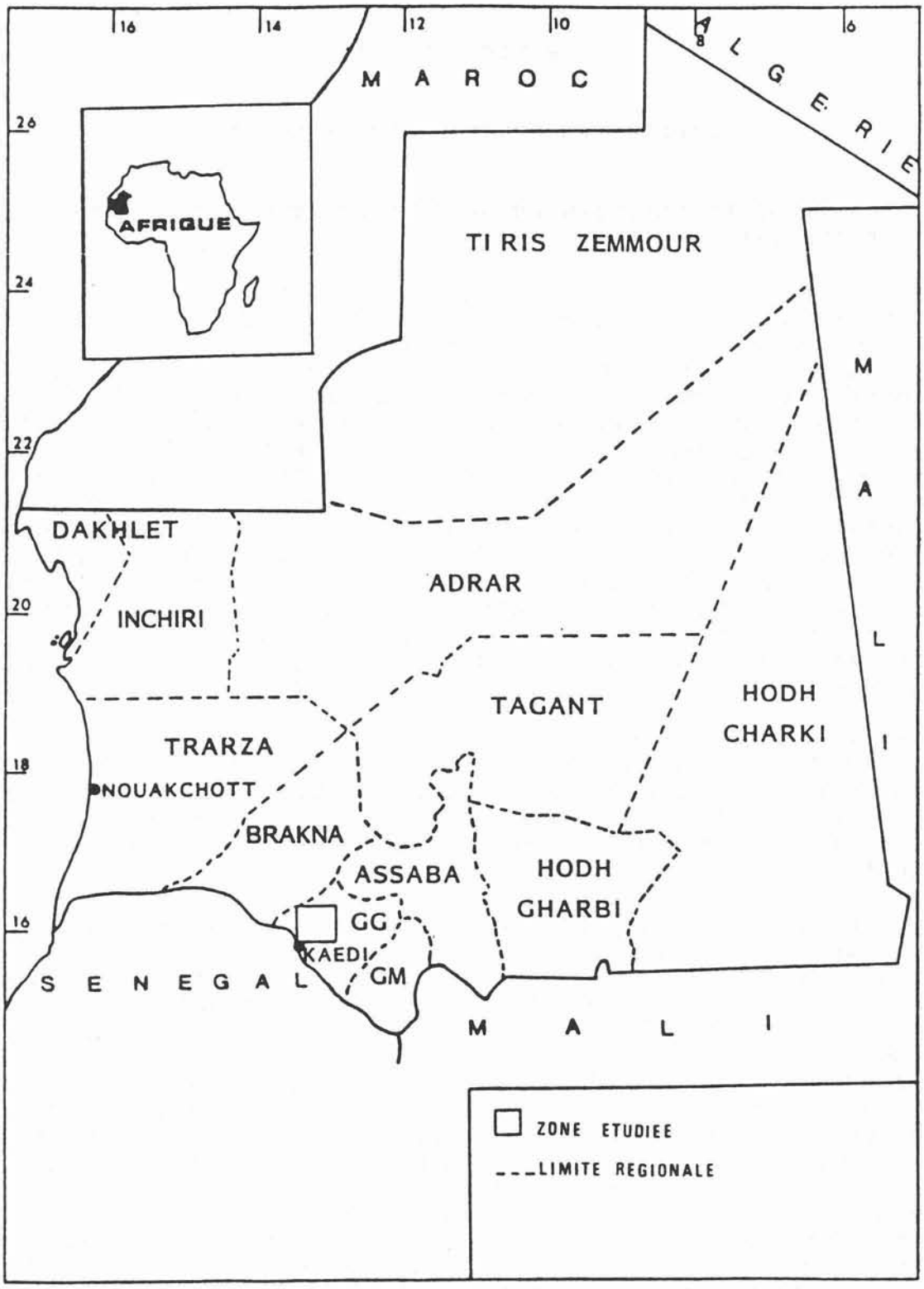
CARACTERES GENERAUX DU TERRITOIRE

1 - LE PROBLEME SAHELIEN EN MAURITANIE ET SES SOLUTIONS ACTUELLES

En Mauritanie, comme partout ailleurs au Sahel, la précarité et la faiblesse des apports d'eau météorique impriment aux paysages un caractère immuable d'aridité, et limitent l'exploitation du milieu naturel aux activités pastorales. La sécheresse des années 1970 et l'extension démographique récente des populations ont conduit à une péjoration soudaine et généralisée des ressources fourragères de cette zone, faisant suite à une dynamique régressive des formations végétales dont on ne peut encore aujourd'hui apprécier ni la vitesse, ni les possibilités de réversibilité. Elle se manifeste par une raréfaction de la couverture ligneuse et par la contraction généralisée de la végétation dans les points bas et sites à apport hydrique complémentaire, en rapport avec la redistribution des eaux de pluies à la surface du sol, et par ruissellement le long des pentes.

Par sa situation septentrionale par rapport aux autres pays du Sahel, la Mauritanie se trouve placée à la tête de cet empire en voie d'aridification. La faible étendue des terres cultivables et la pauvreté des ressources hydrographiques y rendent les activités pastorales à la fois indispensables et aléatoires.

Les modifications récentes mais profondes dans l'organisation sociale des populations ne sont pas sans incidence sur la progression du front de désertification. En effet, la société mauritanienne, fondamentalement nomade par tradition (78 % de la population en 1965 (SEDES, 1965)), est le siège depuis une vingtaine d'années d'une "vague de sédentarisation sans précédent" (TOUPET, 1975), sous une double volonté, à la fois gouvernementale (contrôle politique du territoire, valorisation des cultures et mise en place de structures éducatives et sanitaires), mais aussi individuelle, par désaffection vis-à-vis des rigueurs et contraintes de la vie nomade. Il en résulte une surexploitation croissante des ressources fourragères et hydrologiques au niveau des pôles de sédentarisation, phénomène d'autant plus redoutable que l'afflux vers les villes persiste aujourd'hui, et que l'extension démographique intrinsèque des cités est loin d'être stabilisée, du fait de l'amélioration continue des conditions sociales.



CARTE 1

Localisation géographique (Echelle : 1/8 000 000)

Cette vague de sédentarisation, d'ailleurs généralisée dans tout le Sahel, doit maintenant trouver des solutions urgentes et rationnelles face aux risques de rupture d'équilibre entre le milieu naturel et ses utilisateurs.

Parmi les promesses d'amélioration, de nombreux espoirs résident dans l'aménagement actuel et à venir de la vallée du fleuve Sénégal, par la régulation de son cours inférieur, qui devrait permettre le développement d'un potentiel agricole énorme pour la Mauritanie. Cette opportunité d'accès à des voies autarciques nécessite cependant une profonde modification des mentalités et activités traditionnelles, et passe obligatoirement par une redistribution nationale de ces nouvelles richesses, face au risque d'un engorgement migratoire vers ce nouveau pôle d'intérêt économique.

Une nouvelle complémentarité devra alors s'établir entre le Sahel "Pays naisseur", et la vallée "Pays engraisseur" (TOUPET et PITTE, 1977).

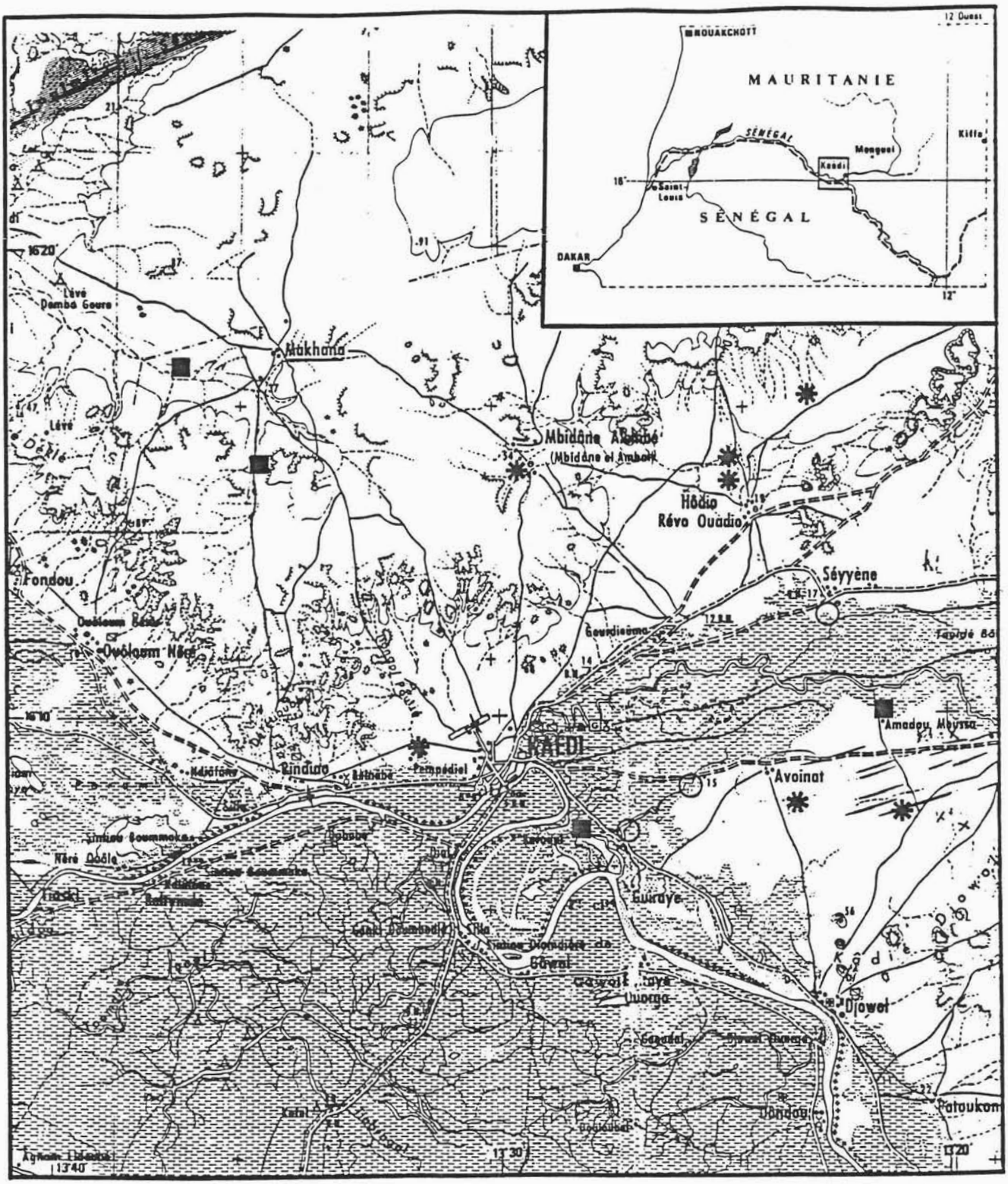
2 - LE CADRE PHYSIQUE ET AGROPASTORAL

2.1. Localisation géographique

Pays vaste (1 036 000 Km^2), la République Islamique de Mauritanie s'étend entre les 15ème et 27ème degré de latitude nord, depuis la côte Atlantique à l'ouest juqu'aux immensités sableuses du Hodh oriental (carte 1). Trait d'union historique et ethnique entre le Maghreb et l'Afrique Noire, la Mauritanie constitue également une charnière biogéographique où s'articulent le Sahara (pour environ 2/3 de la superficie totale) et le Sahel, "rivage" méridional limité à une étroite bande latitudinale d'à peine 200 km d'étendue nord-sud.

Exception faite du littoral atlantique, avec ses richesses ichtyologiques, et des quelques industries minières sahariennes, c'est en zone sahélienne que se situe l'essentiel des activités économiques du pays (agriculture et élevage), regroupant ainsi près de 90 % de la population nationale dans les territoires situés au sud du 18ème parallèle (ARNAUD, in CNRS, 1979).

Le travail présenté porte sur la région de Kaédi, ville située en bordure du fleuve Sénégal, et présentant dans ses environs proches une bonne diversité à la fois dans les types stationnels (terres inondables, recouvrements sableux, affleurements rocheux ...), et dans les groupes socio-économiques(agriculteurs et agro-éleveurs sédentaires, pasteurs transhumants, nomades...).



LEGENDE

Echelle 1/200.000

km 5 0 5 10km

Sites de suivi

Parcelle et Essai ouvert du projet IEMVT

Carte 2 : Localisation des sites de suivi

Les différents sites de suivi et les zones d'intervention du projet IEMVT ont été sélectionnés dans un rayon d'une vingtaine de km autour de Kaédi (carte 2), afin de minimiser les déplacements et d'assurer un rythme d'observation dans un pas de temps réduit.

2.2. Contexte climatique

2.2.1. Dessèchement historique et tendance actuelle

Les nombreuses récoltes de matériel effectuées dans tout le Sahara, aussi bien par les paléoécologues et palynologues que par les archéologues et préhistoriens, permettent de retracer assez précisément l'évolution climatique ancienne des zones sahariennes et tropicales sèches (tableau I). Si le Sahara "n'a jamais été la Normandie ou la Casamance" (VERNET, 1986), l'alternance de pulsations humides (Tchadien, Nouakchottien) et d'épisodes désertiques (Ogolien, Tafolien) a fortement conditionné le développement des grandes vagues d'active présence humaine (voir MAUNY, 1967, 1970).

A partir de 4 400 B.P., le désert va grignoter irrémédiablement l'ancienne avancée du Sahel, laissant derrière lui une civilisation néolithique agonisante, et provoquant la migration de la grande faune éthiopienne vers le sud, ainsi que l'abaissement significatif du niveau des nappes phréatiques.

Dans ce contexte paléoclimatique, le dessèchement récent de la zone sahélienne s'inscrit, pour de nombreux auteurs, dans un phénomène d'oscillations climatiques "évoluant inéluctablement vers l'aride" (ELOUARD, 1973). La tendance séculaire à la diminution des pluies aurait alors une origine astronomique, en rapport avec un déséquilibre entre les masses d'air atmosphériques de chaque hémisphère, qui provoquerait un déplacement de "l'équateur météorologique" (GARNIER, 1973), ou encore en liaison avec les fluctuations périodiques de l'activité solaire (BOUDET, 1972).

Si l'évolution actuelle confirme le dessèchement historique, elle est exagérément amplifiée par l'emprise anthropozoogène sur le milieu naturel, dont les effets se superposent à ceux de l'aridification climatique, sans que l'on puisse aujourd'hui distinguer la part respective des deux facteurs dans le processus de désertification.

2.2.2. Mécanismes atmosphériques

En Afrique intertropicale, le régime des pluies est déterminé par le déplacement du "Front intertropical" (FIT), point de rencontre des masses d'air sec continental avec la mousson d'été (alizé maritime). Ce front suit sensiblement la position zénithale du soleil, effectuant ainsi une migration

Subactuel		aridité		
− 2 200	nouakchottien	Transgression marine	climat : tropical	NEOLITHIQUE
− 4 800	tchadien		400 à 600 mm	
− 8 000	ogolien II	Régression	aridité	PALEOLITHIQUE SUPERIEUR
− 16 000		Grands Lacs	600 mm	ATERIEN
− 23 000	ogolien I	Régression	aridité	Coupure (?) du PALEOLITHIQUE INFERIEUR
− 29 000 − 39 000	inchirien	Transgression	pluvial I (pluies abondantes)	PALEOLITHIQUE INFERIEUR

Tableau I

Les paléoclimats récents de Mauritanie
(d'après ARNAUD, in CNRS 1979)

saisonnière depuis les latitudes sub-équatoriales en hiver jusqu'aux environs du 20ème parallèle nord en été (fig.1). En pratique, l'arrivée du FIT se manifeste par une modification de la direction des vents dominants et par une augmentation de la nébulosité. Son passage au niveau de la région de Kaédi s'effectue en juin vers le nord, puis en septembre-octobre lors de son retour vers le sud. Entre octobre et juin, les vents chauds et secs de secteur est-nord-est (harmattan) dominent constamment; c'est la saison sèche, caractérisée par une humidité relative très faible (environ 15 %), qui provoque le dessèchement rapide de la végétation herbacée et la défeuillaison des ligneux, du fait d'une demande évaporative intense.

2.2.3. Pluviométrie

C'est de loin le facteur climatique le plus important pour le développement de la végétation en zone tropicale sèche. La brièveté de la saison des pluies (2 à 4 mois) et le caractère dispersé des averses, tant par leur répartition spatiale que par leur distribution temporelle, contraignent les plantes à effectuer leur cycle de végétation en un laps de temps très court, de l'ordre de quelques semaines.

1 - Esquisse pluviométrique du Sahel mauritanien

Le tracé des isohyètes (carte 3 a) montre un amenuisement progressif des pluies vers le nord, suivant approximativement le gradient latitudinal, avec une légère inflexion "en toit" au niveau des massifs rocheux de Mauritanie centrale. La diminution décennale entre les normales 1941-1970 et 1951-1980 est d'autant plus accentuée qu'on se dirige vers le nord, mais c'est surtout récemment, lors de la dernière décennie, que s'est affirmée la migration des isohyètes vers le sud (carte 3 b). L'extrêmité sud du Guidimaka reçoit encore actuellement une pluviométrie supérieure à 350 mm, plaçant ainsi cette région dans la zone de transition entre les secteurs Nord-Sahéliens et Sud-Sahéliens (BRADLEY et al., 1977).

2 - La pluviométrie de la région de Kaédi

Seule la ville de Kaédi possède, pour le territoire étudié, une station agrométéorologique nationale; les données pluviométriques propres à chaque site de suivi ont été obtenues à l'aide de pluviomètres totalisateurs (bouteille d'eau minérale sectionnée dont le fond est garni d'une mince couche d'huile moteur).

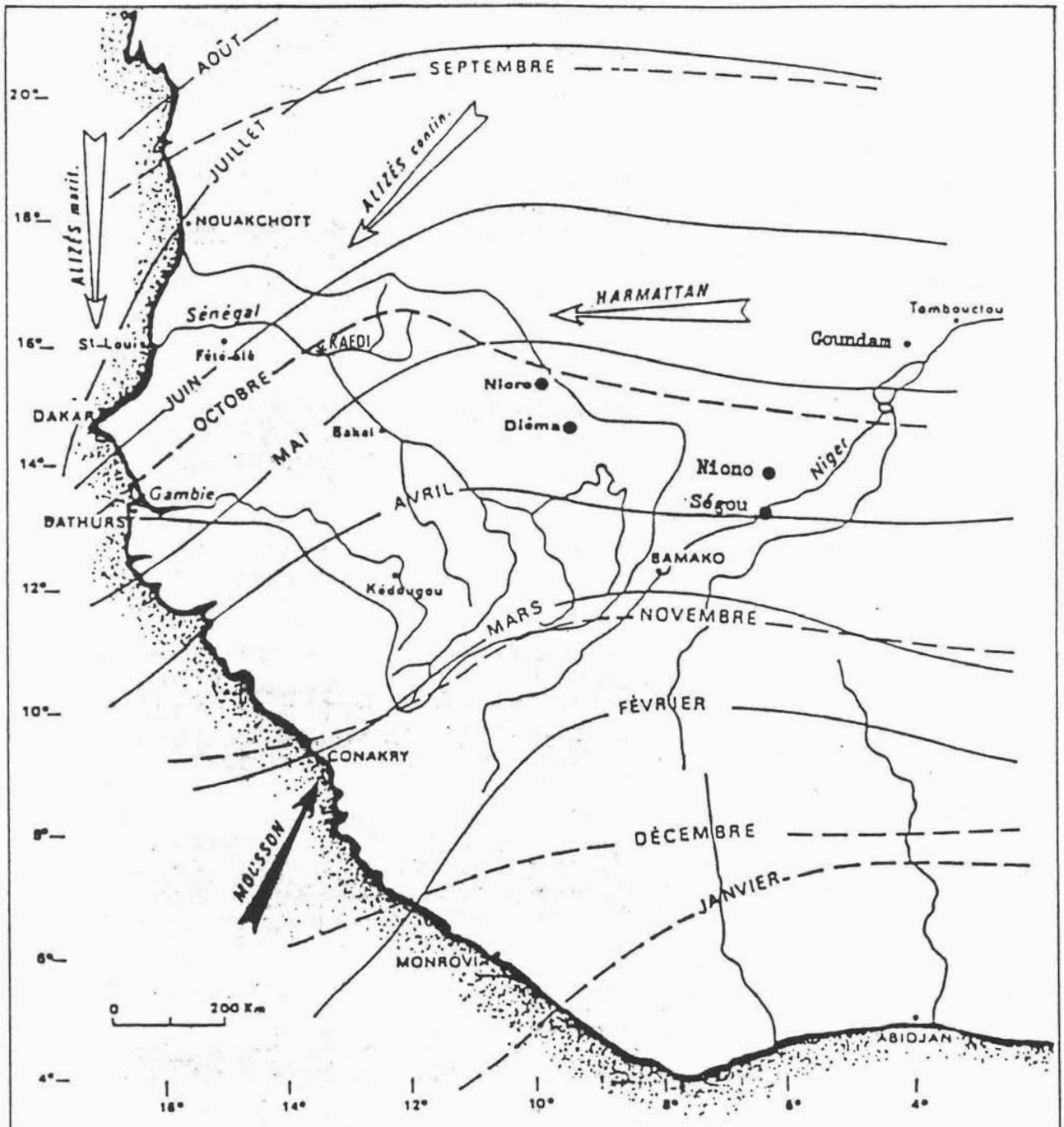
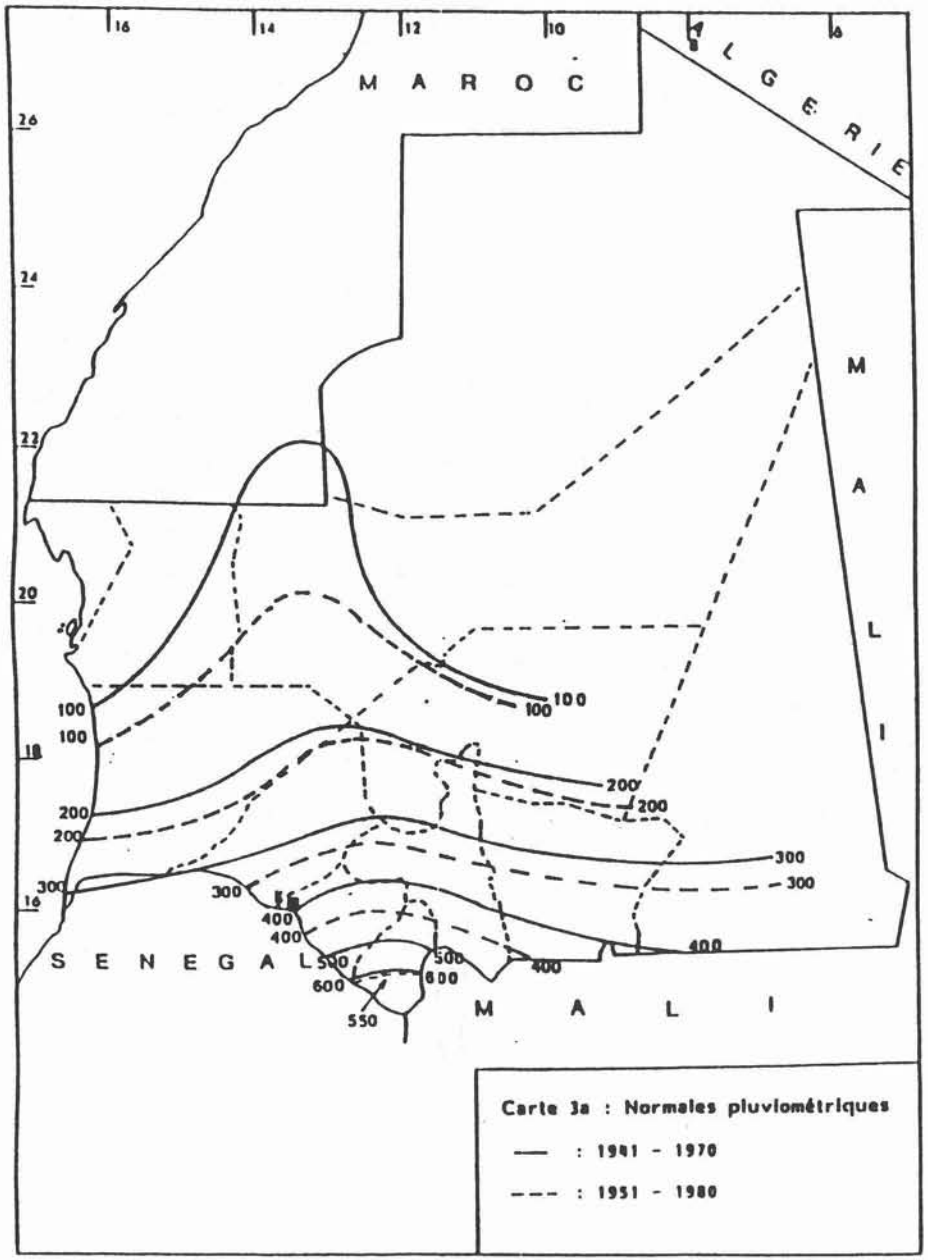
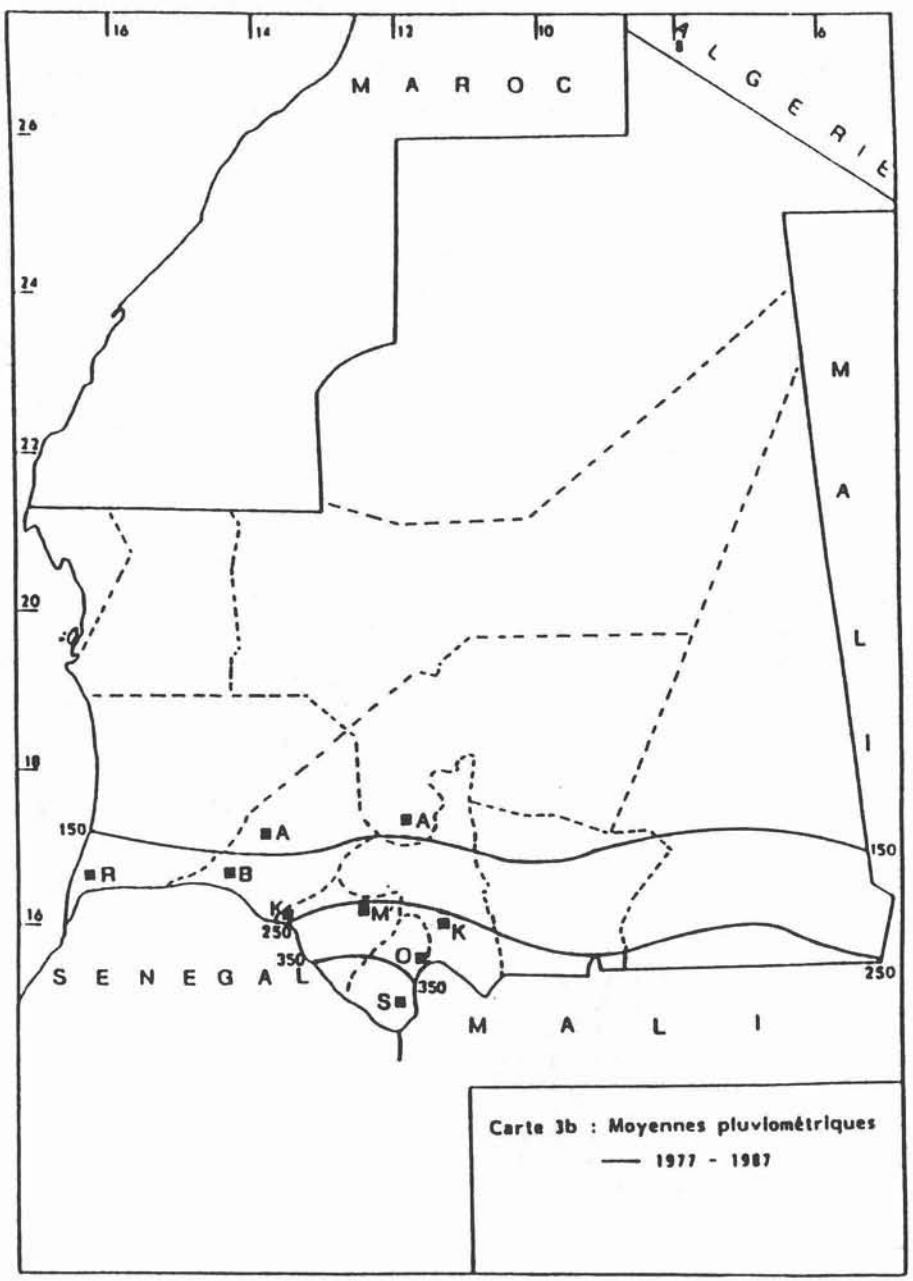


Fig. 1 : Déplacement du front intertropical (FIT) au cours de l'année.
(d'après les planches 11,12, 13 de l'Atlas International de l'Ouest Africain)
(in POUPON, 1980)





CARTE 3

Esquisse pluviométrique du Sahel mauritanien (Echelle : 1/9 200 000)

(d'après Gandega, 1988)

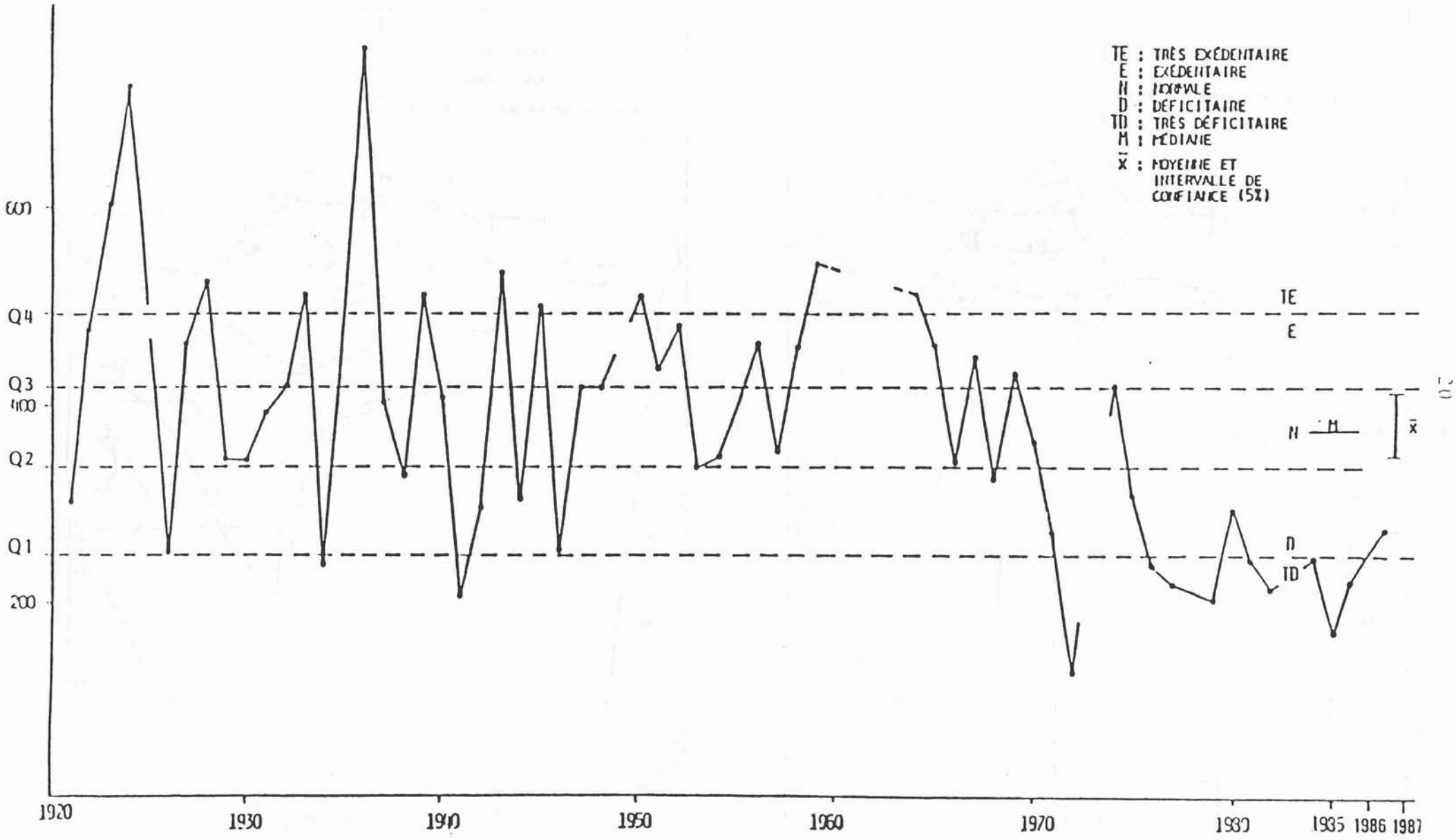


Fig. 2 : Variations interannuelles des précipitations à KAEDI (1921-1987)

a) Variations interannuelles des précipitations

On dispose, pour caractériser le climat pluviométrique de Kaédi, des données de précipitations depuis 1921, avec cependant quelques années incomplètes (1925, 1949, 1960 à 1963, 1973 et 1983), soit un total de 59 années.

L'évolution des pluies sur cette période (fig.2) révèle une forte variation interannuelle des hauteurs d'eau, oscillant entre un maximum de 762 mm (1936) et un minimum de 130 mm (1972), avec un coefficient de variation de 34 % (CARRIERE in BOUDET et al., 1987). La norme trentenaire (1931-1960), prise habituellement comme référence, est ici de 419 mm, tandis que pour la période 1970-1987, la moyenne chute à 240 mm, soit une réduction de 43 % par rapport à la normale.

Pour caractériser cette variabilité interannuelle, la distribution des pluies a été subdivisée à l'aide de quintiles (Q1, Q2, Q3, Q4) afin d'obtenir 5 niveaux de pluviométrie ayant chacun un nombre identique d'observations annuelles. Ces niveaux successifs ont été arbitrairement qualifiés de "très déficitaire", "déficitaire", "normal", "excédentaire" et "très excédentaire". Sur ce critère, aucune suite d'années "excédentaire" ou "déficitaire" de plus de 4 ans ne peut être mentionnée avant 1975. Les pluies de la dernière décennie sont par contre entièrement situées sous la "Normale", tandis qu'avant 1970, seules deux années "très déficitaires" ont été enregistrées.

Une double tendance semble donc s'affirmer depuis une vingtaine d'années, concernant d'une part une réduction de la hauteur d'eau reçue, mais également l'amortissement de l'amplitude de variation des totaux pluviométriques annuels.

b) Saisons et périodes de végétation

La figure 3 montre la répartition mensuelle moyenne des pluies pour Kaédi; août est le mois le plus arrosé, et 87 % des précipitations interviennent entre le 1er juillet et le 30 septembre.

Si l'on considère qu'une première pluie de 10 mm suffit à provoquer une bonne levée de plantules (BOUDET, 1986), on peut déterminer, sur la base des précipitations décadaires moyennes, la date du début de la saison des pluies "efficaces" (fig.4). Par ailleurs, divers auteurs ont montré que la croissance de la strate herbacée est arrêtée ou nettement ralentie lorsque les précipitations sont inférieures au tiers de l'ETP (CORNET, 1981). Comparativement à la pluviosité, les valeurs d'évapotranspiration potentielle sont relativement stables d'une année sur l'autre, et leur moyenne fournit donc une bonne appréciation de la demande

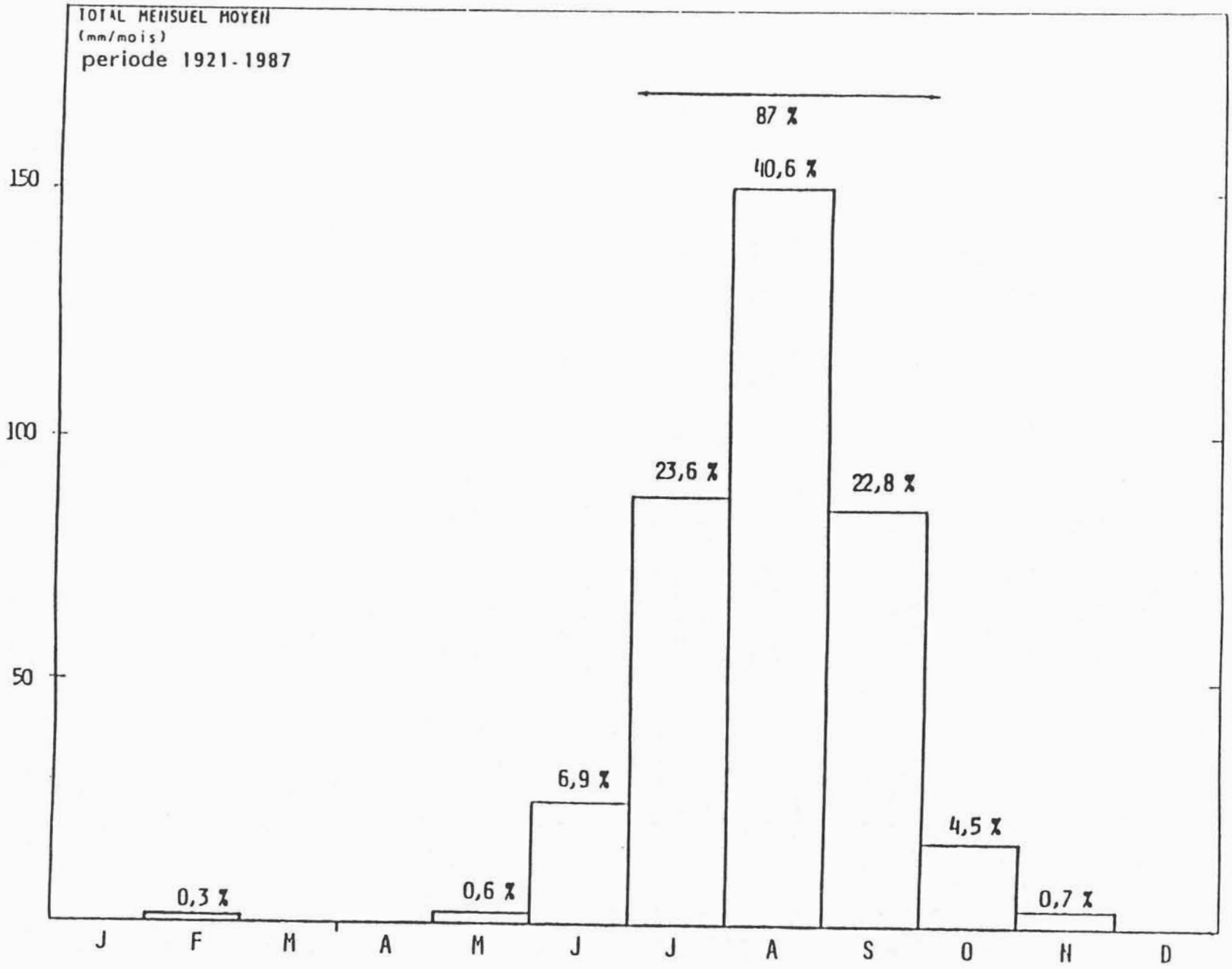


Fig. 3 - Répartition mensuelle moyenne des pluies à KAEDI.

hydrique climatique. La juxtaposition des courbes de pluviométrie décadaire moyenne avec celle de l'ETP calculée pour un pas de temps de 10 jours, permet de visualiser la "période de végétation active", c'est-à-dire pendant laquelle la croissance des plantes est effective (fig.4).

Il en résulte un découpage de la saison des pluies en 3 périodes successives, qui s'échelonnent, en moyenne, comme suit :

- Du 15 juin au 1er août : Phase d'installation du couvert herbacé, correspondant en général à une période de pluies faibles et irrégulières, séparées par des périodes sèches plus ou moins longues, pendant lesquelles les plantules peuvent se dessécher partiellement ou en totalité.

- Du 1er août au 15 septembre : Période de pluies continues, pendant laquelle les averses sont suffisamment rapprochées pour autoriser la croissance de la végétation herbacée, sans qu'il y ait épuisement de la réserve hydrique du sol. Les plantules installées lors de la première période croissent, fleurissent et fructifient pendant cette phase.

- A partir du 15 septembre environ, la fréquence et l'intensité des averses diminuent, tandis que la demande évaporative augmente. Il en résulte un dessèchement progressif du profil, qui entraîne l'arrêt de croissance des herbacées annuelles, puis le jaunissement de la paille sur pied.

Cette dernière période s'achève avec le retour du FIT vers les basses latitudes, et la reprise d'activité concomitante de l'harmattan. Seules les plantes pérennes et quelques rares herbacées annuelles (Cenchrus biflorus par ex.) peuvent prolonger provisoirement leur croissance pendant cette dernière période, utilisant les ressources hydriques profondes du sol grâce à un appareil racinaire très développé.

- La saison sèche s'installe avec le retour des alizés continentaux et va persister jusqu'aux premières pluies de l'année suivante, s'étalant ainsi sur près de 9 mois.

Le découpage saisonnier, tel qu'il vient d'être exposé, s'appuie sur les données moyennes de précipitations et d'ETP. En pratique, l'importance relative de chaque période est variable d'une année sur l'autre, la tendance actuelle étant au raccourcissement de la phase de "pluies continues" en faveur de la période de "germination-installation", en rapport avec un rythme de pluies de moins en moins soutenu. Par ailleurs, la croissance végétative des plantes dépend également de la pression du cheptel sur la végétation naissante, une surcharge animale précoce jouant en faveur d'un allongement de la première période (réduction de

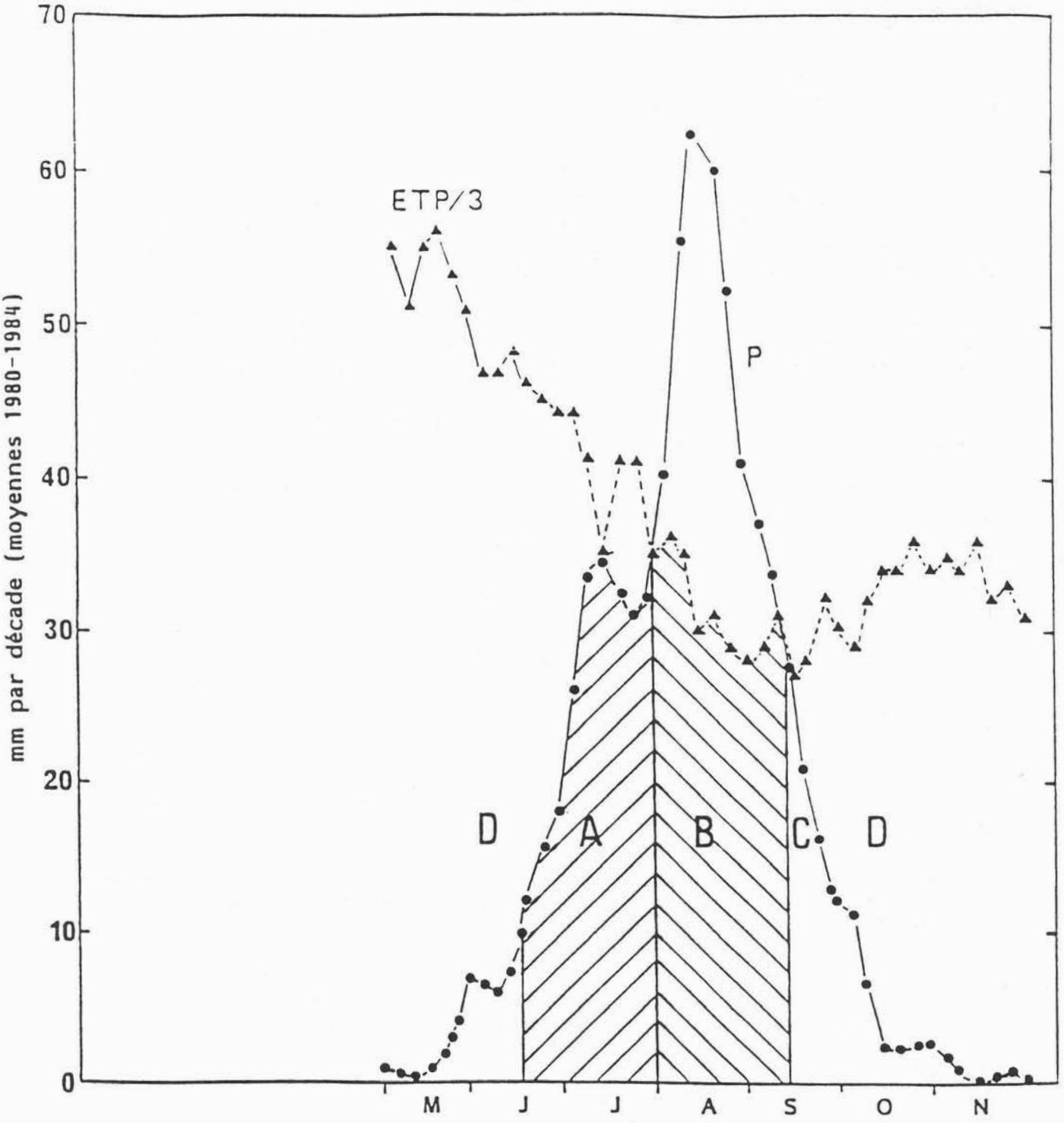


Fig. 4 - Pluviométrie - ETP et périodes de végétation à KAEDI.

A : Pluies "discontinues" - Phase de "germination - installation".
B : Pluies "continues" - Phase de croissance.
C : Fin de la saison des pluies - Phase de déssèchement.
D : Saison sèche.

l'appareil aérien photosynthétique et épuisement des réserves de la plante par émissions successives d'innovations végétatives secondaires).

La croissance du tapis herbacé (2ème période) ne pourra donc s'effectuer que lorsque les averses seront suffisamment importantes et rapprochées dans le temps pour pallier tant les pertes en eau dues à la demande évaporative climatique, que les pertes en matériel végétal résultant de l'exploitation précoce du pâturage.

2.2.4. Autres facteurs climatiques

a) Températures

Elles sont peu variables d'une année à l'autre; l'évolution des minima et maxima décadaires moyens au cours de l'année (fig.5) suit une distribution bimodale, comprenant deux pics successifs en juin et octobre, respectivement en fin et début de saison sèche. L'écart entre les deux courbes reste à peu près constant toute l'année, avec cependant un léger tassement de l'amplitude thermique moyenne pendant la saison des pluies, en rapport avec une plus forte nébulosité (diminution des maxima diurnes et augmentation des minima nocturnes).

b) Humidité relative

Strictement lié au passage du FIT, le degré hygrométrique de l'air est maximal en août et septembre (fig.6), puis décroît très rapidement avec le retour de l'harmattan. Il peut occasionnellement remonter lors des pluies exceptionnelles d'hiver (cas de l'année 1985, fig.6), mais se stabilise généralement entre 15 et 25 % d'humidité relative pendant la majeure partie de la saison sèche.

c) Vents

L'augmentation de la vitesse du vent en saison des pluies (fig.7) joue un rôle important sur le développement de la végétation. A l'effet siccatif du vent sur les plantes, s'ajoute une action éolienne mécanique qui peut provoquer une remobilisation de la couche superficielle du sol, et par conséquent déchausser les germinations nouvellement installées, ou encore modifier localement les réserves semencières du sol (voir 3ème partie). La direction des vents dominants est stable pendant toute la saison sèche, mais elle se modifie constamment en saison des pluies en rapport avec les oscillations latitudinales du FIT.

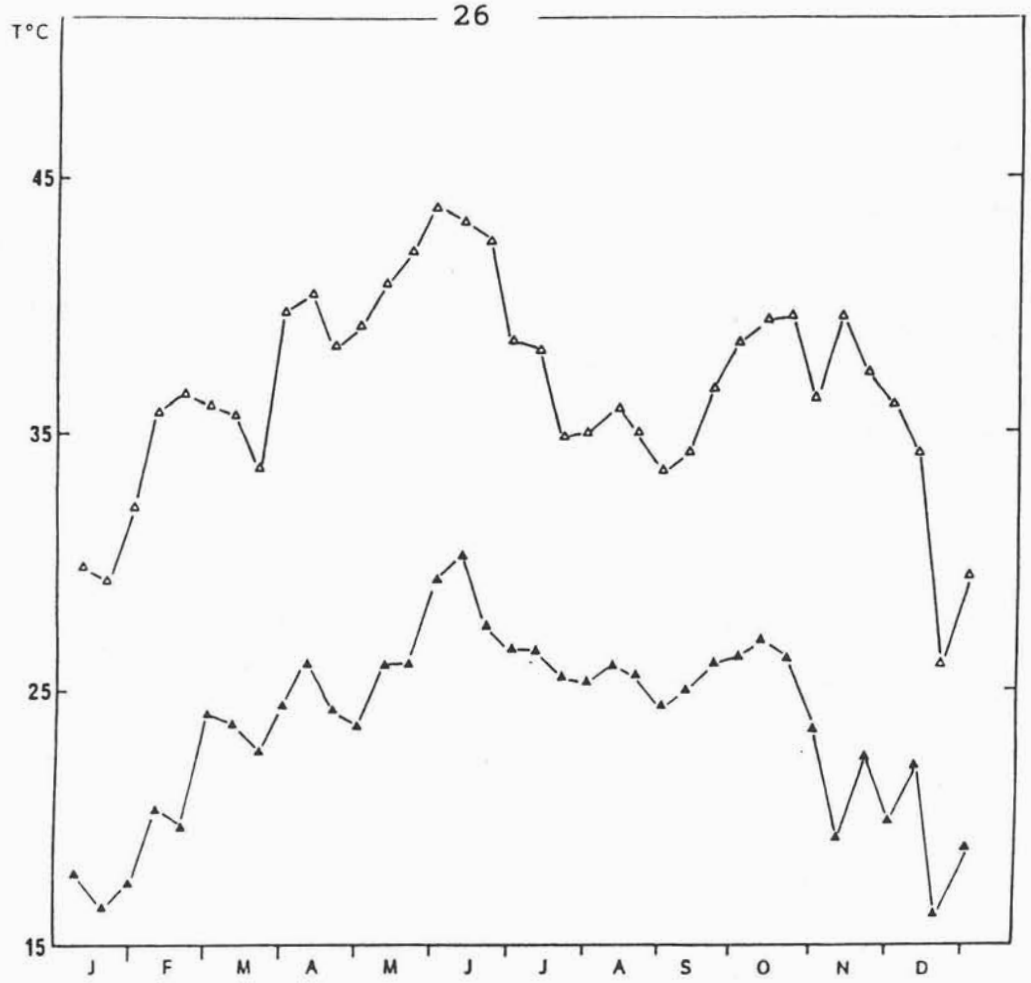


Fig. 5 - Variation des maxima (△) et minima (▲) au cours de l'année à KAEDI.
(Moyennes décadaires pour 1985)

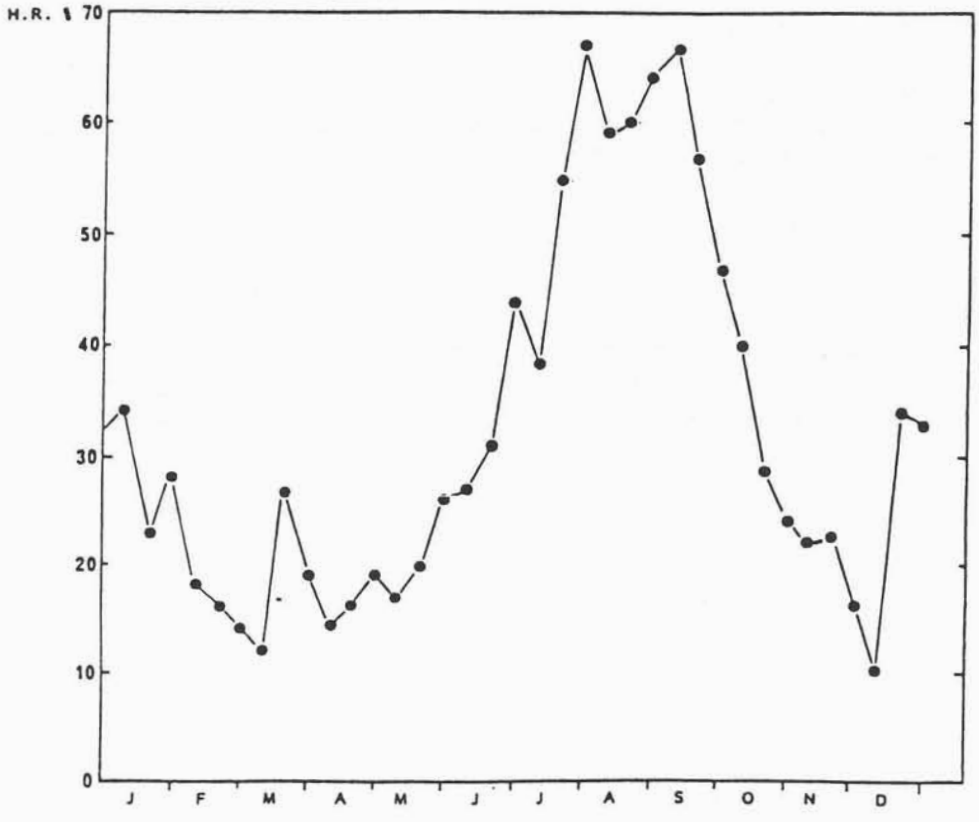


Fig. 6 - Variation de l'humidité relative de l'air au cours de l'année à KAEDI .
(Moyennes décadaires pour 1985)

2.3. Substrats, sols et végétation

2.3.1. Géologie et géomorphologie

Le territoire étudié appartient à la grande unité géologique du bassin Sénégalo-Mauritanien (fig.8), séparé du vaste bassin de Taoudéni par les plissements hercyniens de la chaîne des Mauritanides (CHIRON, 1969).

Ce bassin constitue un ensemble sédimentaire tertiaire et quaternaire, d'abord recouvert d'une série détritique gréseuse (Continental terminal) déposée à l'issue de l'éocène marin (FURON, 1967), et généralement coiffée d'une cuirasse ferrugineuse compacte, piquetée de grains de quartz, dont l'épaisseur dépasse souvent un mètre (MICHEL, 1968).

Cette série affleure en bordure de la vallée du Sénégal, notamment dans les environs de Kaédi, au niveau des versants des buttes et des plateaux, tandis que plus au nord (Brakna occidental, Trarza), elle reste masquée par les recouvrements sableux quaternaires (voir à ce sujet : ELOUARD et MICHEL, 1958; BENSE, 1961; DAVEAU, 1965 et 1971).

De ce contexte sédimentaire, il résulte une géomorphologie peu mouvementée, caractérisée par l'absence de reliefs prononcés en dehors des plateaux et surrections latéritiques de faible altitude. Les plaines dominent largement la physionomie générale de la région de Kaédi; elles forment soit de vastes étendues argilo-limoneuses (bordures des vallées du Sénégal et du Gorgol), soit des régolites (Nord-est du Gorgol jusqu'à l'Assaba), et sont dans les deux cas d'origine alluviale. Elles peuvent également être recouvertes de sable détritique, et constituent alors des bassins versants faiblement inclinés qui s'étendent des piémonts de plateaux cuirassés vers le centre des grandes vallées.

Quelques dunes sahéliennes fixées s'étirent localement selon un axe ENE-WSW, notamment à l'est de Kaédi (environs d'Aouinat - Mamadou Moussa) et vers le nord, en direction d'Aleg.

2.3.2. Pédologie

1 - Classification sommaire

La typologie des sols est fortement conditionnée, dans la région de Kaédi, par l'emprise actuelle et passée du réseau hydrographique.

En raison de la faiblesse des reliefs, la pédogénèse et la répartition actuelle des sols dépendent en majeure partie du complexe alluvial articulé autour des vallées du Sénégal et du Gorgol, exception faite des plateaux et buttes témoins suffisamment élevés qui constituent un ensemble géodynamique propre.

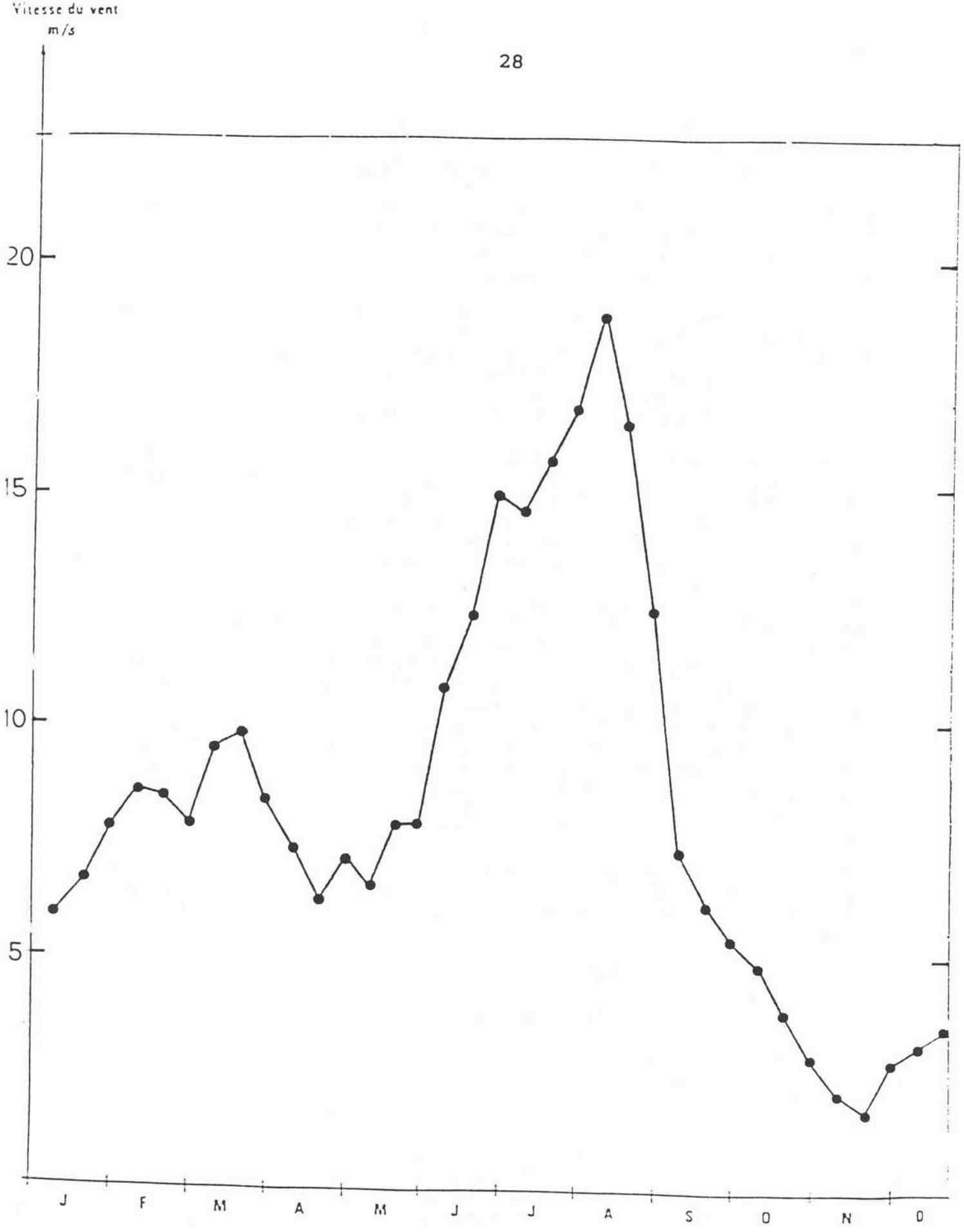


Fig. 7 vitesse du vent à KAEDI

moyennes mobiles, pas de 3 decades

Année 1987

On distingue ainsi les "sols bruts d'érosion" (MAIGNIEN, 1961), comprenant les lithosols et régosols liés aux cuirasses ferrugineuses plus ou moins démantelées, dominant au niveau des plateaux et autres affleurements rocheux. Sur ces derniers, des sols colluviaux peuvent se développer à la faveur d'accidents topographiques, et même évoluer vers des sols subarides tropicaux lorsque l'épaisseur des horizons pédologiques est suffisante.

En dehors de ces modelés rocheux, les différents types de sol peuvent s'ordonner le long d'une catena, centrée sur le lit mineur du fleuve, en fonction du microrelief et des possibilités de submersion du terrain (fig.9). La classification des sols, inspirée de la nomenclature traditionnelle Toucouleur, s'appuie sur les potentialités culturales des situations topographiques successives et intègre, de ce fait, les caractéristiques texturales et hydrodynamiques des profils.

2 - Etats de surface

L'influence des organisations pelliculaires superficielles sur le développement de la végétation a été clairement mis en évidence, aussi bien en zone humide (COLLINET, 1984), qu'en zone sub-désertique (COLLINET et al., 1980), VALENTIN, 1981).

Ces structures superficielles conditionnent l'infiltrabilité du substrat vis-à-vis des précipitations et donc la nature et l'intensité du ruissellement à la surface du sol. Il en résulte une redistribution des eaux de pluies en fonction de la topographie, mais également une action érosive agressive sur le sommet des profils pédologiques, d'intensité proportionnelle à la lame d'eau ruisselée.

En pratique, ce phénomène se manifeste par l'apparition d'une mince pellicule limono-argileuse à la surface du sol, dont l'imbibition lors des premières pluies provoque un gonflement temporaire des particules fines superficielles, s'opposant ainsi à l'humectation directe du profil et provoquant l'écoulement de la lame d'eau.

Cette structure intéresse généralement des plages de sol concentriques, d'échelle décamétrique, alternant avec des buttes sableuses ou des micro-dépressions plus ou moins accentuées; de telles variations décamétriques "induisent des différences très marquées d'hydrodynamique superficielle" (CHEVALIER et VALENTIN, 1984), et favorise la multiplication de situations microtopographiques variées, susceptibles d'héberger chacune une communauté herbacée particulière.

FIG. 8 — Grandes unités géologiques de l'Afrique de l'Ouest, d'après G. Rocci (1965).

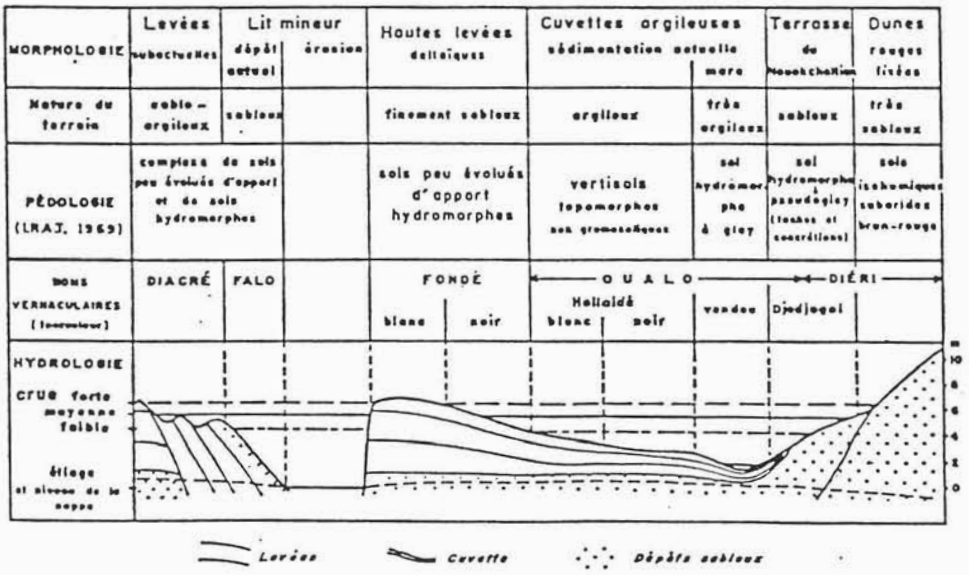


FIG. 9 — Coupe schématique de la basse vallée du Sénégal dans la région de Podor.
Les relations entre le microrelief, la submersion et les sols.

(in MICHEL, 1968)

Les modalités de répartition de cette végétation en "mosaïques" ne peuvent plus être corrélées directement ni aux données pluviométriques brutes (redistribution des eaux en surface), ni aux classifications pédologiques habituelles, en raison de la faible épaisseur des "sols fonctionnels" (VALENTIN, 1985).

L'étude des relations sol-végétation devra donc s'effectuer en accord avec l'échelle décamétrique de ces phénomènes, en prenant comme principales variables la micro-topographie et la granulométrie des matériaux de surface, approche d'autant plus justifiée que ces organisations superficielles semblent "se maintenir, pour la plupart, d'une année sur l'autre" (VALENTIN, 1981).

2.3.3. Caractères généraux de la végétation

1 - Type de végétation

A la suite des travaux de la réunion de Yangambi (1956), repris successivement par AUBREVILLE (1957), TROCHAIN (1957) et MONOD (1956, 1957 et 1963), on peut rattacher la végétation du Sahel mauritanien à un même grand type physionomique : la steppe à épineux. Il s'agit d'une formation herbeuse ouverte, généralement non parcourue par les feux, faisant transition avec les savanes soudaniennes à Andropogonées et Combrétacées situées au sud, et la végétation désertique au nord. La couverture herbacée y est généralement discontinue, comprenant en majorité des espèces annuelles ne dépassant pas 80 cm de hauteur (TROCHAIN, 1957). La strate haute se résume à un peuplement arbustif espacé, dont le recouvrement est bien souvent inférieur à 25 %, dominé par des ligneux épineux (Acacia sp. pl., Balanites aegyptiaca...) atteignant tout au plus 5 à 6 mètres de hauteur.

Le terme de "steppe subdésertique" est parfois employé pour ce type de végétation (BOUDET, 1984), en rapport avec l'espacement progressif des ligneux vers le nord et l'augmentation des lacunes au sein du tapis herbacé, qui donnent aux paysages un aspect contracté caractéristique.

2 - Spectre biologique

Parmi les quelques 400 taxons récoltés en Mauritanie lors de cette présente étude (voir liste en annexe), les proportions des différents "types biologiques" définis par RAUNKIER (1905) et applicables en zone tropicale (LEBRUN, 1966) se répartissent comme suit (en p.100 du nombre de taxons).

- Phanérophytes (méso-, micro- et nanophanérophytes) : 17 %
- Géophytes, Hemicryptophytes et Chaméphytes : 23 %
- Thérophytes : 60 %

Cette nette dominance de thérophytes rend compte de l'avantage pour le végétal à passer la mauvaise saison sous une forme très déshydratée (semence) tout en limitant les risques de prédation, comparativement aux chaméphytes et phanérophytes dont les zones méristématiques restent accessibles au bétail. Les hémicryptophytes, pour leur part, se rencontrent principalement dans les stations humides (bas-fonds, bord de mare); ces derniers ont particulièrement souffert des récentes phases de sécheresse, mais semblent aussi avoir régressé significativement sous l'effet de l'exploitation pastorale, si l'on en croit les considérations rétrospectives de GRANIER (1975) : "Le Sahel devait être une savane de vivaces"...

Ainsi, la composition actuelle du spectre biologique reflète l'adaptation du peuplement végétal aux contraintes d'aridité du milieu, lui permettant d'esquiver les rigueurs de la saison sèche, considérée comme principal facteur défavorable (BRAUN BLANQUET, 1928; NEGRE, 1965), mais peut également constituer une réponse dynamique à la pression constante des consommateurs.

Ces plantes "annuelles" effectuent en fait leur cycle complet en quelques semaines, mais avec une périodicité rigoureuse, calquée sur la saison des pluies, ce qui les différencie des "éphémérophytes" sahariennes qui répondent à des apports pluviométriques aléatoires. La fugacité de leur cycle annuel se traduit par une bonne capacité à fleurir et fructifier rapidement, mais aussi à disséminer leurs diaspores dès la maturation. Cette dissémination s'opère bien souvent par le biais de dispositifs morphologiques particuliers, visant à favoriser l'épizoochorie (barbes rétrobarbelées de Cenchrus biflorus par ex.) ou l'anémochorie.

Pour la grande majorité des espèces, la production semencière s'effectue plus en quantité qu'en qualité, en rapport avec la nécessité de recoloniser tous les ans un territoire mis à nu partiellement, ou en totalité.

2.4. Les activités humaines

Restée longtemps à l'écart des grands centres d'intérêt de la vie coloniale africaine, la Mauritanie obtint l'indépendance en 1960, face aux velléités annexionistes du Maroc (SERGHINI, 1982; BADUEL, 1984). Le territoire se trouva brusquement handicapé par une infrastructure extrêmement réduite (6 km de route bitumée en 1961, d'après UAMCE* (1964)) et par une économie limitée à l'exploitation du bétail et de la gomme arabique.

---

* Union Africaine et Malgache de Coopération Economique.

Avec l'extension démographique récente, et la fixation des nomades dans le sud du pays, un effort considérable devait être fait dans les domaines de l'agriculture (création de périmètres irrigués, sélection variétale, banalisation des produits phytosanitaires) et de l'élevage (multiplication des "Services de l'Elevage", vaccinations et contrôle vétérinaire...).

De cette évolution récente, la ville de Kaédi devait profiter largement, car située dans un contexte géographique et sociologique favorable à la modernisation des cultures (proximité et abondance des terres de décrues), des échanges commerciaux (via le fleuve Sénégal) et des activités pastorales (utilisation des résidus de récolte et abondance des ressources hydrologiques). A ce titre, elle fournit une bonne image du problème sahélien dans son ensemble, et mauritanien en particulier, compliqué toutefois par une dimension sociale hétéroclite qui plonge cette région en plein "carrefour des cultures" (BA OUMAR, 1977).

2.4.1. Populations

"L'unité nationale", qui reste le principe fondamental de la Constitution mauritanienne (20 mai 1961), se résume en pratique aux seules forces unifiantes que sont la religion musulmane et l'arabisation culturelle (ARNAUD, 1973). Sur le plan ethnique, la région de Kaédi est typiquement représentative du "melting-pot" mauritanien, où cohabitent des populations de souches maghrébines (d'origine arabe et berbère) et négro-africaines, regroupant par importance décroissante : Peuhls, Toucouleurs, Soninkés et quelques Bambaras.

Ces nuances sociologiques s'estompent légèrement sous l'effet du "métissage économique" (ARNAUD in CNRS, 1979), résultant de l'interpénétration des activités pastorales traditionnelles (nomadisme camelin au nord et élevage bovin sédentaire au sud), en un nouveau mode d'exploitation du milieu naturel (semi-nomadisme avec troupeaux mixtes) mieux adapté aux conditions actuelles d'aridité, mais surtout motivé par l'attachement saisonnier aux centres d'activité agricole.

La répartition des tâches au sein de mêmes groupes ethniques répond, par ailleurs, à une division des populations en classes sociales hiérarchisées, aussi bien chez les Maures (MOKHTAR OULD HAMIDOUN, 1952; LERICHE, 1955) qu'au sein des sociétés négro-africaines (voir DUPIRE, 1975, par ex.). Cette permanence de la structure des sociétés traditionnelles, malgré l'emprise grandissante d'une administration de type occidental, permet la survie d'une économie de subsistance basée sur la cohésion et la complémentarité des groupes, et misant encore sur l'autoconsommation et le troc.

2.4.2. Activités agricoles

Elles se répartissent pour la région étudiée en trois grandes catégories : les cultures sous pluies, irriguées et de décrue. Les deux dernières sont cantonnées aux vallées du Sénégal et du Gorgol et concernent, soit des aménagements hydrauliques (périmètre rizicole de Kaédi), soit des plaines alluviales inondables régulièrement ("Oualo"), ou occasionnellement ("Fondé").

L'extension récente des périmètres irrigués le long de la moyenne vallée du Sénégal constitue le moteur du développement agricole de la région (voire même du pays), compte tenu des forts taux de production enregistrés et de la diversité des cultures envisagées : riz, sorgho, maïs, mais également cultures maraichères, fruitières, et quelques cultures fourragères.

La culture de décrue (sorgho et niébé essentiellement) intéresse également de grandes superficies, du fait de l'imposante étendue des lits majeurs des deux fleuves (11 km de large en amont de Kaédi pour le lit du Gorgol), mais revêt un caractère quelque peu aléatoire en raison des variations interannuelles du niveau des crues (voir CHAPERON, 1973). Les perspectives de régulation de ces cours d'eau par l'installation de barrages pourraient permettre de planifier ce type d'agriculture par contrôle de l'inondation, mais risquent également de soulever d'insolubles problèmes fonciers, l'attribution des terres de "oualo" étant traditionnellement régie par le droit coutumier.

Comparativement aux cultures irriguées et de décrue, la culture sous pluie n'autorise que des rendements médiocres, limités par les caprices d'une saison des pluies trop courte, et par la faible fertilité des sols. Le mil pénicillaire constitue la seule production céréalière possible de ces champs de "diéri", qui sont toujours situés en position topographique favorable afin de bénéficier d'un apport hydrique complémentaire.

2.4.3. Elevage

Nomades, transhumants et sédentaires peuvent être rencontrés dans la région de Kaédi. Les premiers recherchent les points d'eau permanents (lits mineurs des grands cours d'eau) nécessaires à leur progression pré-estivale vers le sud, à la rencontre des pluies (GAUTHIERS-PITTERS, 1969); les seconds fuient momentanément leurs parcours coutumiers précocement surexploités, tandis que les derniers s'acharnent à faire pâturer toute l'année leurs troupeaux sur les auréoles villageoises dégradées ou sur les résidus de récolte de leurs champs. Ce schéma simplifié varie sensiblement selon les

disponibilités fourragères de l'année, la tendance étant bien souvent au maintien forcé du bétail à proximité des zones urbanisées (facilité de commercialisation des produits d'élevage, accessibilité des services vétérinaires).

Il en résulte une modification sensible des systèmes d'élevage classiques, qui se traduit par une concentration du cheptel autour des villes et une désaffection croissante du nomadisme saisonnier, la conduite des troupeaux en transhumance étant bien souvent confiée à un berger professionnel.

La composition du cheptel a également évolué au cours des deux dernières décennies, comme en témoigne le tableau suivant :

Tableau II

Evolution du cheptel dans la région du Gorgol entre 1970 et 1985 (D'après DIALLO B.C., 1987)

	1970		1985	
Espèces	Effectif	% du total	Effectif	% du total
Bovins	300 000	42,4	80 000	14,8
Petits ruminants	400 000	56,5	450 000	83,0
Camelins	8 000	1,1	12 000	2,2
TOTAL	708 000	100	542 000	100

Ainsi la sécheresse semble avoir surtout affecté les populations bovines, réduites aujourd'hui au quart de leur effectif de 1970, tandis que les ovins et caprins se maintiennent à peu près, et que la part relative des dromadaires dans le cheptel a doublé en quinze ans.

Cette évolution s'accompagne, à l'échelle de l'éleveur, d'une modification dans la composition moyenne du troupeau, favorisant la mixité des espèces (50 % des troupeaux comprenant en association bovins et petits ruminants, et 13 % des bovins exclusivement (d'après FRANCOIS, 1987)). De même, la taille moyenne du troupeau a considérablement diminuée avec la sécheresse, un "grand propriétaire" d'aujourd'hui regroupant tout au plus quelques dizaines de têtes, contre quelques centaines il y a 20 ans.

2.5. Conclusion

Sécheresse, sédentarisation et surpâturage sont donc à l'origine de l'évolution des ressources naturelles de la région de Kaédi; ce triptyque, désormais classique au Sahel, traduit un constat accablant : celui de la désertification.

Mais si les causes du processus sont, dans leur ensemble, bien identifiées, l'analyse fine des mécanismes régissant cette dynamique reste encore insuffisante pour en évaluer tous les aboutissants et mieux cerner les modalités d'intervention rationnelle.

DEUXIEME PARTIE

ANALYSE DE LA VEGETATION

DEUXIEME PARTIE

ANALYSE DE LA VEGETATION

INTRODUCTION

Parmi les nombreux travaux consacrés à l'étude de la végétation sahélienne, rares sont ceux qui portent sur l'analyse fine et la définition des communautés végétales de cette zone. Les différentes classifications proposées se résument généralement à la discrimination de groupements végétaux à petite échelle, en accord avec la distinction des grandes divisions géomorphologiques du territoire, et correspondent plus aux soucis du Cartographe ou de l'Aménagiste qu'à ceux de l'Ecologue.

Quelques études plus précises ont été effectuées récemment, en particulier dans une optique phytosociologique, notamment au Mali (COULIBALY, 1979; TOGOLA, 1982; DJITEYE, 1988) et au Niger (ROUSSEL, 1983), mais restent encore trop ponctuelles pour qu'une synthèse pluri-régionale soit envisageable.

Par ailleurs, cette approche phytosociologique, bien qu'éprouvée de longue date en milieu tempéré, se heurte dans ces régions arides sub-tropicales à d'importantes fluctuations de la végétation sous le double effet des variations climatiques et des modifications de l'emprise des activités humaines. On s'éloigne ainsi inéluctablement de la notion de climax (WESBODY, 1980), d'où la difficulté de définir des entités végétales relativement stables dans l'espace, et surtout renouvelables d'une année sur l'autre.

D'autre part, le surpâturage apparaît bien souvent comme un facteur d'appauvrissement floristique et de brassage génétique conduisant à une "uniformisation phytosociologique" (GUINOCHET, 1954); il en résulte une "banalisation" de la végétation (TOGOLA, 1982), matérialisée par des "individus d'association" de tailles démesurées, représentant un nombre réduit d'associations végétales.

Cette uniformité apparente masque cependant une hétérogénéité structurale du tapis herbacé, à une échelle de perception plus fine, principalement commandée par la multiplication de conditions microtopographiques variées; le couvert herbeux s'organise alors en "mosaïques" de végétation, comprenant des plages d'étendue variable, dont certaines peuvent constituer des "faciès", faiblement individualisés du point de vue de leur composition floristique, mais aisément identifiables sur un plan physionomique du fait de la dominance d'une espèce particulière. La discrimination de ces éléments de végétation

par l'application de la méthode sigmatiste, basée surtout sur le critère de présence/absence des espèces, est rendue délicate en raison du manque de hiatus qualitatif prononcé entre des faciès voisins.

Ainsi, comme l'écrit GUINOCHET (1973), "La phytosociologie n'aurait, certainement, jamais pu prendre naissance dans de telles régions", soulignant par cette confession l'ampleur des difficultés à établir actuellement une classification syntaxonomique satisfaisante.

1 - BILAN DES CONNAISSANCES FLORISTIQUES ET AGROSTOLOGIQUES

Si la flore de la Mauritanie saharienne est relativement bien connue, à la suite des multiples expéditions botaniques effectuées lors des années 1940-1960 (ZOLOTAREVSKY et MURAT, 1938; BRUNEAU DE MIRE, 1952; MONTEIL, 1953; MONTEIL et SAUVAGE, 1949, SAUVAGE, 1946, 1949 et 1953; MONOD 1938, 1952, 1954, 1958, 1961 et 1964; NAEGELE, 1956, 1958 a et b, 1960, QUEZEL, 1965. etc...), il n'en est pas de même pour le domaine sahélien de Mauritanie, et l'on doit nécessairement s'en référer aux flores (BEHRAUT, 1967, HUTCHINSON et DALZIEL, 1954) et catalogues (LEBRUN, 1973; BOUDET et LEBRUN, 1986) existants pour les contrées sahéliennes environnantes.

Le seul inventaire floristique conséquent est celui proposé par ADAM (1962, complété en 1964), auquel s'ajoute plus récemment la synthèse publiée par NAEGELE (1977) sur la seule famille des graminées, regroupant au total une florule d'environ 800 espèces. Pour sa part, LEBRUN (1982) estime à environ 1 100 taxons la richesse floristique du territoire mauritanien.

Lors des inventaires effectués dans le cadre de cette présente typologie, deux espèces non répertoriées en Mauritanie ont pu être collectées (Oropetium capense Stapf. et Ipomoea sinensis (Desr.) Choisy), signe incontestable de profondes lacunes dans la connaissance floristique du territoire.

Cette carence en prospections botaniques au niveau du Sahel mauritanien se double d'une méconnaissance de la végétation et des types de pâturages, les investigations agrostologiques se résumant à quelques études régionales (TOUPET, 1966, BOUDET et DUVERGER, 1961, AUDRY et ROSSETTI, 1962), bien souvent effectuées dans une optique cartographique (MOSNIER, 1961, SEBILLOTTE et GODARD, 1976, USAID, 1982), ou encore limitées à un biotope particulier (ROBERTY, 1958, ADAM, 1966) ou à une circonscription de faible étendue (ADAM, 1965).

Aucune actualisation récente de ces connaissances n'a été effectuée, d'où la difficulté de dresser un bilan de l'évolution des ressources végétales depuis la phase de sécheresse.

Par ailleurs, les données écophysiologiques sur les plantes du Sahel mauritanien sont extrêmement rares (cf. STOCKER, 1970, 1971 et 1972), et les documents portant sur la dynamique interannuelle des pâturages de cette zone pratiquement inexistants, exceptés quelques essais ponctuels effectués au niveau de ses marges septentrionales (ADAM, 1967; NAEGELE et TOUPET, 1958).

2 - LES GRANDES DIVISIONS BIOCLIMATIQUES DU SAHEL MAURITANIEN

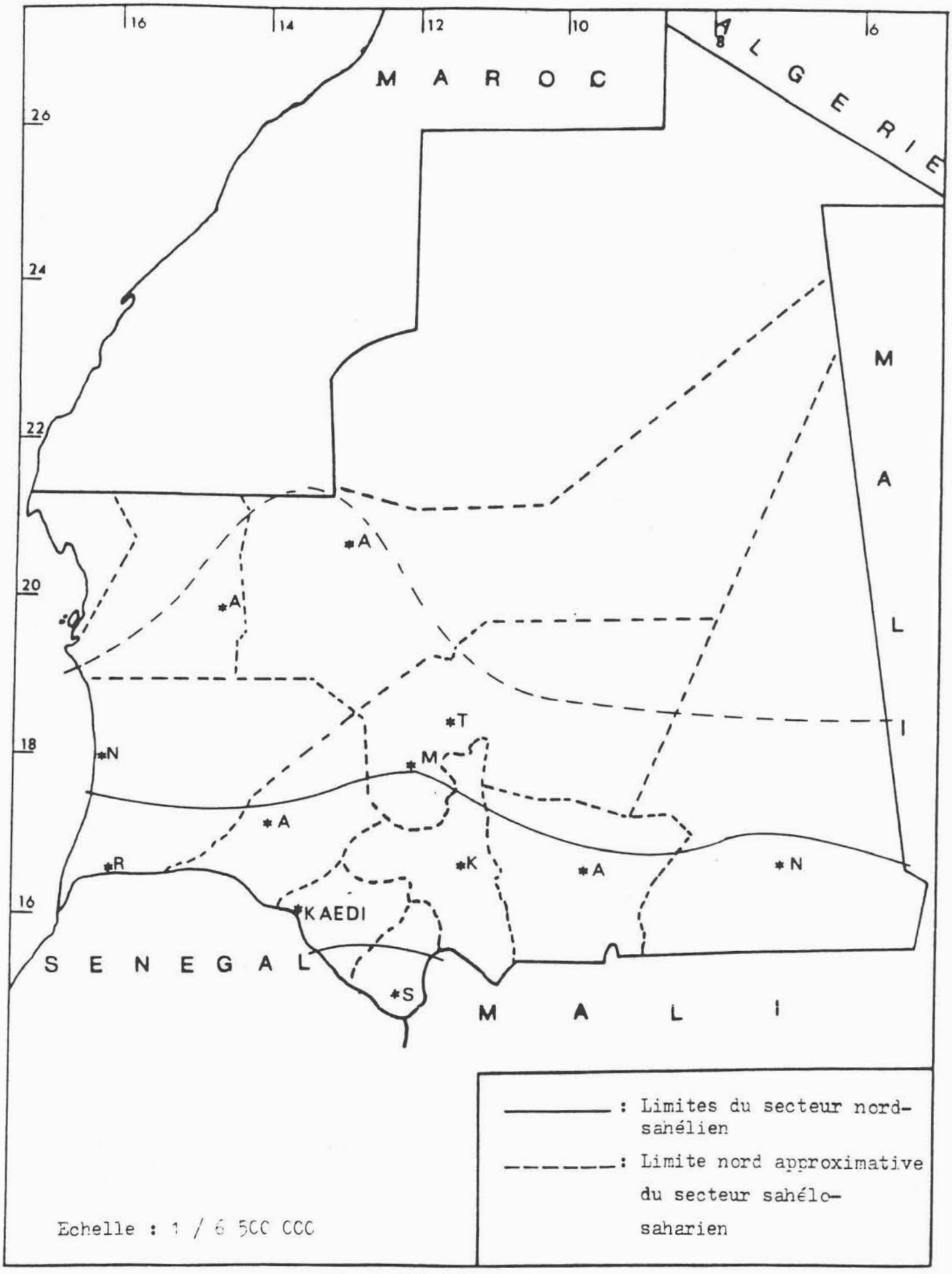
Principalement définies par des critères climatiques, et grossièrement délimitées par le tracé des isohyètes, ces grandes divisions déterminent des territoires originaux par leur flore et par le mode d'utilisation de leurs ressources naturelles; ces divisions s'échelonnent le long d'un gradient pluviométrique nord-sud, et correspondent à plusieurs "secteurs" successifs du domaine sahélien (TROCHAIN, 1969), le long desquels les activités pastorales de type nomade font progressivement place à l'agriculture pluviale et à l'élevage sédentaire.

On distingue ainsi successivement, depuis les confins sahariens jusqu'aux marges soudaniennes, les secteurs sahélo-saharien, nord-sahélien, puis sud-sahélien, auxquels s'ajoute une zone littorale longitudinale, marginale par rapport au Sahel continental car directement soumise aux influences océaniques. A l'exception de cette dernière, la zonation bioclimatique s'effectue donc selon un gradient latitudinal grossier (carte 4).

2.1. La zone littorale

Peu importante par son extension géographique, cette zone est bien typée tout au long des 275 km de côte séparant Nouakchott de Saint-Louis, mais s'amenuise au nord du 18ème parallèle en un fin liséré côtier qui s'étire jusqu'au Cap Blanc.

L'influence maritime s'estompe rapidement à l'intérieur des terres et délimite une zone littorale stricte, d'aspect dépressionnaire et donc plus ou moins inondable, soit par l'eau salée des grandes marées, soit par l'eau saumâtre remontant du delta du fleuve Sénégal. Cette portion lagunaire fait place, vers l'est, à une zone paralittorale exempte des apports d'eau salée de l'Océan, mais soumise à l'influence des vents marins. Ceux-ci s'opposent, par leur direction et leur hygrométrie, aux vents continentaux chauds et secs de secteur Nord-Est.



CARTE 4

Les principales divisions bioclimatiques du Sahel mauritanien

Le premier de ces deux sous-systèmes constitue "l'Aftout es Saheli" (ADAM, 1966), étymologiquement "capable d'être plein d'eau" (LERICHE, 1955b), globalement caractérisé par une végétation halophile.

L'existence d'une dune littorale, édifiée face aux embruns, limite l'inondation maritime, qui ne sera effective que lors des marées à fort coefficient, ou bien par infiltration à travers le lido. Une toposéquence schématique s'établit alors, depuis les terrains les plus dépressionnaires ("Sebkha"), milieux sursalés et pratiquement stériles (parfois exploités en salines artisanales), laissant place, lorsque l'eau de pluie adoucit suffisamment la solution du sol, à la "lagune littorale". Celle-ci est marquée par la prolifération de l'Arthrocnemum glaucum, accompagné sur les parties hautes par quelques buissons de Tamarix senegalensis et par diverses chenopodiacées (Salsola baryosma, Suaeda fruticosa), tandis qu'en bordure apparaissent Nitraria retusa, Cressa cretica et Zygophyllum simplex, lorsqu'un film sableux saupoudre les argiles coquilliers.

En quittant l'Aftout pour l'intérieur des terres, on rejoint un système de dunes paralittorales, d'orientation perturbée par la confrontation de régimes éoliens opposés, mais bénéficiant d'un climat "para-océanique" où l'évaporation est moindre et les précipitations occultes encore relativement fréquentes. Une végétation psammophile se substitue alors aux halophytes littoraux, présentant déjà de fortes affinités floristiques avec la végétation des dunes continentales situées plus à l'est, dont elle se différencie cependant par la constance d'un arbuste crassulescent : Euphorbia basalmifera.

2.2. Secteur Sahélo-Saharien

Si les marges méridionales de ce secteur sont aisément matérialisables (cf. CARRIERE, in CTA - IEMVT, 1989), sa limite septentrionale est plus difficile à appréhender car elle constitue un terme de transition entre deux grands territoires géo-botaniques (CHEVALIER, 1933) : le Sahara et le Sahel. L'isohyète 100 mm est habituellement accepté comme référence climatique à cet égard, mais cette "ligne idéale" (BRUNEAU DE MIRE, 1956) s'infléchit considérablement lorsque l'on prend en compte les particularités bioclimatologiques des grands massifs sud-sahariens, comme l'Adrar de Mauritanie (cf. BARRY et al., 1987) ou, dans un cadre plus général, l'Adrar des Ifoghas et l'Aïr nigérien (cf. MAIRE et VOLKONSKY, 1945; BARRY, 1982; BARRY et al., 1986 ...).

Ce secteur sahélo-saharien se différencie cependant des régions arides sus-jacentes ("climat désertique" d'EMBERGER, 1938) par une pluviosité annuelle régulière, à concentration estivale, totalisant des hauteurs d'eau actuellement comprises entre 100 et 200 mm.

La nette dominance des systèmes sableux de type dunaire fait que les pluies sont rapidement incorporées au substrat (ruissellement faible). La végétation est essentiellement constituée d'herbacées psammophiles, peu exigeantes quant à la richesse du sol (sols minéraux bruts), telles que Cyperus conglomeratus et Panicum turgidum , qui peuvent globalement caractériser ce secteur. Le peuplement ligneux reste très disséminé, et bien souvent réduit à quelques buissons épars de Leptadenia pyrotechnica.

La production fourragère herbacée apparaît donc réduite et dispersée dans l'espace selon la localisation des orages. Ces ressources pastorales sporadiques, ajoutées à la rareté des points d'eau en saison sèche, impliquent une utilisation rationnelle du pâturage, que seul l'élevage camelin peut assurer avec succès. Les éleveurs migrent facilement au cours de l'année, délaissant traditionnellement en fin de saison sèche les résidus "atolliformes" de Panicum turgidum, pour aller à la rencontre des pluies dès le début des tornades d'été, puis remonter progressivement vers le Nord avec celles-ci (GAUTHIERS-PITTERS, 1969).

Mobilité et frugalité sont donc les deux qualités nécessaires à l'utilisation des pâturages de ce secteur; seuls quelques troupeaux de petits ruminants (caprins essentiellement) subsistent aux alentours des centres de sédentarisation importants, l'agriculture étant pour sa part quasiment inexistante en dehors de l'exploitation traditionnelle des oasis (voir à ce sujet : FAO-FADES, 1985).

2.3. Secteur Nord-Sahélien

C'est certainement la partie la plus représentative du Sahel mauritanien puisqu'elle s'étend des dunes rouges du Trarza, à l'Ouest, aux vastes regs limoneux du Brakna et du Gorgol, puis, par delà les montagnes de l'Assaba de de l'Affolé, aux plaines plus ou moins ensablées et entrecoupées de large vallées fossiles, qui s'étendent à travers les Hodh jusqu'au Dahr Néma.

D'un point de vue climatique, ce secteur correspond grossièrement à la tranche pluviométrique actuelle 200-350 mm, estimée sur la période sèche 1970/1987,ou encore aux normes pluviométriques trentenaires 250 et 500 mm, calculées sur la période de 1931/1960, soit une réduction moyenne des hauteurs d'eau annuelles de 20 à 30 %.

Les caractéristiques pastorales de ce secteur, largement conditionnées par les effets de la péjoration climatique récente, répondent aux deux impératifs que sont la mixité des troupeaux et le pluralisme des systèmes d'élevage (cf. 1ère partie : 2.4.3.).

Sur le plan agricole, c'est avec l'isohyète 200 mm que l'on franchit la limite nord de la culture pluviale; celle-ci reste néanmoins aléatoire, localisée aux stations à bilan hydrique favorable, et souvent aménagée par édification de diguettes de retenues d'eau favorisant l'impluvium (régions du Gorgol et du Brakna).

2.4. Secteur Sud-Sahélien

Principalement composé du Cercle du Guidimaka, il englobe également l'extrêmité méridionale du Gorgol et de l'Assaba. La pluviométrie actuelle se situe dans l'intervalle 350-500 mm, soit un déficit moyen d'environ 30 % par rapport aux normes trentenaires 1931-1960.

Dans cette partie sud-sahélienne on retrouve, à l'état relictuel, une végétation autrefois abondante au Sahel sensu lato, mais limitée à ce secteur depuis la sécheresse. Il en est ainsi de certaines graminées vivaces (Andropogon gayanus, Vetiveria nigritana), de nombreuses convolvulacées volubiles (ex : Jacquemontia tamnifolia) et curcubitacées lianescentes ou à vrilles (Luffa cylindrica, Ctenolepis cerasiformis,etc.)

Le couvert ligneux est nettement plus développé qu'en secteur nord-sahélien, mais avec une structure contractée, au niveau des bas-fonds et talwegs qui bénéficient d'une redistribution positive des eaux de surface. Certaines essences apparaissent corrélativement à l'accroissement de la pluviométrie : c'est le cas de Sclerocarya birrea sur système sableux faiblement ondulé, de l'Acacia seyal sur limons argileux, alors que le Baobab (Adansonia digitata) marque par son imposante silhouette les plaines limoneuses compactes, plus ou moins encombrées de détritus gravillonnaires.

Sur le plan pastoral, l'élevage bovin domine nettement, tandis que les effectifs de dromadaires restent négligeables. Les activités agricoles occupent une large place dans l'économie locale, du fait de la multiplication des terres irriguées le long du fleuve Sénégal, mais aussi par la diversification des cultures pluviales à l'intérieur des terres (mil, sorgho, arachide ...). Les potentialités agricoles de cette région sont cependant limitées par la pauvreté des terrains, principalement constitués de regs schisteux à sol peu épais, sensibles à l'érosion pluviale et souvent à forte pierrosité.

Le découpage bioclimatique, tel qu'il vient d'être exposé, s'appuie sur l'interprétation des données pluviométriques récentes, c'est-à-dire postérieures à la sécheresse des années 1970, et prend en compte l'état du tapis végétal tel qu'il se présente aujourd'hui, à l'issue de deux décennies déficitaires. Cet état ne sera pas immédiatement réversible, même si la pluviométrie s'améliore, du fait de la disparition complète de certaines catégories floristiques, et surtout en

raison de la stérilisation de larges surfaces de sol, d'où disparaissent les stocks semenciers nécessaires à la reconstitution annuelle des pâturages.

Ces limites biogéographiques, même si elles discriminent des secteurs d'iso-potentialités pastorales, n'en restent pas moins des limites théoriques, et peuvent être remises en cause lors de variations pluviométriques exceptionnelles. Ainsi, TOUPET (1971) relate qu'entre les couples d'années sèches (1941-1942) et humides (1951-1952), la limite sud du Sahara, matérialisée par l'isohyète 100 mm, s'est déplacée sur un secteur couvrant quelque 340 000 km^2, soit 31,5 p.100 de la superficie totale de la Mauritanie!

3 - STRUCTURE DES COMMUNAUTES VEGETALES

Si l'étude de la structure de la végétation a donné quelques résultats quant à la distinction des grandes formations herbeuses tropicales (DESCOING 1971, 1976), sur la base de l'analyse concomitante des types biologiques de RAUNKIER (1905) et des types morphologiques de JACQUES-FELIX (1962), l'application de tels critères est particulièrement délicate en zone nord-sahélienne où l'état du spectre biologique est tout à la fois constant (nette dominance de thérophytes), et potentiellement variable (expression en biovolume) d'une année sur l'autre, selon les ressources pluviométriques et la charge animale sur les pâturages.

Pour la région étudiée, le problème de la structure des formations herbeuses correspond à une échelle de perception plus fine, et se pose plus en terme de structure "horizontale" que "verticale" (cf. GUINOCHET, 1973). En effet, il s'agit de distinguer les modalités d'agencement des plages enherbées, qui répondent bien souvent à des facteurs d'ordre microtopographiques, mais dont la stratification verticale reste globalement homogène, exception faite de quelques plantes naines, généralement fugaces (Tripogon minimus, Fimbristylis hispidula...), qui peuvent localement constituer une strate inférieure.

Cette organisation du tapis herbacé en mosaïque résulte, à grande échelle, d'une distribution des espèces végétales en unités structurales coïncidant avec des conditions micro-stationnelles précises et homogènes, propices au développement prépondérant d'une, ou parfois deux, espèces particulières. Les faciès de végétation ainsi formés peuvent donc être assimilés à des unités de végétation très élémentaires, dont les caractères écologiques coïncideraient globalement au preferendum des espèces dominantes. Ils constituent également des entités pastorales évidentes, car susceptibles d'être distinguées par un animal au pacage.

Cette micro-organisation structurale est rarement mis en avant dans les études effectuées sur le couvert herbacé sahélien, en raison de l'inadéquation entre l'échelle du phénomène (micro-habitats) et celle des objectifs généralement visés (cartographie, gestion de l'espace pastoral...). Sa prise en compte devient nécessaire dès lors que l'on s'intéresse aux aspects dynamiques du pâturage, dans la mesure où ces ensembles constituent des divisions homogènes élémentaires au sein du tapis herbacé, du point de vue de la dominance des espèces, et par conséquent du potentiel fourrager des parcours.

Il est certain qu'en adoptant une vision trop extensive du groupement végétal, on réunit immanquablement dans un même ensemble plusieurs états élémentaires distincts pouvant en fait évoluer chacun selon une dynamique propre, sans pour autant que l'unité globale n'apparaisse modifiée.

Nonobstant ces considérations théoriques, la discrimination des faciès de végétation est rendue délicate par le manque d'individualité de leur liste floristique. Certains critères écologiques peuvent renforcer leur originalité, tels que la composition du stock semencier du sol, ou la compétitivité des plantules lors de l'établissement de la végétation (cf. IIIème partie), mais sont difficilement concevables dans le cadre des investigations typologiques classiques.

Parallèlement à cet agencement en mosaïque, il faut bien entendu reconnaître la division de la couverture végétale en deux composantes majeures, ligneuse et herbacée, répondant chacune à une exploitation différente des ressources du biotope.

Les espèces ligneuses (phanérophytes et chaméphytes) peuvent utiliser grâce à un appareil racinaire relativement développé les ressources hydriques plus profondes du sol, et reflètent, du fait de leur caractère vivace, les conditions climatiques moyennes locales ou régionales. Les herbacées (annuelles essentiellement), à l'inverse, sont étroitement liées aux couches superficielles du sol et fortement assujetties, à l'échelle stationnelle, aux fluctuations de la pluviosité (TOGOLA, 1982; DJITEYE, 1988).

Ces divergences font que ces deux strates doivent être considérées séparément, même si elles interagissent partiellement (concurrence éventuelle pour l'eau), ou si des relations de dépendance s'instaurent localement (ombrage, piègeage autour des souches, ...).

4 - ANALYSE PHYTOSOCIOLOGIQUE

L'étude présentée ne prendra en considération que la végétation du secteur Nord-Sahélien, l'échantillonnage des secteurs limitrophes n'étant pas suffisamment proportionné pour qu'une analyse du Sahel mauritanien dans son ensemble soit envisageable.

Certaines analogies floristiques peuvent parfois rapprocher des situations typologiques distinctes, appartenant à deux secteurs successifs, du fait de l'interférence logique entre les gradients hydrique et bioclimatique lorsque l'analyse porte sur le domaine Sahélien dans son ensemble.

D'une manière générale, il est donc préférable d'analyser distinctement la végétation d'un secteur particulier, soumise à des contraintes climatiques et anthropozoogènes propres, de même qu'il est nécessaire d'appréhender séparemment la typologie des communautés ligneuses et herbacées, suite aux remarques précédentes.

Les relevés de végétation se rapportant aux secteurs sahélo-saharien et sud-sahélien seront toutefois présentés en annexe, sous forme de tableaux diagonalisés (annexe 3).

4.1. Méthode

L'analyse de la végétation est effectuée selon la méthode phytosociologique dite sigmatiste (BRAUN-BLANQUET, 1932), dont les principes détaillés figurent dans GUINOCHET (1955, 1973).

4.1.1. Echantillonnage et relevés de végétation

Pour le secteur nord-sahélien, la grande majorité des relevés a été effectuée dans les environs proches de Kaédi (voir localisation annexe 2), donc dans une région à forte densité de population et de cheptel (cf. 1ère partie 2.4.), représentative d'un environnement sahélien déjà bien orienté sur les voies de la désertification.

Pour l'ensemble du secteur nord-sahélien, la typologie effectuée porte sur environ 170 relevés, comprenant quelques 250 espèces, tandis que la végétation des marges bioclimatiques n'est échantillonnée qu'à concurrence de 40 et 60 relevés, respectivement pour les secteurs sahélo-saharien et sud-sahélien, induisant un complément de 150 espèces dans la florule globale (annexe n°4).

Du fait de la brièveté de la saison des pluies, la période d'exécution des relevés est réduite aux quelques semaines qui suivent la fin de la période de croissance végétative (mi-septembre en moyenne), et se trouve limitée rapidement en

saison sèche en raison des difficultés de détermination liées aux prélèvements par les herbivores et à la caducité des organes aériens.

Le relevé en lui-même est l'élément fondamental de la méthode sigmatiste, et doit être exécuté selon des normes rigoureuses (EMBERGER et al., 1968; GUINOCHET, 1973), prenant en compte la liste exhaustive des espèces présentes sur une surface de végétation "floristiquement homogène".

Cette échelle d'homogénéité diffère selon qu'il s'agit de communautés ligneuses ou herbacées. D'autre part, l'"aire minimale" est de quelques ares pour les premières, contre seulement quelques m^2 dans le second cas (TOGOLA, 1982), plusieurs communautés herbacées pouvant être représentées sous un même type de peuplement ligneux.

L'application des notes d'abondance-dominance (cf. GUINOCHET, 1973 : p.15) varie également pour les communautés ligneuses, chaque espèce ne pouvant théoriquement prétendre à un coefficient supérieur à "+" ou "1" du fait du caractère dispersé du peuplement (recouvrement au sol généralement inférieur à 5 %). Par conséquent, les notes accordées traduiront non pas réellement le caractère "abondance-dominance" mais la "dominance relative" des espèces ligneuses, c'est-à-dire la part respective de chacune d'elles dans le recouvrement total du peuplement considéré.

4.1.2. Traitement des données

Le traitement des données floristiques a été effectué selon la technique, aujourd'hui classiquement utilisée en phytosociologie, de l'Analyse Factorielle des Correspondances (voir pour les fondements et principes mathématiques, BENZECRI, 1970; CORDIER, 1965; LEBART et FENELON, 1971). L'utilisation rationnelle de cette technique (LACOSTE, 1972) repose sur l'examen de suites de cartes factorielles correspondant à des analyses globales initiales, puis à diverses analyses partielles excluant successivement les groupes de relevés les plus nettement discriminés.

Les peuplements ligneux et herbacé ont été ainsi respectivement analysés et, pour ce dernier, un traitement en abondance-dominance a été tenté dans le but d'appréhender les faciès de végétation, dont la discrimination ne peut-être envisagée sur la base du seul critère de présence-absence des espèces. Par ailleurs, les espèces les plus représentatives des groupes isolés lors des différentes analyses ont été reportées sur les cartes factorielles (fig.10 à 18), après superposition des cartes "relevés" et "espèces".

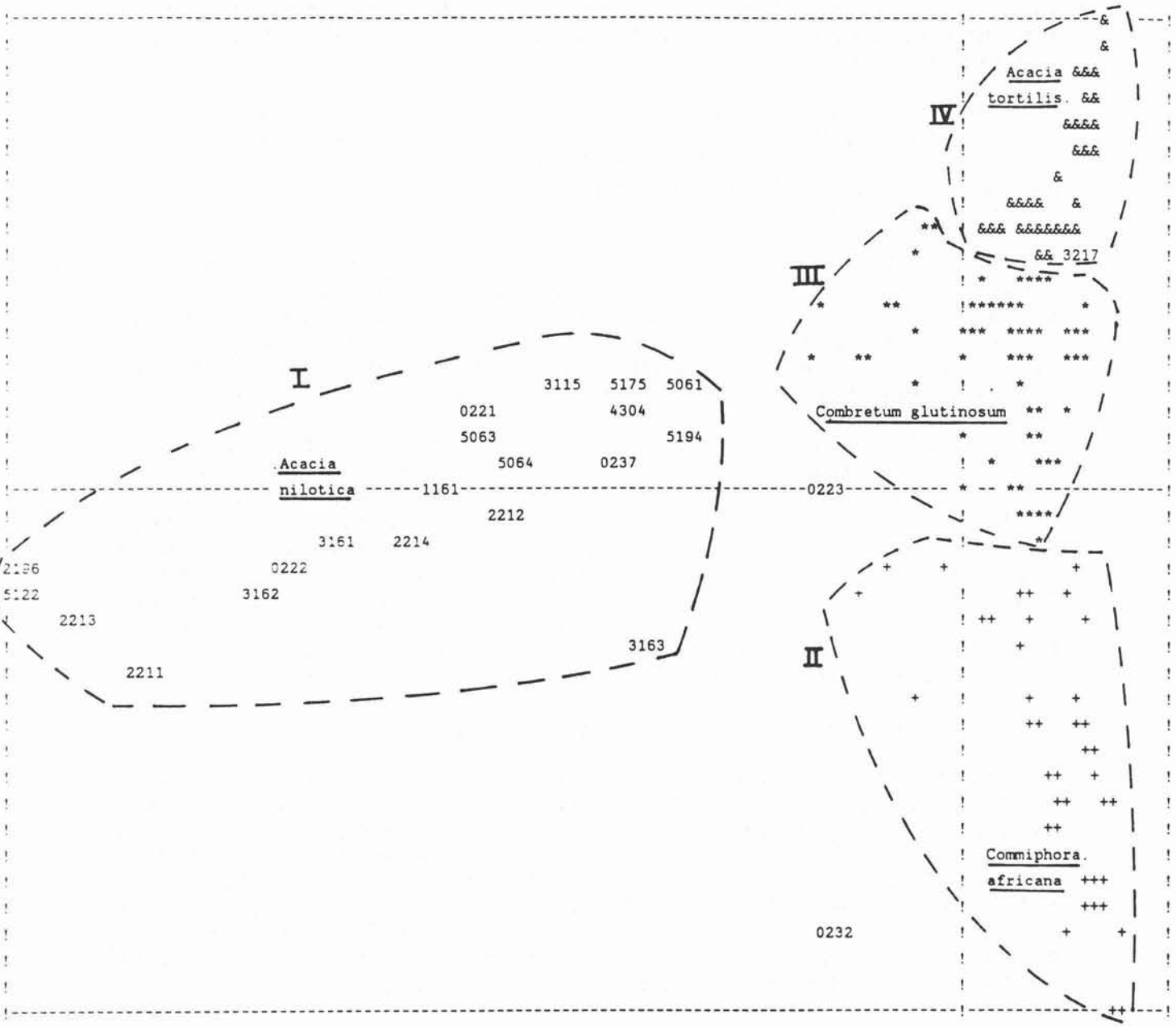


Figure 10

Analyse globale du peuplement ligneux (154R x 47E)
Carte relevé : Axes 1-2

1 - Peuplement ligneux

a) Analyse globale

L'analyse porte sur 154 relevés regroupant un total de 47 espèces; la discrimination des ensembles s'effectue selon des plans définis par des paires d'axes factoriels de valeur propre décroissante (respectivement 0,62 - 0,55 - 0,38 et 0,35 par ordre numérique).

Quatre principaux groupes de relevés peuvent être distingués (fig. 10) et identifiés comme suit, après référence aux types de stations correspondants :

- **Groupe I** : relevés de stations humides (mares et bord de mares), ou présentant une hydromorphie temporaire (dépressions argilo-limoneuses, dédales du fleuve Sénégal et du Gorgol) : groupement à Acacia nilotica.

- **Groupe II** : relevés des lithosols, soit sur plateau cuirassé à sols squelettiques, soit sur colline latéritique démantelée et éboulis (groupement à Commiphora africana).

- **Groupe III** : relevés effectués sur terrain superficiellement sableux, plus ou moins enrichi en éléments fins (sable limoneux, colluvions sablo-argileuses) ou comprenant un horizon argileux ou pierreux en profondeur (groupement à Combretum glutinosum).

- **Groupe IV** : relevés des stations à sol sableux épais, et des systèmes dunaires (groupement à Acacia tortilis).

Le mode de distribution des relevés sur les cartes factorielles permet d'accorder une signification écologique aux principaux axes, notamment l'axe 1 qui traduit un gradient d'hydromorphie stationnelle, et l'axe 2 qui semble refléter les principales variations granulométriques des sols (axe textural).

Sur les cartes suivantes (axes 1-3 et 1-4), la discrimination des 4 grands groupes est plus délicate du fait de la diminution des taux d'inertie des axes secondaires par rapport à l'axe 1, ce qui engendre un "étalement" du groupe le plus marginal (groupe I) au détriment des autres relevés (fig.11). On peut néanmoins se libérer partiellement de l'influence du 1er axe en examinant la carte factorielle constituée par les axes 2 et 3 (fig. 12), sur laquelle on peut retracer les principales divisions établies précédemment.

Si l'identité des 4 groupes isolés dans cette première analyse est bien établie, il est nécessaire, pour envisager d'éventuelles subdivisions, de recourir à une analyse partielle, d'où l'on excluera le groupe I, déjà bien individualisé, ainsi que 3 relevés de filiation incertaine (R. 0223, R. 0232 et R. 3217).

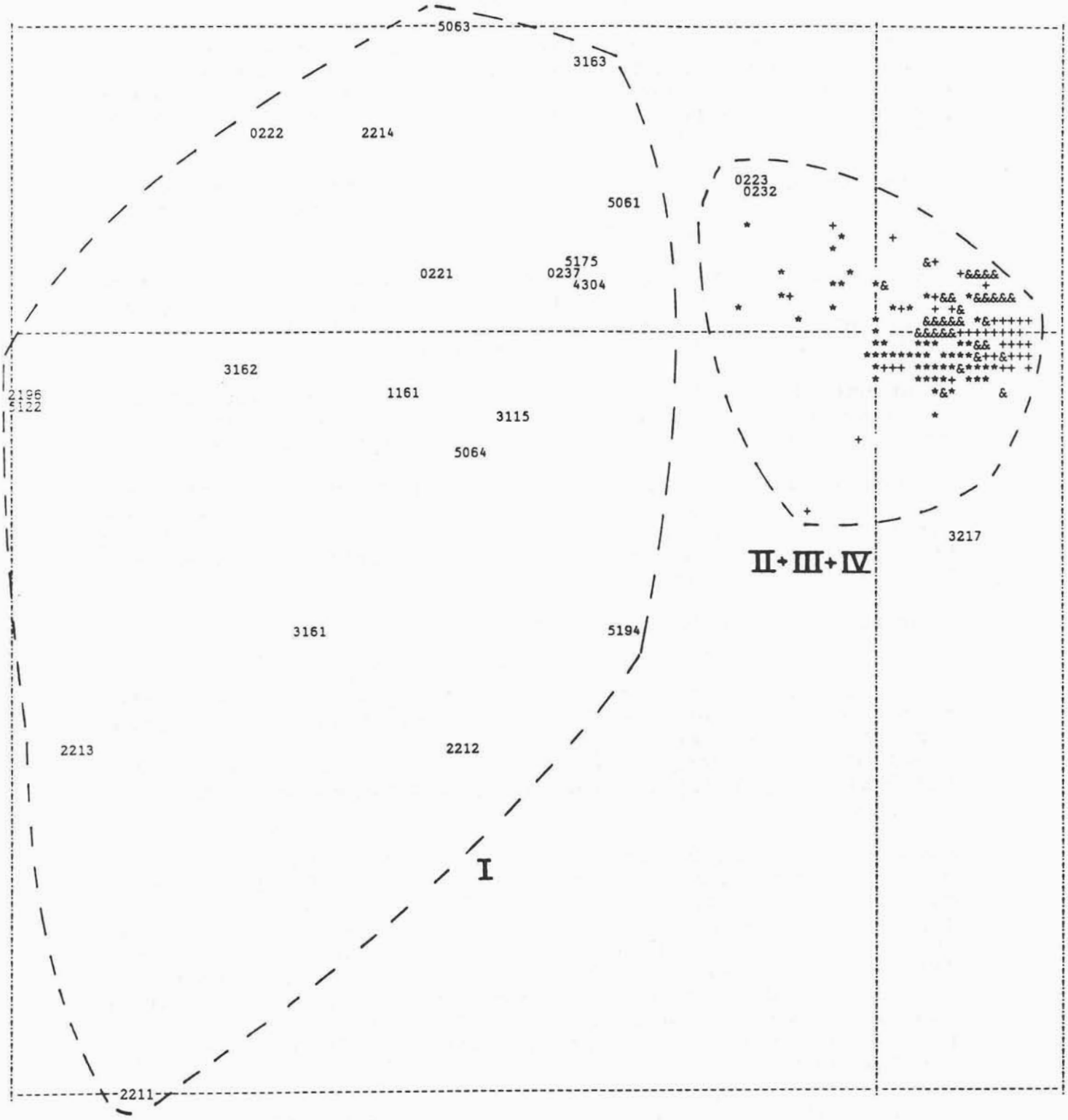


Figure 11

Analyse globale du peuplement ligneux (154R x 47E)
Carte relevé : Axes 1-3

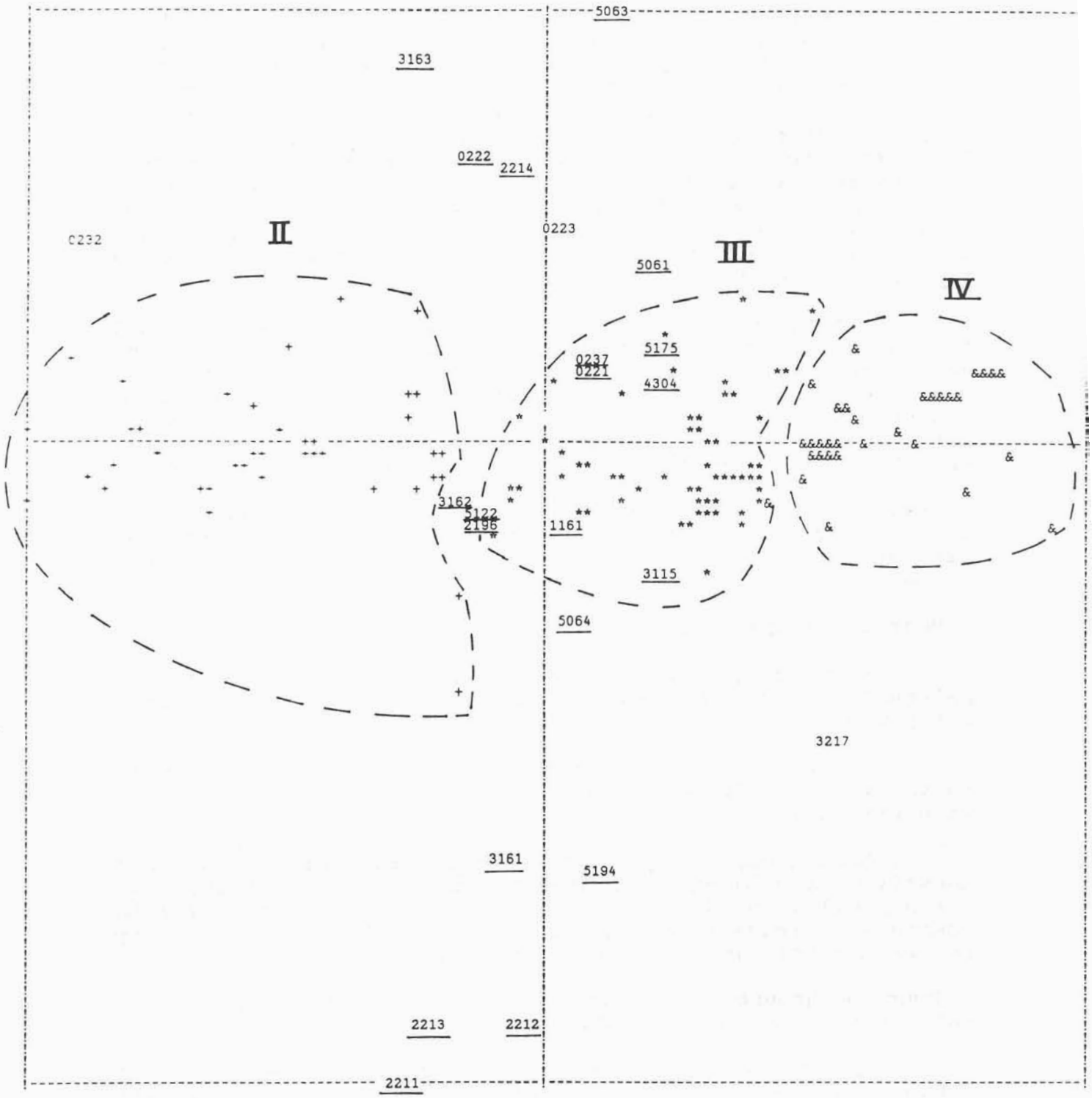


Figure 12

Analyse globale du peuplement ligneux (154R x 47E)
Carte relevé : Axes 2-3
(Les relevés soulignés sont ceux du groupe I)

b - Analyse partielle

Ce traitement reprend les relevés des groupes II, III et IV isolés précédemment, formant un ensemble de 131 relevés comprenant au total 39 espèces. L'examen de la signification statistique des axes factoriels montre une rapide décroissance de leur valeur propre qui chute de 0,58 pour l'axe 1 à 0,38 et 0,34 pour les axes 2 et 3, puis à 0,28 pour l'axe 4. Il en résulte un étirement excessif des groupes sur les axes secondaires, dans une direction perpendiculaire à celle de l'axe 1. D'autre part, le degré de discrimination de ces groupes est d'autant moins élevé que la richesse spécifique des échantillons est faible (minimum = 1, maximum = 13), la plupart des relevés (82 %) ayant moins de 6 espèces.

Les résultats de l'analyse partielle (fig. 13 et 14) montrent tout d'abord une relative stabilité des principales divisions déjà effectuées, les 3 groupes s'ordonnant successivement sur l'axe 1. Néanmoins, les coupures entre chaque ensemble restent peu marquées, avec quelques relevés de transition, notamment entre le groupes III (relevés sur sol sableux enrichi en éléments fins) et IV (relevés sur sols sableux).

Certaines subdivisions peuvent être établies au sein des 3 groupes, par confrontation des cartes factorielles définies par les axes 1-2 et 1-3, et s'identifient de la manière suivante :

- **Pour le groupe II :**

. Sous-groupe II A (Unité à Adenium obesum) : principalement constitué des relevés effectués sur colline latéritique plus ou moins démantelée.

. Sous-groupe II B (Unité à Pterocarpus lucens) : il rassemble les relevés des plateaux cuirassés à sols squelettiques.

. Sous-groupe II C (Unité à Grewia bicolor) : également constitué de relevés de plateaux cuirassés, mais à sol plus épais (colluvions de bas-de-pente), ou faiblement hydromorphe (dépression collectant les eaux de ruissellement avec, dans ce cas, un sol plus lourd et moins épais).

- **Pour le groupe III :** les subdivisions sont peu marquées, mais on peut néanmoins distinguer :

. Le sous-groupe III A (Unité à Acacia ehrenbergiana et Capparis decidua) : formé des relevés sur sol sablo-limoneux en surface, reposant sur une couche d'argile (souvent d'origine alluviale) ou sur un horizon pierreux profond, avec dans les 2 cas un drainage vertical limité. Ce sous-groupe garde une certaine affinité avec l'ensemble des relevés du groupe II (lithosols), mais s'en individualise par une plus grande épaisseur des sols fonctionnels.

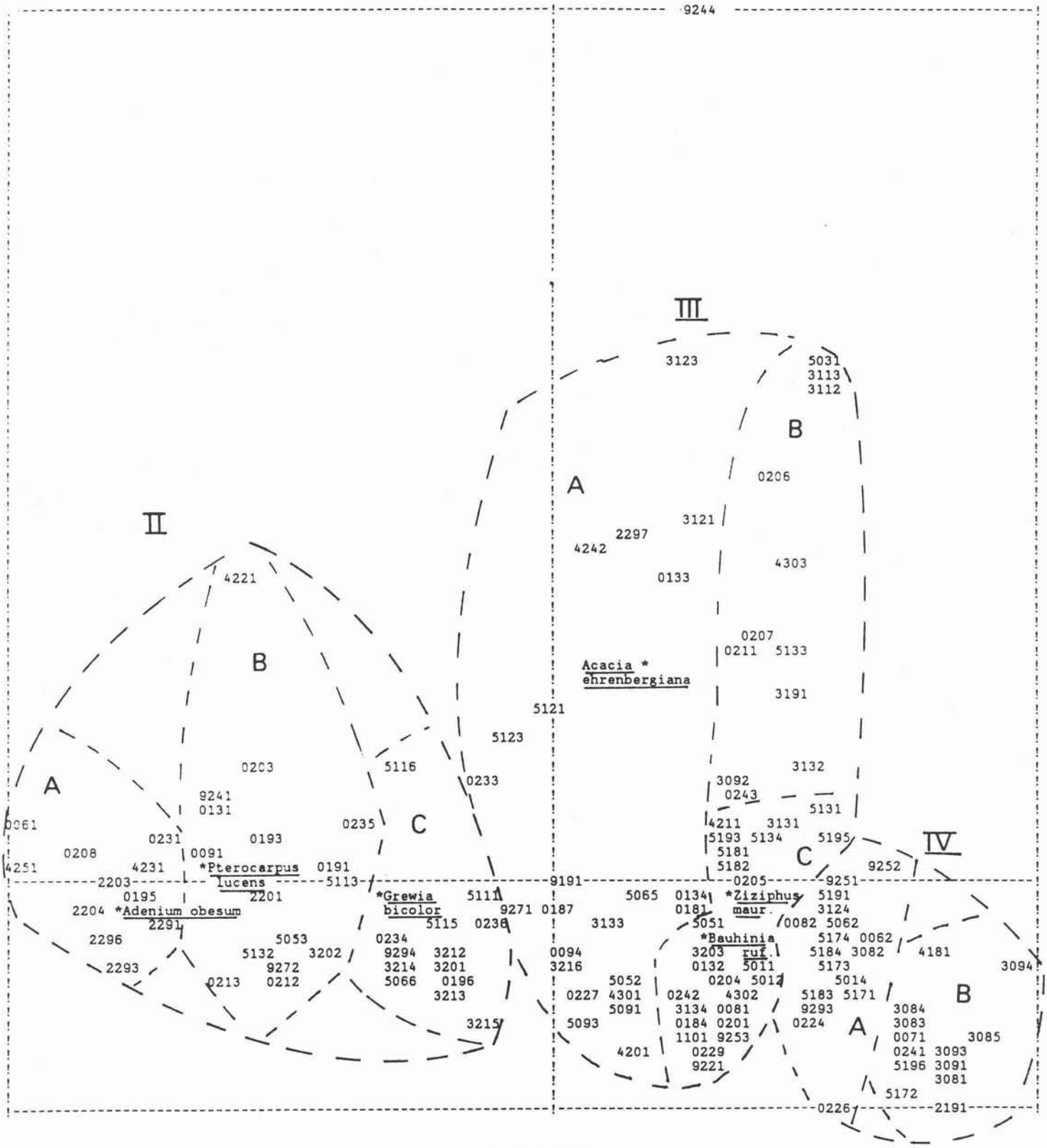


Figure 13

Analyse partielle du peuplement ligneux (131R x 39E)
Carte relevé : Axes 1-2

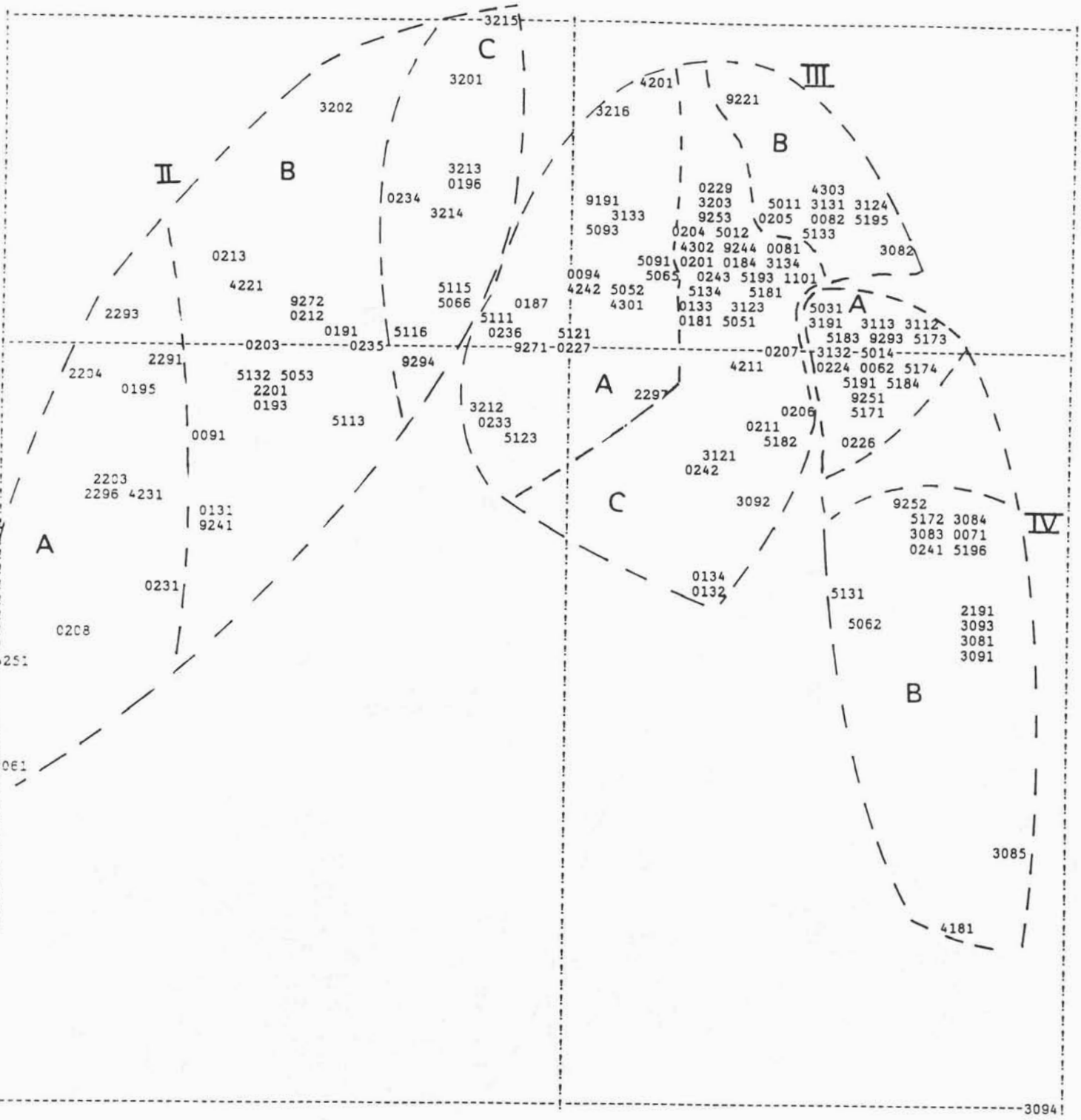


Figure 14

Analyse partielle du peuplement ligneux (131R x 39E)
Carte relevé : Axes 1-3

. Le sous-groupe III B (Unité à Bauhinia rufescens et Ziziphus mauritiana) : il réunit les relevés des stations à sol sableux plus ou moins enrichi en éléments fins (limons essentiellement); il s'agit bien souvent de stations situées sur pente faible, correspondant à l'extrêmité avale de bassins versants et exposées à ce titre à un ruissellement diffus en surface, susceptible de remanier l'horizon pédologique superficiel.

. Le sous-groupe III C (Unité à Combretum aculeatum) : faiblement individualisé sur les cartes factorielles, il se différencie du sous-groupe précédent par un degré d'ensablement plus important, et un bilan hydrique stationnel global moins favorable.

- **Pour le groupe IV** : deux subdivisions sont distinguées en rapport avec une augmentation de l'aridité stationnelle.

. Sous-groupe IV A : constitué des relevés sur sol sableux épais, pénéplané ou en pente faible.

. Sous-groupe IV B : rassemblant les relevés effectués sur sable ondulé à dunaire.

Pour le dernier groupe, les stations échantillonnées sont floristiquement pauvres (richesse spécifique souvent < 4) et comprennent, en outre, certaines espèces en commun avec le groupe III (Balanites aegyptiaca, Acacia senegal); l'individualisation du groupe IV s'effectuerait donc plus en raison d'un déficit d'espèces (discrimination négative) que par un lot spécifique propre.

2 - Peuplement herbacé

a) Analyse globale

La matrice des relevés se rapportant au peuplement herbacé a du être légèrement modifiée, à l'issue d'une première analyse, par exclusion des quelques relevés effectués dans les mares et sur leurs bordures proches. Leur prise en compte dans le traitement initial provoque en effet, sur les cartes factorielles, un "tassement" des autres points dans le secteur diamétralement opposé à celui où s'individualisent ces relevés, rendant pratiquement impossible l'établissement de subdivisions au sein du conglomérat ainsi formé. La discrimination extrêmement marquée d'un tel lot (une quinzaine de relevés au total) revèle l'originalité floristique de cette végétation marécageuse (groupe M) à caractère hygrophile, par rapport à celle de tous les autres biotopes échantillonnés.

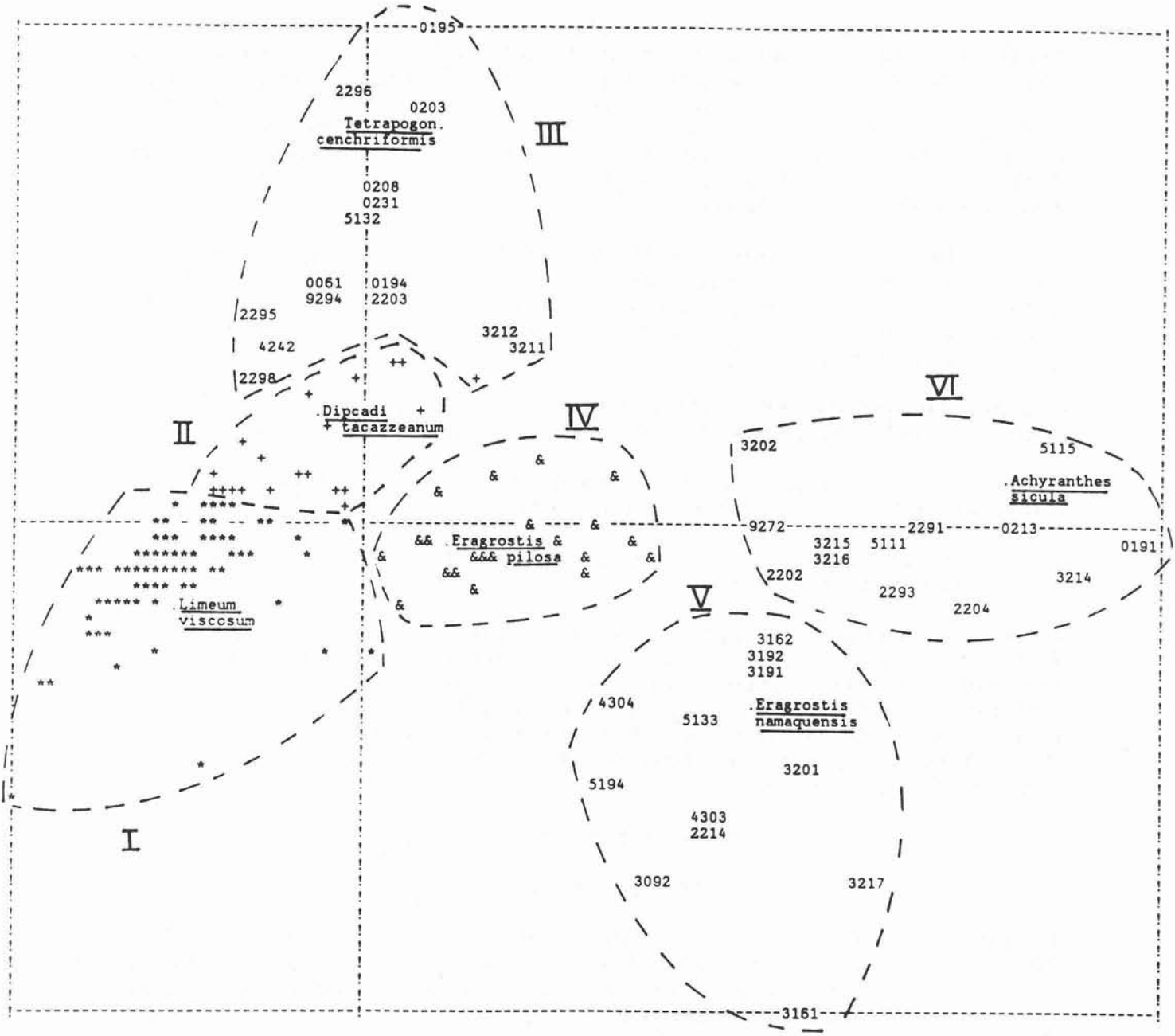


Figure 15

Analyse globale du peuplement herbacé (151R x 166E)
Carte relevé : Axes 1-2

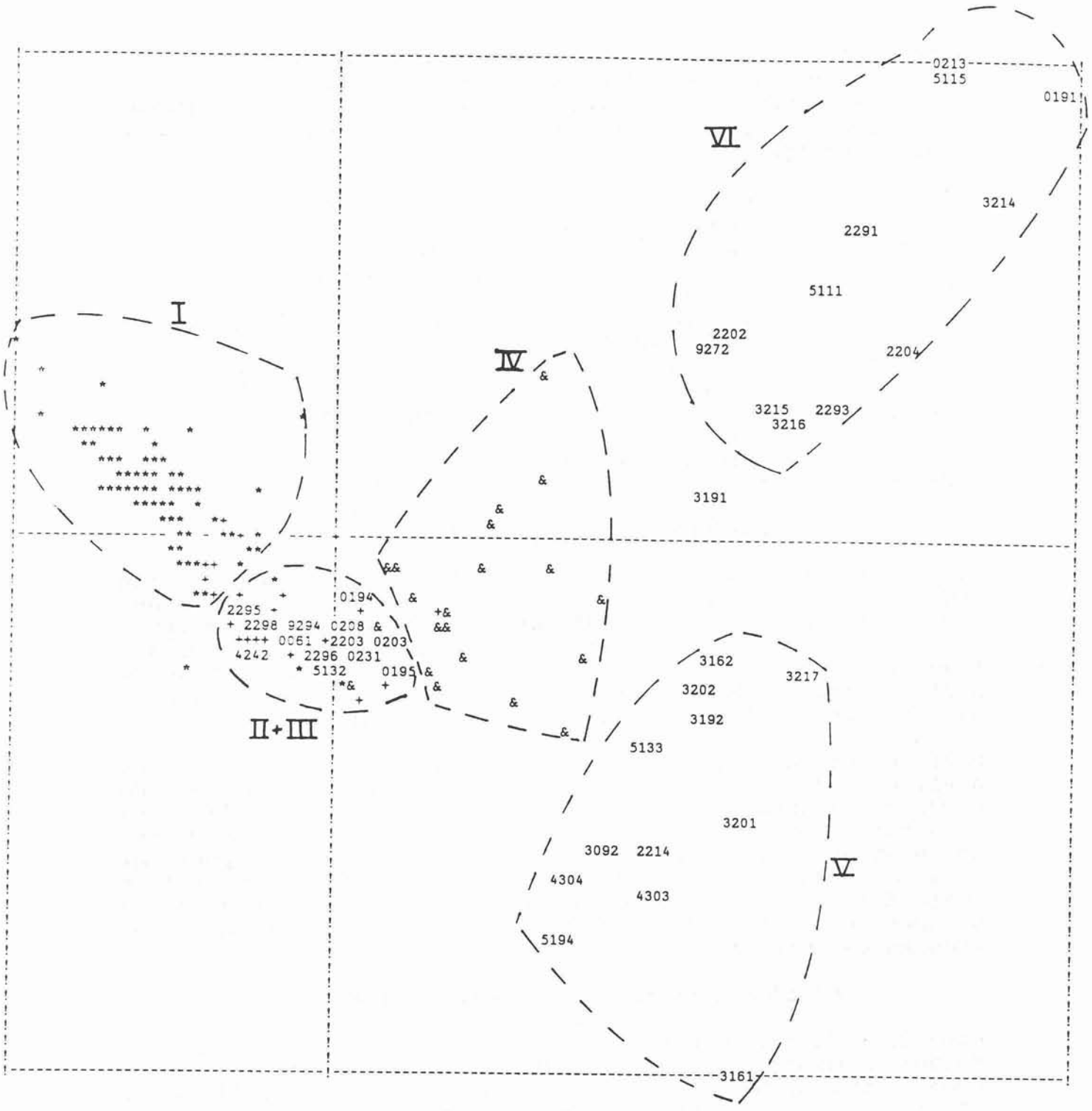


Figure 16

Analyse globale du peuplement herbacé (151R x 166E)
Carte relevé : Axes 1-3

Cette restriction étant faite, le second traitement "global" porte sur 151 relevés, totalisant 166 espèces. La confrontation des cartes factorielles normées par les couples d'axes 1-2 (fig.15) et 1-3 (fig.16) permet de discerner 6 groupes de relevés, identifiés comme suit :

- Groupe I : relevés des stations sur sols sableux. (Groupement à Limeum viscosum).
- Groupe II : relevés des glacis et aplats érodés. (Groupement à Dipcadi tacazzeanum).
- Groupe III : relevés des lithosols (collines, éboulis et lits gravillonnaires).(Groupement à Tetrapogon cenchriformis).
- Groupe IV : relevés des micro-dépressions. (Groupement à Eragrostis pilosa).
- Groupe V : relevés des bas-fonds à hydromorphie temporaire, à végétation héliophile. (Groupement à Eragrostis namaquensis)
- Groupe VI : relevés des bas-fonds à hydromorphie temporaire, à végétation sciaphile. (Groupement à Achyranthes sicula).

Parmi ces 6 ensembles, certains sont relativement bien individualisés selon les plans factoriels considérés, notamment les groupes V et VI sur l'axe 1 (axe d'hydromorphie stationnelle), puis séparés sur l'axe 3, qui pourrait traduire un degré de recouvrement ligneux croissant. D'autre part le groupe III apparaît excentré sur l'axe 2, lequel semble être représentatif d'un facteur textural.

Pour les groupes moins nettement discriminés (I, II, IV), une analyse partielle a été effectuée, correspondant à une matrice de données de 104 relevés par 112 espèces. Les résultats obtenus à l'issue de ce traitement restent peu satisfaisants, eu égard aux faibles valeurs obtenues pour les taux d'inertie des axes factoriels successifs. Aussi a-t-on tenté d'isoler des sous-ensembles au sein de chacun de ces 3 groupes en ayant recours à une analyse factorielle en abondance- dominance.

b) Identification de quelques faciès

Bien que divers spécialistes insistent sur "le danger de fonder l'analyse phytosociologique sur la dominance, voire même l'abondance-dominance" (GUINOCHET, 1973 : p.115), il n'est pas inconcevable d'envisager une telle analyse lorsqu'elle s'applique à des données déjà pré-traitées par la méthode sigmatiste classique, ainsi qu'en témoigne ORLOCI (1968) : "It may be appropriate to implement cluster analysis in two successive stages : First, the sites may be analysed into floristic types utilizing presence/absence scores and, second, further hierarchies may be produced within each floristic type on the basis of quantitative data". En effet

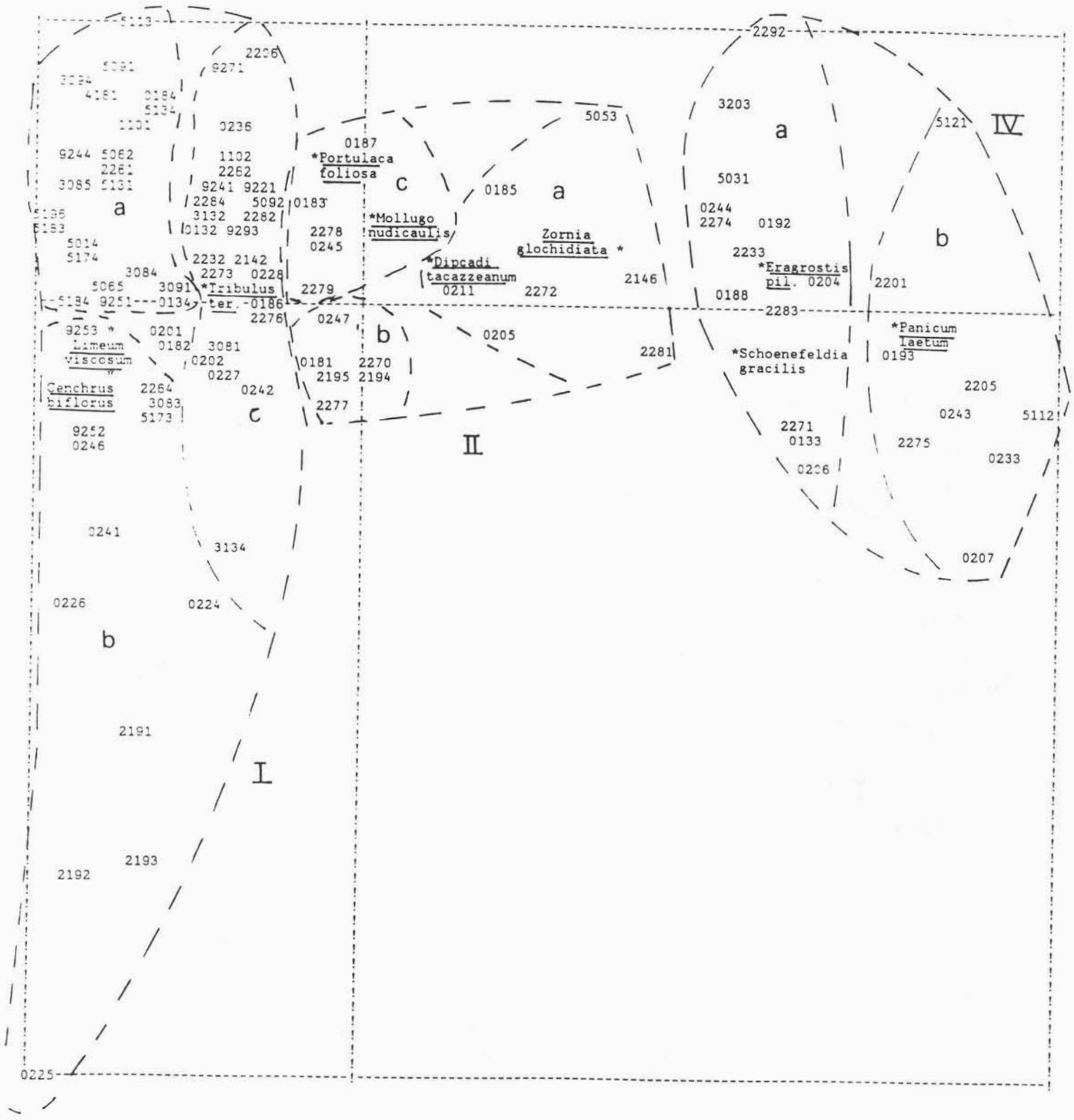


Figure 17

Analyse partielle du peuplement herbacé
Traitement en abondance-dominance (104R x 112E)
Carte relevé : Axes 1-2

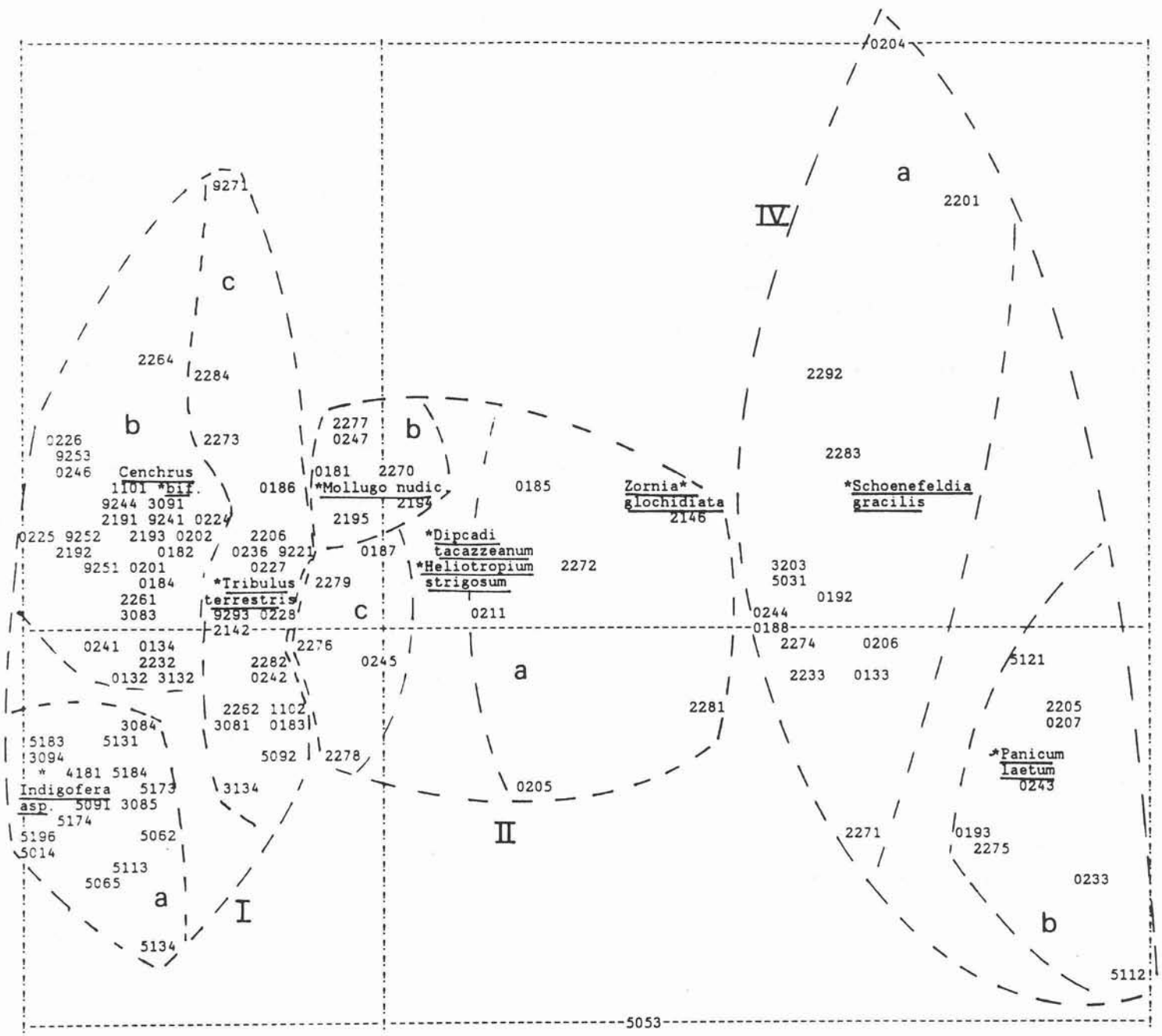


Figure 18

Analyse partielle du peuplement herbacé
Traitement en abondance-dominance (104R x 112E)
Carte relevé : Axes 1-3

les données quantitatives sont "potentially more informative than the presence/absence species scores" (Ibid.), dès lors que l'on cherche à identifier des unités de végétation subordonnées à des ensembles de relevés, préalablement isolés sur la base de critères qualitatifs.

Le traitement envisagé ici s'accorde donc pleinement avec ce type de démarche, dans la mesure où aucune modification majeure n'intervient quant à la constitution des 3 groupes considérés (I, II, IV); les relevés s'y distribuent non plus en fonction d'affinités purement floristiques, mais selon des combinaisons prenant en compte l'abondance des espèces, donc traduisant surtout des similitudes d'ordre physionomique.

L'examen des cartes factorielles 1-2 (fig.17) et 1-3 (fig.18) permet ainsi de discerner plusieurs sous-groupes correspondant soit à des types de communautés végétales, le plus souvent en relation avec un type de station précis, soit à de simples "faciès" liés à la dominance d'une espèce particulière. La projection sur les cartes relevés de quelques taxons, parmi les plus représentatifs de chaque sous-unité, permet de dénommer ces divers sous-groupes:

- **Pour le groupe I** : trois sous-unités sont discriminées, correspondant apparemment à un degré d'ensablement décroissant :

. Sous groupe I a : relevés des sables fortement ondulés ainsi que des dômes et pentes dunaires (groupement à Indigofera aspera).

. Sous-groupe I b : relevés des épandages sableux épais, non dunaires, où la profondeur des horizons sableux est moindre (groupement à Cenchrus biflorus).

. Sous-groupe I c : relevés des micro-buttes sableuses (d'échelle décimétrique), résultant bien souvent d'un piégeage éolien autour d'obstacles divers, tels que des souches ou des branchages épineux (faciès à Tribulus terrestris).

- **Pour le groupe II**, trois sous-groupes peuvent être discernés :

. Sous-groupe II a : relevés de surfaces glacées, planes ou très légèrement dépressionnaires, sur lesquelles s'étend un mince poudrage sableux. Aristida mutabilis domine dans la majorité des relevés (faciès).

. Sous-groupe II b : relevés de glacis dénudés, sur lesquels la végétation se résume à quelques pieds épars d'espèces fugaces (faciès à Mollugo nudicaulis).

. Sous-groupe II c : il s'agit manifestement d'un terme de transition entre les groupes II et IV; il rassemble des relevés d'à-plats limoneux trop faiblement dépressionnaires pour être assimilés à des micro-cuvettes (groupe IV), et insuffisamment dégradés pour être rattachés aux glacis dénudés (II b). Zornia glochidiata semble dominer dans la plus grande partie des relevés (faciès).

- **Pour le groupe IV** : Deux faciès se différencient, apparemment représentatifs d'un gradient d'hydromorphie stationnelle :

. Sous-groupe IV a : relevés ou dominent, ensemble ou isolément, Schoenefeldia gracilis et Eragrostis pilosa.

. Sous-groupe IV b : relevés des micro-cuvettes les plus accentuées, dans lesquelles Panicum laetum domine nettement.

Pour plus de clarté, ces résultats, ainsi que ceux obtenus lors de l'analyse globale du peuplement herbacé, sont consignés dans le tableau III.

4.2. Unités de végétation

Les analyses qui précèdent permettent d'isoler certains groupes de relevés, représentatifs d'unités de végétation, dont on a pu préciser les principaux caractères écologiques par référence aux indications notées sur le terrain lors de chaque relevé.

Compte tenu des caractéristiques biologiques des espèces composantes (II,3), ces unités de végétation correspondent à des unités écologiques d'échelle différente selon le type de peuplement considéré : elles sont corrélées aux principales divisions pédo-morphologiques du territoire dans le cas des groupements ligneux, tandis que les communautés herbacées correspondent généralement à des types de station d'échelle de perception plus fine, voire même, dans le cas des faciès herbacés, à des conditions "micro-stationnelles" particulières (états de surface, micro-topographie).

4.2.1. Le peuplement ligneux

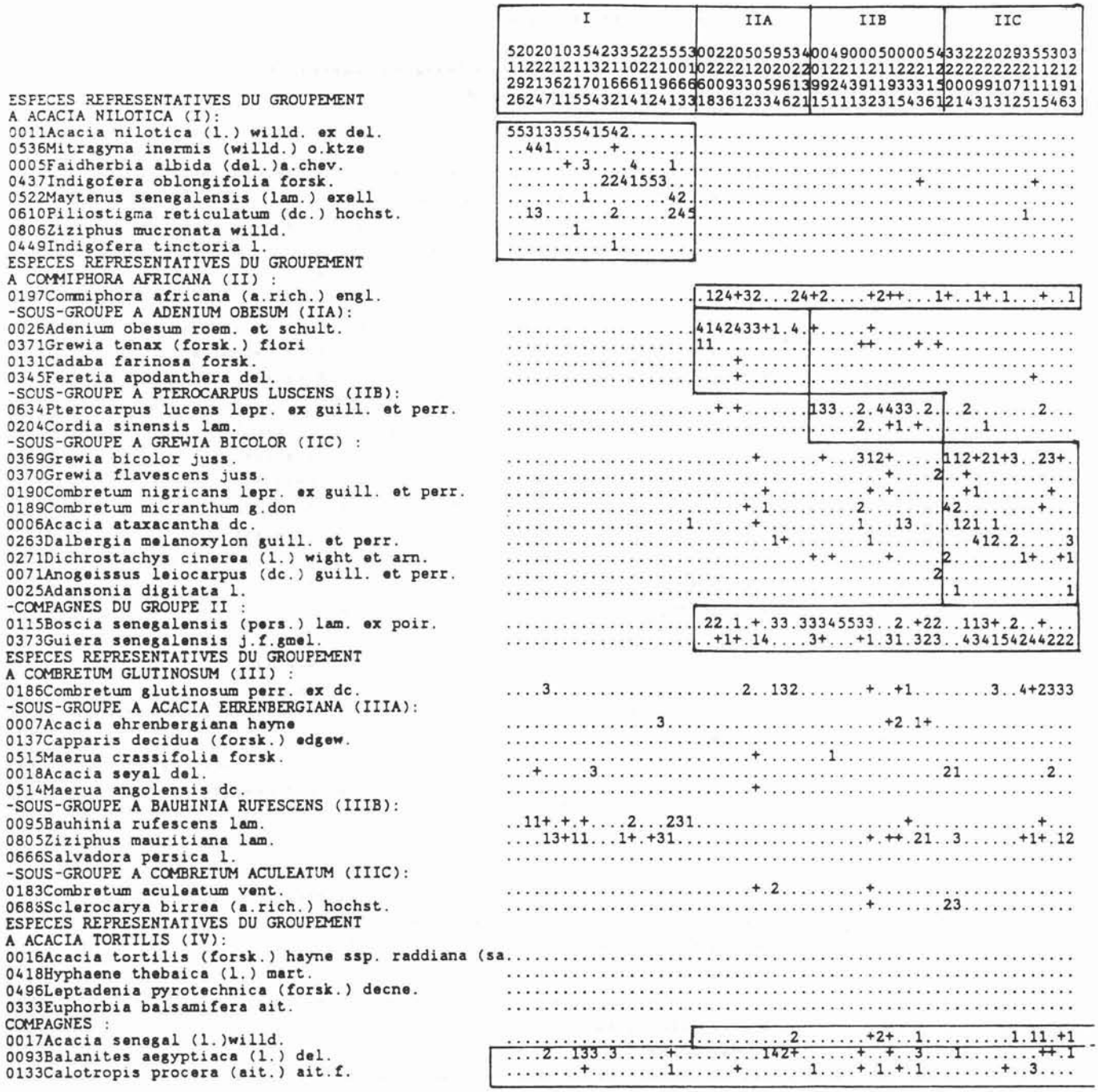
L'ordination de l'ensemble Relevés/Espèces conduit à élaborer un tableau (tab.IV) au sein duquel les compositions floristiques différentielles des groupements peuvent être dégagées. Si les grandes coupures du tableau correspondent assez fidèlement à celles obtenues lors des traitements précédents, certains remaniements mineurs ont du être effectués à l'intérieur de quelques sous-groupes afin d'appréhender les séquences de relevés les plus représentatives.

Tableau III

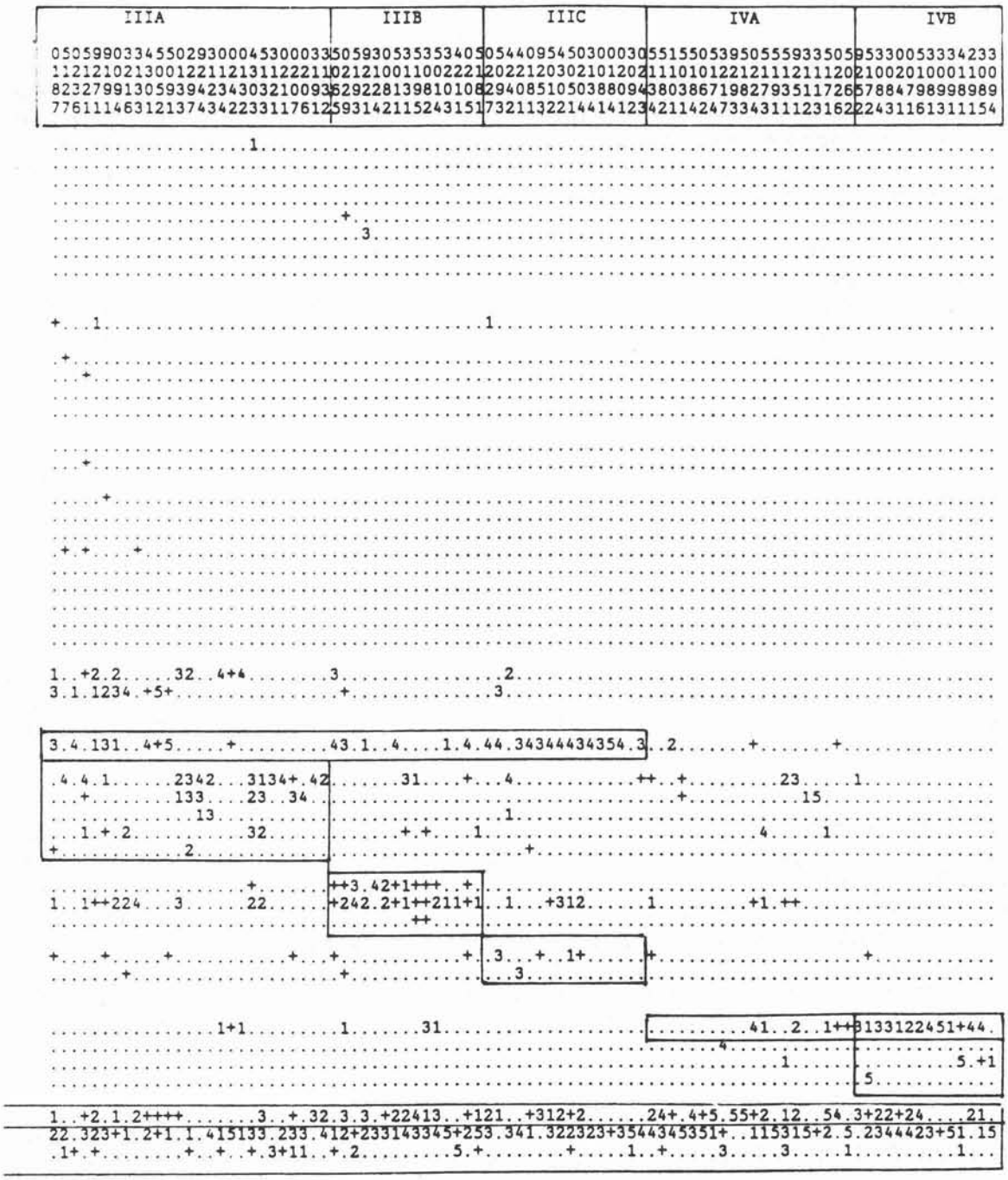
Groupes et sous-groupes isolés par analyses successives du peuplement herbacé

Groupes isolés par l'AFC globale	Type stationnel correspondant	Sous-groupes isolés par l'AFC partielle en Abondance-dominance	Groupement (Gpt.) (C.) ou faciès (F.) correspondant
I	Systèmes sableux	I a	Gpt. à Indigofera aspera
		I b	Gpt. à Cenchrus biflorus
		I c	F. à Tribulus terrestris
II	Glacis et à-plats dégradés	I a	F. à Zornia glochidiata
		I b	F. à Mollugo nudicaulis
		I c	F. à Aristida mutabilis
III	Lithosols		
IV	Micro-cuvettes	IV a	F. à Schoenefeldia gracilis
		IV b	F. à Panicum laetum
V	Stations héliophiles de bas-fonds		
VI	Stations sciaphiles de bas-fonds		
M	Zones longuement inondées		

Tab.IV : Caractéristiques floristiques des groupements ligneux



Tab.IV : Caractéristiques floristiques des groupements ligneux (suite)



1 - Végétation des mares et des zones hydromorphes : Groupement à Acacia nilotica (groupe I).

L'espèce la plus représentative de ce groupe est incontestablement Acacia nilotica (ssp. pl.(*)), parfois rencontrée en peuplement monospécifique (R. 5122 et R. 2196); elle occupe le centre des mares dans lesquelles l'eau peut stagner de quelques semaines à quelques mois, du fait de l'imperméabilité des argiles vertiques.

Ces boisements sont principalement limités aux abords des grandes vallées, notamment dans les bras morts et dédales du fleuve Sénégal. Ils y constituent des lambeaux de "forêts classées", aujourd'hui réduites à quelques taches circonscrites, sous le double effet d'une péjoration du niveau annuel des crues et de l'insouciance dévastatrice des charbonniers.

On retrouve un tel type de peuplement au centre des vallées secondaires (ex. : Karakoro) et dans quelques vallées fossiles ("Tayaret" de Mauritanie orientale), sous forme d'ilôts boisés plus ou moins alignés en chapelet ou "Tamourt", stations de prédilection de "l'Amour" (=Acacia nilotica).

Deux autres espèces (Mitragyna inermis et Faidherbia albida) peuvent caractériser la végétation des mares, la seconde étant néanmoins cantonnée aux stations à nappe phréatique peu profonde.

Indigofera oblongifolia, Maytenus senegalensis et Piliostigma reticulata traduisent pour leur part une nuance certaine au sein du groupe I (Unité à Indigofera oblongifolia), et caractérisent des stations où l'hydromorphie est moindre, en rapport avec une diminution de la fréquence des inondations, ou par suite d'un enrichissement progressif du sol en particules grossières (levées alluviales). Quelques compagnes des sols sablo-limoneux non hydromorphes apparaissent, notamment Bauhinia rufescens et Ziziphus mauritiana (Jujubier).

Par ailleurs, 2 autres espèces du groupe I semblent trouver actuellement leur limite septentrionale dans le secteur nord-sahélien (Ziziphus mucronata et Indigofera tinctoria).

(*) La distinction des sous-espèces d'Acacia nilotica n'a pas été faite, celle-ci étant basée sur le critère de pubescence des gousses (absentes ou inaccessibles), ou sur les caractéristiques biométriques des organes floraux... (cf. à ce sujet NONGONIERMA, 1976).

Recensées dans l'extrêmité sud de l'aire étudiée, elles représentent plus des témoins résiduels d'une végétation liée à des conditions passées plus favorables, que des caractéristiques de ce type de groupement pour le secteur nord-sahélien.

2 - Végétation associée aux lithosols : Groupement à Commiphora africana (Groupe II)

Bien individualisé sur l'ensemble des cartes factorielles, ce groupe comprend une quinzaine d'espèces propres qui se répartissent au sein des trois sous-groupes identifiés précédemment. La seule espèce susceptible de caractériser le groupe II dans son intégralité est Commiphora africana, avec cependant une restriction d'ordre bioclimatique puisque cette espèce se rencontre également sur les sables dunaires du secteur sahélo-saharien (avec dans ce cas une forte proportion d'individus moribonds).

Chacun des trois sous-groupes se différencie par un lot spécifique propre :

- Végétation des collines latéritiques : Unité à Adenium obesum (sous-groupe II A) dit "Baobab des chacals" cette apocynacée crassulescente à parenchyme laticifère turgescent, est l'espèce la plus représentative de ce sous-groupe. Elle est parfois accompagnée de quelques pieds isolés de Grewia tenax, Cadaba farinosa ou Feretia apodanthera, bien souvent réduits à l'état de moignon, et cantonnés aux ravinettes plus ou moins ensablées qui s'acheminent avec sinuosité entre les blocs de latérite.

- Sous-groupe II B (Unité à Pterocarpus lucens) : la communauté ligneuse actuelle est caractérisée par Pterocarpus lucens et Cordia sinensis, souvent dispersés en un peuplement discret, et s'effaçant progressivement devant Boscia senegalensis lorsque le sable éolien vient recouvrir superficiellement le sol.

Ce sous groupe est constitué des relevés des plateaux cuirassés à sol squelettique, fréquents au nord de Kaédi. Autrefois densément boisés (cf. MOSNIER, 1961), ces plateaux sont aujourd'hui presque entièrement dénudés, laissant de vastes surfaces planes encombrées de bois mort au milieu desquels émergent encore quelques vieilles termitières à l'apex érodé, vestiges d'une intense activité faunique.

Ces "forêts fossiles" subsistent à l'état de reliques au niveau des petites dépressions où s'accumule l'eau ruisselée, formant des bas-fonds circonscrits à sol colluviaux peu épais (sous-groupe II C : Unité à Grewia bicolor). La végétation s'enrichit alors, avec apparition de Grewia bicolor, Grewia flavescens, Combretum micranthum et Combretum nigricans,

concentrés en un taillis dense et parfois entourés d'inextricables fourrés à Acacia ataxacantha. Cette flore représente probablement les derniers vestiges de la végétation climacique originelle, mais n'en reste pas moins fragile et régresse significativement dès lors que l'emprise humaine ou animale s'accentue. Elle se traduit par l'apparition de Guiera senegalensis, dont les rejets vigoureux tendent à coloniser peu à peu l'ensemble du bas-fond.

Dalbergia melanoxylon peut persister localement si les colluvions sont suffisamment épaisses; lorsque leur texture devient plus sableuse, quelques pieds isolés de Dichrostachys cinerea apparaissent avec, en bordure, de grands individus de Combretum glutinosum qui ménagent ainsi une transition vers le groupe III.

Une filiation dynamique peut donc être établie entre les sous-groupes II b et II c et, dans une moindre mesure, avec la végétation des collines latéritiques (II a) sur lesquelles il est fréquent d'observer des vestiges de bois de Pterocarpus lucens ou de Grewia bicolor.

Le groupe II, considéré globalement, pourrait alors représenter une unité de végétation de rang supérieur, jadis caractérisé par Pterocarpus lucens, mais dont la régression récente aurait aboutit à l'individualisation de 3 types de communauté ligneuse, correspondant chacune à un terme de dégradation plus ou moins accentué d'une unité à Pterocarpus originelle.

3 - Végétation sur sols enrichis en éléments fins : Groupement à Combretum glutinosum (Groupe III).

Ce type de végétation s'individualise par la forte fréquence de Combretum glutinosum, bien que cette espèce ne soit pas strictement exclusive du groupe III. La distinction des sous-groupes s'appuie sur la présence de quelques espèces différentielles :

- Pour le sous-groupe III A (Unité à Acacia ehrenbergiana et Capparis decidua) : Boscia et Guiera senegalensis signalent une certaine affinité avec les relevés du groupe précédent; il s'agit en effet d'une végétation établie sur sol sablo-limoneux, mais comprenant en profondeur un socle cuirassé plus ou moins altéré, ou encore sur régosols superficiellement ensablés à pierrosité plus modérée (anciennes plaines alluviales du Brakna et du NE du Gorgol), avec dans ce cas Acacia ehrenbergiana, Capparis decidua et Maerua crassifolia comme espèces différentielles.

Il s'agit donc d'un groupement assez hétérogène au sein duquel peuvent se relayer des espèces "lithophiles" et "psammophiles", selon l'épaisseur de l'horizon sableux superficiel et le degré d'altération des matériaux pierreux.

. Sous-groupe III B (Unité à Bauhinia rufescens et Ziziphus mauritiana).

La végétation de ce sous-groupe peut être caractérisée par Bauhinia rufescens et par Ziziphus mauritiana, dont la fréquence est ici relativement élevée. Ces 2 espèces se rencontrent également au niveau des levées alluviales correspondant à la variante la moins hydromorphe du groupe I (cf. Unité à Indigofera oblongifolia), où elles occupent une position topographique inférieure.

Cet ensemble est constitué des relevés effectués sur sol sableux en surface, reposant sur un horizon argileux peu profond, correspondant aux extrêmités faiblement pentues de bassins versants. La surface du sol est régulièrement remaniée par un ruissellement diffus, d'où un horizon pédologique superficiel très hétérogène, avec alternance de nappes de sable d'épaisseur variable et de glacis limono-argileux indurés.

L'individualisation de ce sous-groupe se fait également par le biais d'espèces peu tolérantes vis-à-vis d'un engorgement temporaire du sol, telle Acacia senegal qui, au contraire, témoignent d'une certaine affinité avec la végétation des systèmes sableux.

Une légère variante du sous-groupe III B peut être soulignée, lorsque les argiles de l'horizon profond proviennent d'anciens dépôts lacustres, parfois légèrement salés (Aftout continentaux), avec dans ce cas apparition de Salvadora persica (essentiellement recensé, pour le secteur nord-sahélien, dans la région de Rosso).

Le passage à la végétation du sous-groupe III C (Unité à Combretum aculeatum) se traduit par une diminution de la richesse spécifique des stations échantillonnées, avec disparition de Bauhinia rufescens et réduction de la fréquence de Ziziphus. Ce type de peuplement est essentiellement représenté par Combretum glutinosum et Balanites aegyptiaca, et dans une moindre mesure par Combretum aculeatum, qui tend à différencier ce sous-groupe. Il s'agit donc d'un terme de transition, correspondant à une augmentation en épaisseur de l'horizon sableux de surface, qui reste cependant légèrement limoneux (sable beige-grisâtre), avec une perméabilité encore limitée.

4 - Végétation des sables et systèmes dunaires
Groupement à Acacia tortilis (Groupe IV)

Ce groupe est difficile à caractériser sur le plan floristique du fait d'un ensemble spécifique très appauvri. Seuls Acacia senegal et Balanites aegyptiaca sont constants dans l'ensemble des relevés du groupe IV, mais ils le sont également dans ceux du groupe III. Acacia tortilis caractérise globalement cet ensemble de relevés, la distinction des sous-groupes IV A et IV B etant basée sur la fréquence de cette espèce. Celle-ci abonde sur sols sableux épais, ondulés ou dunaires (sous-groupe IV B), mais régresse sur sable pénéplané moins épais (sous-groupe IV A).

Certaines espèces peuvent apparaître à la faveur de conditions stationnelles particulières, comme Hyphaene thebaica, limitée au sud de l'aire étudiée aux vastes plaines sableuses qui bordent la vallée du Karakoro (Mauritanie centrale), ou comme Euphorbia basalmifera sur les sables dunaires du Trarza occidental, à l'approche du secteur littoral.

Une dernière espèce (Leptadenia pyrotechnica), commune sur les dunes du secteur sahélo-saharien (cf. annexe 3), semble actuellement progresser vers le sud où elle colonise les stations les plus sèches (dômes d'ondulations dunaires), témoignant ainsi d'une aridification sensible du milieu.

4.2.2. Le peuplement herbacé

L'ensemble Relevés/Espèces correspondant au peuplement herbacé a été également ordonné en un tableau diagonalisé, afin de dégager les ensembles spécifiques propres à chaque type de végétation. La manipulation de ce tableau reste peu aisée, compte tenu de la taille de la matrice de données (165 R x 186 E), et il lui a été substitué un tableau synthétique (tab.V) au sein duquel est calculée la fréquence de chaque espèce pour les groupes de relevés précédemment identifiés. Ces fréquences sont réparties en 5 classes (numérotées de I à V) qui correspondent à des intervalles progressifs de 20 p.100.

Des tableaux partiels sont ensuite établis pour les divers groupes de relevés (tab. VI à XI), qui permettent d'isoler les lots d'espèces propres à chaque sous-groupe, et de justifier les subdivisions obtenues lors de l'analyse factorielle en abondance-dominance (faciès).

1 - Végétation des mares : Groupement à
Sphenoclea zeylanica (groupe M)

Eliminé initialement lors de l'analyse du peuplement herbacé, ce groupe de relevés constitue un ensemble à la fois marginal par rapport aux autres groupes et hétérogène quant à sa constitution interne (cf. tab. VI).

Tab.V : Tableau synthétique du peuplement herbacé

	Groupes	M	V I	V	I V	I I I	I I	I
0296	ELEOCHARIS ATROPURPUREA (RETZ.) PRESL	II	.	.	.	.	.	.
0383	HELIOTROPIUM OVALIFOLIUM FORSK.	II	.	.	.	.	.	.
0718	SPHENOCLEA ZEYLANICA GAERTN.	II	.	.	.	.	.	.
1317	MARSILEA NUBICA A. BR.	II	.	.	.	.	.	.
0260	CYPERUS ROTUNDUS L.	II	.	I	.	.	.	.
0452	IPOMOEA AQUATICA FORSK.	II	.	.	I	.	.	.
0121	BRACHIARIA MUTICA (FORSK.) STAPF	I	.	.	.	.	.	.
0247	CYPERUS DIGITATUS ROXB.	I	.	.	.	.	.	.
0256	CYPERUS PROCERUS ROTTB.	I	.	.	.	.	.	.
0290	ECHINOCHLOA STAGNINA (RETZ.) P. DE B.	I	.	.	.	.	.	.
0304	ELYTROPHORUS SPICATUS (WILLD.) CAMUS	I	.	.	.	.	.	.
0363	GLINUS LOTOIDES L.	I	.	.	.	.	.	.
0388	HETERANTHERA CALLIFOLIA REICHB. EX KUNTH	I	.	.	.	.	.	.
0412	HYGROPHILA SENEGALENSIS (NEES) T. ANDERS.	I	.	.	.	.	.	.
0465	IPOMOEA VERTICILLATA FORSK.	I	.	.	.	.	.	.
0471	LUDWIGIA ERECTA (L.) HARA	I	.	.	.	.	.	.
0497	LEPTOCHLOA CAERULESCENS STEUD.	I	.	.	.	.	.	.
0552	NYMPHAEA LOTUS L.	I	.	.	.	.	.	.
0570	PANICUM ANABAPTISTUM STEUD.	I	.	.	.	.	.	.
0641	PYCREUS MACROSTACHYOS (LAM.) J.RAYNAL	I	.	.	.	.	.	.
0679	SCHOENOPLECTUS SENEGALENSIS (HOCHST. EX STEUD.)	I	.	.	.	.	.	.
0701	SETARIA PUMILA (POIR.) ROEM. ET SCHULT.	I	.	.	.	.	.	.
0747	BUTOMOPSIS LATIFOLIA (D.DON) KUNTH	I	.	.	.	.	.	.
1048	DATURA INNOXIA MILL.	I	.	.	.	.	.	.
0592	PENNISETUM PEDICELLATUM TRIN.	.	V	I	I	I	I	.
0148	CASSIA OBTUSIFOLIA L.	.	V	II	II	I	.	.
0022	ACHYRANTHES SICULA (L.)ALL.	.	IV	.	.	.	.	.
0527	MERREMIA AEGYPTIACA (L.) URBAN	.	III	.	I	.	.	.
0598	PERISTROPHE PANICULATA (FORSK.) BRUMMITT	.	III	.	I	.	I	.
0659	ROTTBOELLIA EXALTATA L.F.	.	II	.	.	.	.	.
0099	BLAINVILLEA GAYANA CASS.	.	II	.	.	.	.	.
1237	IPOMOEA OCHRACEA (LINDL.) G.DON	.	II	.	I	.	.	.
0058	ANDROPOGON GAYANUS KUNTH	.	II	.	I	.	.	.
0451	IPOMOEA DICHROA CHOISY	.	II	I	.	.	.	I
0464	IPOMOEA VAGANS BAK.	.	II	.	I	I	.	.
0141	CARDIOSPERMUM HALICACABUM L.	.	I	.	.	.	.	.
0202	CORCHORUS OLITORIUS L.	.	I	.	.	.	.	.
0240	CYNANCHUM HASTIFOLIUM N.E.BR.	.	I	.	.	.	.	.
0305	ENDOSTEMON TERETICAULIS (POIR.) M.ASHBY	.	I	.	.	.	.	.
0394	HIBISCUS DIVERSIFOLIUS JACQ.	.	I	.	.	.	.	.
0427	INDIGOFERA DENDROIDES JACQ.	.	I	.	.	.	.	.
0526	MUKIA MADERASPATANA (L.) M.J.ROEM.	.	I	.	.	.	.	.
0596	PERGULARIA DAEMIA (FORSK.) CHIOV.	.	I	.	.	.	.	.
1454	RHYNCHOSIA SUBLOBATA (SCHUMACH. ET THONN.) MEIKI	.	I	.	.	.	.	.
0002	ABUTILON FRUTICOSUM GUILL. ET PERR.	.	I	.	.	.	.	.
0020	ACALYPHA CILIATA FORSK.	.	I	.	.	.	.	.
0302	ELEUSINE INDICA (L.) GAERTN.	.	I	II	I	.	.	.
0201	CORCHORUS FASCICULARIS LAM.	I	I	II	.	.	.	I
0453	IPOMOEA ASARIFOLIA (DESV.) ROEM. ET SCHULT.	.	.	I	.	.	.	.
0770	TRIANTHEMA PORTULACASTRUM L.	.	.	I	.	.	.	.
0841	AMARANTHUS RETROFLEXUS L.	..	.	I	.	.	.	.
0160	CHLORIS GAYANA KUNTH	.	.	.	I	.	.	.
0762	TETRAPOGON CENCHRIFORMIS (A.RICH.) W.D.CLAYTON	.	I	.	I	IV	.	.
0174	CLEOME VISCOSA L.	.	.	.	I	IV	I	.
0172	CLEOME SCAPOSA DC.	.	.	.	.	III	I	.
0654	ROGERIA ADENOPHYLLA J.GAY EX DEL.	.	I	.	.	III	.	.
0076	ARISTIDA ADSCENSIONIS L.	.	I	.	I	III	I	.
0568	PANDIAKA ANGUSTIFOLIA (VAHL) HEPPER	.	.	.	.	II	.	.
0117	BRACHIARIA DEFLEXA (SCHUM.) HUBB. EX ROBYNS	.	.	.	.	II	.	.
0758	TEPHROSIA UNIFLORA PERS.	.	I	.	.	II	.	.
0100	BLEPHARIS LINARIIFOLIA PERS.	.	.	.	.	I	.	.
0102	BOERHAVIA ERECTA L.	.	.	.	.	I	.	.
0110	SPERMACOCE RADIATA (DC.) SIEBER EX HIERN	.	.	.	.	I	.	.
0120	BRACHIARIA LATA (SCHUMACH.) HUBB.	.	.	.	.	I	.	.
0238	CYMBOPOGON SCHOENANTHUS SPRENG.	.	.	.	.	I	.	.
0273	DICOMA TOMENTOSA CASS.	.	.	.	.	I	.	.
0365	GLOSSONEMA BOVEANUM (DECNE) DECNE	.	.	.	.	I	.	.
0396	HIBISCUS LONGISEPALUS HOCHR.	.	.	.	.	I	.	.
0397	HIBISCUS MICRANTHUS L.F.	.	.	.	.	I	.	.
0402	HIBISCUS SIDIFORMIS BAILL.	.	.	.	.	I	.	.
0650	RHYNCHOSIA MINIMA (L.) DC.	.	.	.	.	I	.	.
0741	STYLOSANTHES MUCRONATA WILLD.	.	.	.	.	I	.	.
0750	TEPHROSIA GRACILIPES GUILL. ET PERR.	.	.	.	.	I	.	.
0942	CARALLUMA DALZIELII N.E.BR.	.	.	.	.	I	.	.
1364	OROPETIUM CAPENSE STAPF	.	.	.	.	I	.	.
2002	ENNEAPOGON LOPHOTRICHUS CHISV. EX SCHOLZ.	.	.	.	.	I	.	.
0626	PORTULACA FOLIOSA KER-GAWL.	.	.	.	I	I	II	I
0384	HELIOTROPIUM STRIGOSUM WILLD.	.	.	.	I	II	III	I
0126	BULBOSTYLIS BARBATA (ROTTB.) KUNTH	.	.	.	.	.	I	.
0344	FARSETIA STENOPTERA HOCHST.	.	.	.	.	.	I	.
0772	TRICHODESMA AFRICANUM (L.) LEHM.	.	.	.	.	.	I	.
1160	FIMBRISTYLIS DEBILIS STEUD.	.	.	.	.	.	I	.
0362	GISEKIA PHARNACIOIDES L.	.	.	.	.	.	III	IV
0182	CITRULLUS COLOCYNTHIS (L.) SCHRAD.	.	I	I	I	I	I	IV
0320	ERAGROSTIS TREMULA HOCHST. EX STEUD.	.	.	.	.	I	I	III
0379	HELIOTROPIUM RAMOSISSIMUM (LEHM.) DC.	.	.	.	.	I	I	III
0567	PANCRATIUM TRIANTHUM HERBERT	.	.	.	.	.	.	II
0375	CLEOME GYNANDRA L.	.	.	.	.	I	.	II
0502	LIMEUM VISCOSUM (GAY) FENZL	.	.	.	.	.	I	II
0692	SESAMUM ALATUM THONN.	.	.	.	.	I	I	II

Tab.V : Tableau synthétique du peuplement herbacé (Suite)

	Groupes	M	V I	V	I V	I I I	I I	I
0334	EUPHORBIA CONVOLVULOIDES HOCHST. EX BENTH.	.	.	.	.	.	.	I
0422	INDIGOFERA ASPERA PERR. EX DC.	.	.	.	.	.	.	I
0428	INDIGOFERA DIPHYLLA VENT.	.	.	.	.	.	.	I
0500	LIMEUM DIFFUSUM (GAY) SCHINZ	.	.	.	.	.	.	I
0579	PANICUM TURGIDUM FORSK.	.	.	.	.	.	.	I
0749	TEPHROSIA BRACTEOLATA GUILL. ET PERR.	.	.	.	.	.	.	I
1021	CYPERUS CONGLOMERATUS ROTTB.	.	.	.	.	.	.	I
1420	POLYGALA IRREGULARIS BOISS.	.	.	.	.	.	.	I
2001	ENNEAPOGON DESVAUXII P. DE BEAUV.	.	.	.	.	.	.	I
0027	AERVA JAVANICA (BURM.F.)JUSS.EX SCHULT.	.	.	.	.	.	.	I
0165	CHROZOPHORA BROCCHIANA VIS.	.	.	.	.	.	.	I
0287	ECHINOCHLOA COLONA (L.) LINK	IV	I	III	.	.	.	.
0322	ERAGROSTIS PILOSA P. DE B.	III	II	V	V	IV	IV	I
0573	PANICUM LAETUM KUNTH	III	III	IV	V	I	II	.
0039	ALTERNANTHERA NODIFLORA R.BR.	II	II	II	I	.	I	I
0030	AESCHYNOMENE INDICA L.	I	II	II	I	.	.	.
0249	CYPERUS IRIA L.	I	I	III	III	.	I	I
0333	CUCUMIS MELO L.	I	III	II	II	I	I	I
0672	SCHOENEFELDIA GRACILIS KUNTH	.	I	III	IV	IV	II	.
0320	ERAGROSTIS NAMAQUENSIS NEES	.	II	II	I	.	.	.
0043	AMARANTHUS GRAECIZANS L.	I	I	I	I	.	.	.
0422	INDIGOFERA ASTRAGALINA DC.	.	I	.	I	I	.	.
0911	SPERMACOCE VERTICILLATA L.	I	.	I	I	.	.	.
0594	PENNISETUM VIOLACEUM (LAM.) L.RICH.	.	I	I	.	.	.	I
0162	CHLORIS PILOSA SCHUMACH.	I	I	.	.	.	.	.
0472	LUDWIGIA HYSSOPIFOLIA (G.DON) EXELL	I	I	.	.	.	.	.
0525	MELOCHIA CORCHORIFOLIA L.	I	.	I	.	.	.	.
0578	PANICUM SUBALBIDUM KUNTH	I	.	I	.	.	.	.
0167	CHROZOPHORA SENEGALENSIS (LAM.) A.JUSS.EX SPRENG	I	.	.	I	.	.	.
0003	ABUTILON PANNOSUM (FORST.F.)SCHL.	I	.	.	I	.	.	.
0098	BERGIA SUFFRUTICOSA (DEL.) FENZL	I	.	I	.	.	.	.
0145	CASSIA NIGRICANS VAHL	.	I	I	.	.	.	.
0231	CTENOLEPIS CERASIFORMIS (STOCKS) NAUD.	.	I	I	.	.	.	.
2004	ACRACHNE RACEMOSA (HEYNE EX ROEM. ET SCHULT)OHWI	.	I	I	.	.	.	.
0144	CASSIA MIMOSOIDES L.	.	I	.	I	.	.	.
0171	CLEOME MONOPHYLLA L.	.	I	.	I	.	.	.
0407	HYBANTHUS ENNEASPERMUS (L.) F.V.MUELL.	.	I	.	I	.	.	.
0456	IPOMOEA ERIOCARPA R. BR.	.	I	.	I	.	.	.
0146	CASSIA OCCIDENTALIS L.	.	.	I	I	.	.	.
0807	ZORNIA GLOCHIDIATA REICHB. EX DC.	.	I	I	IV	I	III	II
0042	ALYSICARPUS OVALIFOLIUS (SCHUM.ET THONN.) J.LEON	.	I	I	III	I	III	III
0262	DACTYLOCTENIUM AEGYPTIUM (L.) P. DE B.	.	I	I	III	I	III	III
0163	ENTEROPOGON PRIEURII (KUNTH) W.D. CLAYTON	.	I	I	III	III	III	II
0538	MOLLUGO NUDICAULIS LAM.	.	I	.	II	IV	IV	II
0767	TRAGUS BERTERONIANUS SCHULT.	.	.	I	I	IV	IV	III
0153	CENCHRUS BIFLORUS ROXB.	.	.	I	II	IV	II	V
0771	TRIBULUS TERRESTRIS L.	.	.	I	I	III	III	III
0103	BOERHAVIA REPENS L.	.	.	.	I	IV	II	I
1073	DIPCADI TACAZZEANUM (HOCHST. EX A. RICH.) BAK.	.	.	.	II	III	III	I
0080	ARISTIDA MUTABILIS TRIN. ET RUPR.	.	.	.	I	II	III	III
0158	CERATOTHECA SESAMOIDES ENDL.	.	.	.	I	I	II	II
0315	ERAGROSTIS CILIARIS (L.) R.BR.	.	I	.	I	I	I	II
0332	EUPHORBIA FORSKALII J.GAY	.	.	I	I	II	II	II
2008	SESUVIUM SESUVIOIDES (FENZL.)VERDE	.	.	.	.	II	I	II
0077	ARISTIDA FUNICULATA TRIN. ET RUPR.	.	.	.	.	II	I	I
0537	MOLLUGO CERVIANA (L.) SERINGE IN DC.	.	.	.	I	.	II	II
0620	POLYGALA ERIOPTERA DC.	.	.	.	I	.	I	I
0535	MITRACARPUS VILLOSUS (SW.) DC.	.	.	.	I	.	I	I
0314	ERAGROSTIS CILIANENSIS (ALL.) F.T. HUBB.	.	.	.	I	I	I	.
0319	ERAGROSTIS LINGULATA W.D.CLAYTON	.	.	.	I	I	I	.
0324	ERAGROSTIS TENELLA (LINN.) P.BEAUV. EX ROEM. ET	.	.	.	I	.	.	I
0154	CENCHRUS PRIEURII (KUNTH) MAIRE	.	.	.	.	I	.	I
0170	CLEOME TENELLA L.F.	.	.	.	.	.	I	I
0354	FIMBRISTYLIS HISPIDULA (VAHL) KUNTH	.	.	.	.	.	I	I
0443	INDIGOFERA SECUNDIFLORA POIR.	.	.	.	.	.	I	I
0498	LEPTOTHRIUM SENEGALENSE (KUNTH) W.D.CLAYTON	.	.	.	.	.	I	I
0501	LIMEUM PTEROCARPUM (GAY) HEIMERL IN ENGL. ET PRA	.	.	.	.	.	I	I
0340	EVOLVULUS ALSINOIDES (L.) L.	.	.	.	I	.	I	.
0774	TRIPOGON MINIMUS (A.RICH.) HOCHST. EX STEUD.	.	.	.	.	I	I	.
0589	PAVONIA TRILOBA GUILL. ET PERR.	.	.	.	.	I	I	.
0444	INDIGOFERA SENEGALENSIS LAM.	.	I	II	IV	I	V	III
0203	CORCHORUS TRIDENS L.	.	I	I	II	I	I	II
0278	DIGITARIA HORIZONTALIS WILLD.	.	I	I	II	II	I	I
0194	COMMELINA FORSKALAEI VAHL	.	I	I	I	I	I	I
0628	PORTULACA OLERACEA L.	I	.	I	I	I	I	I
0530	MERREMIA PINNATA (HOCHST. EX CHOISY) HALL.F.	.	I	I	I	II	.	I
0613	POLYCARPAEA CORYMBOSA (L.) LAM.	.	I	.	II	I	II	I
0799	WALTHERIA INDICA L.	.	I	.	II	I	I	I
0181	CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MANSFIELD	.	I	I	I	.	I	I
0168	CIENFUEGOSIA DIGITATA CAV.	.	I	.	I	I	.	I
0495	LEPTADENIA HASTATA (PERS.) DECNE.	.	I	.	I	I	I	.
0917	BRACHIARIA ORTHOSTACHYS (MEZ) W.D.CLAYTON	.	II	I	.	.	I	I
0439	INDIGOFERA PILOSA POIR.	.	I	.	.	.	I	I
0605	PHYLLANTHUS PENTANDRUS SCHUM. ET THONN.	.	I	.	.	.	I	I
0638	PUPALIA LAPPACEA (L.) JUSS.	.	I	.	.	I	I	.
1262	KYLLINGA WELWITSCHII RIDL.	.	I	.	I	.	I	.
0604	PHYLLANTHUS NIRURI AUCT.NON L.	I	.	.	.	.	.	I
0769	ZALEYA PENTANDRA (L.) JEFFREY	.	I	.	.	.	.	I
0222	CROTALARIA PODOCARPA DC.	.	I	.	.	.	.	I
1060	DIGITARIA CILIARIS (RETZ.) KOEL.	.	I	.	.	.	I	.
0460	IPOMOEA PES-TIGRIDIS L.	.	.	I	.	.	I	.
0455	IPOMOEA COSCINOSPERMA HOCHST. EX CHOISY	.						

Son ensemble spécifique comprend une quinzaine d'espèces exclusives, dont les plus représentatives sont : Eleocharis atropurpurea, Marsilea nubica, Sphenoclea zeylanica et Schoenoplectus senegalensis, qui peuvent caractériser globalement ce groupe M. D'autres espèces tendent à différencier des sous-unités au sein du groupe, en rapport avec une zonation de la végétation en ceintures concentriques, le long d'un gradient d'hydromorphie. On distingue ainsi, depuis le centre des mares, le sous-groupe à Nymphea lotus, composé d'Hydrophytes flottantes (Nymphea lotus, Butomopsis latifolia, Neptunia oleracea), cantonnées aux stations inondées plusieurs mois, et accompagnées sur les marges peu profondes par un cortège d'Hélophytes (Ludwigia erecta, Ludwigia hyssopifolia, Cyperus digitatus) dont les racines restent longtemps submergées. Une auréole de Pélophytes entoure cette végétation sur les vases récemment exondées (sous-groupe à Schoenoplectus senegalensis), comprenant à la fois des plantes basses (Elytrophorus spicatus, Marsilea nubica) et quelques herbes plus élancées (Leptochloa caerulescens, Panicum anabaptistum). Une dernière ceinture marque la limite d'engorgement du sol (sous-groupe à Echinochloa colona), constituant un terme de transition avec les pézophytes des stations humides (groupes V et VI), où peuvent également se développer Panicum laetum, Eragrostis pilosa et Cyperus rotundus.

Exception faite de quelques mares permanentes (mare de Mâl, lac d'Aleg), les mares du Nord-Sahel sont le plus souvent éphémères, du fait de la longueur de la saison sèche et de la forte demande évaporative atmosphérique. Leur intérêt dans l'écosystème sahélien est plus hydrographique que pastoral; si l'herbe est parfois rare en Mauritanie, l'eau l'est encore plus, et il est fréquent d'observer autour des points d'eau une auréole de dégradation due au piétinement continu du bétail, laissant le sol complètement nu. Quand le martèlement du sabot se modère, c'est alors la dent de l'animal qui réduit le tapis herbacé naissant, profitant de l'ombre dense et fraîche des Acacia nilotica pour ruminer la ration.

Lorsque ces pressions deviennent trop assidues, on note parfois une modification profonde de la végétation des mares, qui régresse au profit d'un peuplement presque monospécifique et non appété d'Alternanthera nodiflora.

Les abords des plus grandes mares (cf. R.3221), et les terres longuement inondées correspondant aux lits majeurs des grands cours d'eau ("Oualo"), sont régulièrement cultivés en décrue, la végétation en place au moment de la mise en culture (Echinochloa stagnina, Brachiaria mutica) étant le plus souvent arrachée puis brûlée, ou vendue sur les marchés comme fourrage.

Tableau VI

Peuplement herbacé : Végétation des mares
Groupement à Sphenoclea zeylanica

	11012325252
	16212221211
	61265212179
	32117112356
ESPECES REPRESENTATIVES DU GROUPEMENT A SPHENOCLEA ZEYLANICA (GROUPE M) :	
0718SPHENOCLEA ZEYLANICA GAERTN.	.2+.2..3...
0296ELEOCHARIS ATROPURPUREA (RETZ.) PRESL	.++.3..1.+.
0452IPOMOEA AQUATICA FORSK.	..+..11....
COMPAGNES :	
0039ALTERNANTHERA NODIFLORA R.BR.	...3...2.1.
0167CHROZOPHORA SENEGALENSIS (LAM.) A.JUSS.	...+..1....
0911SPERMACOCE VERTICILLATA L.	..1...2....
0578PANICUM SUBALBIDUM KUNTH	..+...1....
0363GLINUS LOTOIDES L.	..1.....+..
0570PANICUM AMABAPTISTUM STEUD.	..+.....+..
SOUS-GROUPE A NYMPHEA LOTUS :	
0522NYMPHEA LOTUS L.	2.....
0247CYPERUS DIGITATUS ROXB.	2.....
0471LUDWIGIA ERECTA (L.) HARA	1.....
0472LUDWIGIA HYSSOPIFOLIA (G.DON) EXELL	1.....
0747BUTOMOPSIS LATIFOLIA (D.DON) KUNTH	+.....
SOUS-GROUPE A SCHOENOPLECTUS SENEGALENSIS :	
0679SCHOENOPLECTUS SENEGALENSIS (HOCHST. EX STD.)	.1+2.....
1317MARSILEA NUBICA A. BR.	.11.3..1...
0549NEPTUNIA OLERACEA LOUR.	.1.....
0304ELYTROPHORUS SPICATUS (WILLD.) CAMUS	..+.....
0497LEPTOCHLOA CAERULESCENS STEUD.	..++.....
0388HETERANTHERA CALLIFOLIA REICHB. EX KUNTH	....2.....
0098BERGIA SUFFRUTICOSA (DEL.) FENZL	..11.....
0256CYPERUS PROCERUS ROTTB.	..+2.....
ESPECES DES VALLEES INONDABLES :	
0290ECHINOCHLOA STAGNINA (RETZ.) P. DE B.	....4....
0121BRACHIARIA MUTICA (FORSK.) STAPF	....3....
SOUS-GROUPE A ECHINOCLOA COLONA :	
0287ECHINOCHLOA COLONA (L.) LINK	..2.3234+23
0322ERAGROSTIS PILOSA P. DE B.	..1+.1..222
0573PANICUM LAETUM KUNTH	..+...4.134
0383HELIOTROPIUM OVALIFOLIUM FORSK.	.....+.1+.
0260CYPERUS ROTUNDUS L.	.....1.41.
1048DATURA INNOXIA MILL.	.....+....
0701SETARIA PUMILA (POIR.) ROEM. ET SCHULT.	.....+....
0641PYCREUS MACROSTACHYOS (LAM.) J.RAYNAL	.....+....
0412HYGROPHILA SENEGALENSIS (NEES) T. ANDERS.	.....+...
0465IPOMOEA VERTICILLATA FORSK.	.....+
0030AESCHYNOMENE INDICA L.	.....2+..
0043AMARANTHUS GRAECIZANS L.	.....+.1
0525MELOCHIA CORCHORIFOLIA L.	.....+...+
0249CYPERUS IRIA L.	.....1+
0604PHYLLANTHUS NIRURI AUCT.NON L.	.....++
0162CHLORIS PILOSA SCHUMACH.	1
0628PORTULACA OLERACEA L.	.....+
0003ABUTILON PANNOSUM (FORST.F.)SCHL.	.....+.
0201CORCHORUS FASCICULARIS LAM.	.....+....
0233CUCUMIS MELO L.	.....+....

2 - Végétation des bas-fonds et stations temporairement humides (Groupes V et VI)

Cet ensemble de relevés (tab. VII) est relatif aux stations temporairement hydromorphes, constituées des cuvettes ou faibles dépressions susceptibles de collecter les eaux météoriques ruisselées. Contrairement aux stations du groupe M, l'existence d'une nappe d'eau libre à la surface du sol est limitée aux quelques heures (voire quelques jours) qui suivent les plus fortes pluies. Le sol, de texture plus équilibrée, voit son profil hydrique se recharger à l'issue de chaque averse, sans toutefois occasionner des conditions asphyxiques pour la végétation, du fait d'une bonne perméabilité.

Envisagé d'une manière globale, cet ensemble de relevés est floristiquement mal individualisé, les espèces exclusives aux groupes V et VI étant peu nombreuses (Cassia nigricans, Ctenolepis cerasiformis, Acrachne racemosa) et de faible fréquence.

A l'inverse, il est constitué de 2 groupes bien différenciés par des espèces propres (cf. Analyse globale), et correspondant à deux types de bas-fond : l'un à végétation sciaphile (groupe VI), l'autre à végétation héliophile (groupe V).

a) Groupement sciaphile à Achyranthes sicula (groupe VI)

Strictement localisée aux sous-bois suffisamment denses, sous couronnes des arbres, la flore de ces stations bénéficie, en plus d'un apport hydrique par ruissellement, d'une économie d'eau liée à une demande évaporative réduite.

Les espèces représentatives de ce groupe sont d'abord des "sciaphiles" (Achyranthes sicula, Peristrophe bicalyculata), souvent entremêlées de plantes volubiles (Merremia aegyptiaca, Ipomoea ochracea) ou à vrilles (Mukia maderaspatana, Cardiospermum halicacabum), auxquelles s'ajoutent quelques plantes dont la fréquence est ici significativement élevée (Pennisetum pedicellatum, Cassia obtusifolia), mais qui peuvent, en d'autres lieux et sous d'autres latitudes, occuper des stations non ombragées. L'originalité de ce groupement est également renforcé par un cortège d'espèces peu fréquentes mais exclusives (cf. tab.V), telles que : Endostemon tereticaulis, Acalypha ciliata, Abutilon fruticosum, Indigofera dendroïdes, ainsi que diverses lianes (Pergularia daemia, Rhynchosia sublobata...).

Par ailleurs, ces stations constituent les refuges les plus septentrionaux pour des espèces aujourd'hui retranchées dans le secteur sud-sahélien (Andropogon gayanus, Rottbellia

Tab.VII: Peuplement herbacé : Végétation des bas-fonds et stations temporairement humides

	VI	V
	5302253323029333	335435324
	1222212222122112	2121301123
	1110911100997690	0919093610
	5434116522132211	4274323144
ESPECES REPRESENTATIVES DU GROUPEMENT A ACHYRANTHES SICULA (GROUPE VI) :		
0022ACHYRANTHES SICULA (L.)ALL.	112+3...3.32211.	.....
0148CASSIA OBTUSIFOLIA L.	122++2352+231.1+	1+1...+...
0592PENNISETUM PEDICELLATUM TRIN.	533+45.13.344441	4.....
0598PERISTROPHE PANICULATA (FORSK.) BRUMMITT	231+11.+..12....	.....
0527MERREMIA AEGYPTIACA (L.) URBAN	2.1++.1+2..12...	.....
1237IPOMOEA OCHRACEA (LINDL.) G.DON	2+.1+...+...+...	.....
0099BLAINVILLEA GAYANA CASS.	+21.+.....	.....
0659ROTTBOELLIA EXALTATA L.F.	..++.1+13.....	.....
0058ANDROPOGON GAYANUS KUNTH	11....11.3.....	.....
0451IPOMOEA DICHROA CHOISY	+...1...2..11...+	.....
0464IPOMOEA VAGANS BAK.	....+..+...1+...	.....
0141CARDIOSPERMUM HALICACABUM L.	..+.+.....+...	.....
0305ENDOSTEMON TERETICAULIS (POIR.) M.ASHBY	....+.....1.....	.....
0020ACALYPHA CILIATA FORSK.	+.....+.....	.....
0596PERGULARIA DAEMIA (FORSK.) CHIOV.	+.....	.....
0526MUKIA MADERASPATANA (L.) M.J.ROEM.	..+.....	.....
1454RHYNCHOSIA SUBLOBATA (SCHUMACH. ET THONN.)	..+.....	.....
0240CYNANCHUM HASTIFOLIUM N.E.BR.	..+.....+...	.....
0002ABUTILON FRUTICOSUM GUILL. ET PERR.	....+.....	.....
0427INDIGOFERA DENDROIDES JACQ.	.....+....	.....
0394HIBISCUS DIVERSIFOLIUS JACQ.	.....+.....	.....
0202CORCHORUS OLITORIUS L.	.....+.+.....	.....
COMPAGNES :		
0233CUCUMIS MELO L.	.+.11.++2..1+.+.	.+..+.+..
0530MERREMIA PINNATA (HOCHST. EX CHOISY) HALL.F.	..+...+.....+...	+.....
0807ZORNIA GLOCHIDIATA REICHB. EX DC.	....1..1....+...	1.....
0407HYBANTHUS ENNEASPERMUS (L.) F.V.MUELL.	..+.....+...	.....
0222CROTALARIA PODOCARPA DC.	....+.....+...	.....
1262KYLLINGA WELWITSCHII RIDL.	.....+...1...	.....
0495LEPTADENIA HASTATA (PERS.) DECNE.	1.....	.....
0168CIENFUEGOSIA DIGITATA CAV.	..+.....	.....
0605PHYLLANTHUS PENTANDRUS SCHUM. ET THONN.	..+.....	.....
0758TEPHROSIA UNIFLORA PERS.	....+.....	.....
0171CLEOME MONOPHYLLA L.	....1.....	.....
0423INDIGOFERA ASTRAGALINA DC.	.....1.+.....	.....
0799WALTHERIA INDICA L.	.....1.+.....	.....
0769ZALEYA PENTANDRA (L.) JEFFREY	.....+.....	.....
0456IPOMOEA ERIOCARPA R. BR.	.....+.....	.....
0654ROGERIA ADENOPHYLLA J.GAY EX DEL.	.....+..+.....	.....
0144CASSIA MIMOSOIDES L.	.....++.....	.....
0315ERAGROSTIS CILIARIS (L.) R.BR.	.....1.....	.....
0439INDIGOFERA PILOSA POIR.	.....+.....	.....
0613POLYCARPAEA CORYMBOSA (L.) LAM.	.....1.....	.....
1060DIGITARIA CILIARIS (RETZ.) KOEL.	.....1.....	.....
0638PUPALIA LAPPACEA (L.) JUSS.	.....2.+....	.....
0076ARISTIDA ADSCENSIONIS L.	.....+.....	.....
0194COMMELINA FORSKALAEI VAHL	.....11...+	.....
0182CITRULLUS COLOCYNTHIS (L.) SCHRAD.	.....+.+.+	.....
0162CHLORIS PILOSA SCHUMACH.	.....2...	.....
0163ENTEROPOGON PRIEURII (KUNTH) W.D. CLAYTON	.....++	.....
0472LUDWIGIA HYSSOPIFOLIA (G.DON) EXELL	.....1.	.....
0762TETRAPOGON CENCHRIFORMIS (A.RICH.) W.D.CLT.	.....+....	.....
0538MOLLUGO NUDICAULIS LAM.	.....+....	.....

Tab.VII: Peuplement herbacé : Végétation des bas-fonds et stations temporairement humides (Suite)

	VI	V
	5302253323029333	335435324
	1222212222122112	2121301123
	1110911100997690	0919093610
	5434116522132211	4274323144
ESPECES REPRESENTATIVES DU GROUPEMENT A ERAGROSTIS NAMAQUENSIS (GROUPE V) :		
0320ERAGROSTIS NAMAQUENSIS NEES	.....+.1.1.3.	1.....+2.
0302ELEUSINE INDICA (L.) GAERTN.	.....+.+.....3..	1...11...
0201CORCHORUS FASCICULARIS LAM.	.....+..+.....+.	+.+...1..
0453IPOMOEA ASARIFOLIA (DESV.) ROEM. ET SCHULT.	.....	..1.....
0770TRIANTHEMA PORTULACASTRUM L.	.....	....2....
0841AMARANTHUS RETROFLEXUS L.	.....	.+.....
COMPAGNES :		
0287ECHINOCHLOA COLONA (L.) LINK	.....1.	..443+11.
0322ERAGROSTIS PILOSA P. DE B.	.....2.2...222+	312345212
0573PANICUM LAETUM KUNTH	...2...233.133+21	..3222331
0672SCHOENEFELDIA GRACILIS KUNTH	.....+.1...+...	3.+1.2..5
0249CYPERUS IRIA L.	...1...+.....11	1..1..1.+
0444INDIGOFERA SENEGALENSIS LAM.	.....1....	...1.+..+
0262DACTYLOCTENIUM AEGYPTIUM (L.) P. DE B.	.....+..+	....3....
0260CYPERUS ROTUNDUS L.	.....	.2.+.....
0911SPERMACOCE VERTICILLATA L.	.....	..2...+..
0578PANICUM SUBALBIDUM KUNTH	.....	....+.2..
0098BERGIA SUFFRUTICOSA (DEL.) FENZL	.....	.....1.+
0153CENCHRUS BIFLORUS ROXB.	1	.....
04601POMOEA PES-TIGRIDIS L.	.....+	.....
0767TRAGUS BERTERONIANUS SCHULT.	.....+	.....
0146CASSIA OCCIDENTALIS L.	.....	.+.....
0332EUPHORBIA FORSKALII J.GAY	.....	..+.....
0771TRIBULUS TERRESTRIS L.	.....	...+....
0628PORTULACA OLERACEA L.	.....	....+....
0525MELOCHIA CORCHORIFOLIA L.	.....	.....+..
ESPECES EXCLUSIVES DES GROUPES V ET VI :		
0145CASSIA NIGRICANS VAHL	.....+	.....+....
2004	.....+	.....+.
0231CTENOLEPIS CERASIFORMIS (STOCKS) NAUD.	....1.....	.....+.....
COMPAGNES COMMUNES AUX GROUPES V ET VI :		
0039ALTERNANTHERA NODIFLORA R.BR.	..+4.1..2.....+.	+2+...+...
0030AESCHYNOMENE INDICA L.	.+.+...+.....+.	.+.1..+..
0917BRACHIARIA ORTHOSTACHYS (MEZ) W.D.CLAYTON	+.....+.1..+2.	+.....+..4.
0042ALYSICARPUS OVALIFOLIUS (SCHUM.ET THONN.)	....+..+.....+.	.+.....+.....
0203CORCHORUS TRIDENS L.	.....+..+	.....++.
0043AMARANTHUS GRAECIZANS L.	....+	.....+..+.
0181CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MANSFIELD	.....++	.....1.....
0594PENNISETUM VIOLACEUM (LAM.) L.RICH.	4	.....5.....
0278DIGITARIA HORIZONTALIS WILLD.	....1.....	.....+.....1.

exaltata, Blainvillea gayana) et qui, sans être nécessairement des espèces sciaphiles (cas de Andropogon gayanus), bénéficient en ces lieux ombragés d'un bilan hydrique favorable.

Une variante appauvrie de ce groupement est fréquemment observée à la faveur de houppiers isolés, avec dans ce cas un cortège floristique réduit (Achyranthes sicula et Pennisetum pedicellatum essentiellement) où disparaissent les espèces trop "hygrophiles" (Ipomoea ochracea, Mukia, Cardiospermum...), et celles à distribution plutôt sud-sahélienne.

Sur le plan pastoral, ces biotopes sont surtout fréquentés en début de saison des pluies, lorsque les premières averses sont trop faibles pour assurer un démarrage végétatif satisfaisant au niveau des parcours environnants. Les plantes dominantes dans ces stations sont généralement peu alibiles (Pennisetum pedicellatum, Cassia obtusifolia, Achyranthes, Peristrophe, Ipomoea sp. pl. et Merremia), mais croissent rapidement avec les premières pluies du fait de l'impluvium, et persistent plus facilement lorsque les averses sont espacées, en raison d'une évaporation modérée.

Une dynamique régressive peut néanmoins s'instaurer dès lors que la couverture ligneuse devient trop convoitée, avec dans ce cas apparition de plages de végétation héliophile.

b) Groupement héliophile à Eragrostis namaquensis (Groupe V)

Moins nettement individualisé que le groupe précédent, cet ensemble de relevés se caractérise par quelques espèces de fréquence significativement élevée (Eragrostis namaquensis, Eleusine indica, Corchorus fasciculatis) et par de rares taxons, exclusifs du groupe V, mais peu fréquents (Ipomoea asarifolia, Amaranthus retroflexus, Trianthema portulacastrum). Plusieurs espèces présentent une certaine affinité avec la végétation des bords de mare, notamment Cyperus rotundus, Panicum subalbidum, Melochia corchorifolia, et surtout Echinochloa colona, généralement cantonné au centre des cuvettes, dans les stations les plus humides. Là encore, une zonation en ceintures concentriques peut s'établir lorsque ces dépressions sont suffisamment concaves avec, en auréoles autour de Echinochloa colona : d'abord Panicum laetum et Eragrostis pilosa, puis Schoenefeldia gracilis sur les revers externes des dépressions, parfois accompagné de Cyperus iria.

Ce groupement héliophile se développe à la faveur d'accidents topographiques, et peut être rencontré indifféremment sur divers types de terrains, qu'ils soient pierreux (plateaux cuirassés), gravillonnaires (regs) ou encore de type alluvial, sur les sols de "fondé" qui bordent la vallée du fleuve Sénégal. Il correspond alors, soit à des faibles

variations de relief collectant les eaux de pluies, soit à des terrains situés à la limite supérieure des crues, en bordure du lit majeur. Dans ce dernier cas, les sols sont occasionnellement mis en culture, bien qu'étant de fertilité médiocre et rapidement épuisés, ainsi qu'en témoigne le proverbe Toucouleur : "Si tu mets ton fondé en culture, réserves-toi la première récolte, donnes celle de la deuxième année à ton fils et abandonnes la troisième à ton captif".

3 - Végétation liée aux micro-dépressions : Groupement à Eragrostis pilosa (Groupe IV)

Cet ensemble de relevés ne comprend pratiquement pas de caractéristique de groupe, dans la mesure où aucune espèce n'y apparaît strictement inféodée, exception faite de Chloris gayana qui reste un taxon peu représentatif. La végétation des micro-cuvettes peut être globalement représentée par Eragrostis pilosa, mais semble surtout s'individualiser par un cortège floristique à caractère mixte (cf. tab.V), comprenant à la fois des espèces liées aux milieux humides (Cassia obtusifolia, Pennisetum pedicellatum, Cyperus iria, Ipomoea vagans) et d'autres représentatives de stations plus sèches (Dactyloctenium aegyptium, Cenchrus biflorus, Citrullus colocynthis ...).

Malgré l'absence d'espèces "caractéristiques" au sens phytosociologique, ce groupe a été nettement discriminé lors de l'analyse globale du peuplement herbacé; son ensemble spécifique "normal" résulte en fait d'une combinaison originale d'espèces qui, considérées isolément, traduisent des conditions stationnelles soit humides, soit arides, mais dont la somme contribue à individualiser un ensemble singulier.

A la suite des résultats de l'analyse factorielle en abondance-dominance, cet ensemble de relevés peut être subdivisé en sous-groupes (IV a et IV b) qui prennent valeur de faciès (dominance d'une espèce). Les deux subdivisions retenues (cf. tab.VIII) s'identifient comme suit, par ordre décroissant d'humidité stationnelle :

- IV b : Faciès à Panicum laetum
- IV a : Faciès à Schoenefeldia gracilis

Il s'agit généralement de plages de végétation d'étendue limitée, le plus souvent d'échelle décamétrique, et correspondant à des variations topographiques de très faibles amplitudes.

Dans le premier cas, Ipomoea aquatica, Alternanthera nodiflora, Aeschynomene indica et Andropogon gayanus traduisent une certaine affinité avec la végétation des

Tableau VIII

Peuplement herbacé : Végétation des microcuvettes (groupe IV)

	IVb	IVa
	020250002	2020225523
	122112122	1221220122
	974710330	4088373290
	313527335	5618341123
SOUS-GROUPE IVb :		
FACIES A PANICUM LAETUM		
0573PANICUM LAETUM KUNTH	555544333	3++3..11.+
0278DIGITARIA HORIZONTALIS WILLD.	++.++.....	.+.....
0799WALTHERIA INDICA L.	.++++..+.	..+.....
0039ALTERNANTHERA NODIFLORA R.BR.	..+...+...	.....
0030AESCHYNOMENE INDICA L.	......1++.	.....
0495LEPTADENIA HASTATA (PERS.) DECNE.	....+..+..	.....
0598PERISTROPHE PANICULATA (FORSK.) BRUMMITT	.......++.	.....
0058ANDROPOGON GAYANUS KUNTH	2	.....
0181CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MANSFIELD	.+.....	.....
0320ERAGROSTIS NAMAQUENSIS NEES	....1.....	.....
0452IPOMOEA AQUATICA FORSK.	....+.....	.....
1237IPOMOEA OCHRACEA (LINDL.) G.DON	.....+.....	.....
1262KYLLINGA WELWITSCHII RIDL.	......+...	.....
0626PORTULACA FOLIOSA KER-GAWL.	......+...	.....
0628PORTULACA OLERACEA L.	......+...	.....
0167CHROZOPHORA SENEGALENSIS (LAM.) A.JUSS.	.......+..	.....
0911SPERMACOCE VERTICILLATA L.	.......+..	.....
SOUS-GROUPE IVa :		
FACIES A SCHOENEFELDIA GRACILIS		
0672SCHOENEFELDIA GRACILIS KUNTH	1.+.+.++1.	+.3345553
0538MOLLUGO NUDICAULIS LAM.	.+.....	+++..2..1
0767TRAGUS BERTERONIANUS SCHULT.	.....	.+.+1...
0314ERAGROSTIS CILIANENSIS (ALL.) F.T. HUBB.	.....	.....1+.+
0384HELIOTROPIUM STRIGOSUM WILLD.	.....	.2..1...
0233CUCUMIS MELO L.	.+.....	.+...+1.
0302ELEUSINE INDICA (L.) GAERTN.	.....	..+..1..
0455IPOMOEA COSCINOSPERMA HOCHST. EX CHOISY	.....	+.+.....
0762TETRAPOGON CENCHRIFORMIS (A.RICH.) W.D.CLAYTON	.....	.....+.+
0158CERATOTHECA SESAMOIDES ENDL.	.....	.+.....
0407HYBANTHUS ENNEASPERMUS (L.) F.V.MUELL.	.....	.+.....
0537MOLLUGO CERVIANA (L.) SERINGE IN DC.	.....	.+.....
0080ARISTIDA MUTABILIS TRIN. ET RUPR.	.....	..+.....
0324ERAGROSTIS TENELLA (LINN.) P.BEAUV. EX ROEM.	.....	.....1...
0043AMARANTHUS GRAECIZANS L.	.....	.....+...
0003ABUTILON PANNOSUM (FORST.F.)SCHL.	.....	.....+..
0332EUPHORBIA FORSKALII J.GAY	.....	.....+..
0194COMMELINA FORSKALAEI VAHL	.....	.....1.
0423INDIGOFERA ASTRAGALINA DC.	.....	.....+.
0530HERRERIA PINNATA (HOCHST. EX CHOISY) HALL.F.	.....	.....+.
0076ARISTIDA ADSCENSIONIS L.	.....	.....+
0103BOERHAVIA REPENS L.	.....	.....+
0620POLYGALA ERIOPTERA DC.	.....	.....+
COMPAGNES :		
0322ERAGROSTIS PILOSA P. DE B.	121233344.	43+4321+.
0444INDIGOFERA SENEGALENSIS LAM.	+111.+1.1+	+11+21.+.
0042ALYSICARPUS OVALIFOLIUS (SCHUM.ET THONN.)	.++..+.+.+	.++1...1.
0163ENTEROPOGON PRIEURII (KUNTH) W.D. CLAYTON	.++2.11++.	+..2+....
0262DACTYLOCTENIUM AEGYPTIUM (L.) P. DE B.	++.+..1...	+3.11++..
0249CYPERUS IRIA L.	.++2.+..2.	+++...+..
0807ZORNIA GLOCHIDIATA REICHB. EX DC.	....1.++2.	+112+++2.
1073DIPCADI TACAZZEANUM (HOCHST. EX A. RICH.)	......+...+	.+..+..+..1
0148CASSIA OBTUSIFOLIA L.	.....31..5	1.++.....
0203CORCHORUS TRIDENS L.	+.....+..+	..+..+..+..+
0153CENCHRUS BIFLORUS ROXB.	+1.....+..	+..+.....
0613POLYCARPAEA CORYMBOSA (L.) LAM.	+...+.....	.+.....1.
0168CIENFUEGOSIA DIGITATA CAV.	....+...1.	.....+..
0174CLEOME VISCOSA L.	+.....+.+.	.....
0315ERAGROSTIS CILIARIS (L.) R.BR.	.+...+....+	.....
0771TRIBULUS TERRESTRIS L.	......+...+	.+.....
0319ERAGROSTIS LINGULATA W.D.CLAYTON	+.....1.	.....
0527HERRERIA AEGYPTIACA (L.) URBAN	.+.....+.	.....
0144CASSIA MIMOSOIDES L.	.....1....	..+.....
0182CITRULLUS COLOCYNTHIS (L.) SCHRAD.	.....+....+	.....
0592PENNISETUM PEDICELLATUM TRIN.	.....+....+	.....
0464IPOMOEA VAGANS BAK.	.....1.....	...+.
0535NITRACARPUS VILLOSUS (SW.) DC.	.....1.....	..1.
0456IPOMOEA ERIOCARPA R. BR.	.....+.....	.....
0146CASSIA OCCIDENTALIS L.	.....+.....	.....
0160CHLORIS GAYANA KUNTH	.....+.....	.....
0171CLEOME MONOPHYLLA L.	.....+.....	.....

Photo 1 : Microcuvette à Panicum laetum

Photo 2 : Microcuvette à Schoenefeldia gracilis

stations à bilan hydrique favorable; à l'inverse, l'importance numérique des taxons représentatifs des sols limoneux dégradés (Mollugo nudicaulis, Heliotropium strigosum), ou sableux (Aristida mutabilis, Ceratotheca sesamoïdes, Polygala erioptera...) tend à rapprocher le sous-groupe IV a des milieux plus arides (groupes II et I).

La distinction de ces faciès, même si elle s'appuie sur des critères floristiques peu marqués, n'en reste pas moins importante au plan pastoral puisqu'il lui correspond des variations de production et de valeur fourragères significatives, compte tenu de la nature des espèces dominantes.

4 - Végétation des lithosols : Groupement à Tetrapogon cenchriformis (Groupe III)

Elle se rapporte aux relevés effectués sur rebords empierrés de plateaux cuirassés et sur collines latéritiques plus ou moins démantelées, constituant des buttes témoins et autres pitons rocheux disséminés un peu partout sur le territoire mauritanien (Trarza excepté). Il s'agit de stations à sol squelettique, caractérisé par une très faible évolution pédologique en raison de la résistance à l'altération de la roche mère (grès quartzeux, quartzite ...) et au décapage des produits d'altération par le ruissellement.

La maigre végétation de ce groupe se développe à la faveur des diaclases et fissures ensablées, ou encore entre les blocs éboulés de latérite; cette flore, peu importante par son recouvrement au sol (généralement < 10 p.100), est néanmoins très diversifiée du fait de la multiplicité des micro-accumulations qui peuvent constituer toute une gamme de variétés texturales de sol. Ces poches "terreuses" reçoivent l'eau écoulée sur les roches compactes environnantes, et bénéficient donc par impluvium d'un bilan hydrique très satisfaisant.

Par ailleurs, la faible accessibilité de ces biotopes(uniquement fréquentés par les caprins) et leur maigre intérêt fourrager (productivité globale négligeable) font de ces affleurements rocheux de véritables "refuges botaniques", où peuvent subsister des espèces devenues rarissimes dans les formations environnantes (Stylosanthes mucronata, Hibiscus longisepalus...).

Il en résulte un ensemble spécifique normal très diversifié (tab.IX) comprenant de nombreuses caractéristiques, soit de haute fréquence (Pandiaka angustifolia, Brachiaria deflexa, Tetrapogon cenchriformis, Rogeria adenophylla, Blepharis linariifolia, Cleome scaposa, Cleome viscosa, Tephrosia uniflora), soit localisées à des micro-habitats particuliers comme les lits gravillonnaires (Enneapogon lophotrichus, Oropetium capense), les pierres sèches fissurées (Caralluma

Tableau IX

Peuplement herbacé : Végétation des lithosols

Groupement à Tetrapogon cenchriformis

0200052009242533
1222212102222022
9900330969949611
5638123414528621

ESPECES REPRESENTATIVES DU GROUPEMENT
A TETRAPOGON CENCHRIFORMIS (GROUPE III) :

0762TETRAPOGON CENCHRIFORMIS (A.RICH.) W.D.CLAYTON	113212..2+...111
0174CLEOME VISCOSA L.	+1+1+12.21...+.2
0172CLEOME SCAPOSA DC.	1.1+1+.+.1+.....
0076ARISTIDA ADSCENSIONIS L.	2.112..11..+..21
0654ROGERIA ADENOPHYLLA J.GAY EX DEL.	..+++++.+.....
0568PANDIAKA ANGUSTIFOLIA (VAHL) HEPPER	1.+.+.+..+.....
0278DIGITARIA HORIZONTALIS WILLD.	+..++...1+.....+
0589PAVONIA TRILOBA GUILL. ET PERR.	....+.+....1....
0117BRACHIARIA DEFLEXA (SCHUM.) HUBB. EX ROBYNS	..+++...++.....
0758TEPHROSIA UNIFLORA PERS.	221+++.....
0100BLEPHARIS LINARIIFOLIA PERS.	2++.....
0741STYLOSANTHES MUCRONATA WILLD.	.1....1.....
0397HIBISCUS MICRANTHUS L.F.	1.+.....
0365GLOSSONEMA BOVEANUM (DECNE) DECNE	.+.....+...
0102BOERHAVIA ERECTA L.	1.....
0273DICOMA TOMENTOSA CASS.	+.....
2002ENNEAPOGON LOPHOTRICHUS CHIVS. EX SCHOLZ. ET K	...1.....
0750TEPHROSIA GRACILIPES GUILL. ET PERR.	...+.....
0942CARALLUMA DALZIELII N.E.BR.	....+.....
0396HIBISCUS LONGISEPALUS HOCHR.	.....+.....
0402HIBISCUS SIDIFORMIS BAILL.	.....+.....
0120BRACHIARIA LATA (SCHUMACH.) HUBB.	.....+.....
0110SPERMACOCE RADIATA (DC.) SIEBER EX HIERN	.....+.....
1364ROPETIUM CAPENSE STAPF	.....1.....
0238CYMBOPOGON SCHOENANTHUS SPRENG.	.....2....
0650RHYNCHOSIA MINIMA (L.) DC.	.....+....

COMPAGNES :

0322ERAGROSTIS PILOSA P. DE B.	..++++.+2+...++.
0103BOERHAVIA REPENS L.	.1+++++.111.+..+
0080ARISTIDA MUTABILIS TRIN. ET RUPR.	.+...+1..++..1..
0153CENCHRUS BIFLORUS ROXB.	+..++.+4++.+++..
0163ENTEROPOGON PRIEURII (KUNTH) W.D. CLAYTON	+.+++.+.+....+..
0538HOLLUGO MUDICAULIS LAM.	+2+111+.211.+...
0672SCHOENEFELDIA GRACILIS KUNTH	+1+++2..+.+..+3.
1073DIPCADI TACAZZEANUM (HOCHST. EX A. RICH.) BAK.	+...+.1.+++.+..+
0767TRAGUS BERTERONIANUS SCHULT.	..+++++++++....
0771TRIBULUS TERRESTRIS L.	..+++++.11.+....
0077ARISTIDA FUNICULATA TRIN. ET RUPR.	.111....1+.+....
0384HELIOTROPIUM STRIGOSUM WILLD.	.+.+.1....+...+.
0332EUPHORBIA FORSKALII J.GAY	...++.+.1.++....
2008SESUVIUM SESUVIOIDES (FENZL.) VERDC.	.++.....+.+...
0530HERRERIA PINNATA (HOCHST. EX CHOISY) HALL.F.	1.+.+.+.....
0326ERAGROSTIS TREMULA HOCHST. EX STEUD.	....+...1....+..
0774TRIPOGON MINIMUS (A.RICH.) HOCHST. EX STEUD.	...+....+.+.....
0613POLYCARPAEA CORYMBOSA (L.) LAM.	+...+..+........
0807ZORNIA GLOCHIDIATA REICHB. EX DC.	....+.+.....+
0203CORCHORUS TRIDENS L.	+.....++...
0444INDIGOFERA SENEGALENSIS LAM.	.....+.++...
0628PORTULACA OLERACEA L.	...1.....+.....
0042ALTSICARPUS OVALIFOLIUS (SCHUM.ET THONN.)	....+.....+
0154CENCHRUS PRIEURII (KUNTH) MAIRE	..+.....+.....
0319ERAGROSTIS LINGULATA W.D.CLAYTON	+...+.....
0495LEPTADENIA HASTATA (PERS.) DECNE.	..+.....
0194COMMELINA FORSKALAEI VAHL	..+.....
0375CLEOME GYNANDRA L.	...+.....
0423INDIGOFERA ASTRAGALINA DC.	...+.....
0638PUPALIA LAPPACEA (L.) JUSS.	....+.....
0262DACTYLOCTENIUM AEGYPTIUM (L.) P. DE B.	.....+.....
0233CUCUMIS MELO L.	.....+.....
0573PANICUM LAETUM KUNTH	.....+.....
0182CITRULLUS COLOCYNTHIS (L.) SCHRAD.	.....+.....
0799WALTHERIA INDICA L.	.....+.....
0158CERATOTHECA SESAMOIDES ENDL.	.....1.....
0379HELIOTROPIUM RAMOSISSIMUM (LEHM.) DC.	.....+.....
0692SESAMUM ALATUM THONN.	.....+.....
0315ERAGROSTIS CILIARIS (L.) R.BR.	.....+..
0168CIENFUEGOSIA DIGITATA CAV.	.....+.
0314ERAGROSTIS CILIANENSIS (ALL.) F.T. HUBB.	.....+.
0592PENNISETUM PEDICELLATUM TRIN.	5
0148CASSIA OBTUSIFOLIA L.	.....+
0644IPOMOEA VAGANS BAK.	.....+
0626PORTULACA FOLIOSA KER-GAWL.	.....+

dalzielii), les plagettes limono-sableuses (Hibiscus sidiformis, Hibiscus micranthus, Dicoma tomentosa, Stylosanthes mucronata) ou les ravinettes ensablées (Glossonema boveanum).

Un large éventail d'espèces "compagnes" vient enrichir le cortège floristique global, qu'elles soient associées aux milieux sableux (Cenchrus prieurii, Cenchrus biflorus, Sesamum alatum, Citrullus colocynthis, Ceratotheca sesamoïdes ...), aux bas-fonds (Pennisetum pedicellatum, Cassia obtusifolia, Cucumis melo) ou habituellement repésentatives des micro-cuvettes (Eragrostis pilosa, Panicum laetum, Schoenefeldia gracilis).

La végétation de ce groupement semble être assez stable d'une année sur l'autre, dans la mesure où une grande partie de la production semencière est piégée sur place, à la faveur des blocs et débris rocheux. Par ailleurs, l'exploitation de ce type de biotope par les caprins relève de la "cueillette", du fait de la dispersion du peuplement, et ne devient "rentable" que lorsque les pâturages environnants sont épuisés, soit après complète dissémination des diaspores.

5 - Végétation des glacis : à plats limono-sableux (groupe II) : Groupement à Dipcadi tacazzeanum

Ce groupe de relevés est assez mal individualisé sur les carte factorielles où il occupe une position centrale, infiltré entre les relevés des sols sableux (groupe I), ceux des micro-cuvettes (groupe IV) et ceux des sols squelettiques (groupe III). Il est constitué de relevés sur sol limono-sableux, glacés en surface et souvent dégradés, où s'étend une végétation faiblement recouvrante et peu diversifiée. Son ensemble spécifique ne comprend pratiquement pas de caractéristiques de haute fréquence, et les espèces exclusives (cf. tab.V) restent peu nombreuses (Bulbostylis barbata, Evolvulus alsinoïdes, Farsetia stenoptera, Fimbristylis debilis) et peu abondantes (cote "+"). Globalement, la végétation de ce groupe peut être représentée par Dipcadi tacazzeanum et Heliotropium strigosum (cf. fig. 17 et 18).

Cette pauvreté floristique s'explique en premier lieu par la structure superficielle du sol, sur lequel s'étend une mince pellicule limono-argileuse qui diminue considérablement sa perméabilité. L'eau précipitée s'infiltre difficilement dans le profil et ruisselle en formant une nappe dont l'importance est proportionnelle à l'intensité de la pluie, par suite d'un phénomène de "battage" à la surface du sol (cf. C.T.F.T., 1979).

Tableau X

Végétation des glacis et à-plats limono-sableux
Groupement à Dipcadi tacazzeanum

	IIa	IIb	IIc
	20002252009222020222052005		
	21211212222222111222102120		
	88494710164779892677857809		
	35426746171204158568339652		
ESPECES REPRESENTATIVES DU GROUPEMENT A DIPCADI TACAZZEANUM (GROUPE II):			
1073DIPCADI TACAZZEANUM (HOCHST. EX A. RICH.)	.+.+.1..++..1.+++.+...+++.		
0384HELIOTROPIUM STRIGOSUM WILLD.	+.+...+.++...+.111.+.....+		
01268ULBOSTYLIS BARBATA (ROTTB.) KUNTH	......+.....		
0344FARSETIA STENOPTERA HOCHST.	.......+.....		
0772TRICHODESMA AFRICANUM (L.) LEHM.	.......+.....		
1160FIMBRISTYLIS DEBILIS STEUD.	.......+.....		
SOUS-GROUPE IIa : FACIES A ZORNIA GLOCHIDIATA			
08072ORNIA GLOCHIDIATA REICHB. EX DC.	23243.....2++.1.+1.++..		
0573PANICUM LAETUM KUNTH	.+.12...+.....+.		
0535NITRACARPUS VILLOSUS (SW.) DC.	.+.....+.....		
0340EVOLVULUS ALSINOIDES (L.) L.	...1.....+.....		
04551POMOEA COSCINOSPERMA HOCHST. EX CHOISY	...+.....+.....		
0598PERISTROPHE PANICULATA (FORSK.) BRUMMITT	...+.....+.....		
0638PUPALIA LAPPACEA (L.) JUSS.	...+.....+.....		
SOUS-GROUPE IIb : FACIES A MOLLUGO NUDICAULIS			
0538MOLLUGO NUDICAULIS LAM.	..++2+++1122322+111.+1+..		
0626PORTULACA FOLIOSA KER-GAWL.	.....+.+..1+.++11.....+		
0173CLEOME TENELLA L.F.	.....1.32.....+		
2008	.....1++.....+.....		
0334FIMBRISTYLIS HISPIDULA (VAHL) KUNTH	.....+...+.....+.....1		
0628PORTULACA OLERACEA L.	.....1.....1.....		
0315ERAGROSTIS CILIARIS (L.) R.BR.	.....+.....1.....		
0233CUCUMIS MELO L.	.....+.....1.....		
0692SESAMUM ALATUM THONN.	.....++.....		
0501LINEUM PTEROCARPUM (GAY) HEIMERL IN ENGL.	.....++.....		
0077ARISTIDA FUNICULATA TRIN. ET RUPR.	...+...3.....		
0314ERAGROSTIS CILIANENSIS (ALL.) F.T. HUBB.	.....+.....		
0203COMMICARPUS TRIDENS L.	.....+.....		
0620POLYGALA ERIOPTERA DC.	.....+.....		
0605PHYLLANTHUS PENTANDRUS SCHUM. ET THONN.	.....+.....		
0181CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MANSFIELD	.....+.....		
SOUS-GROUPE IIc : FACIES A ARISTIDA MUTABILIS			
0080ARISTIDA MUTABILIS TRIN. ET RUPR.	.....+.....+++524411+.1		
0163ENTEROPOGON PRIEURII (KUNTH) W.D. CLAYTON	..+....++.++.....+121+.+2.		
0158CERATOTHECA SESAMOIDES ENDL.	.....1.++..++..+..		
0326ERAGROSTIS TREMULA HOCHST. EX STEUD.	.....+..+++...+		
0278DIGITARIA HORIZONTALIS WILLD.	.....+2....		
0498LEPTOTHRIUM SENEGALENSE (KUNTH) W.D.CLAYTON	.....+.....		
0172CLEOME SCAPOSA DC.	.....1....		
0589PAVONIA TRILOBA GUILL. ET PERR.	.....+....		
0592PENNISETUM PEDICELLATUM TRIN.	.....+....		
COMPAGNES :			
0322ERAGROSTIS PILOSA P. DE B.	2+3+1+..1..214+2+.+1.+++1.		
0444INDIGOFERA SENEGALENSIS LAM.	++212...3+221211++232.2++.		
0767TRAGUS BERTERONIANUS SCHULT.	..+..+.1+.3++2++2+212+2221		
0362GISEKIA PHARNACIOIDES L.	.....1..++1..2+1111+1.2...		
0771TRIBULUS TERRESTRIS L.	.....1..+++1+2++++1....2+.		
0262DACTYLOCTENIUM AEGYPTIUM (L.) P. DE B.	+.1++...+..1.....11++1.4+		
0672SCHOENEFELDIA GRACILIS KUNTH	..32+...1..2....++..+1...+		
0042ALYSICARPUS OVALIFOLIUS (SCHUM.ET THONN.)	.1.+2...+.+..1.++...+..++.		
01038BERNAVIA REPENS L.	.+..+..++.+1..++.....2..		
0153CENCHRUS BIFLORUS ROXB.	.1.+...3+.3.....1..++.		
0332EUPHORBIA FORSKALII J.GAY	....+..1..+..+.++.....+..		
0613POLYCARPAEA CORYMBOSA (L.) LAM.	...+..++..+.....1....1		
0537MOLLUGO CERVIANA (L.) SERINGE IN DC.	.....+.....12.....+.1		
0182CITRULLUS COLOCYNTHIS (L.) SCHRAD.	.+.+.....+.....+....1		
0174CLEOME VISCOSA L.	...+....1.....+...+..+.		
0379HELIOTROPIUM RAMOSISSIMUM (LEHM.) DC.	.+.....+.....+.....		
04391NDIGOFERA PILOSA POIR.	.....++.....+.....		
0502LINEUM VISCOSUM (GAY) FENZL	.....+.+...+.....		
0039ALTERNANTHERA NODIFLORA R.BR.	+..+.....+.....		
0495LEPTADENIA HASTATA (PERS.) DECNE.	...1.....1.		
0774TRIPOGON MINIMUS (A.RICH.) HOCHST. EX STEUD.	..1.....+....		
0076ARISTIDA ADSCENSIONIS L.	...+.....+.		
07999ALTHERIA INDICA L.	...+.....+.....		
1262KYLLINGA WELWITSCHII RIDL.	+.....+.....		
0249CYPERUS IRIA L.	+.....+.....		
0319ERAGROSTIS LINGULATA W.D.CLAYTON	.....+.....+.		
0443INDIGOFERA SECUNDIFLORA POIR.	.....+.....+.		
0477TRACHIARIA ORTHOSTACHYS (HEZ) W.D.CLAYTON	.....+.....+....		

Certains auteurs ont également souligné le rôle que pourrait jouer des algues cyanophycées dans la formation de ces glacis (DULIEU et al., 1977; BARBEY et COUTE, 1976), en rapport avec les propriétés hydrophobes de leur mucilage.

Quelques nuances peuvent néanmoins être décelées au sein du groupe II, conformément aux résultats obtenus lors de l'AFC en abondance-dominance; trois principales variantes sont envisagées (tab. X), l'une correspondant aux glacis sensu stricto (II b), une autre à des à-plats recouverts d'une mince couche de sable (II c), et une dernière à un petit groupe de relevés de transition (II a), présentant certaines affinités avec la végétation des micro-cuvettes.

- Sous-groupe II a : faciès à Zornia glochidiata.

L'abondance de Panicum laetum et, dans une moindre mesure, de Schoenefeldia gracilis et Eragrostis pilosa rapproche cet ensemble de relevés du groupe IV. Zornia glochidiata tend cependant à différencier ce sous-groupe, constituant des plages de végétation relativement dégradées, au niveau desquelles le recouvrement au sol ne dépasse guère 40 à 50 p.100. Cette légumineuse est plus faiblement observée à l'approche du secteur sud-sahélien, dans des stations analogues, mais semble régresser au sein de la zone étudiée.

- Glacis dégradés à Mollugo nudicaulis (sous-groupe II b) -

Il est essentiellement différencié par une fréquence relativement élevée de Mollugo nudicaulis et Portucala foliosa, et plus ponctuellement par quelques espèces peu exigeantes vis-à-vis de la disponibilité en eau du profil (Fimbristylis hispidula, Sesuvium sesuvioïdes, Cleome tenella).

Ce type de biotope présente une végétation extrêmement dégradée, le recouvrement étant généralement inférieur à 10 p.100. La recolonisation est rendue difficile par la présence de la croûte superficielle, limitant la fixation des diaspores.

- Sous-groupe II c : faciès à Aristida mutabilis

Le léger film sableux recouvrant la surface du sol permet l'installation d'espèces à enracinement très superficiel, notamment Aristida mutabilis, Enteropogon prieurii et, dans une moindre mesure, Tragus berteronianus, qui peuvent différencier ce sous-groupe. Ces dernières atteignent rarement des taux de recouvrement importants et sont facilement déchaussées par le vent ou par la lame d'eau, en raison de leur faible profondeur de germination.

Ce type de faciès évolue facilement vers le glacis, dès lors que la végétation devient trop dispersée pour fixer

convenablement la couche superficielle de sable. A l'inverse, lorsque l'ensablement devient plus important, diverses psammophiles peuvent s'installer, et ébaucher une dynamique progressive vers les stations à sols sableux (groupe I).

6 - Végétation des sols sableux : Unité à Limeum viscosum (Groupe I)

Malgré un échantillonnage assez conséquent par rapport aux groupes précédents (64 relevés pour le groupe I, soit 40 % du nombre total de relevés), ce type de végétation n'est que faiblement individualisé sur le plan floristique. Son ensemble caractéristique comprend tout d'abord quelques espèces dont la fréquence est significativement élevée (Citrullus colocynthis, Eragrostis tremula, Sesamum alatum, Heliotropium ramosissimum, Gisekia pharnacioïdes), mais qui peuvent être recensées dans d'autres types de milieux (groupes II et III, par ex.). Quelques espèces exclusives viennent renforcer l'individualité du groupe I, notamment Limeum viscosum et Pancrathium trianthum, ainsi que quelques taxons de moindre fréquence (Limeum diffusum, Indigofera diphylla). Ces espèces traduisent des conditions écologiques communes aux diverses stations du groupe I, et constituent par conséquent un ensemble caractéristique de rang supérieur.

A la suite des résultats de l'analyse partielle en abondance-dominance, 3 principaux sous-groupes ont été individualisés (tab. XI), en relation avec un degré d'ensablement décroissant.

- Sous-groupe I a : groupement à Indigofera aspera.

Il rassemble les relevés des stations les plus arides, sur sable épais, ondulé ou dunaire (dômes et pentes). Hormis quelques espèces d'affinité sahélo-saharienne (Panicum turgidum, Cyperus conglomeratus), ce sous-groupe est surtout différencié par Indigofera aspera et Euphorbia convolvuloïdes, typiques des sables secs, ainsi que par quelques psammophiles de moindre fréquence (Polygala irregularis, Chrozophora brocchiana, Tephrosia bracteolata, Aerva javanica).

Ce type de végétation est particulièrement bien représenté à l'ouest du territoire, au niveau des ergs fossiles du Trarza, mais également au sein des immensités sableuses de Mauritanie orientale, dans toute la frange septentrionale du secteur nord-sahélien.

- Sous-groupe I b : groupement à Cenchrus biflorus et Alysicarpus ovalifolius.

Il représente les stations sur sable pénéplané épais, mais regroupe aussi les relevés des buttes et piégeages sableux importants pouvant bénéficier d'un apport hydrique complémen-

Tab.XI: Peuplement herbacé : Végétation des sols sableux
Groupement à Limeum viscosum

Ic	Ib	Ia
020223000903005293209022320990910025193535453555555555		
212111222220111220212222212222221212112010111001010101		
294993204549837758839368633227250086304889888971961637		
521134422261243314423642222711631141124324314514462354		

ESPECES REPRESENTATIVES DU GROUPEMENT
A LIMEUM VISCOSUM (GROUPE I) :

0182CITRULLUS COLOCYNTHIS (L.) SCHRAD.	...+...++++++...+.++23+++.+.11.+++++2.+..1...+1.1.2+11.
0379HELIOTROPIUM RAMOSISSIMUM (LEHM.) DC.	..+..+++++.+++..12.1++.....+..+.+..1+...1+.+1.3+4+.1+.
0502LIMEUM VISCOSUM (GAY) FENZL	..1.....++.....1+....+..+++2+.1+1.+..+.+2.+11....+
0692SESAMUM ALATUM THONN.	.+...1.2+1.+....++.2....+.....+.+2.+.....1..+.1++....1
0567PANCRATIUM TRIANTHUM HERBERT	.++1..+..1.....1.....+22.....+.+.....+
0500LIMEUM DIFFUSUM (GAY) SCHINZ	.1+1..1.....+..2.+.....1.....
0428INDIGOFERA DIPHYLLA VENT.	..+.....+.....1.....

SOUS-GROUPE Ic :
FACIES A TRIBULUS TERRESTRIS

0771TRIBULUS TERRESTRIS L.	122211+.13423333311+..+.11+1+++.....+1..1.++.....
0375CLEOME GYNANDRA L.	452252+122....+.+..+..1.....+...+.....1
0315ERAGROSTIS CILIARIS (L.) R.BR.	+2.22+2.....1....+...+.....+..+.....+..+.2..
0322ERAGROSTIS PILOSA P. DE B.	...1+.+.1.....+.....+.
0626PORTULACA FOLIOSA KER-GAWL.	....+.+.+.....+.....
0594PENNISETUM VIOLACEUM (LAM.) L.RICH.	.....+.....
0181CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MANSFIELD	.....+.....
0324ERAGROSTIS TENELLA (LINN.) P.BEAUV. EX ROEM.	.....+.....
2008	+.....++..++++..+..1+.....+...+.....+.....
0103BOERHAVIA REPENS L.	....+.....+.3+.4.....1.....+.....
0628PORTULACA OLERACEA L.	....1.....1+.....
0233CUCUMIS MELO L.	.....+.....1.....
0077ARISTIDA FUNICULATA TRIN. ET RUPR.	.....3.....
0769ZALEYA PENTANDRA (L.) JEFFREY	.....+.....
2001	.....+.....
0443INDIGOFERA SECUNDIFLORA POIR.	.....+.....
0604PHYLLANTHUS NIRURI AUCT.NON L.	.....+.....

SOUS-GROUPE Ib :
COMMUNAUTE A CENCHRUS BIFLORUS

0153CENCHRUS BIFLORUS ROXB.	.+.++...+3++.++23+123+.3323+44224244325.13344+514325123
0042ALYSICARPUS OVALIFOLIUS (SCHUM.ET THONN.) J.L	..+....++...++.+++.334+2+11+++.++++++1++..+..+.++...+..
0332EUPHORBIA FORSKALII J.GAY	...1+.+..+.....+..++..+..+++.++..1...+.....
0384HELIOTROPIUM STRIGOSUM WILLD.	.....+.....+..+.1.....+.+.....
0039ALTERNANTHERA NODIFLORA R.BR.	.....+.....+.....
0173CLEOME TENELLA L.F.	.....+.....2.....
0278DIGITARIA HORIZONTALIS WILLD.	.....+...+.....
0530MERREMIA PINNATA (HOCHST. EX CHOISY) HALL.F.	.....+..+.....
0605PHYLLANTHUS PENTANDRUS SCHUM. ET THONN.	.....+..+.....
0168CIENFUEGOSIA DIGITATA CAV.	.....+.....
0249CYPERUS IRIA L.	.....+.....
0194COMMELINA FORSKALAEI VAHL	.....+.....
0222CROTALARIA PODOCARPA DC.	.....1.....
0451IPOMOEA DICHROA CHOISY	.....+.....

Tab.XI : Peuplement herbacé : Végétation des sols sableux
Groupement à Limeum viscosum (Suite)

Ic	Ib	Ia
020223000903005293209022232099091002519353535453555555555		
212111222220111220212222212222221212112010111001010101 1		
294993204549837758839368633227250086304889888897196163 7		
521134422261243314423642222711631141124324314514462354 2		

SOUS-GROUPE Ia :
COMMUNAUTE A INDIGOFERA ASPERA

0422INDIGOFERA ASPERA PERR. EX DC.	.....	.....	..1.+.+121....+
0334EUPHORBIA CONVOLVULOIDES HOCHST. EX BENTH.	.....	.....	2+2.++.....
0080ARISTIDA MUTABILIS TRIN. ET RUPR.	..+..+.++...++1..+.+1+..+1.....+++.+	.....	++122311+++1322
0326ERAGROSTIS TREMULA HOCHST. EX STEUD.	..1..++.+...+11++..3+...+1++....+...1+.	.....	....++2+3.2234+
0613POLYCARPAEA CORYMBOSA (L.) LAM.	.....	.....	.....1....1.+.
0799WALTHERIA INDICA L.	.....	.....	.....1.1+...
0501LIMEUM PTEROCARPUM (GAY) HEIMERL IN ENGL.	.....	.....	.....+.1.....
1031CYPERUS CONGLOMERATUS ROTTB.	.....	.....	1+.....
0579PANICUM TURGIDUM FORSK.	.....	.....	+.....+
0620POLYGALA ERIOPTERA DC.	.....	.....	....++.....
1420POLYGALA IRREGULARIS BOISS.	.....	.....	1.....
0165CHROZOPHORA BROCCHIANA VIS.	.....	.....	.....+.....
0749TEPHROSIA BRACTEOLATA GUILL. ET PERR.	.....	.....	.....+.....
0201CORCHORUS FASCICULARIS LAM.	.....	.....	.....+...
0027AERVA JAVANICA (BURM.F.)JUSS.EX SCHULT.	.....	.....	1

COMPAGNES :

0362GISEKIA PHARNACIOIDES L.	+1111.+3+2..21..2+.+2...++.1+++1+3+1++1+.+++1+..1.1.1.+		
0767TRAGUS BERTERONIANUS SCHULT.	..2+.+..31.1+22.11+12.+.+.+4+..+.+.+.+.3..+.1+.1.+.....		
0444INDIGOFERA SENEGALENSIS LAM.	..+...+4+1.22+.+21.12++1+31+11++.3+...11.+...1.....		
0262DACTYLOCTENIUM AEGYPTIUM (L.) P. DE B.	..1++5..3....1+1++12...4.13.....+..+...11+.++.+...+		
0203CORCHORUS TRIDENS L.	.....++++.+....++.1.+..+...++.....+.+.+....+++....+		
0537MOLLUGO CERVIANA (L.) SERINGE IN DC.	+3+3+.1.....+.....+.....1..1.....1+.+.2..+.+....1		
0163ENTEROPOGON PRIEURII (KUNTH) W.D. CLAYTON	.+...1..+....+2....++..+2.....+..1.3.....1.....+.+1.		
0158CERATOTHECA SESAMOIDES ENDL.	.1.....+.+.....+...+.....+..+.+++.....1.1.....		
0154CENCHRUS PRIEURII (KUNTH) MAIRE	.....1+...+..+.....+.....+.+.....2.1.1.....+...		
0807ZORNIA GLOCHIDIATA REICHB. EX DC.	.....++1.....+++.....1+++..++.....		
0498LEPTOTHRIUM SENEGALENSE (KUNTH) W.D.CLAYTON	.....+..2..1.....+.....1..1+...1+.+.1....1		
0538MOLLUGO NUDICAULIS LAM.	.1.+1.+.....+++...+.+.+...+..+.....		
0535MITRACARPUS VILLOSUS (SW.) DC.	.....+.....+....+.....++.....		
1073DIPCADI TACAZZEANUM (HOCHST. EX A. RICH.) BAK.	.....+.....+.....1....+.....		
0439INDIGOFERA PILOSA POIR.	.....+.....+....+.....+.....		
0354FIMBRISTYLIS HISPIDULA (VAHL) KUNTH	.....+.....+.....1....		
0917BRACHIARIA ORTHOSTACHYS (MEZ) W.D.CLAYTON	.....+.....+.....+.....		

taire par ruissellement. Dans ce dernier cas, il s'agit de protubérances sableuses plus ou moins fixées, disséminées sur des pentes faibles de bassins-versants, et constituant des obstacles à l'écoulement de la nappe d'eau.

Du fait de leur texture grossière, ces buttes captent facilement une partie de l'eau ruisselée, et peuvent héberger des espèces relativement exigeantes vis-à-vis du bilan hydrique stationnel, telles que Alternanthera nodiflora, Digitaria horizontalis ou Cyperus iria.

Quelques espèces des sables humides viennent ponctuellement renforcer l'originalité de ce sous-groupe, notamment Merremia pinnata, Phyllanthus pentandrus, Crotalaria podocarpa et Cienfuegosia digitata.

Ces buttes semblent être relativement stables, malgré l'action érosive de la lame d'eau, du fait d'une bonne cohésion des particules du sol par les racines fasciculées de Cenchrus biflorus, qui domine largement dans ce type de végétation. Deux faciès peuvent cependant être reconnus, en fonction de la dominance respective d'Alysicarpus ovalifolius ou de Cenchrus biflorus.

- Sous-groupe Ic : faciès à Tribulus terrestris

Il s'agit là encore de piégeages sableux, mais de taille plus modeste comparativement au sous-groupe précédent; ils se développent à la faveur de vieilles souches ou de branchages abandonnés au sol, par accumulation de sable éolien et de débris végétaux divers (litière, paille ...), et constituent des "micro-buttes" d'échelle décimétrique (20 à 30 cm de hauteur), caractérisées par une importante macro-porosité et une forte teneur en matière organique.

Quelques plantes à tendance rudérale permettent de différencier ce sous-groupe, notamment Tribulus terrestris, Boerhavia repens et Portulaca oleracea.

Une légère variante peut être signalée lorsque ces micro-buttes se développent sur à-plats dunaires surpâturés, avec dans ce cas apparition d'espèces de maigre intérêt fourrager, telles que Cleome gynandra et Eragrostis ciliaris.

4.3. Relation entre les communautés ligneuses et herbacées

Les particularités structurales des peuplements ligneux et herbacés (cf. parag.3) incitent à analyser séparément leur végétation respective. A la lumière des résultats obtenus, on peut cependant s'interroger sur l'existence et la nature des relations susceptibles de rapprocher les deux types de communauté, en recherchant d'éventuelles analogies entre les groupes et sous-groupes indentifiés lors de chaque analyse.

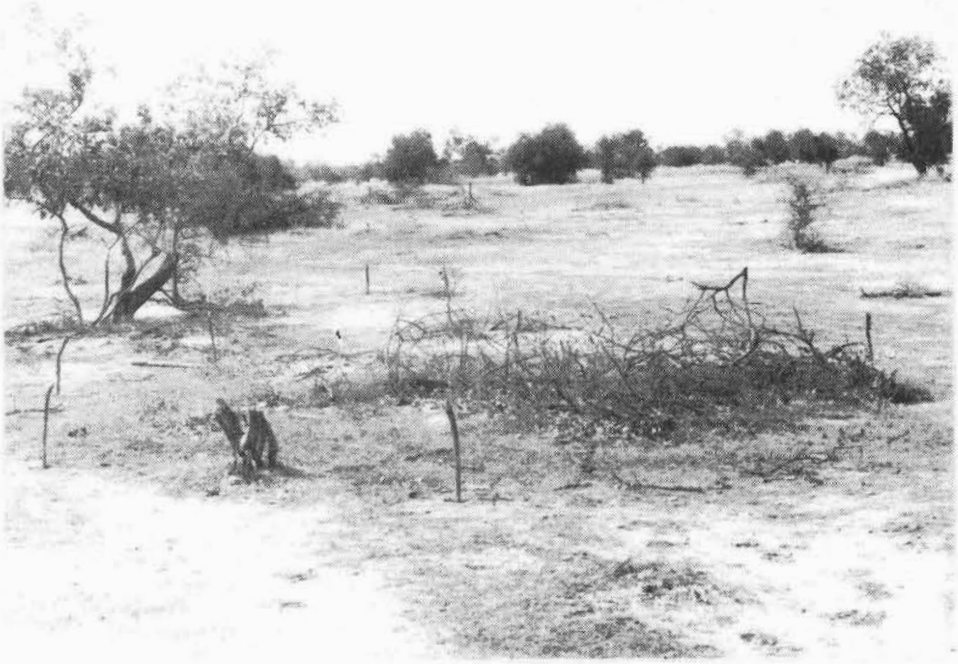


Photo 3 : Microbutte à Tribulus terrestris

Une bonne représentation de ces relations est fournie par une matrice dont les lignes et les colonnes correspondent respectivement aux groupements herbacés et ligneux, avec aux intersections, le nombre de relevés présents dans chaque paire de groupe. Ce "tableau de correspondance" (tab. XII) ne prend en compte que les stations où les deux strates ont été simultanément considérées, soit un total de 144 relevés, après exclusion des échantillons "ligneux" ou "herbacés" isolés. Dans les deux cas, les types de végétation ont été ordonnés depuis les milieux les plus humides vers les plus arides.

L'examen de cette matrice montre en premier lieu une faible diagonalisation du tableau, signalant ainsi une mauvaise adéquation d'ensemble entre communautés ligneuses et herbacées, ce qui justifie, a posteriori, l'approche adoptée pour l'analyse du couvert végétal.

Ponctuellement, certaines analogies peuvent être signalées, notamment pour les milieux les plus humides (ligneux I / herbacés M), et pour la végétation des lithosols (ligneux II / herbacés III). A l'inverse, certains groupements herbacés peuvent être représentés presque indifféremment sous diverses communautés ligneuses; c'est le cas des herbacées héliophiles (groupe V), recensées aussi bien en bordure de mare (ligneux I), sur lithosols (L. II) ainsi que sur sable limoneux (L.III) ou épais (L. IV A).

Cette faible concordance entre groupements herbacés et ligneux est à rapporter à la signification écologique des coupures effectuées lors des analyses respectives des deux peuplements. En effet,comme déjà précédemment souligné (§3), si les divisions établies pour la végétation ligneuse semblent correspondre aux principaux types "pédo-morphologiques" présents sur le territoire, les groupements herbacés, pour leur part, témoignent de conditions écologiques plus précises, correspondant à des variations microtopographiques (micro-cuvettes, buttes de piégeage), ou encore à des états de surface particuliers (glacis, poudrage sableux ...).

Exception faite des groupes les plus marginaux (mares, collines latéritiques), il n'est donc guère possible d'envisager des correspondances strictes entre les 2 types de peuplement, en raison de l'inéquation fondamentale qui sépare leur niveau d'organisation respectif.

Ainsi, sous une même communauté ligneuse, représentée par le relevé 0243 du groupe III c, 5 relevés de végétation herbacée ont été effectués, correspondant à :

- 2 relevés de micro-cuvettes (groupe IV), l'une à Panicum laetum (R. 0243), l'autre à Schoenefeldia gracilis (R. 0244).

TABLEAU XII

Tableau de correspondance entre groupements herbacés et ligneux (sur la base de 144 relevés)

Ligneux : Groupement à		Acacia nilotica (I)	Commiphora africana (II)			Combretum glutinosum (III)			Acacia tortilis (IV)	
Sous-groupe			A	B	C	A	B	C	A	B
Herbacés										
Groupement à	Sous-groupe (Faciès à)									
Sphenoclea zeylanica (M)		10								
Achyranthes sicula (VI)			3	4	5	1				
Eragrostis namaquensis (V)		5		1	1		1	2	2	
Eragrostis pilosa (IV)	Panicum laetum (IVb)			2	2	1		4		
	Schoenefeldia gracilis (IVa)		1		2		1	3	1	
Tetrapogon cenchriformis (III)			5	3	3	1				
Dipcadi tacazzeanum (II)	Aristida mutabilis (IIc)			1		1		7		
	Mollugo nudicaulis (IIb)			2		4		5		
	Zornia glochidiata (IIa)			1				4		
Limeum viscosum (I)	Tribulus terrestris (Ic)					2	1	6	4	7
	Cenchrus biflorus (Ib)				2	5	1	5	7	1
	Indigofera aspera (Ia)			1		2	1	1	4	5

- 2 relevés du groupe II, l'un sur à-plat ensablé à Aristida mutabilis (R. 0245) et l'autre sur glacis dégradé à Mollugo nudicaulis (R. 0247).

- 1 relevé de micro-butte sableuse à Tribulus terrestris (R. 0246).

De tels exemples pourraient être multipliés, et témoignent de la diversité des combinaisons possibles entre communautés herbacées et ligneuses. Cette diversité est particulièrement accentuée au niveau des groupements à Commiphora africana (groupe II) et à Combretum glutinosum (groupe III), du fait de l'hétérogénéité de l'horizon superficiel du sol qui peut être alternativement empierré, ensablé, décapé ou glacé, constituant ainsi autant de conditions écologiques originales vis-à-vis de l'établissement des communautés herbacées.

Contrairement aux résultats obtenus par certains auteurs en zone sud-sahélienne (DJITEYE, 1988), il n'est guère possible d'envisager ici des relations spécifiques entre les deux types de peuplement, telles que l'on puisse définir des entités mixtes ("phytocénoses"), résultant de la réunion d'un groupement ligneux et d'un ou plusieurs types de communautés herbacées. Seule la végétation des mares (groupement à Acacia nilotica) peut se voir attribuer ce genre de définition, comprenant dans ce cas deux communautés herbacées, l'une spécifique (groupement à Sphenoclea zeylanica), et l'autre moins strictement inféodée à ce type de station (groupement à Eragrostis namaquensis).

Seul un échantillonnage plus conséquent du couvert végétal, débouchant sur la recherche de liaisons statistiques entre groupement ligneux et herbacés, permettrait de préciser d'éventuelles relations de dépendance entre les deux types de peuplement, et de discerner des combinaisons originales, représentatives de structures phytocénotiques.

Les communautés ligneuses et herbeuses identifiées semblent donc être relativement indépendantes, leurs relations hiérarchiques étant limitées à quelques situations bien particulières correspondant, soit à des biotopes très marginaux (mares), soit à un facteur écologique intervenant ponctuellement (ombrage) ou indirectement (rôle des branchages et de la litière dans l'édification des buttes éoliennes).

4.4. Commentaires sur la valeur syntaxonomique des groupes identifiés.

Hormis l'identification et la description des groupements végétaux, l'utilisation de la méthode sigmatiste conduit à s'interroger sur la valeur syntaxonomique des unités de végétation isolées par l'AFC. Plusieurs problèmes doivent être soulignés face à la tentation d'attribuer aux groupements précédemment définis un rang hiérarchique

particulier. En premier lieu, le nombre limité de relevés considérés dans cette typologie réduit l'application de toute ébauche de classification à un cadre strictement régional, cantonné à une bande latitudinale correspondant au secteur nord-sahélien.

Par ailleurs, la définition des groupements ligneux repose sur la distinction d'ensembles caractéristiques numériquement pauvres, parfois réduit à des singletons (ex. : Acacia tortilis pour le sous-groupe I B; Adenium obesum pour II A), d'où une antinomie avec la notion d'"association" qui évoque implicitement un regroupement de plusieurs espèces.

D'autre part, certaines unités de végétation herbacée se distinguent par un cortège original d'espèces compagnes, auquel il est impossible d'adjoindre des espèces "caractéristiques" dans l'acception phytosociologique (cas des micro-cuvettes et des glacis), condition pourtant nécessaire "pour recevoir la qualification d'association végétale".

Cette appellation n'est en fait applicable que pour un nombre limité de groupements herbacés, correspondant à des types de végétation nettement discriminés lors de l'analyse globale (groupes VI et III), et plus confusément pour la végétation des mares qui, bien qu'insuffisamment échantillonnée, pourrait constituer une catégorie syntaxonomique de rang supérieur (Alliance ?).

Une autre problème est posé par la prise en considération de "faciès" de végétation, dont l'identification repose sur le seuil critère d'abondance-dominance de quelques taxons. Or, si la présence d'une espèce constitue en phytosociologie une information élémentaire, il convient de rappeler que les herbacées sahéliennes produisent généralement de grandes quantités de semences, et présentent dans la plupart des cas de fortes aptitudes à la téléchorie. A ce titre, la présence de quelques individus isolés d'une espèce peut revêtir un caractère occasionnel, ou "accidentel", tandis qu'un peuplement dense ne peut s'établir qu'à la faveur d'un contexte écologique propice à son développement, à sa multiplication, et à son maintien sur place (forte compétitivité).

Les unités de végétation élémentaires, définies sur la base de l'espèce dominante, peuvent bien sûr être amenées à évoluer d'une année sur l'autre, notamment en réponse à des variations de hauteur et de distribution des précipitations. En l'absence de suivi pluriannuel, le problème de la stabilité de ces faciès peut être abordé par l'analyse du stock semencier du sol, à partir duquel il est possible d'appréhender l'éventail des potentialités propres à chaque unité de végétation (cf. 3ème partie).

5 - EVOLUTION DES PATURAGES DEPUIS LA SECHERESSE

Pour le territoire étudié, la documentation permettant d'apprécier l'évolution de la végétation depuis la sécheresse se résume à la seule étude conduite par MOSNIER (1961) dans les régions de Kaédi et M'Bout. Malgré la nature synthétique des données présentées par cet auteur, plusieurs niveaux de comparaison sont envisageables, notamment sur le plan de la diversité floristique globale de la région de Kaédi, mais également au niveau des groupements végétaux, pour quelques types de pâturage aisément localisables.

En ce qui concerne le premier point, la florule établie par MOSNIER comportait environ 360 espèces, pour un territoire inscrit entre les 12 ème et 14 ème degré de longitude ouest et les 16 ème - 17 ème parallèles, contre seulement 250 aujourd'hui. Cet appauvrissement floristique porte principalement sur deux catégories d'espèces; certaines d'entre elles, tout d'abord, ont pratiquement disparu de l'ensemble du territoire mauritanien, ce qui implique une migration d'au moins 200 km vers le sud. C'est le cas d'espèces ligneuses dont la limite septentrionale de répartition devait correspondre, dans les années 1960, aux environs du 16 ème parallèle (Terminalia avicennoïdes, Terminalia macroptera, Phyllanthus reticulatus, Mimosa pigra, Nauclea latifolia, Lannea microcarpa et, dans une moindre mesure, Khaya senegalensis, souvent introduit dans les agglomérations du bord du fleuve).

La deuxième catégorie regroupe tout un ensemble d'espèces dont l'aire de répartition est aujourd'hui limitée au secteur sud-sahélien (sud du 15 ème parallèle); pour les ligneux, on peut citer Sterculia setigera, Diospyros mespiliformis (Ebène), ou encore Celtis integrifolia qui semblait occuper jadis un domaine climatique beaucoup plus vaste (cf. MONOD, 1943 et 1970). Parmi les herbacées, la liste est beaucoup plus longue et comporte aussi bien des espèces des milieux sableux (Aristida stipoïdes, Cenchrus ciliaris) ou des sols squelettiques (Stylosanthes mucronata, Elyonurus elegans, Andropogon pinguipes, Andropogon pseudapricus ...), que d'autres liées à des stations au sol engorgé temporairement (Crypsis schoenoïdes, Schizachyrium brevifolium, Paspalum scrobiculatum, Sesbania bispinosa, Vetiveria nigritana) ou en permanence (Vossia cuspidata, Cyperus alopecuroïdes, Cyperus maculatus, Sesbania pachycarpa, Echinochloa pyramidalis...).

L'origine de cet appauvrissement floristique ne peut être exclusivement imputé à la péjoration climatique récente, certaines de ces espèces étant aujourd'hui réfugiées dans des stations peu fréquentées par le bétail, au sein même du secteur nord-sahélien, telles que Stylosanthes mucronata sur colline latéritique ou Andropogon gayanus et Rottboellia exaltata, dans des bas-fonds à hydromorphie temporaire.

Néanmoins, la régression de nombreuses espèces d'intérêt fourrager médiocre ou nul (Cymbopogon giganteus, Schizachyrium exile, Diheteropogon hagerupii, Ctenium elegans...) suggère une certaine dualité dans les causes de cette péjoration floristique, sans qu'il soit actuellement possible de préciser la part respective des facteurs climatiques et anthropozoogènes.

Au niveau des groupements végétaux, les comparaisons sont limitées par le manque de précision concernant la localisation des observations effectuées par MOSNIER en 1960. Certaines modifications spectaculaires peuvent néanmoins être signalées, notamment au niveau des plateaux cuirassés qui s'étendent au nord et nord-est de Kaédi (cf. photos 4 et 5, d'après BOUDET et al., 1987). Ces formations constituent aujourd'hui de véritables "forêts fossiles" (cf. 4.2.1.2., sous-groupe II B), au sol jonché de bois morts de Pterocarpus lucens, entre lesquels émergent encore quelques termitières ruiniformes désertées par leurs habitants. L'abondance des chicots inanimés suffit à témoigner du degré de recouvrement qu'atteignait auparavant le peuplement ligneux. Cette hécatombe relativement soudaine (en moins de trente ans) constitue une étape dynamique irréversible, dans la mesure où les porte-graine subsistant aujourd'hui sont excessivement dispersés, et le plus souvent moribonds.

L'évolution de la végétation des plateaux ensablés, qui s'étendent sur de vastes superficies au nord-ouest de Kaédi, n'est pas moins alarmante. En 1961, MOSNIER recensait pour ce type de station une flore ligneuse composée de :

- Commiphora africana : 38 individus/ha
- Grewia bicolor : 20 individus/ha
- Acacia senegal : 13 individus/ha
- Boscia senegalensis : 40 individus/ha.

Parmi ces espèces, seule Boscia est encore actuellement représentée, accompagnée çà et là de spectres plus ou moins décomposés de Grewia bicolor dont le bois mort s'altère lentement, tandis que Commiphora et Acacia senegal ont péri et totalement disparu de la surface du sol.

Par ailleurs, MOSNIER signalait sur ces mêmes sites une production fourragère de 1840 kg/ha, constituée principalement de paille de Schoenefeldia gracilis; hormis une chute notable de rendement (900 à 1300 kg/ha entre 1986 et 1987), la composition du tapis herbacé s'est profondément modifiée, Cenchrus biflorus étant aujourd'hui largement dominant sur l'ensemble de ces plateaux.

D'une manière plus générale, Schoenefeldia gracilis semble avoir significativement régressé au cours de ces dernières années, notamment sur les terrains sablonneux où elle

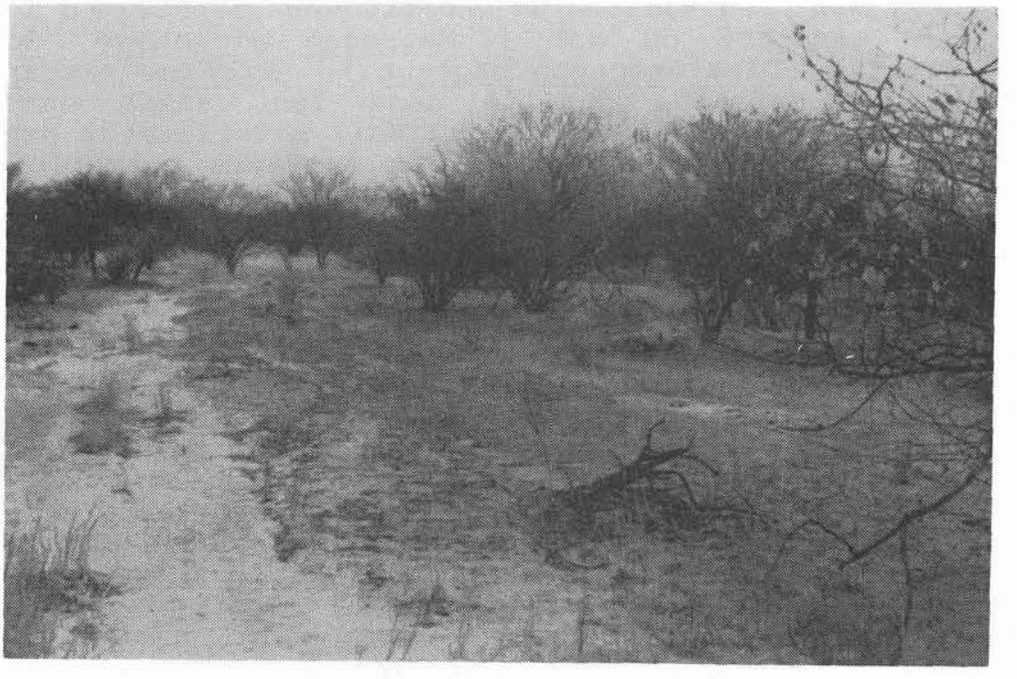


Photo 4 : Groupement à Pterocarpus lucens
sur plateau cuirassé (d'après MOSNIER, 1960)

Photo 5 : Même plateau en 1987.
(d'après BOUDET et al, 1988)

atteignait facilement des recouvrements importants (cf. MOSNIER, 1961, mais aussi BOUDET et DUVERGER, 1961; AUDRY et ROSSETTI, 1962). Cette espèce est encore dominante sur les plaines sablonneuses plus ou moins ondulées situées en deçà du 15 ème parallèle, en rapport avec la migration récente des isohyètes vers le Sud, mais reste principalement cantonnée, pour le secteur nord-sahélien, aux micro-dépressions et sites à apport hydrique complémentaire. Une modification du type d'habitat est donc intervenue depuis la phase de sécheresse, impliquant un déplacement des populations de Schoenefeldia vers des stations à bilan hydrique plus favorable, et une progression concomitante de Cenchrus biflorus sur les terrains sableux.

Toutefois, si l'expansion récente de Cenchrus est indéniable, il semble que cette espèce ait toujours été présente, et même relativement abondante, au niveau des sables du secteur nord-sahélien, du moins si l'on en croît les témoignages les plus anciens : " ... une espèce de graminée dont les graines hérissées de piquants s'attachent aux habits et entrent dans les chairs; ...cette plante croît abondamment dans les terres sableuses; elle est nommée "Khakhame" par les nègres du Sénégal. Il n'est personne qui n'ait visité les environs de ce fleuve sans en avoir été cruellement incommodé ". ("Observations faites chez les Maures Braknas", in CAILLE, 1833).

6 - CONCLUSION

A la lumière des grandes divisions bioclimatiques établies pour le territoire mauritanien (cf. parag.2), il est clair que les résultats obtenus à l'issue de cette étude typologique ne peuvent dépasser le cadre du secteur nord-sahélien; en effet, si d'une manière générale "les catégories phytosociologiques ont des aires de distribution géographique plus réduites que celles de la majorité de leurs espèces constituantes " (GUINOCHET, 1973), leur validité en milieu sahélien est rapidement limitée par les modifications de la flore, mais aussi de son utilisation, qui caractérisent toute progression de long d'un gradient latitudinal.

Les unités de végétation précédemment identifiées restent difficiles à définir sur le plan syntaxonomique du fait de la disproportion entre les lots d'espèces "compagnes" et les taxons "caractéristiques".

La distinction des "faciès" de végétation peut également porter à discussion, dans la mesure où leur discrimination est basée sur le principal critère de dominance d'une espèce; en l'absence de suivi pluriannuel suffisamment durable, il est difficile de préjuger de leur stabilité dans le temps, et donc de préciser s'il s'agit de l'expression circonstancielle

d'un groupement herbacé de rang supérieur, en rapport avec les particularités pluviométriques du moment, ou bien d'unités de végétation élémentaires, renouvelables et autonomes vis-à-vis des aléas climatiques.

Par ailleurs, si ces faciès correspondent à un niveau de perception du tapis végétal représentatif d'unités homogènes pour le consommateur, ils restent difficilement concevables par le cartographe ou l'aménagiste, dont l'échelle d'étude se limite aux "paysages", ou à des unités détectables par satellite.

Néanmoins, un compromis reste possible, dans l'hypothèse où la stabilité de ces faciès pourrait être établie; ils constitueraient alors des unités pastorales élémentaires, définies par une valeur fourragère peu variable, en rapport avec la constance de l'espèce dominante. Dès lors, on peut envisager un échantillonnage du tapis herbacé qui prendrait en compte, d'une manière systématique (lignes, maillage...), la liste exhaustive des faciès présents sur une surface homogène du point de vue de la géomorphologie, ou encore au niveau de sa flore ligneuse. L'information synthétique résultant d'un tel échantillonnage permettrait à la fois de répondre aux exigences liées aux problèmes d'aménagement et de gestion du terroir pastoral, et de prendre en compte les particularités structurales du pâturage, en respectant la référence à l'unité stationnelle.

Ces perspectives passent nécessairement par une analyse plus complète de la végétation, comprenant un nombre de relevés plus conséquent, mais peut également voir quelques ébauches de solutions dans l'étude et le suivi de la mise en place du tapis herbacé (3ème partie), effectués précisément au niveau de quelques uns de ces faciès élémentaires.

TROISIEME PARTIE

MODALITES D'INSTALLATION DU COUVERT HERBACE

TROISIEME PARTIE

MODALITES D'INSTALLATION DU COUVERT HERBACE

INTRODUCTION

Si de nombreux auteurs s'accordent pour constater une certaine variabilité interannuelle dans la composition floristique des pâturages (CORNET, 1981; PENNING DE VRIES et DJITEYE, 1982; BOUDET, 1984b; GROUZIS, 1987 ...), les causes de ces fluctuations sont encore mal établies, et les résultats obtenus difficilement généralisables à l'ensemble du Sahel. Certains y voient principalement l'effet de la répartition des pluies (GASTON, 1983; TOUTAIN et PIOT, 1980), ou encore le rôle que pourrait jouer la vitesse de germination des semences, en rapport avec une dureté différentielle de leurs téguments (BOUDET, in BARRAL et al., 1983, CISSE, 1986; BREMAN et al., 1980 ...).

L'analyse de ce phénomène se heurte à de nombreuses difficultés, et en premier lieu aux particularités structurales de la végétation sahélienne, qui impliquent une échelle d'étude très fine, correspondant aux niveaux d'organisations élémentaires du tapis herbacé. Par ailleurs, la généralisation des résultats est rapidement limitée sur un plan géographique, en raison des caractéristiques climatiques, floristiques et socio-économiques propres à chaque secteur du domaine sahélien, mais également dans le temps, du fait de la récence des observations et du manque de chronologie dans les expérimentations.

La composition du spectre biologique (cf. 1ère partie 2.3.3.2.), marquée par une nette dominance des thérophytes, implique nécessairement une reconstitution annuelle des pâturages à partir des semences; c'est BILLE (1973 et 1976) qui, l'un des premiers, s'est intéressé à ce facteur, en estimant les densités de diaspores présentes à la surface du sol, le long d'une toposéquence. Par la suite, divers auteurs ont approché ce problème, soit sous l'angle de la production semencière (GASTON, 1976; GROUZIS, 1979; PENNING DE VRIES et DJITEYE, 1982; KALHEM, 1981...), soit par l'observation des levées (CISSE, 1986; N'DIAYE, 1986), ou encore par l'étude expérimentale des propriétés germinatives des semences (LEGRAND, 1976; GRANIER et CABANIS, 1974; GROUZIS et al., 1986, PALE, 1982; SPITTERS, 1980 ...).

Le bilan actuel concernant ce phénomène est encore peu satisfaisant, dans la mesure où les résultats obtenus ne portent généralement que sur quelques aspects particuliers de la régénération des parcours (production semencière, germi-

nation), tandis que d'autres paramètres restent relativement méconnus (stock semencier du sol, transport et consommation des diaspores, compétition entre plantules...).

Il est donc nécessaire d'aborder ce problème de fluctuation du couvert herbacé en prenant en considération toutes les étapes du cycle de végétation, ne serait-ce que pour définir les ordres de grandeur des phénomènes intervenant dans la mise en place du tapis herbacé, et de préciser les seuils et limites écologiques affectant sa reconstitution annuelle.

1 - IDENTIFICATION DES STATIONS D'EXPERIMENTATION

Le choix des sites d'expérimentation a été initialement conditionné par l'existence d'un réseau de suivi des pâturages, mis en place par le projet IEMVT autour de Kaédi, afin de bénéficier des données acquises depuis 1985. L'implantation des stations en 1986 s'est effectuée pendant la saison sèche (avril-mai), et s'est révélée d'autant plus délicate que la paille produite lors de la saison de végétation précédente avait déjà presque entièrement disparu, laissant le sol pratiquement nu, d'où un manque de repère pour juger de l'homogénéité stationnelle. Cette première implantation a dû être légèrement modifiée en fin de saison des pluies 1986, à la lumière des résultats obtenus par la typologie de la végétation, afin de respecter l'organisation micro-structurale du tapis herbacé.

Les premières observations effectuées lors de l'hivernage 1986 (cf. CARRIERE, in BOUDET et al., 1987), ont surtout permis de tester les méthodes utilisées et de définir les ordres de grandeurs nécessaires à la bonne adéquation entre les modes d'échantillonnage et l'hétérogénéité du milieu (taille des échantillons, nombres de répétition...).

Les résultats concernant le suivi de la mise en place de la végétation et l'évolution du stock semencier au cours d'un cycle annuel se rapportent essentiellement à la période comprise entre la fin de la saison des pluies 1986, et le milieu de la saison sèche 1987-1988. Les 11 sites retenus pour ce suivi (tab. XIII et carte 2 pour leur localisation) s'apparentent aux principaux types de faciès isolés lors de l'analyse du peuplement herbacé, et correspondent dans la plupart des cas à des plages de végétation d'étendue limitée, dont la surface varie de quelques m^2 (micro-buttes sableuses) à quelques ares (micro-cuvettes, glacis, à-plats ensablés).

Tableau XIII

Identification des sites de suivi

Localisation	Géomorphologie	Type de végétation	Groupe correspondant
Ouadio Boké 16'15 N - 13'25 W	Plaine sableuse en queue de bassin versant	Micro-cuvette à *Panicum laetum*	IV b
		Micro-dépression à *Schoenefeldia gracilis*	IV a
		A-plat ensablé à *Aristida mutabilis*	II c
		Micro-butte sableuse à *Tribulus terrestris*	I c
Ouadio Batha 16'14 N - 13'25 W	Pente faible de bassin versant	Butte sableuse à *Cenchrus biflorus*	I b
		Micro-dépression à *Zornia glochidiata*	II a
Mbidane 16'15 N - 13'29 W	Cirque sableux (tête de talweg)	Epandage sableux éolisé à *Alysicarpus ovalifolius*	I b
Tiangol Poutié 16'10 N - 13'32 W	Plaine sableuse (jachère ancienne)	A-plat ensablé à *Enteropogon prieurii*	II c
Moussa diéri 16'08 N - 13'21 W	Faible ondulation dunaire	A-plat ensablé à *Tragus berteronianus*	II c
Aouinat 16'08 N - 13'22 W	Ondulation dunaire dégradée	Micro-butte sableuse à *Cleome gynandra*	I c

2 - APPROCHE THEORIQUE

Compte tenu de la nette dominance des thérophytes dans la composition des pâturages nord-sahéliens, le premier facteur à prendre en considération lors de l'étude de la dynamique de la végétation herbacée est évidemment le stock semencier du sol. La densité des semences, mais aussi la composition spécifique du stock de diaspores, fournissent une image de la "végétation potentielle" au moment des premières pluies, dont l'expression (germinations) peut être plus ou moins modulée selon la séquence des apports hydriques et la pression des consommateurs primaires sur le tapis herbacé naissant. Cette phase d'installation de la végétation, qui correspond en général à une distribution "irrégulière" des précipiations, ou "période A" (cf. 1ère partie, fig.4), conduit à l'établissement d'un ensemble de jeunes plantes, dont la composition résulte des pressions de sélection exercées sur les germinations successives, et qui va participer à l'élaboration finale du couvert herbacé, dès lors que les pluies deviendront plus "régulières" (période B). En fin de saison des pluies, les plantes fructifères se dessèchent et libèrent leurs diaspores (période C), autorisant ainsi la reconstitution des réserves semencières du sol. Pendant les 9 mois de saison sèche (période D), les déflations éoliennes et les prélèvements dus à la faune du sol vont remanier en densité et en composition ces stocks semenciers initiaux (SSI) pour constituer une nouvelle végétation potentielle (stock semencier final = SSF), à l'aube de la saison des pluies suivante.

Ce cycle schématique, résumé sur la figure 19, a servi de canevas à l'étude de la mise en place du couvert herbacé, présentée dans cette 3ème partie; chaque étape de la reconstitution annuelle des pâturages a été analysée chronologiquement, afin de quantifier les différents paramètres du cycle (stocks semenciers, plantules, plantes adultes, production semencière).

La comparaison de ces paramètres a ensuite permis d'évaluer les modalités des transformations au cours des périodes de végétation successives, notamment la germination (comparaison SSF/plantule), la sélection (plantes adultes/plantules), la dissémination (production semencière/SSI) ou le transport et la consommation des diaspores pendant la saison sèche (SSI/SSF). Parallèlement, diverses expérimentations ont été menées, soit pour préciser certains phénomènes difficilement quantifiables par simples observations de terrain (par ex. : mesure du transport sur des semences marquées à la peinture), soit pour simuler des conditions d'environnement variables (germination sous pluies simulées, compétition entre plantules avec arrachage systématique...).

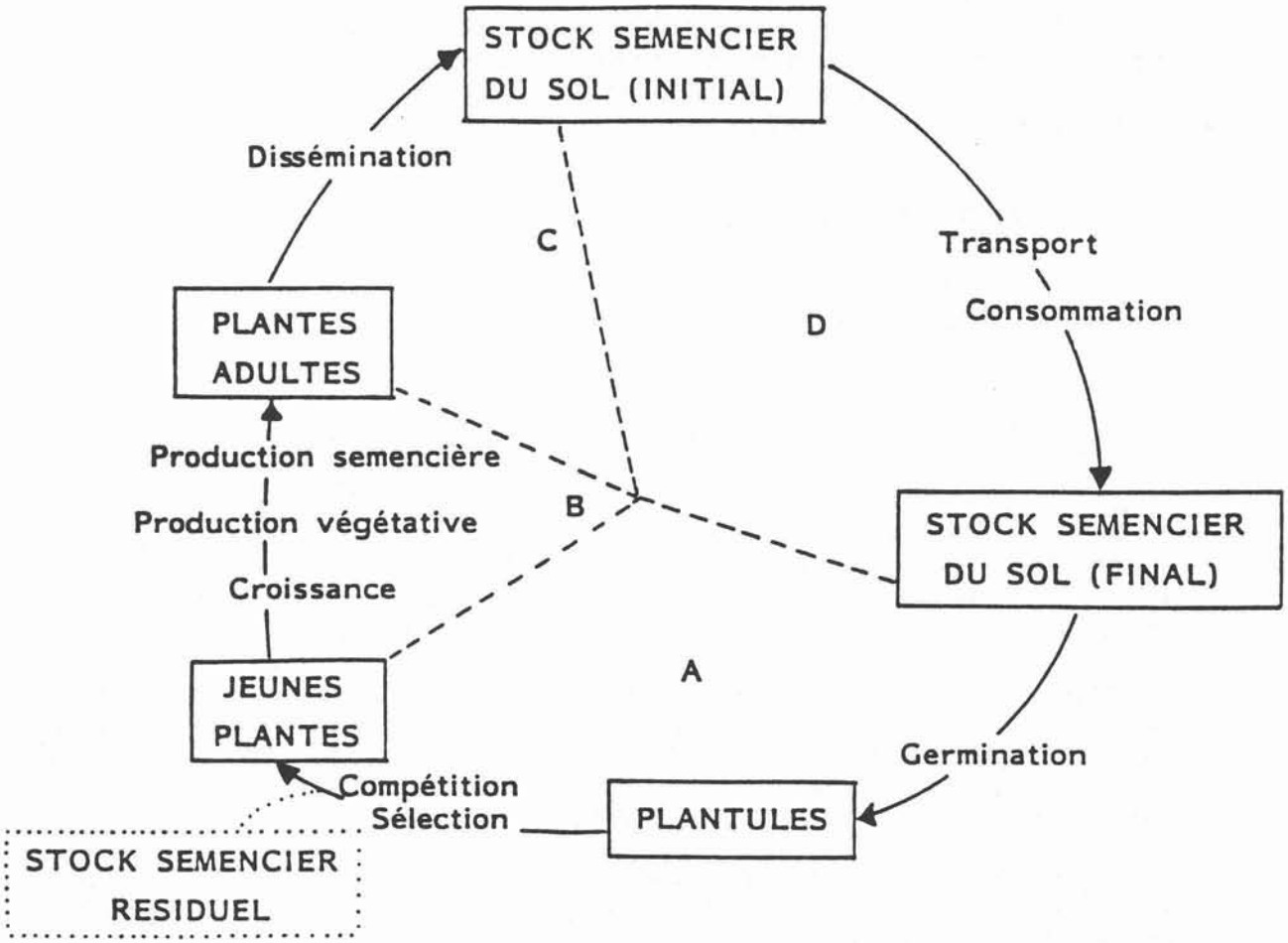


Figure 19 : Schéma du cycle annuel de végétation. A : Période de pluies discontinues; B : Période de pluies continues; C : Fin de la saison des pluies, phase de dessèchement; D : Saison sèche.

Les résultats obtenus sont résumés dans un bilan (cf. parag.4) qui prend en compte les efficiences des transformations entre périodes de végétation successives, et permet de définir certaines normes et seuils critiques vis-à-vis de la régénération annuelle du couvert herbacé.

3 - EXPERIMENTATION ET RESULTATS

3.1. Le stock semencier du sol

1 - Méthode

Parmi les différentes méthodes permettant d'évaluer les réserves semencières des sols (cf. KROPAC, 1966), la plus couramment utilisée consiste à recenser les émergences obtenues sur des échantillons de sol placés en conditions expérimentales de germination non limitantes; les principaux avantages de cette méthode résident dans sa facilité de mise en oeuvre et dans sa rapidité d'exécution, et font qu'elle est généralement préférée aux tris manuels par tamisage ou flottation, ainsi qu'en témoignent les nombreuses études effectuées tant en milieux tempérés (DELPECH, 1969; ROBERTS, 1981; THOMPSON et GRIME, 1979; WARWICK, 1984; BOULET, 1986) qu'en régions tropicales (HOPKINS et GRAHAM, 1983; KEAY, 1960; KELMAN, 1974; HALL et SWAINE, 1980...).

L'estimation des stocks semenciers des sols par observation des levées se heurte cependant aux problèmes de la viabilité et de la dormance des semences, et ne peut donc fournir une image exhaustive de la densité, ni de la composition spécifique des diaspores du sol. Par ailleurs, la germination des semences sahéliennes est plus ou moins directement influencée par le rythme des précipitations, du moins si l'on en croit l'abondante littérature portant sur ce sujet (CISSE, 1986; PENNING DE VRIES et DJITEYE, 1982; GASTON, 1983; SPITTERS, 1980; BREMAN et al.; 1980; GRUBB, 1977; Mc KEON, 1985...). Par conséquent, il était nécessaire de recenser la totalité des diaspores présentes dans chaque échantillon de sol, quitte à évaluer par la suite, au moyen d'expériences de germination (cf. 3.2.), les proportions relatives de semences viables, dormantes ou inaptes à la germination.

Le dénombrement des diaspores a donc été effectué par flottation, après tamisage des échantillons de sol (maille de 0,5 mm) afin de réduire le volume de terre à trier. Ce travail est particulièrement laborieux et implique certains impératifs d'échantillonnage, notamment vis-à-vis de la taille des prélèvements et du nombre de répétitions. Compte tenu des ordres de grandeur attendus (cf. THOMPSON, 1978) et de l'échelle d'homogénéité du phénomène (cf. FORCELLA, 1984), il était préférable d'effectuer plusieurs prélèvements de

petite taille plutôt qu'un seul échantillon de plus grande dimension, ainsi que le préconisent de nombreux auteurs (FABLET et GOYEAU, 1979; BARRALIS et CHADOEUF, 1980; MORIN et WOGEWEDKA, 1984).

En définitive, 4 échantillons de sol ont été prélevés pour chaque site, en utilisant un cylindre de 1/180 m^2 de surface dont les bords inférieurs avaient été ébarbés pour faciliter sa pénétration dans le sol. Ce cylindre a été équipé d'un piston (cf. photo 6) permettant de découper les blocs de sol en tranches d'épaisseur voulue, afin d'étudier la distribution verticale des semences.

Les premiers essais effectués ont montré une rapide décroissance des densités de diaspores avec la profondeur (voir ex. fig.20) et, par la suite, l'échantillonnage a été ramené à une hauteur standard de 4 cm, soit un volume de sol d'environ 225 cm^3 par prélèvement, ou 900 cm^3 pour chaque site.

Les valeurs obtenues restent entachées d'un fort intervalle de confiance, qui représente dans la plupart des cas 20 à 30 p.100 de la moyenne; la richesse spécifique des échantillons oscille entre 10 et 20 mais, en règle générale, 60 à 80 p.100 des semences sont totalisés par seulement 2 ou 3 espèces.

En dernier lieu, la constitution d'une collection de semences s'est avérée nécessaire pour permettre d'identifier les diaspores les moins fréquentes, les ouvrages traitant de ce sujet étant actuellement peu nombreux (BILLE, 1972), ou spécifiques à un secteur bioclimatique plus septentrional (MONOD, 1974; 1977 et 1979; GILLET, 1968).

3.1.2. Evolution au cours d'un cycle annuel

a) Dates de prélèvement

5 échantillonnages ont été effectués au sein des différents sites de suivi, s'échelonnant entre la fin de la saison des pluies 1986 et le milieu de la saison sèche 1987-1988.

- Le premier (novembre 1986) vise à estimer les stocks de semences disponibles dans le sol après dissémination complète des diaspores en fin d'hivernage (SSI = "Stock semencier initial).

- En juin 1987*, l'échantillonnage porte sur le "Stock semencier final " (SSF), qui résulte de l'évolution du stock précédent après 7 mois de saison sèche.

(*) En raison d'une pluie exceptionnellement précoce, survenue en mai 1987, les densités de semences du sol ont du être corrigées, incluant le nombre de germinations présentes sur chaque prélèvement.

Photo 6 : Cylindre et piston pour l'échantillonnage du stock semencier du sol

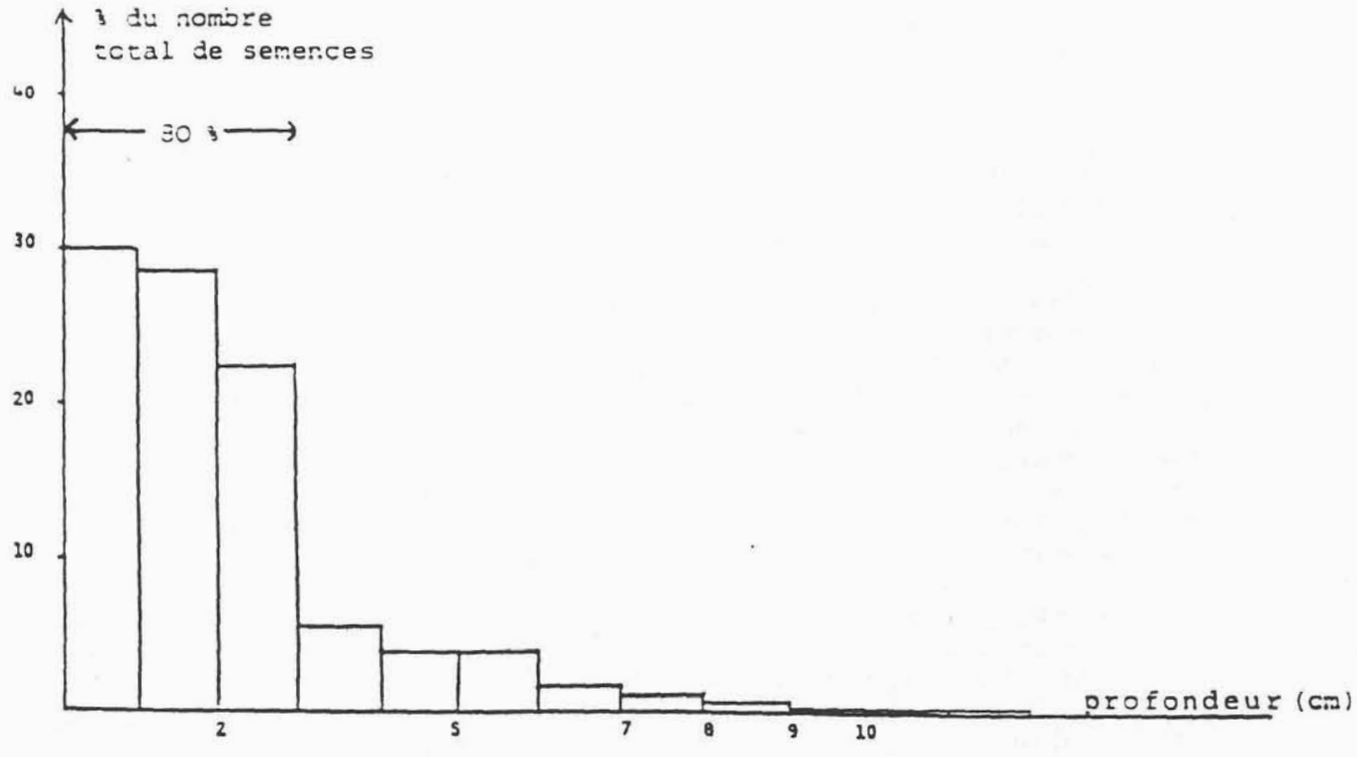


Fig. 20 : Exemple de répartition verticale des semences (Ouadio Batha, faciès à Cenchrus biflorus prélèvement de Juin 1986)

- En septembre 1987, le "stock semencier résiduel" (SSR) est analysé au moment de la période de croissance végétative du tapis herbacé, c'est-à-dire entre la fin des vagues successives de germination et le début de la phase de fructification des plantes. Cet échantillonnage permet d'évaluer le degré d'épuisement des réserves semencières avant leur reconstitution.

- Un second échantillonnage du "stock semencier initial" a été effectué en décembre 1987, dans le but de détecter d'éventuelles variations interannuelles dans la composition des stocks du sol.

- Enfin, en mars 1988, quelques prélèvements ont été recueillis à l'occasion d'un bref séjour sur le terrain, constituant un échantillonnage intermédiaire de saison sèche.

b) Aspects quantitatifs

Le tableau XIV regroupe les valeurs moyennes des stocks semenciers obtenus pour chaque site lors des échantillonnages successifs.

Quelques comparaisons peuvent tout d'abord être effectuées avec les données fournies par la littérature, et portant essentiellement sur les réserves semencières de début et de fin de saison des pluies :

- Au Sénégal, par exemple, BILLE (1976) recensait pour des sites ordonnés le long d'une toposéquence dune-dépression des densités de diaspores oscillant, en fin de saison sèche, entre 3 900 et 16 000 par m^2. Ces chiffres sont faibles, comparativement aux densités enregistrées dans la région de Kaédi, mais ont été obtenus à partir de prélèvements de terre "jusqu'à 5 mm de profondeur" (BILLE, 1976 p.32), et constituent donc très probablement une estimation des stocks par défaut.

- Au Burkina Faso, GROUZIS (1987) signale pour 2 populations de Panicum laetum, différenciées par la taille des individus, une production potentielle de graines oscillant entre 60 000 et 73 000 par m^2, évaluée sur la base du nombre de fleurs, tandis que les quantités de diaspores au sol chutent à 8 - 12 000 par m^2, du fait de la libération progressive des semences de Panicées.

- Au Tchad, les dénombrements mensuels des semences présentes à la surface du sol, signalés par GASTON (1976), mettent à jour une très forte variabilité au niveau des densités recensées après la saison des pluies (de 20 000 à 120 000 semences/m^2), mais montrent également une réduction extrêmement marquée de ces réserves à l'issue de la saison sèche (<2 000 semences/m^2).

Tableau XIV

Tableau synoptique des densités moyennes de semences dans le sol (semences m-2)

Date de prélèvement Faciès à :	Nov.86	Juin 87	Sept.87	Déc.87	Mars 88
Micro-cuvette à *Panicum laetum*	175 890	26 090	12 060	82 600	40 620
Micro-cuvette à *Schoenefeldia gracilis*	122 760	13 140	18 900	26 250	12 420
A-plats ensablés à *Aristida mutabilis*	41 250	11 860	8 640	20 740	17 420
Micro-butte à *Tribulus terrestris*	86 460	38 150	39 600	50 930	35 330
Glacis dégradé à *Mollugo nudicaulis*	--	--	1 440	4 290	--
Butte sableuse à *Cenchrus biflorus*	61 380	68 670	27 900	48 910	53 640
Micro-cuvette à *Zornia glochidiata*	42 570	28 710	5 040	14 262	11 790
A-plat ensablé à *Enteropogon prieuri*	83 160	96 480	6 480	35 880	--
Epandage sableux à *Alysicarpus ovalifolius*	17 490	1 980	3 420	2 275	--
A-plat ensablé à *Tragus berteronianus*	167 970	54 900	7 200	71 400	--
Micro-butte dégradée à *Cleome gynandra*	33 660	17 640	7 380	22 575	23 220

Face à l'hétérogénéité de ces données bibliographiques, il n'est guère envisageable d'établir, dans l'état actuel des connaissances, de normes concernant les stocks semenciers des sols en région sahélienne; seuls quelques ordres de grandeur peuvent être avancés, sur un plan plurirégional, notamment pour les réserves de début de saison sèche dont les densités semblent s'inscrire approximativement dans l'intervalle 10^4 - 10^5 semences/m^2.

. Evolution des stocks semenciers pendant la saison sèche

La comparaison des densités inscrites dans les deux premières colonnes du tableau XIV permet d'évaluer les pertes de semences enregistrées à l'issue de 7 mois de saison sèche. Celles-ci représentent globalement un à deux tiers des stocks semenciers initiaux, et sont particulièrement importantes dans le cas des micro-cuvettes puisqu'elles atteignent respectivement 85 et 89 % pour les faciès à Panicum laetum et Schoenefeldia gracilis.

L'évolution des réserves semencières (Δ S) pendant cette période peut se traduire par l'équation suivante :

Δ S = SSi - SSf = Consommation + Exportation - Importation.

En ce qui concerne les buttes sableuses à Cenchrus biflorus et les à-plats ensablés à Enteropogon prieurii, les densités de semences restent à peu près constantes pendant la saison sèche; dans ce cas :

Δ S = 0 et Importation = Consommation + Exportation.

Le piégeage des semences transportées est donc suffisamment efficient pour pallier à la fois les prélèvements dûs aux consommateurs primaires et les pertes occasionnées par les déflations éoliennes au cours de la saison sèche.

La comparaison des densités de semences recensées en décembre 1987 et mars 1988 tend à confirmer ces résultats; on note cependant une diminution significative des stocks semenciers initiaux, comparativement à ceux de novembre 1986, pour l'ensemble des sites échantillonnés. Cette péjoration des réserves initiales peut difficilement être imputée à des variations pluviométriques interannuelles, les années 1986 et 1987 étant relativement identiques tant au point de vue des hauteurs d'eau reçues (respectivement 231 et 283 mm à Kaédi) qu'au plan de la distribution des averses.

D'autre part, l'échantillonnnage effectué en mars 1988 fournit des densités de semences dont l'ordre de grandeur reste globalement comparable à celui de juin 1987, ainsi

qu'en témoignent les moyennes calculées pour les 7 sites ayant en commun les 2 séries de prélèvements :

- en juin 1987 : 29 180 semences/m^2
- en mars 1988 : 28 250 semences/m^2

Les plus faibles densités enregistrées en décembre 1987 sont plus vraisemblablement liées au caractère tardif de cet échantillonnage, les pertes de semences étant surtout importantes au début de la saison sèche, lorsque les diaspores sont éparpillées à la surface du sol sans y être nettement incorporées, car plus mobiles et facilement consommées par le bétail.

. Evolution pendant la saison des pluies

La comparaison des densités de semences recensées en juin (SSf) et en septembre 1987 (SSR = Stock Semencier Résiduel) met à jour une diminution sensible des réserves du sol puisqu'elles représentent, dans la majorité des cas, 28 à 93 % des stocks initiaux. Quelques exceptions peuvent être cependant notées, en particulier pour les buttes à Tribulus terrestris au niveau desquelles les densités restent à peu près constantes. Là encore, l'importation des diaspores et leur fixation au niveau du sol compensent les pertes par transport et consommation, mais également le déficit lié à leur germination. Contrairement aux buttes sableuses à Cenchrus biflorus, il est vraisemblable que cet apport de semences s'effectue en grande partie par le biais des eaux de ruissellement. Celles-ci peuvent collecter les semences présentes à la surface du sol pour les déposer à la faveur des enchevêtrements de branchages qui constituent les fondations de ces buttes.

. Bilan sur un cycle annuel (novembre 1986 - septembre 1987)

Entre la reconstitution annuelle des stocks semenciers du sol et leur utilisation pour la mise en place du tapis herbacé au cours de la saison des pluies suivante, la diminution du nombre de semences par unité de surface représente, pour la grande majorité des stations étudiées, 79 et 96 % des réserves de début de saison sèche. Ces pertes sont légèrement plus faibles au niveau des buttes sableuses (54 et 55 %), en raison d'un piégeage efficace des semences transportées par le vent (faciès à Cenchrus biflorus), mais également par les eaux de ruissellement (faciès à Tribulus terrestris).

Face à l'ampleur de la réduction des stocks semenciers des sols, il est clair que la reconstitution annuelle des pâturages passe nécessairement par une production de diaspores très abondante, les réserves résiduelles en fin de cycle végétatif devenant très limitées (12 500 semences/m2 en moyenne pour les 11 sites).

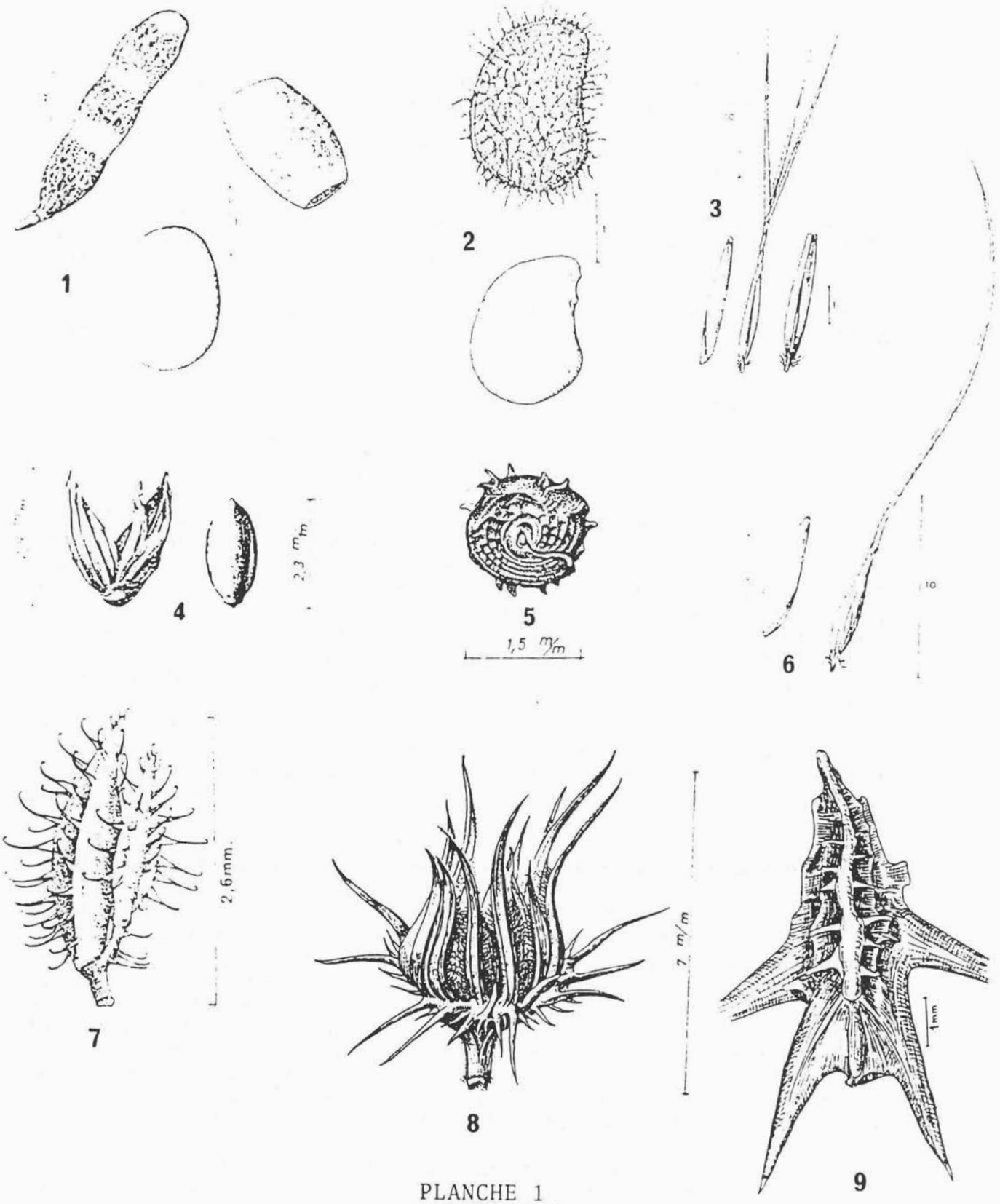


PLANCHE 1

DIASPORES DE QUELQUES PLANTES HERBACEES

1 - ALYSICARPUS OVALIFOLIUS
2 - ZORNIA GLOCHIDIATA
3 - ARISTIDA MUTABILIS
4 - PANICUM LAETUM
5 - CLEOME GYNANDRA
6 - SCHOENEFELDIA GRACILIS
7 - TRAGUS BERTERONIANUS
8 - CENCHRUS BIFLORUS
9 - TRIBULUS TERRESTRIS

D'après GROUZIS, 1987 (1,2,3,6) ; GILLET, 1968 (4,5,7,8) et MONOD, 1974 (9)

. Evolution de la répartition verticale des semences

Sur les figures 21 à 23 sont reportés quelques exemples de distribution verticale des semences à différentes périodes du cycle annuel (SSi, SSf, SSR).

D'une manière générale, les densités de diaspores décroissent rapidement avec la profondeur, notamment pour les prélèvements de novembre 1986 et juin 1987. Pendant la saison sèche, la réduction des stocks semenciers intéresse essentiellement la couche superficielle du sol (0-2 cm), mais les profils de distribution conservent cependant la même allure générale. Ils peuvent se modifier au cours de la saison des pluies, soit par épuisement des semences en surface (faciès à Panicum laetum), soit par uniformisation des densités aux différentes profondeurs (faciès à Tribulus terrestris) par suite d'un enfouissement des diaspores sous les matériaux piégés.

c) Aspects qualitatifs

Les tableaux XV à XX rapportent les compositions spécifiques des stocks semenciers pour les principaux sites de Ouadio.

L'examen des listes spécifiques laisse supposer, en premier lieu, une sous-estimation des plus petites semences, en rapport avec la taille des tamis utilisés (0,5 mm), notamment pour les diaspores d'éragrostées (faibles densités d'Eragrostis pilosa au niveau des micro-cuvettes), ainsi que pour les Molluginacées et Portulacacées.

A l'inverse, certaines espèces sont bien représentées au niveau des stocks du sol, mais n'apparaissent que très timidement au sein de la végétation; c'est le cas de Heliotropium strigosum, Gisekia pharnacioïdes, Cleome gynandra et Sesuvium sesuvioïdes, qui caractérisent généralement les stations sur sols sableux ou sablo-limoneux dégradés, le plus souvent glacés en surface. Les diaspores de ces espèces semblent être facilement transportées, si l'on en juge par leur constance au sein des différents faciès étudiés, et pourraient constituer un terme de dégradation en cas de modification profonde des réserves semencières.

Les phénomènes de transport affectent différentiellement les semences du sol, certaines présentant de fortes variations intra-annuelles de densité (ex. : Tragus berteronianus), tandis que d'autres semblent être plus stables (ex. : Cenchrus biflorus), soit en raison d'appendices particuliers leur assurant une bonne fixation au sol (barbes retrobarbelées des fruits de Cenchrus), soit par simple différence de poids.

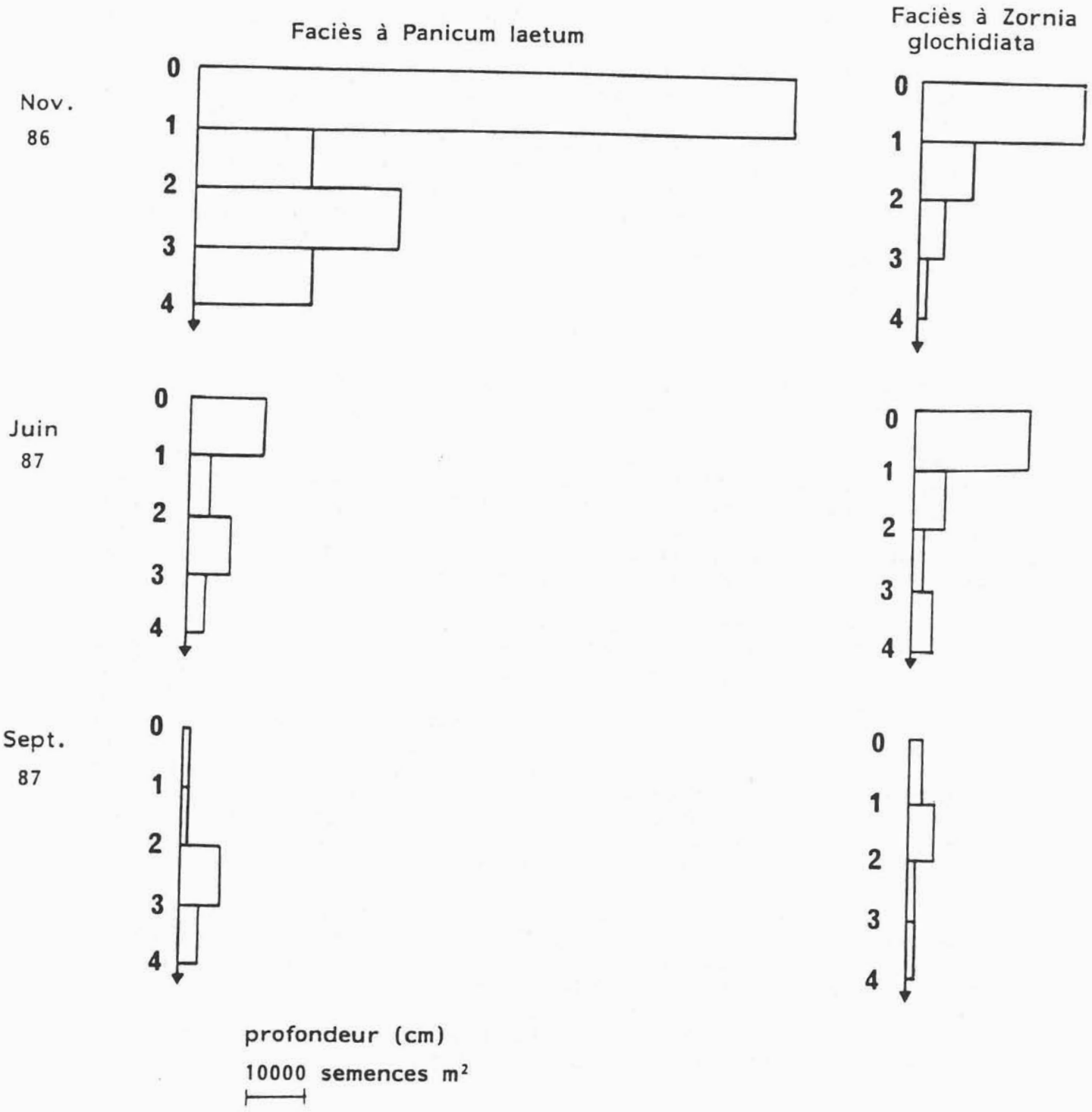


Fig. 21 : Distribution verticale des semences dans le sol.
a) Faciès à Panicum laetum (Ouadio Boké)
b) Faciès à Zornia glochidiata (Ouadio Batha)

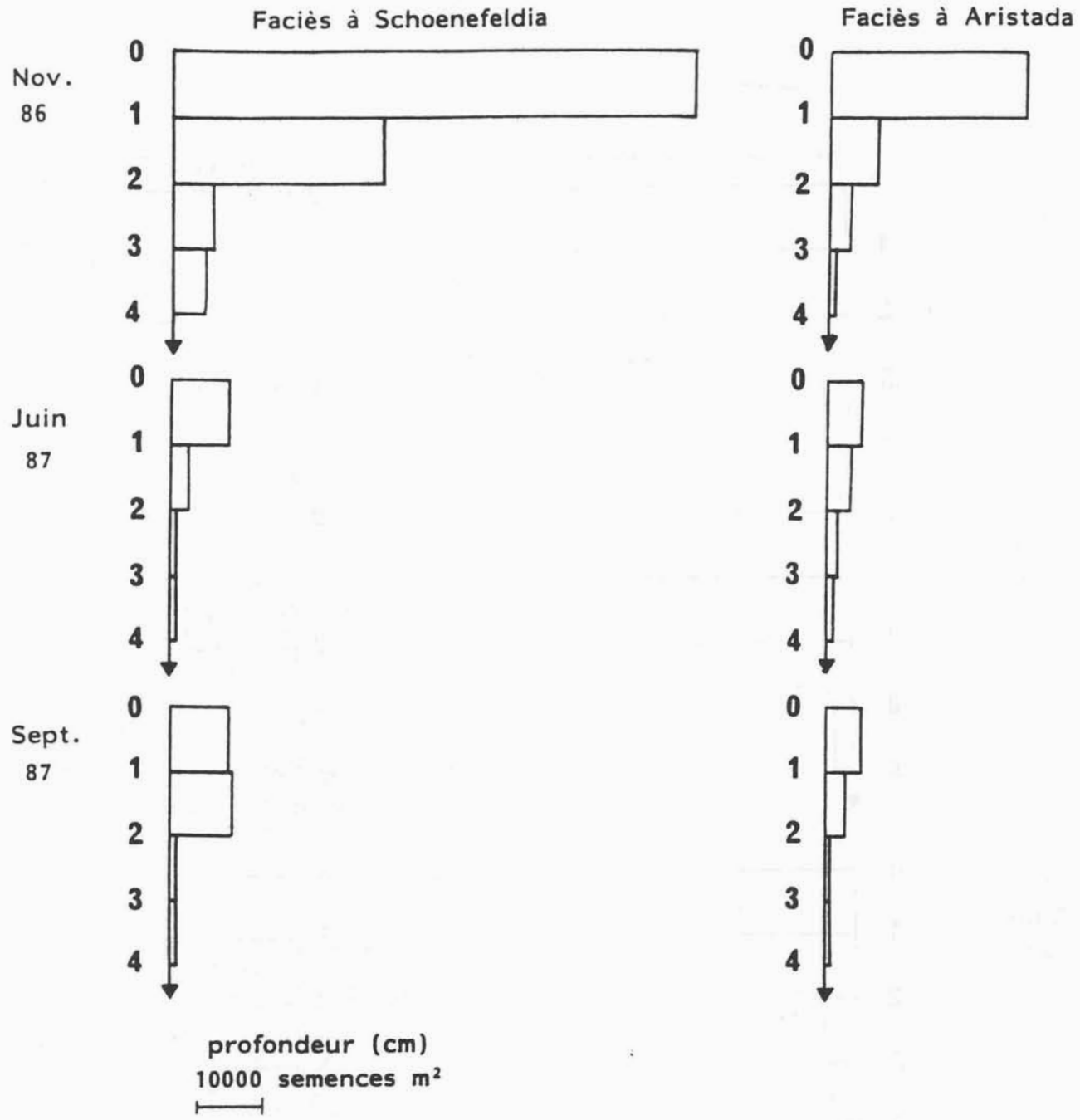


Fig. 22 : Distribution verticale des semences dans le sol.
a) Faciès à Schoenefeldia gracilis (Ouadio Boké)
b) Faciès à Aristida mutabilis (Ouadio Boké)

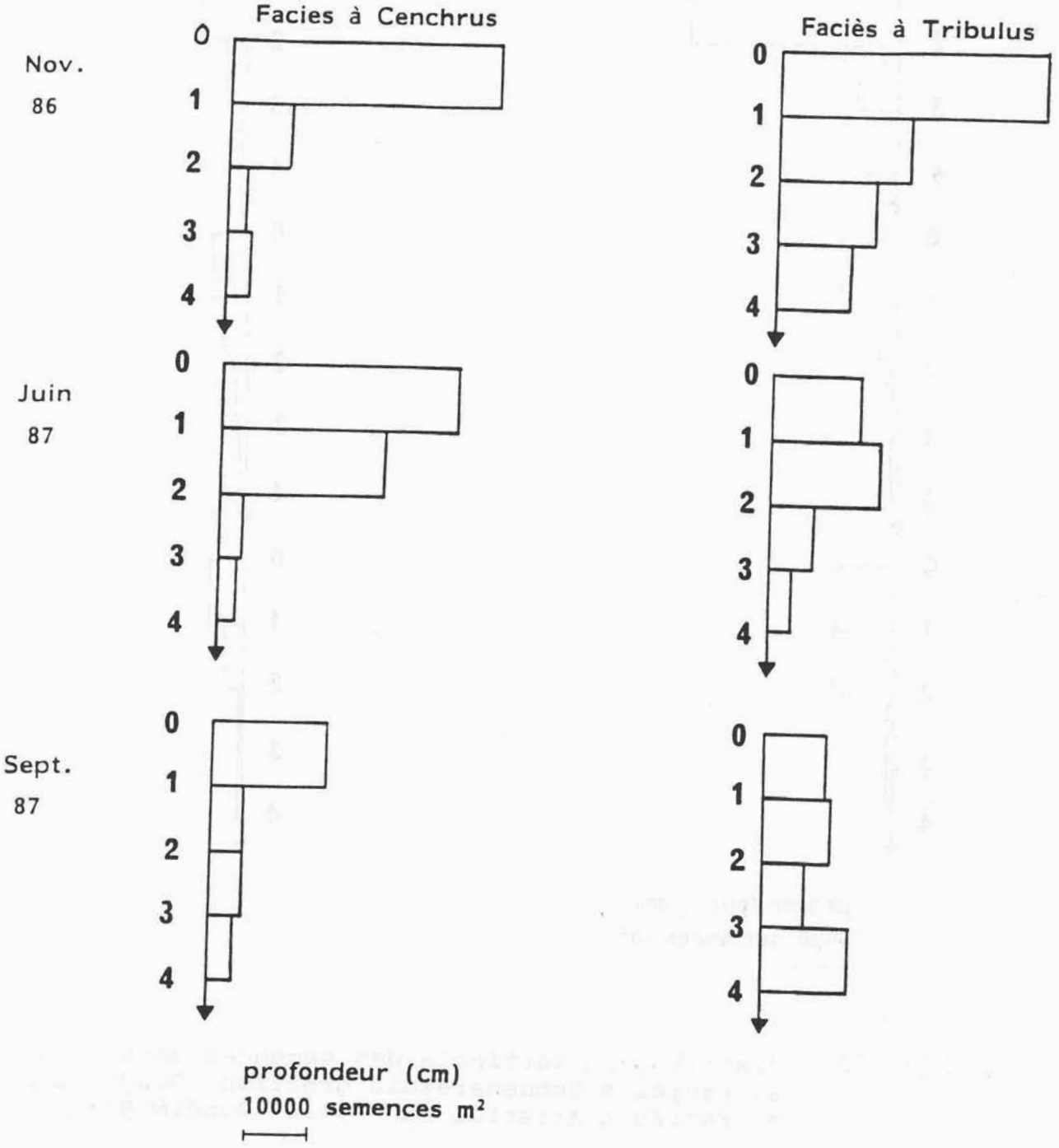


Fig. 23 : Distribution verticale des semences dans le sol.
a) Faciès à Cenchrus biflorus (Ouadio Batha)
b) Faciès à Tribulus terrestris (Ouadio Boké)

Tableau XV

Composition spécifique des stocks semenciers :

Faciès à Panicum laetum

Date de prélèvement	Nov. 1986	Juin 1987	Sept. 1987	Déc. 1987	Mars 1988
Espèces (*)					
. Panicum laetum	126390	12240	2520	64225	25140
. Tribulus terrestris	9900	3160	1440	7525	7560
. Tragus berteronianus	9570	3970	4500	2800	480
. Heliotropium strigosum	5610	2970	180	1925	1320
. Sesuvium sesuvioydes	660	450	180	4375	3660
. Enteropogon prieurii	330	90	180	525	480
. Boerhavia repens	8580	95	1080	175	660
. Cleome gynandra	1650	360	-	175	300
. Cenchrus biflorus	2970	180	180	-	120
. Dactyloctenium aegyptium	2970	360	360	-	600
. Schoenefeldia gracilis	990	20	180	-	-
. Gisekia pharnacioydes	5940	5	180	-	-
. Divers 1	330				
. Indigofera senegalensis	-	900	180	175	
. Zornia glochidiata	-	100	180	-	180
. Limeum viscosum	-	90	-	700	120
. Divers 2	-	270			
. Eragrostis pilosa	-	720			
. Citrullus colocynthis	-	90			
. Aristida mutabilis	-	10			
. Euphorbia forskalaei	-	10			

(*) Les semences non identifiées sont notées : divers 1, 2...

Tableau XVI

Composition spécifique des stocks semenciers :

Faciès à Schoenefeldia gracilis

Date de prélèvement	Nov. 1986	Juin 1987	Sept. 1987	Déc. 1987	Mars 1988
Espèces (*)					
. Schoenefeldia gracilis	109560	4230	1440	21175	4820
. Tragus berteronianus	2310	3640	11880	875	360
. Tribulus terrestris	1320	1550	2880	2275	3130
. Heliotropium strigosum	330	1260	1080	875	940
. Gisekia pharnacioydes	1650	90	180	350	-
. Zornia glochidiata	660	-	180	350	40
. Dactyloctenium aegyptium	5280	360	-	-	40
. Cenchrus biflorus	330	-	360	-	70
. Portulaca sp.	330	40	-	-	-
. Aristida mutabilis	660				
. Panicum laetum	-	270	180	350	250
. Indigofera senegalensis	-	1690	180	-	790
. Boerhavia repens		90	360	-	-
. Enteropogon prieurii		270	-	-	1690
. Cleome gynandra	-	-	180	-	40
. Sesuvium sesuvioydes	-	-	-	-	140
. Limeum viscosum	-	-	-	-	70
. Divers 1					40

(*) Les semences non identifiées sont notées : divers 1, 2...

Tableau XVII

Composition spécifique des stocks semenciers :

Faciès à Aristida mutabilis

Date de prélèvement	Nov. 1986	Juin 1987	Sept. 1987	Déc. 1987	Mars 1988
Espèces (*)					
. Aristida mutabilis	9900	1210	-	5240	810
. Tragus berteronianus	12870	2910	2700	2800	5040
. Tribulus terrestris	6930	1895	2340	3150	3290
. Heliotropium strigosum	990	2340	2340	1840	2070
. Indigofera senegalensis	2640	425	180	1840	1120
. Dactyloctenium aegyptium	2640	-	540	260	1980
. Gisekia pharnacioydes	3960	40	-	-	-
. Cenchrus biflorus	330	90	-	-	-
. Divers 1	330	90	-	-	-
. Heliotropium ramosissimum	330	-	-	-	-
. Divers 2	330	-	-	-	-
. Schoenefeldia gracilis	-	290	-	3240	50
. Enteropogon prieurii	-	90	-	1050	1940
. Limeum viscosum	-	180	-	-	-
. Zornia glochidiata	-	-	540	260	500
. Sesuvium sesuvioydes	-	-	-	960	450
. Mollugo nudicaulis	-	-	-	-	90
. Alysicarpus ovalifolius	-	-	-	-	50
. Boerhavia repens	-	-	-	-	50

(*) Les semences non identifiées sont notées : divers 1, 2...

Tableau XVIII

Composition spécifique des stocks semenciers :

Faciès à Tribulus terrestris

Date de prélèvement	Nov. 1986	Juin 1987	Sept. 1987	Déc 1987	Mars 1988
Espèces (*)					
. Tribulus terrestris	46200	11455	9360	15400	10575
. Cenchrus biflorus	4290	270	900	180	220
. Heliotropium strigosum	3300	8190	5580	8840	5580
. Tragus berteronianus	11220	4450	13140	1840	178
. Cleome gynandra	660	720	720	950	950
. Zornia glochidiata	330	360	180	450	450
. Limeum viscosum	330	360	180	450	450
. Dactyloctenium aegyptium	6930	360	1800	-	500
. Enteropogon prieurii	330	180	1080	90	50
. Gisekia pharnacioydes	6270	-	-	-	-
. Mollugo nudicaulis	1980	-	-	-	180
. Divers 1	2970	-	-	-	-
. Divers 2	1320	-	-	-	-
. Cyperacée sp.	330	-	-	-	-
. Sesuvium sesuvioydes	-	2430	4680	3940	855
. Boerhavia repens	-	15	-	18900	603
. Divers 3	-	180	-	-	-
Panicum laetum	-	-	-	260	40
. Alysicarpus ovalifolius	-	-	-	90	-
. Indigofera senegalensis	-	-	-	-	90

(*) Les semences non identifiées sont notées : divers 1, 2

Tableau XIX

Composition spécifique des stocks semenciers :

Faciès à Cenchrus biflorus

Date de prélèvement	Nov. 1986	Juin 1987	Sept. 1987	Déc. 1987	Mars 1988
Espèces (*)					
. Cenchrus biflorus	23430	36810	15840	17890	18180
. Dactyloctenium aegyptium	16830	13410	5940	20560	17910
. Tribulus terrestris	5940	900	180	2360	5670
. Zornia glochidiata	4620	810	1260	700	2070
. Tragus berteronianus	3960	10350	2520	2710	950
. Enteropogon prieurii	1980	2160	360	2190	2840
. Heliotropium strigosum	660	360	540	700	220
. Alysicarpus ovalifolius	660	360	-	260	950
. Cyperacée sp.	990	180	-	-	-
. Cleome gynandra	660	90	-	-	140
. Gisekia pharnacioïdes	330	630	-	-	-
. Divers 1	660	630	-	-	-
. Citrullus colocynthis	330	-	-	-	-
. Divers 2	330	-	-	-	-
. Sesuvium sesuvioïdes	-	90	-	90	540
. Indigofera senegalensis	-	180	-	180	50
. Limeum viscosum	-	90	-	-	2070
. Panicum laetum	-	90	-	-	2070
. Divers 3	-	180	-	-	90
. Divers 4	-	1260	-	-	-
. Schoenefeldia gracilis	-	180	-	-	-
. Boerhavia repens	-	-	540	1580	1170
. Tephrosia sp.	-	-	540	-	-
. Divers 5	-	-	-	-	590
. Eragrostis tremula	-	-	-	-	220

Tableau XX

Composition spécifique des stocks semenciers :

Faciès à Zornia glochidiata

Date de prélèvement	Nov. 1986	Juin 1987	Sept. 1987	Déc. 1987	Mars 1988
Espèces (*)					
. Zornia glochidiata	18150	5850	1620	2010	1170
. Cenchrus biflorus	6600	11700	720	1840	1670
. Tragus berteronianus	6270	360	1440	1050	540
. Dactyloctenium aegyptium	4950	6210	540	3850	6890
. Enteropogon prieurii	1320	900	180	6	90
. Tribulus terrestris	330	2520	-	880	400
. Gisekia pharnacioïdes	1980	90	-	-	-
. Divers 1	990	90	-	-	-
. Aristida mutabilis	330	810	-	-	-
. Mollugo nudicaulis	330	810	-	-	-
. Boerhavia repens	330	-	-	-	-
. Divers 2	660	-	-	-	-
. Heliotropium strigosum	-	270	180	260	40
. Limeum viscosum	-	630	-	260	40
. Divers 3	-	450	-	180	90
. Alysicarpus ovalifolius	-	450	-	-	-
. Citrullus colocynthis	-	90	-	-	-
. Cyperacée sp.	-	90	-	-	-
. Schoenefeldia gracilis	-	90	-	-	-
. Panicum laetum	-	-	360	-	500

(*) Les semences non identifiées sont notées : divers 1, 2,..

D'une manière générale, la richesse spécifique des échantillons augmente pendant la saison sèche (importation), témoignant ainsi d'un important brassage des réserves du sol sous l'effet des déflations éoliennes. Pendant cette période, on note cependant le maintien de la dominance des espèces représentatives de chaque faciès, leurs semences étant toujours majoritaires au niveau des prélèvements du mois de juin. Leur part dans les réserves du sol diminue au cours de la saison des pluies, corrélativement avec l'installation du couvert herbacé, et redevient prépondérante à la fin du cycle annuel, après dissémination des diaspores.

Les faciès de végétation étudiés semblent donc être relativement stables d'une année à l'autre, du fait de la forte spécificité de leurs réserves semencières; cette stabilité pourrait néanmoins être remise en cause si une perturbation importante venait entraver la production annuelle de diaspores (par ex. : surpâturage précoce, avant dissémination), en raison de modifications notables dans la composition des stocks semenciers résiduels (septembre 1987).

d) Transport et consommation des semences

La comparaison des stocks semenciers du sol, aux différentes périodes du cycle annuel, permet d'apprécier globalement les phénomènes de transport, sans que l'on puisse toutefois distinguer la part respective des importations et des exportations, ou celle des pertes occasionnées par la faune du sol. Quelques expériences ont donc été tentées dans le but d'apprécier les ordres de grandeur de ces phénomènes, et se rapportent d'une part à la saison sèche 1986-1987, d'autre part à la période d'installation du couvert herbacé (juillet-août 1987).

- Pendant la saison sèche

. Dispersion des semences

En novembre 1986, 1000 semences de Cenchrus biflorus et de Tribulus terrestris, préalablement enduites de peinture rouge, ont été disposées au sol sur des surfaces unitaires d'un m^2. Ces placeaux ont été piquetés sur des zones planes à glaçage superficiel, dépourvues de végétation. En juin 1987, aucune semence ne subsistait autour des carrés initiaux, tandis qu'une prospection aux alentours permettait de retrouver 2,5 % des diaspores marquées, réparties sur une distance de 25 mètres pour Cenchrus et de 8 mètres pour Tribulus, sur un secteur de 150°centré dans le sens des vents dominants de saison sèche (E - NE).

Une expérience analogue a été tentée en peignant des semences de Cenchrus sur pied, avant dissémination, sur une surface enherbée d'1 m^2. Dans ce cas, 88 % des semences retrouvées n'avaient pas quitté le carré d'origine, dans lequel subsistait encore fin juin des pailles de Cenchrus.

Ces résultats dépendent bien sûr de l'effort de prospection, dispensé autour de chaque carré initial, pour retrouver les semences peintes. Néanmoins, les ordres de grandeur obtenus diffèrent suffisamment (0 % contre 88 % de semences non déplacées) pour que l'on puisse attribuer aux fétus de paille un rôle fixateur vis-à-vis du transport des semences.

. Enfouissement des semences

Le déplacement des semences s'accompagne également d'un transport de matériel minéral qui va se déposer à la faveur d'obstacles divers et contribuer à enfouir superficiellement les semences présentes à la surface du sol. Dans le cas des diaspores marquées à la peinture, les fruits récupérés en juin s'échelonnaient sur les 4 premiers cm du sol (fig. 24), soit une profondeur moyenne d'enfouissement de 11 mm pour Cenchrus et de 16 mm pour Tribulus.

Ces observations sont à mettre en parallèle avec l'évolution de la microtopographie, mesurée à l'aide de jauges enfoncées dans le sol en début de saison sèche. En juin, le relevé des jauges met à jour des modifications de topographies comprises entre + 3 cm (ensablement) et - 1 cm (décapage). Dans tous les cas, les ensablements importants correspondent à des stations fortement couvertes par la végétation fin novembre, tandis que les glacis et plages nues accusent des modifications comprises entre - 1 cm et + 0,5 cm. Ces variations sous-entendent une mobilité certaine de l'horizon superficiel du sol, phénomène d'autant plus intense que la paille restant sur pied en saison sèche est réduite.

. Consommation des semences

Outre les pertes liées aux prélèvements par le bétail en début de saison sèche, insectes et rongeurs contribuent à réduire les stocks semenciers du sol pendant cette période. L'intensité de ce phénomène est difficile à approcher du fait de la diversité des groupes zoologiques impliqués et du caractère discret de leur activité (animaux essentiellement nocturnes). Un essai d'évaluation de cette consommation primaire a été effectué par suivi des semences de Cenchrus et Tribulus marquées à la peinture et disposées à la surface du sol en début de saison sèche. L'état de chaque semence retrouvée en juin a été noté, et fournit les indications suivantes :

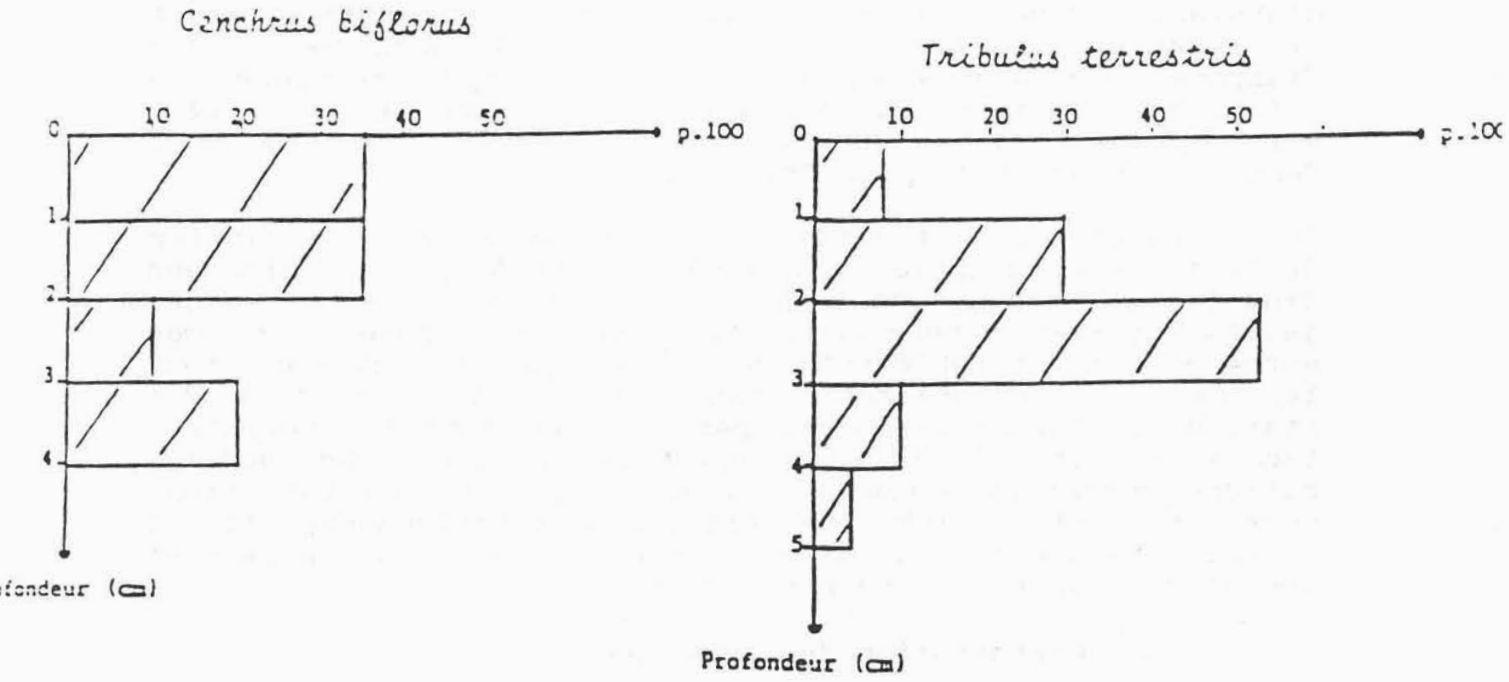


Fig. 24 : Enfouissement des semences marquées pendant la saison sèche 1986-1987 (Ouadio Boké)

Tableau XXI

Etat des semences peintes en fin de saison sèche

	Fruits entiers	Fruits consommés	Fruits consommés%
Cenchrus biflorus	9	11	55
Tribulus terrestris	7	22	76
Globalement			67

Malgré les faibles proportions de semences retrouvées en juin, il est clair que les déprédations causées par la faune du sol sur les stocks semenciers sont loin d'être négligeables, puisqu'elles peuvent intéresser près des 2/3 des réserves. Ces chiffres sont relativement élevés par rapport aux 33 p.100 signalés par LEPAGE (1972), puis BILLE et POUPON (1974) et BILLE (1976), mais s'accordent assez bien avec les 50 à 90 p.100 mentionnés par NOY MEIR (1980) pour les zones arides. Il est probable que ce phénomène s'amplifie encore avec l'arrivée des pluies, en rapport avec le développement massif de l'entomofaune.

Une autre expérience a été conduite pour évaluer les proportions de semences stockées par les rongeurs. Deux terriers désaffectés de campagnols (Meriones sp. ?) ont été déterrés, et les semences de Cenchrus biflorus stockées dans les "magasins" des terriers ont été dénombrées. En moyenne, 3850 fruits de Cenchrus ont été récupérés, répartis dans 3 à 4 magasins enfouis entre 20 et 50 cm de la surface du sol, c'est-à-dire à une profondeur incompatible avec leur germination. Parallèlement, 31 terriers du même type ont été dénombrés pour une surface de 400 m^2, soit une densité de terriers de 775 /ha (chiffres relativement élevés par rapport aux densités mentionnées par PETTER (1961) en zone désertique).

Rapporté au m^2, le stockage des semences de Cenchrus reste faible ($_$ 300 fruits/m^2), comparativement aux ordres de grandeur des stocks semenciers. Néanmoins, il ne s'agit là que de l'aspect "stockage" des semences par les rongeurs, leur consommation n'étant certainement pas négligeable compte tenu de la forte densité de terriers observée.

Il faut par ailleurs signaler que les semences de Cenchrus récupérées dans ces terriers n'ont fourni aucune germination.

- Pendant la saison des pluies

Le problème du transport des semences pendant cette période a été approché en disposant au niveau du sol des boîtes de piégeage (boîtes de jus de fruit). Ces boîtes ont été relevées à intervalles réguliers et pesées après séchage à l'étuve, tandis que les semences et les insectes piégés étaient dénombrés. Les résultats sont rapportés à une surface unitaire d'1 m^2 pour une période de 24 heures (tab. XXII).

Les flux enregistrés mettent à jour d'importants déplacements de semences et d'éléments minéraux au cours de la saison des pluies. Ces flux varient lorsque la période considérée est bien arrosée (respectivement 7271 et 18939 semences m-2xj-1 avec 42 et 88,5 mm), ou plutôt sèche (1400 et 1800 semences m-2xj-1 avec 5,5 mm), vraisemblablement en raison du transport des semences par les eaux ruisselées. Les variations de flux minéral vont dans le même sens, mais la proportion de semences par gramme de sol transporté (= Flux semencier/Flux minéral) est plus forte en période humide (1,24 et 2,89 diaspores par gramme de sol) qu'en période sèche (0,40 et 0,46 diaspores/g.).

Parallèlement, les flux d'insectes mesurés mettent à jour une importante circulation de la petite faune à la surface du sol. Celle-ci est principalement composée de coléoptères (imago 48 p.100 et larves 13 p.100) et d'hyménoptères (31 %), ainsi que divers hémiptères et larves d'acariens, soit en majorité des groupes zoologiques phytophages. Ces flux constituent certainement une estimation par défaut, les insectes piégés pouvant facilement s'échapper au fur et à mesure du remplissage des boîtes.

Les compositions spécifiques des boîtes de piégeages analysées sont reportées au tableau XXIII. On remarque en premier lieu les très faibles proportions de semences correspondant aux espèces représentatives des faciès considérés (Schoenefeldia gracilis et Panicum laetum). Ces faibles densités suggèrent un épuisement des diaspores de ces espèces, corrélativement à l'installation du couvert herbacé, et confirment en ce sens les tendances enregistrées au niveau des stocks semenciers résiduels.

A l'inverse, certaines espèces sont abondamment piégées au niveau de ces faciès (notamment Tribulus terrestris, Tragus berteronianus et Cenchrus biflorus), sans pour autant représenter des caractéristiques floristiques propres à ce type de station. Le déplacement des diaspores en saison des pluies peut donc modifier sensiblement la nature des stocks semenciers, dans la mesure où une partie des semences importées semble s'intégrer aux réserves locales (cf. tab. XVI : faciès à Schoenefeldia, stock de septembre 1987).

Tableau XXI

Etat des semences peintes en fin de saison sèche

	Fruits entiers	Fruits consommés	Fruits consommés%
Cenchrus biflorus	9	11	55
Tribulus terrestris	7	22	76
Globalement			67

Malgré les faibles proportions de semences retrouvées en juin, il est clair que les déprédations causées par la faune du sol sur les stocks semenciers sont loin d'être négligeables, puisqu'elles peuvent intéresser près des 2/3 des réserves. Ces chiffres sont relativement élevés par rapport aux 33 p.100 signalés par LEPAGE (1972), puis BILLE et POUPON (1974) et BILLE (1976), mais s'accordent assez bien avec les 50 à 90 p.100 mentionnés par NOY MEIR (1980) pour les zones arides. Il est probable que ce phénomène s'amplifie encore avec l'arrivée des pluies, en rapport avec le développement massif de l'entomofaune.

Une autre expérience a été conduite pour évaluer les proportions de semences stockées par les rongeurs. Deux terriers désaffectés de campagnols (Meriones sp. ?) ont été déterrés, et les semences de Cenchrus biflorus stockées dans les "magasins" des terriers ont été dénombrées. En moyenne, 3850 fruits de Cenchrus ont été récupérés, répartis dans 3 à 4 magasins enfouis entre 20 et 50 cm de la surface du sol, c'est-à-dire à une profondeur incompatible avec leur germination. Parallèlement, 31 terriers du même type ont été dénombrés pour une surface de 400 m^2, soit une densité de terriers de 775 /ha (chiffres relativement élevés par rapport aux densités mentionnées par PETTER (1961) en zone désertique).

Rapporté au m^2, le stockage des semences de Cenchrus reste faible ($_$ 300 fruits/m^2), comparativement aux ordres de grandeur des stocks semenciers. Néanmoins, il ne s'agit là que de l'aspect "stockage" des semences par les rongeurs, leur consommation n'étant certainement pas négligeable compte tenu de la forte densité de terriers observée.

Il faut par ailleurs signaler que les semences de Cenchrus récupérées dans ces terriers n'ont fourni aucune germination.

Tableau XXII

Flux de semences à la surface du sol pendant la saison des pluies, mesurés à l'aide de boite de piégeage.

Faciès	Période du	Période au	Nbre de jours	Pluies pendant la période (mm)	Nbre d'espèces trouvées	Flux de semences nbre x m-2 x j-1	Flux minéral kg - m-2 x j-1	Flux d'insectes nbre x m-2 xj-1
Schoenefeldia gracilis	9/7	28/7	19	42	16	7271	5,84	306
Schoenefeldia gracilis	8/7	19/8	22	5,5	10	1442	3,59	165
Panicum laetum	8/7	19/8	22	5,5	10	1853	4,07	29
Schoenefeldia gracilis	19/8	29/8	10	88,5	12	18939	6,55	-(*)

(*) Boite pleine.

Tableau XXIII

Composition spécifique des boites de piégeage (nbre de semences piégées/m^2/j)

Faciès	Schoenefeldia gracilis	Schoenefeldia gracilis	Schoenefeldia gracilis	Panicum laetum
Période	9/7 au 28/7	28/7 au 19/8	19/8 au 29/8	28/7 au 19/8
Espèces				
. Tribulus terrestris	3698	485	8763	671
. Tragus berteronianus	981	319	5714	642
. Cenchrus biflorus	742	-	931	15
. Gisekia pharnacioides	855	-	-	-
. Dactyloctenium aegyptium	226	47	32	117
. Heliotropium strigosum	176	425	1188	277
. Sesuvium sesuvioides	75	83	385	-
. Indigofera senegalensis	75	24	899	29
. Divers 1	75	-	-	15
. Divers 2	75	-	-	-
. Schoenefeldia gracilis	75	-	-	-
. Zornia glochidiata	75	12	96	29
. Enteropogon prieurii	63	24	-	-
. Panicum laetum	13	-	-	-
. Divers 3	13	-	-	-
. Divers 4	13	-	-	-
. Cleome gynandra	-	12	128	-
. Boerhavia repens	-	12	321	-
. Limeum viscosum	-	-	431	15
. Alysicarpus ovalifolius	-	-	32	-

3.2. Germination

Après avoir étudié les caractéristiques des stocks semenciers des sols, il convient d'évaluer selon quelles modalités cette "végétation potentielle" peut s'exprimer avec l'arrivée des pluies. Le problème de la germination des semences est abordé d'une part sur le terrain, par suivi des levées au niveau des sites d'étude du stock semencier, puis au laboratoire, afin d'estimer les propriétés germinatives des principales espèces herbacées en conditions hydriques non limitantes.

3.2.1. Observations in situ

La première difficulté rencontrée porte sur l'identification des plantules à un stade végétatif peu avancé; les ouvrages traitant de cette question étant peu nombreux (TOUTAIN et DEDEKEN, 1977; MERLIER et MONTEGUT, 1982), un herbier de plantules a dû être constitué en référence, regroupant au total une cinquantaine d'espèces.

Le dénombrement des plantules sur le terrain présente également certaines difficultés en raison d'importantes variations de densité au cours de la saison des pluies. Un "échantillonneur" à la surface variable a donc été mis au point (photo 7) comprenant une réglette en bois de 56,4 cm de longueur (soit le rayon d'un cercle d'1 m^2), équipée d'un gond à l'une des extrêmités (centre du cercle). Les comptages sont effectués sur placettes fixes, repérées par un piquet; si la densité de plantules reste faible ($< 100/m^2$), le comptage porte sur la totalité du cercle (1 m^2).

Lorsque celle-ci augmente, 100 plantules sont alors dénombrées, et la surface échantillonnée est calculée par lecture de l'angle formé par la réglette à l'aide d'une boussole (la règle étant initialement positionnée plein nord par rapport au piquet repère). Les densités sont ensuite ramenées à une surface unitaire d'1 m^2.

Cette méthode présente l'avantage d'être non-destructive, et d'exécution relativement aisée par rapport à des dénombrements sur des surfaces carrées, les plantules étant passées une par une sous la règle en bois au fur et à mesure du comptage.

a) Vagues de germination

L'existence et l'importance relative de vagues successives de germination peuvent être à l'origine de modifications floristiques au sein du couvert herbacé, compte-tenu de l'évolution possible des réserves semencières du sol pendant la saison des pluies. L'estimation de ces différentes vagues nécessite un suivi très assidu sur le terrain au cours de la période des pluies irrégulières, les plantules issues des

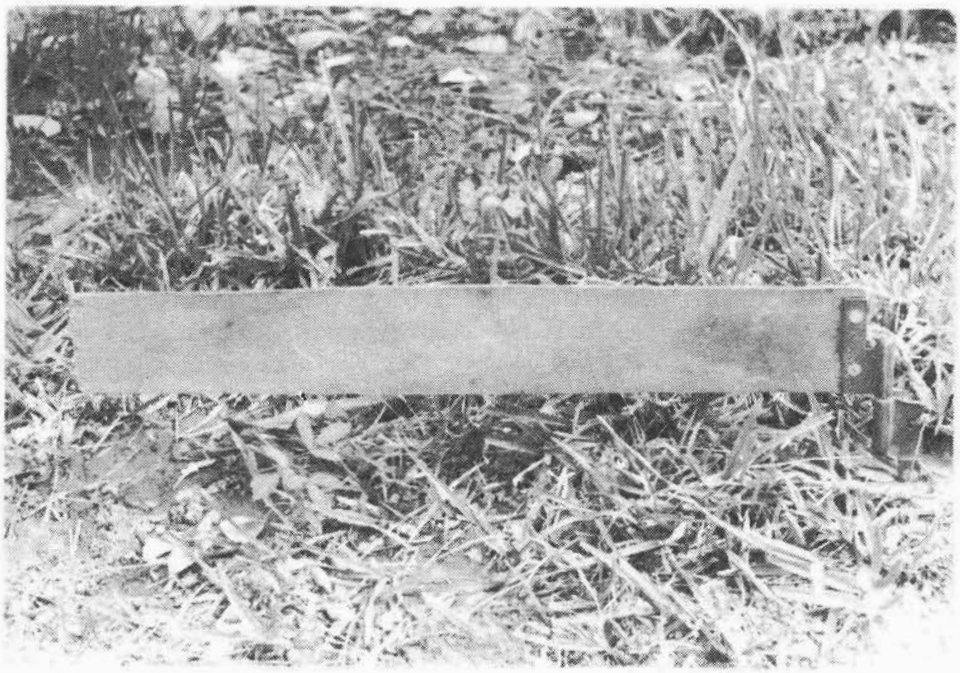


Photo 7 : Réglette mobile utilisée
pour les comptages de plantules

premières averses accusant généralement un flétrissement partiel ou permanent sous l'effet des contraintes hydriques; le lendemain d'une pluie, il est fréquent d'observer la reviviscence de ces plantules, même si quelques heures auparavant elles ne présentaient plus aucun signe de vitalité, en raison d'un redémarrage végétatif à partir de leurs parties souterraines restées actives. La distinction des différentes générations de plantules nécessite par conséquent d'effectuer les recensements après chaque averse, au moment où les plantules survivantes ont repris une certaine turgescence, et avant que les nouvelles levées n'aient pu s'installer. Passé 48 heures, la distinction entre anciennes et nouvelles germinations devient quasiment impossible.

Cette précaution indispensable ayant été prise, la part respective des différentes vagues de germination a pu être évaluée, du moins pour l'ensemble des sites de Ouadio. Pendant la période des pluies discontinues, qui s'est étalée en 1987 depuis début juin jusqu'à fin août, 3 séquences pluvieuses ont pu provoquer des levées :

- les 7 et 8 juin (65 mm)
- les 20 et 21 juillet (39 mm)
- le 21 août (84,5 mm).

Les nombres de plantules apparues à chaque averse sont reportés au tableau XXIV.

Dans tous les cas, l'essentiel des germinations est apparu à l'issue des premières pluies, les 2ème et 3ème vagues étant de moindre importance. Ces variations sont à mettre en relation avec la persistance d'une couverture de plantules entre chaque averse, et suggèrent une certaine compétition entre les levées déjà installées et la germination des semences aux 2ème et 3ème pluies.

Les séquences pluviométriques enregistrées sur les sites d'Aouinat (faciès à Cleome gynandra) et de Moussa diéri (faciès à Tragus berteronianus) diffèrent légèrement :

- 7 et 8 juin : <60 mm(*)
- 20 et 21 juillet : 12 mm
- 21 août : 124 mm

(*) : Absence de relevé pluviométrique, mais il semblerait que les averses des 7 et 8 juin aient été plus faibles qu'à Ouadio et Kaédi.

Tableau XXIV

Importance relative des vagues de germination successives (p.100 et nombre de plantules par m^2)

Vague de germination Faciès à	1ère	2ème	3ème	Nbre total de plantules (m-2)
Panicum laetum	89,8 % (989)	9,7 % (107)	0,5 % (6)	1102
Schoenefeldia gracilis	97,9 % (3240)	1,9 % (63)	0,2 % (7)	3310
Aristida mutabilis	94,0 % (2592)	5,5 % (150)	0,5 % (4)	2756
Tribulus terrestris	62,4 % (171)	32,7 % (90)	0,5 % (13)	274
Cenchrus biflorus	81,1 % (553)	17,2 % (118)	1,7 % (11)	682
Zornia glochidiata	81,5 % (569)	17,5 % (122)	1,0 % (7)	698

Pour ces 2 sites, les pluies de juin et juillet ont été insuffisantes pour assurer le maintien des plantules jusqu'aux averses de la fin août. Les germinations s'établissent alors selon les proportions suivantes (tab. XXV) :

Tableau XXV

Importance relative des vagues de germination

Vague de germination Site - Faciès à	1ère (juin)	2ème (août)	Nombre total de germinations (m-2)
Aouinat - Faciès à Cleome gynandra	8,2 % (235)	91,8 % (2628)	2863
Moussa diéri - Faciès à Tragus berteronianus	7,1 % (215)	92,9 % (2808)	3023

Malgré une nette différence de hauteurs d'eau reçues pour chaque averse, il semble que les vagues secondaires de germination augmentent considérablement lorsque le couvert de plantules disparait. Il y aurait donc un effet dépréciatif des plantules sur la germination des semences; cet effet joue un rôle limitant vis-à-vis d'éventuelles modifications floristiques lors de la phase d'installation de la végétation, les remplacements d'espèces ne pouvant s'effectuer qu'à la faveur d'une réduction massive du couvert déjà en place.

L'hypothèse de la compétition plantules - semences peut être également étayée par l'expérience suivante : quelques placettes ont été piquetées au niveau d'une microcuvette légèrement dégradée à Schoenefeldia gracilis, et les plantules issues des vagues de germination successives ont été systématiquement arrachées. Le tableau XXVI compare l'importance relative des différentes vagues, avec arrachage par rapport au témoin :

Tableau XXVI

Effet de l'arrachage
sur les vagues successives de germination
(en p.100 du nombre total de germinations
et nombre de plantules/m^2)

Vague de germination	1ère (juin)	2ème (juillet)	3ème (août)	Nombre total germinations /m2
Pluie (mm)	65	39	88	
Avec arrachage	17,6 % (900)	46,1 % (2350)	36,3 % (1850)	5100
Sans arrachage (témoin)	83,3 % (660)	3,3 % (26)	13,4 % (106)	792

Dans cet exemple, le recouvrement au sol sur les placettes témoins reste faible ($\simeq$ 30 %) aux moments des 2ème et 3ème pluies (respectivement 126 et 94 plantules/m^2), ce qui conduit à négliger le rôle éventuel de l'éclairement sur l'importance des levées.

Certains auteurs voient dans ce phénomène de compétition "a reponse by seeds to an unfavorable biotic environment" (INOUYE, 1980), résultant d'une inhibition de la germination par les plantules déjà établies. En fait, il est probable que cette compétition s'effectue par le biais d'une concurrence

active pour l'eau présente dans la couche superficielle du sol; celle-ci se dessèche rapidement après une averse sous l'effet d'une intense évaporation atmosphérique, mais aussi à cause d'une demande capillaire en profondeur et de la reprise de turgescence rapide des plantules. Un certain nombre de semences pourrait alors "germer", dans l'acceptation physiologique du terme (cf. EVENARI, 1957; COME, 1975), sans parvenir néanmoins au stade plantule (= "germination" au sens agronomique) du fait de la réduction rapide du stock d'eau dans les premiers centimètres du sol. Cette distinction n'est pas envisageable par simple observation des levées sur le terrain, mais reste importante à souligner en raison des incidences possibles sur les réserves semencières.

b) Taux de germination

Ils sont calculés en rapportant le nombre de plantules recensées pour une espèce au nombre de semences correspondant dans le stock du sol. Ces taux ont été uniquement calculés pour les premières levées (pluies des 7 et 8 juin), les réserves semencières étant susceptibles d'évoluer, en composition et en densité, au cours de la saison des pluies. Les pourcentages obtenus sont consignés dans le tableau XXVII.

Toutes espèces confondues, les germinations représentent pour les différents faciès 0,4 à 24,7 % des réserves du sol. Ponctuellement, on note des proportions beaucoup plus élevées *, notamment pour Indigofera senegalensis (67,7 %) et pour Schoenefeldia gracilis (72,3%). A l'inverse, les semences de Tribulus terrestris et Tragus berteronianus peuvent germer dans toutes sortes de station, avec cependant un taux légèrement supérieur sur les buttes à Cenchrus dans le premier cas (27,2 %), et au niveau des à-plats ensablés à Aristida pour les diaspores de Tragus (12,4 %).

La hauteur d'eau nécessaire à l'apparition d'une première vague de levées peut être assez faible; en 1986, une pluie de 5,5 mm a permis l'installation de 184 plantules/m^2, représentant globalement 2,4 % des réserves semencières du sol, au niveau d'un épandage sableux dégradé à M'Bidane.

L'effet des précipitations sur les taux de germination reste cependant difficile à évaluer sur le terrain, en raison de la redistribution des eaux de pluies à la surface du sol, en fonction de la microtopographie.

---

* Le taux aberrant enregistré pour Aristida mutabilis est lié à l'impossibilité d'en distinguer les jeunes plantules par rapport à celles d'Eragrostis pilosa, dont les semences sont largement sous-estimées au niveau des stocks du sol.

c) Vitesse de germination

Pour l'ensemble des stations étudiées, les délais d'apparition des plantules après les averses sont extrêmement réduits, la grande majorité des levées s'installant dans les 48 heures qui suivent la pluie. Passé ce délai, les germinations tardives sont rares, et n'ont été observées que ponctuellement pour quelques espèces (Indigofera senegalensis, Aristida mutabilis, Cenchrus biflorus, Dactyloctenium aegyptium et Tribulus terrestris). Cette synchronisation des levées est à mettre en relation avec la décroissance rapide des stocks d'eau dans la couche superficielle du sol. Par ailleurs, la faiblesse des vagues de germination secondaires (cf. supra) rend difficile l'appréciation des "levées tardives", en rapport avec une "dureté" différentielle des semences soulignée par divers auteurs en zone sud-sahélienne (PENNING de VRIES et DJITEYE, 1982; CISSE, 1986 ...).

Au niveau du secteur étudié, la fréquence des "pluies utiles" (c'est-à-dire susceptibles de provoquer des levées) est beaucoup plus faible, et les espèces observées montrent un comportement pionnier très prononcé, dans la mesure où elles tendent à occuper l'espace libre le plus rapidement possible. Cette vitesse de germination élevée s'observe également pour les semences dont la graine est protégée par un tégument induré (Indigofera senegalensis, Dactyloctenium aegyptium, Alysicarpus ovalifolius, Zornia glochidiata).

d) Profondeur de germination

Elle est fonction de la distribution verticale des semences dans le sol, mais est également limitée par la compacité de l'horizon superficiel.

Quelques indications ont été obtenues pour les principales espèces, en marquant au feutre l'emplacement du collet sur les plantules, puis en déterrant celles-ci soigneusement pour récupérer la partie souterraine et la semence. Les longueurs semences - collets sont reportées dans le tableau XXVIII :

Tableau XXVII

Taux de germination de quelques espèces après la première pluie.
(en % du nombre de semences de l'espèce dans le sol)

Faciès à Espèces	Panicum laetum	Schoenefeldia gracilis	Aristida mutabilis	Tribulus terrestris	Cenchrus biflorus	Zornia glochidiata	Enteropogon prieurii	Cleome gynandra	Tragus berteronianus
. Panicum laetum	7,2	0	-	-	0	-	-	-	-
. Eragrostis pilosa *	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-
. Schoenefeldia gracilis	0	72,3	0	-	0	0	-	0	-
. Aristida mutabilis *	0	-	145,8	-	-	0	-	-	-
. Indigofera senegalensis	1,5	4,3	67,7	-	3,3	-	-	-	-
. Tragus berteronianus	0,2	1,0	12,4	0,6	0,3	4,4	1,0	1,7	0,4
. Tribulus terrestris	4,2	2,3	5,7	0,8	27,2	1,6	0	0,6	0,8
. Cenchrus biflorus	0	-	0	0	0,7	0,5	13,0	-	-
. Dactyloctenium aegyptium	0	0	-	0	1,2	3,5	0	-	0,8
. Zornia glochidiata	13,5	-	-	0	1,1	3,3	-	-	0
. Alysicarpus ovalifolius	-	-	-	-	2,0	4,7	-	-	-
. Enteropogon prieurii	21,1	0	0	0	0	0	1,4	-	0
. Cleome gynandra	0	-	-	0	-	-	-	18,9	0
Toutes espèces confondues	3,8	24,7	21,9	0,4	0,8	2,0	1,4	1,3	0,4

Tableau XXVIII

Profondeur de germination de quelques espèces

Espèces	Nombre de plantules observées	Profondeur de germination moyenne (mm)	Minimale (mm)	Maximale (mm)	Intervalle de confiance (mm)
. Enteropogon prieurii	78	3,1	0	10	0,5
. Schoenefeldia gracilis	42	6,1	1	11	0,8
. Zornia glochidiata	34	8,9	3	18	1,5
. Panicum laetum	62	18,9	3	26	7,6
. Tribulus terrestris	20	18,5	9	41	3,2
. Cenchrus biflorus	48	23,0	3	53	2,9

Les profondeurs de germination sont surtout importantes pour Cenchrus biflorus et Tribulus terrestris, en rapport avec la texture grossière des sols de leurs stations caractéristiques (buttes sableuses). Elles restent faibles pour Enteropogon prieurii, dont la plantule est facilement déchaussée au cours de la période d'installation de la végétation par suite de l'abrasion superficielle du sol.

e) Germination sous pluies simulées

Une expérience a été tentée pour évaluer l'effet d'apports hydriques complémentaires sur la germination. Sur les différents sites de suivi, des cylindres de 165 cm^2 de section sur 35 cm de hauteur (morceaux de tube de PVC utilisés pour les évacuations d'eaux usées) ont été enfoncés dans le sol, dans le but d'isoler des blocs de terre. La végétation présente dans le cyclindre lors de sa mise en place a été notée, et plusieurs arrosages ont été effectués durant le mois d'août, correspondant chacun à une pluie de 44 mm. Le tableau XXIX montre l'évolution des densités de plantules au bout d'un mois.

L'effet des pluies simulées est surtout important au niveau des faciès à Panicum, Schoenefeldia, Aristida, Tribulus et Cenchrus, les densités de plantules obtenues en fin d'expérience étant 3 à 5 fois supérieures à celles des témoins. Pour les autres types de station, l'arrosage complémentaire a des conséquences beaucoup moins marquées, voire même nulles (faciès à Alysicarpus).

Tableau XXIX

Evolution des densités de plantules sous pluies simulées

Faciès à	Hauteur des pluies complémentaires (mm)	Densité initiale (m-2) déb.août	Densité finale (m-2) fin août	Densité témoin (m-2) fin août
. Panicum laetum	182	240	420	104
. Schoenefeldia gracilis	182	1500	1320	246
. Aristida mutabilis	182	420	660	201
. Tribulus terrestris	182	180	360	66
. Cenchrus biflorus	132	840	660	116
. Zornia glochidiata	132	0	120	98
. Mollugo nudicaulis (glacis)	182	0	120	-
. Enteropogon prieurii	88	240	180	99
. Cleome gynandra	88	0	1560	1470
. Tragus berteronianus	88	0	2580	2112
. Alysicarpus ovalifolius	44	0	0	0

Dans ce cas, il est clair que les précipitations ne constituent pas le principal facteur limitant vis-à-vis de la mise en place de la végétation. Le nombre de semences présentes dans le sol pourrait alors être incriminé, dans la mesure où les densités les plus faibles, recensées au niveau des stocks semenciers résiduels (cf. 3.1. : tab.XIV) correspondent aux faciès pour lesquels l'effet des pluies simulées est le moins marqué.

Il faut noter par ailleurs que les arrosages répétés n'ont pas induit de modification floristique au niveau des cylindres (excepté pour le faciès à Zornia), et ont permis dans la majorité des cas le maintien des espèces présentes au début de l'expérience.

Un tout autre aspect du problème de l'installation de la végétation a été abordé à travers cette expérience de pluies simulées. Lors des phases d'arrosage, il est apparu que le

volume d'eau versé dans chaque cyclindre percolait plus ou moins rapidement selon les types de station. Une mesure de la perméabilité des sols a donc été effectuée en chronométrant la percolation complète d'une pluie simulée de 44 mm (tab. XXX).

Tableau XXX

Perméabilité des sols des différents faciès

Faciès à :	Temps de percolation (mn)	Vitesse de percolation (mm/h)
. Cleome gynandra	9	293
. Cenchrus biflorus	10	264
. Enteropogon prieurii	12	220
. Tragus berteronianus	13,5	195
. Tribulus terrestris	26	102
. Aristida mutabilis	29	91
. Zornia glochidiata	30	88
. Panicum laetum	38	69
. Schoenefeldia gracilis	63	42
. Mollugo nudicaulis (glacis)	91	29

Les résultats obtenus mettent à jour de fortes différences de vitesse de percolation selon la texture du sol. Celles-ci varient de 250 à 300 mm/h sur sables épais (faciès à Cenchrus et Cleome), à 100-200 mm/h lorsqu'il s'agit d'ensablements superficiels, et 50-100 mm/h au niveau des micro-cuvettes à Panicum laetum et Schoenefeldia gracilis. Les sols glacés en surface sont pratiquement imperméables, puisqu'il a fallu plus d'1 heure 30 pour absorber l'équivalent d'une pluie de 44 mm.

Il faut par ailleurs souligner que les vitesses calculées sont surestimées comparativement aux conditions réelles, en raison de la pression excercée par le volume d'eau dans le cyclindre, mais aussi du fait de l'absence des effets mécaniques de l'eau de pluie (battage, effet splash), qui réduisent habituellement la perméabilité du sol par dégradation de sa structure superficielle.

Cette perméabilité différentielle conditionne le volume d'eau réellement disponible au niveau de chaque faciès et favorise une redistribution de l'eau de pluie à la surface du sol, selon l'intensité des averses. De ce fait, il devient très difficile d'apprécier les relations précipitations - germinations à leurs justes valeurs et même, plus globalement, des corrélations précises entre hauteurs des pluies et production herbacée.

3.2.2. Expériences de germination

Les expériences de germination ont été conduites avec un double objectif :

- Evaluer tout d'abord les proportions de diaspores, récupérées lors de l'analyse des stocks semenciers du sol, susceptibles de germer en conditions hydriques non limitantes. On cherche ainsi à quantifier les réserves semencières viables du sol.

- Préciser quelques propriétés germinatives des principales espèces du secteur étudié (vitesse, taux de germination), et comparer ces résultats aux observations de terrain.

Ces expériences ont été effectuées au laboratoire, les semences étant disposées sur boîte de Pétri et placées dans une étuve aveugle thermostatée à 35°C. Les levées ont été dénombrées quotidiennement, l'expérience prenant fin 5 jours après l'apparition de la dernière germination.

1 - Germination des stocks semenciers du sol.

Les expériences effectuées portent sur une partie des stocks semenciers de fin de saison sèche (juin 1987) et sur la totalité des échantillons prélevés en septembre 1987 (stock semencier résiduel), décembre 1987 (stock semencier initial) et mars 1988 (stock intermédiaire de saison sèche).

. Vagues de germination

A l'issue d'une première expérience, les semences qui n'avaient pas levé ont été séchées puis réhydratées pour évaluer l'importance des vagues de germination secondaires. Aucune levée n'a pu être observée au cours des 2ème et 3ème phase d'imbibition , la totalité des germinations étant apparue lors de la première expérience. Cette absence de germinations secondaires confirme les tendances observées précédemment, et tend à minimiser le rôle que pourrait jouer les "levées tardives" au cours de l'installation du couvert herbacé.

Contrairement aux résultats obtenus par divers auteurs en zone sud-sahélienne (PENNING de VRIES et DJITEYE, 1982;

CISSE, 1986), il y aurait donc une assez bonne synchronisation des levées avec la première pluie; ce phénomène est à mettre en relation avec une durée plus courte de la saison des pluies, et un nombre d'averses "utiles" plus faible comparativement au secteur sud-sahélien, d'où la nécessité pour les plantes d'occuper rapidement l'espace libre.

L'importance des levées varie cependant avec la hauteur des précipitations, comme l'ont montré diverses études effectuées en zone aride (WENT, 1949, JUHREN et al., 1956; SHARMA, 1973; KOLLER et HADAS, 1982 ...); lorsque la première pluie est insuffisante, le couvert de plantules ne peut se maintenir jusqu'à la prochaine averse, et une 2ème vague de germination peut s'installer (cas des sites à Cleome gynandra et Tragus berteronianus), témoignant ainsi de la persistance d'un stock de semences viables dans le sol. Pour les sites étudiés, ces levées secondaires affectent indifféremment des semences à graine "dure" ou "tendre", et il est vraisemblable que ces germinations différées résultent plus d'une forte hétérogénéité d'humectation de la couche superficielle du sol lors de la première pluie, que d'une dureté différentielle des semences du sol. Cette irrégularité d'imbibition de l'horizon de surface est induite par l'hétérogénéité structurale des 1ers cm du sol, et par le piétinement continu par le bétail. L'influence de la micro-hétérogénéité du substrat sur la germination a d'ailleurs été mise en évidence par divers auteurs (WHITE, 1968; OOMES et ELBERSE, 1976; HARPER et al., 1965), et reste un phénomène bien connu des agriculteurs qui, au moment des semis, observent sur les poquets de terre ouverts au déplantoir traditionnel un degré d'humidité très variable.

. Vitesse de germination

Elle est élevée dans tous les cas, mais semble varier légèrement selon la date de prélèvement des échantillons (tab. XXXI).

Tableau XXXI

Vitesse de germination des stocks semenciers du sol

Date de prélèvement	Stock semencier initial (déc.1987	Stock semencier intermédiaire (mars 1988)	Stock semencier final (juin 1987)	Stock semencier résiduel (sept.1987)
Durée de germination (jours)	12	6	5	3
% du nombre total de levées atteint en 3 jours	75 à 100	91 à 99	90 à 100	100

Le temps nécessaire à l'obtention de la totalité des germinations (durée de germination) est d'autant plus court que les semences ont séjourné longtemps dans le sol. Néanmoins, les différences restent faibles puisque la grande majorité des levées est obtenue après 3 jours. Les délais de germination (temps nécessaire à l'apparition des premières levées) n'excèdent jamais 24 heures.

. Taux de germination

Ils varient de 0 à 37 % selon les faciès et la période d'échantillonnage du stock semencier (tab. XXXII)

Tableau XXXII

Taux de germination des stocks semenciers du sol.
(% du nombre de semences mis à germer)

Date de prélèvement / Faciès à	Stock semencier final (juin 1987)	Stock semencier résiduel (sept 1987)	Stock semencier initial (déc 1987)	Stock semencier intermédiaire (mars 1988)
. Panicum laetum	12,1	5,3	2,1	13,6
. Schoenfeldia gracilis	8,9	1,9	10,0	32,2
. Aristida mutabilis	6,6	2,1	24,5	25,1
. Tribulus terrestris	10,9	0,9	12,5	9,8
. Cenchrus biflorus	-	3,9	11,6	19,2
. Zornia glochidiata	-	0	4,8	22,9
. Mollugo nudicaulis (glacis)	-	0	11,4	-
. Enteropogon prieurii	-	2,8	5,9	-
. Tragus berteronianus	-	7,5	2,2	-
. Cleome gynandra	-	0	6,2	10,5
. Alysicarpus ovalifolius	-	36,8	0	-
. Moyenne (nombre total de levées/ nombre de semences du stock) %	9,0	3,3	9,3	17,3

Entre le début de la saison des pluies (S.S.F.) et la fin de la période d'installation du couvert herbacé (S.S.R.), on

note une nette diminution des taux de germination pour les faciès ayant en commun les 2 séries de prélèvements. Cette diminution peut être mise en relation avec le développement massif de la faune granivore pendant cette période, qui peut occasionner d'importantes déprédations sur les réserves du sol.

Les phénomènes de transport, dont l'importance a été signalée précédemment, pourrait également affecter la capacité de germination des stocks de saison des pluies, soit par dégradation mécanique des semences sous l'effet des chocs, soit par suite d'une imbibition partielle lors du transport par les eaux ruisselées, entraînant un pourrissement des diaspores. Ainsi, sur 848 semences provenant de 4 boîtes de piégeage récoltées pendant le mois d'août, 7 levées seulement ont pu être obtenues expérimentalement, soit un taux de germination moyen de 0,8 %.

Comparativement aux stocks semenciers résiduels, les réserves de début de saison sèche montrent une meilleure capacité de germination. Celle-ci s'accroit également au cours de la saison sèche (stocks de mars 1988) pour la majorité des faciès étudiés.

Il y aurait donc une sorte de "post-maturation" des semences au niveau du sol, probablement en raison d'une amélioration de la perméabilité des enveloppes séminales sous l'action abrasive des vents de saison sèche.

Les variations de la capacité germinative des semences sont plus ou moins nettes selon les espèces (tab.XXXIII).

Pour la majorité des espèces, les taux de germination augmentent pendant la saison sèche. Cette augmentation est constante pour Panicum laetum et Boerhavia repens, mais tend à s'estomper au bout de quelques mois pour Enteropogon prieurii, Tragus berteronianus, Dactyloctenium aegyptium, Schoenefeldia gracilis et Indigofera senegalensis. Tout ce passe comme si l'action abrasive des vents, qui améliore la perméabilité des téguments de la graine et favorise son imbibition lors de la germination, finissait à la longue par occasionner une usure des enveloppes séminales, de telle sorte que les protections de la graine s'en trouvent endommagées et son pouvoir germinatif déprécié.

Les semences de Cenchrus biflorus et Tribulus terrestris présentent au contraire le phénomène inverse, leur capacité de germination diminuant au cours de la saison sèche. Il y aurait dans ce cas, soit une forte sensibilité de ces diaspores aux agents atmosphériques, soit une pression différentielle de la part des consommateurs du sol, les semences de ces 2 espèces étant l'une comme l'autre, particulièrement riches en réserves.

Tableau XXXIII

Evolution des taux de germination spécifiques au cours de la saison sèche

Date de prélèvement / Espèces	Stock semencier initial (déc.1987)	Stock semencier intermédiaire (mars 1988)	Stock semencier final (juin 1987
. Panicum laetum	2,4	19,5	23,7
. Boerhavia repens	23,5	27,7	100,0
. Tribulus terrestris	9,0	4,7	0,5
. Cenchrus biflorus	37,2	19,8	10,0
. Enteropogon prieurii	9,9	33,7	22,2
. Tragus berteronianus	1,6	18,5	6,1
. Dactyloctenium aegyptium	1,9	23,4	7,7
. Schoenefeldia gracilis	9,4	63,7	18,8
. Indigofera senegalensis	7,7	20,9	9,6
. Aristida mutabilis	80,0	44,4	-
. Zornia glochidiata	7,9	14,6	-
. Cleome gynandra	4,8	9,7	-
. Alysicarpus ovalifolius	-	13,6	0
. Heliotropium strigosum	10,1	-	-

2 - Propriétés germinatives de quelques espèces

Quelques expériences complémentaires ont parallèlement été effectuées sur des semences récoltées sur pied, à la fin de mois de septembre 1987 (tab. XXXIV).

En accord avec LEGRAND (1979) et GROUZIS (1987), on observe un taux de germination plus élevé pour les graines de Cenchrus extraites de leurs barbes épineuses que pour les fruits entiers, et pour les caryopes centraux comparativement aux latéraux. Ce polymorphisme de la semence pourrait constituer une "adaptation à la pluviométrie erratique par un comportement physiologique, en particulier des différents types morphologiques de semences" (GROUZIS, 1987). Cette hypothèse doit cependant être nuancée par le fait qu'il est très rare d'observer des germinations doubles sur les fruits de Cenchrus. En effet, sur 990 fruits provenant de divers prélèvements de sol, une seule germination double a pu être recensée. Par ailleurs, sur la cinquantaine de plantules de Cenchrus déterrées lors des mesures concernant les profondeurs de germination, aucune levée ne s'était établie à partir d'une graine libre "centrale" ou "latérale". Les caryopses isolés du Cenchrus ont bien une capacité de germination supérieure à celle des fruits entiers, mais ont certainement une longévité réduite dans le sol en l'absence de protection efficace de la graine.

Concernant les autres espèces du tableau XXXIV, certaines d'entre-elles n'ont fourni aucune germination (Panicum laetum, Tribulus terrestris, Cleome gynandra, Zornia glochidiata). Selon divers auteurs (LEGRAND, 1979; ROUSSEL, 1978; HARTY, 1972; SMITH, 1979 ...), cette inaptitude à la germination des jeunes semences est à rapporter à une

Tableau XXXIV

Taux de germination spécifiques de quelques semences récoltées sur pied.
(en % du nombre total de semences)

Espèces	Taux de germination (%)	Durée de germination (j)
. Cenchrus biflorus (fruits)	16	4
. Cenchrus biflorus (caryopses centraux)	50	4
. Cenchrus biflorus (caryopses latéraux)	26	5
. Schoenefeldia gracilis	8	4
. Aristida mutabilis	42	6
. Enteropogon prieurii	54	3
. Tragus berteronianus	22	2
. Alysicarpus ovalifolius	2	1
. Panicum laetum	0	-
. Tribulus terrestris	0	-
. Cleome gynandra	0	-
. Zornia glochidiata	0	-

inhibition tégumentaire, levée progressivement au cours de la saison sèche avec l'altération des enveloppes séminales. Cette "post-maturation" doit cependant s'effectuer très rapidement, dès l'incorporation des semences aux réserves du sol, si l'on en croit les taux de germination enregistrés pour ces espèces au niveau des stocks semenciers de décembre 1987, soit 2 mois après leur date de récolte pour cette présente expérience.

Il est probable que la diminution rapide du degré hygrométrique de l'air en début de saison sèche suffise à fragiliser les téguments protecteurs de la graine, par un simple effet siccatif.

Dans le cas des jeunes semences de Tribulus terrestris, la coque épineuse constitue une enveloppe imperméable à l'eau et empêche la germination. Cette barrière est facilement levée dès lors qu'une des 3 à 5 épines principales de la coque est rompue, la fracture permettant l'arrivée d'eau dans la semence. Dans la pratique, cet évènement se produit très rapidement après la chute des diaspores au sol, les semences étant posées en porte à faux sur les épines principales qui se brisent facilement sous la moindre pression.

D'une manière générale, cette inhibition des jeunes semences constitue pour l'espèce un avantage sélectif certain, dans la mesure où elle garantit les semences d'une germination accidentelle, provoquée par des pluies tardives de début de saison sèche (octobre), dont le seul effet serait de dégréver inutilement les stocks du sol.

Les diverses expériences effectuées mettent à jour d'importantes variations de la capacité de germination des semences au cours de l'année.

A plus long terme, il est généralement admis que les diaspores sahéliennes ont une durée de vie qui s'étend sur plusieurs années (GROUZIS, 1987); cette longévité semble être cependant limitée, comme tend à le montrer l'expérience suivante :

Quelques diaspores ont pu être récupérées dans un herbier effectué par MOSNIER en 1959 et 1960 dans la région de Kaédi, et conservé sur place.

Environ 400 semences, appartenant à 13 espèces différentes ont été mises à germer dans les conditions expérimentales classiques, mais aucune levée n'a pu être observée sur ces semences âgées de près de 30 ans, malgré plusieurs imbibitions successives.

Comparativement aux conditions de conservation artificielle, la persistance d'un stock de semences viables dans le sol est certainement beaucoup plus limitée, du fait des agressions

continues par les agents atmosphériques ou par les consommateurs primaires. La diminution significative des taux de germination, enregistrée pour les semences ramassées en septembre 1987 (stock semencier résiduel), rend bien compte de cette détérioration qualitative des réserves du sol, au sein même d'un cycle annuel. De ce fait, il est vraisemblable que les résidus semenciers jouent un rôle peu important dans la mise en place du couvert herbacé à la saison des pluies suivante, et pourraient même constituer un facteur limitant dans l'éventualité d'une année exceptionnellement sèche.

3.3. Survie des plantules

Parmi les nombreuses levées qui s'installent après les premières pluies, seule une faible proportion va effectivement participer à l'élaboration finale du couvert herbacé. Une sélection drastique s'exerce donc sur les jeunes plantules, sous l'effet des contraintes hydriques liées à un espacement important des premières pluies, mais aussi sous la pression des herbivores, bien souvent carencés à l'issue d'une longue période sèche.

Les observations effectuées sur le terrain visent à évaluer la mortalité des plantules lors de l'installation du tapis herbacé, et permettent de souligner quelques phénomènes adaptatifs des plantes en regard des contraintes hydriques et zoogènes du milieu.

1) Taux de survie par station

Les recensements de plantules effectués à intervalle régulier, et plus particulièrement au moment de pluies, permettent d'établir des courbes de survie pour les principaux types de station (fig.25 et 26).

Dans tous les cas, on remarque une rapide décroissance des densités de plantules au début de la saison des pluies, puis une stabilisation vers la fin du mois d'août, tandis que les averses deviennent plus régulières. Une phase de croissance (période B ou période de "pluies continues") fait suite à la phase de germination - installation (période A ou "pluies discontinues") au cours de laquelle est apparu l'essentiel des levées qui interviennent dans le couvert herbacé final.

Les proportions de plantules survivantes varient de 8 à 27 % selon les faciès, et représentent globalement, pour les six stations de Ouadio, 10,8 % du nombre total de levées recensées après la première pluie.

La densité de plantules au sol en fin d'installation varie de 50 à 350 pieds/m2, en fonction de l'aptitude au tallage des espèces propres à chaque faciès. Ces densités correspondent à un recouvrement presque total du sol (90 à 100 %), excepté pour les faciès à Aristida mutabilis (70 %) et Zornia

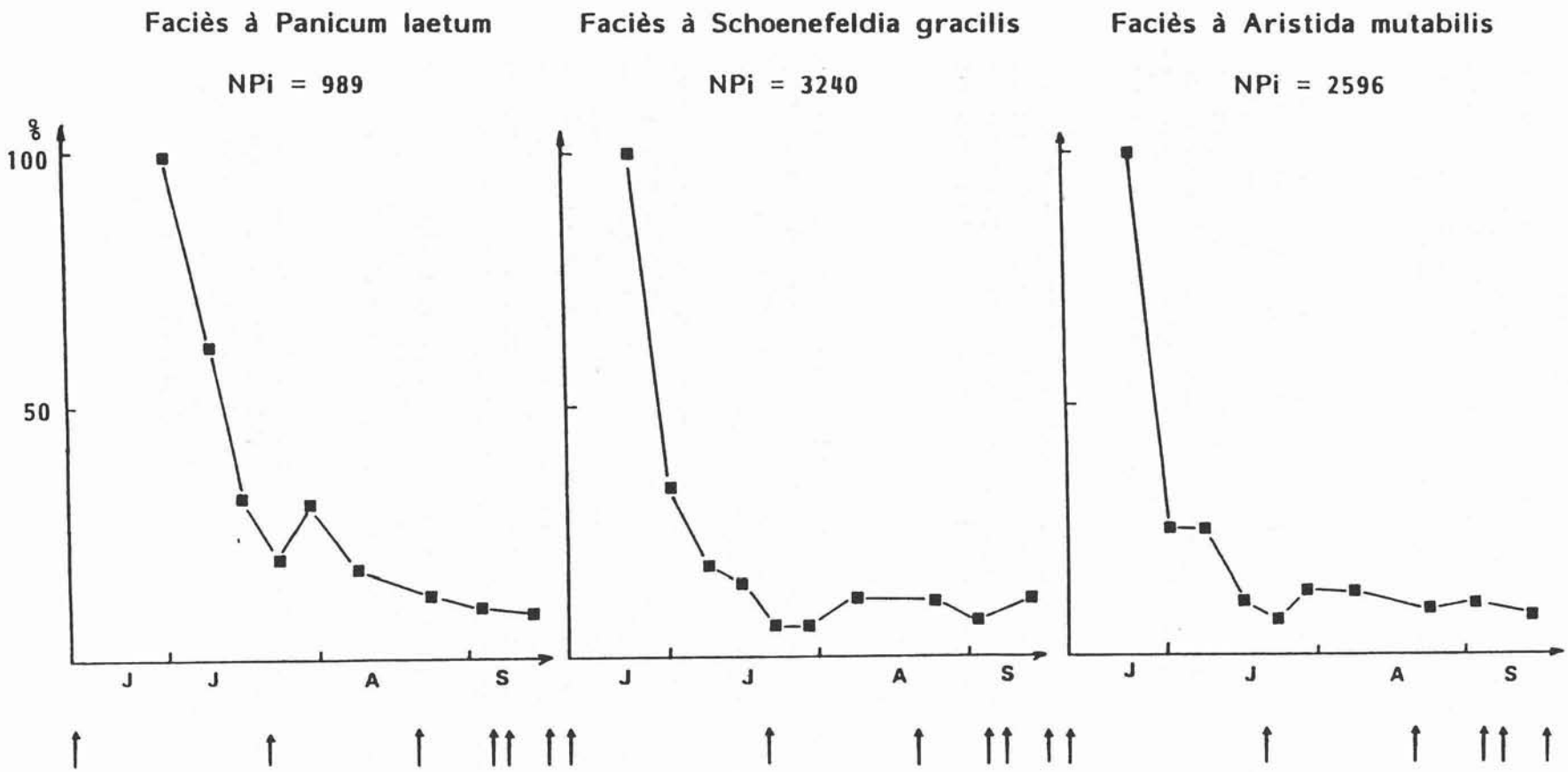


Figure 25 : Taux de survie des plantules (en % du nombre de plantules initial / m² : NPi)

↑ : Grosse pluie

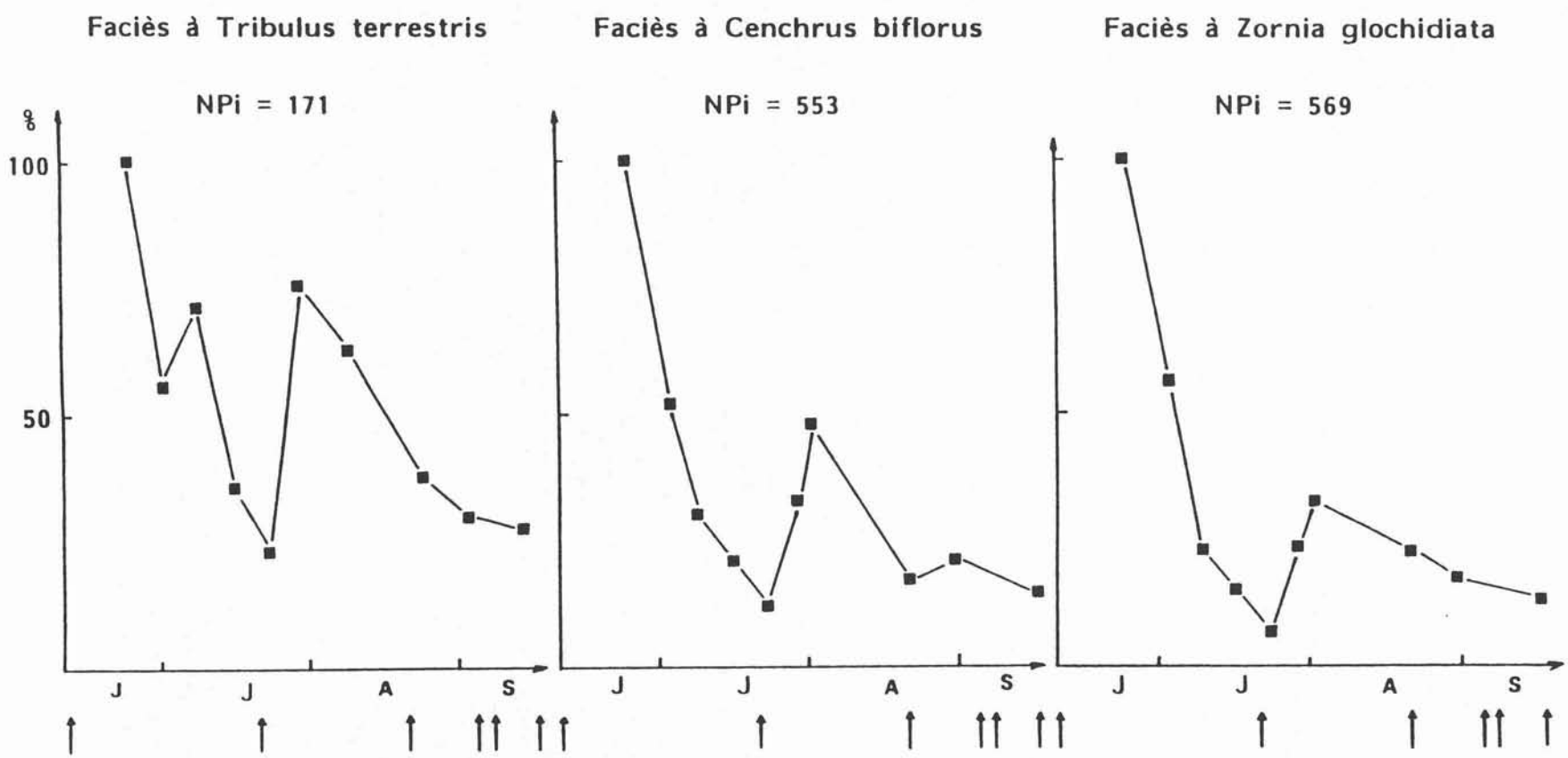


Figure 26 : Taux de survie des plantules (en % du nombre de plantules initial / m² : NPi)

↑ : Grosse pluie

glochidiata (35 %). Dans tous les autres cas, les comptages effectués tendent vers une densité maximale de plantules, dans la mesure où l'espace restant libre est extrêmement réduit.

L'examen détaillé des courbes de survie confirme également la faiblesse des vagues de germination secondaires, excepté peut être pour les faciès à Tribulus terrestris et Cenchrus biflorus. La pente de ces courbes est très forte au début de la saison des pluies, mais décroît au fur et à mesure de l'installation du couvert, traduisant ainsi une meilleure aptitude des plantules à résister aux contraintes du milieu. Cette aptitude varie selon les espèces, mais aussi pour une même espèce selon le type de faciès considéré.

2) Taux de survie spécifique

Ils ont été calculés pour la première période de déficit hydrique (début juin au 20 juillet) pour les différents faciès de Ouadio (tab. XXXV).

Les taux de survie spécifiques sont supérieurs pour Panicum laetum, Schonefeldia gracilis et Aristida mutabilis au niveau de leurs faciès respectifs, comparativement aux autres types de milieu étudiés. Cette plus faible mortalité traduit une bonne adaptation de ces espèces au niveau de leurs micro-habitats particuliers, et tend à renforcer l'idée qu'il s'agit d'unités de végétation relativement stables dans le temps. Ces performances différentielles des espèces composantes résultent d'une meilleure compétitivité de ces dernières, en rapport avec une spécialisation très marquée des conditions écologiques de leur habitat, d'où une certaine permanence dans la composition floristique de ces faciès.

Ponctuellement, quelques cas particuliers peuvent être soulignés : Indigofera senegalensis, par exemple, montre une bonne aptitude à résister aux contraintes, puisqu'il se maintient dans la totalité des faciès envisagés. Cette propriété de la plantule pallie un pouvoir germinatif moyen de cette espèce, et surtout une maigre production semencière. Les réserves de la semence jouent certainement un rôle important lors de la phase d'installation, en autorisant une croissance rapide des parties souterraines de la plante et donc une utilisation précoce des ressources du milieu. Ce phénomène a d'ailleurs été mis en évidence par BRUCKLEY (1982), et semble concerner essentiellement les espèces produisant de grosses diaspores (BAKER, 1972).

A l'inverse, on note une forte mortalité pour les plantules de Tragus berteronianus, dont les semences sont très abondantes dans le sol (cf.3.1.). Les graines de cette espèce sont peu fournies en réserves, la partie la plus importante de la semence étant constituée par une enveloppe hérissée de poils tuberculés qui assurent sa dissémination à distance.

Tableau XXXV

Taux de survie spécifique après une première phase
de contrainte hydrique
(en % du nombre de levée à la première pluie)

Faciès à Espèces	Panicum laetum	Schoenefeldia gracilis	Aristida mutabilis	Tribulus terrestris	Cenchrus biflorus	Zornia glochidiata
. Panicum laetum	16,9	-	-	-	-	0
. Schoenefeldia gracilis	1,8	6,3	-	-	-	-
. Aristida mutabilis	0	0	5,2	0	0	0
. Tribulus terrestris	0	2,7	8,3	28,3	58,4	24,1
. Tragus berteronianus	0	2,7	1,6	0	2,2	0
. Zornia glochidiata	5,9	0	25,0	-	7,7	5,9
. Indigofera senegalensis	84,2	27,7	26,0	12,5	5,5	31,3
. Enteropogon prieurii	0	-	0	0	-	-
. Boerhavia repens	-	-	6,9	31,0	31,6	33,3
. Cenchrus biflorus	-	-	-	-	4,8	8,7
. Dactyloctenium aegyptium	-	-	-	-	0,8	1,4
. Alysicarpus ovalifolius	-	-	-	-	0	11,9

Pour cette espèce, l'investissement dans les organes de reproduction favorise plus la dispersion de la diaspore, comme en témoigne d'ailleurs sa forte fréquence au niveau des stocks semenciers du sol, plutôt que son installation, eu égard à ses médiocres réserves.

D'une manière générale, il semble que les espèces à grosses semences (Tribulus terrestris, Zornia glochidiata, Indigofera senegalensis, Boerhavia repens, Cenchrus biflorus, Alysicarpus ovalifolius) résistent mieux à une phase de contrainte hydrique prolongée, comparativement aux espèces à diaspores tenues (Dactyloctenium aegyptium, Schoenefeldia gracilis, Enteropogon prieurii, Tragus berteronianus).

3) Adaptation des plantules aux contraintes hydriques

La disponibilité en eau des sols constitue certainement le principal facteur limitant vis-à-vis de la mise en place de la végétation. L'estimation et le suivi des profils hydriques du sol se heurte à de nombreux problèmes, notamment l'importante hétérogénéité structurale des horizons superficiels du sol, mais aussi la redistribution des eaux de pluies en surface, de telle sorte qu'il est difficile d'apprécier la quantité d'eau réellement admise au niveau de chaque faciès.

Le suivi de la teneur en eau des sols a été effectué au cours de la saison des pluies 1986, mais n'a pas été renouvelé en 1987, en raison du manque de précision des résultats obtenus, et de la lourdeur du plan d'échantillonnage. Ces résultats permettent cependant d'apprécier quelques normes locales quant aux différents termes du bilan hydrique, et de préciser certaines incidences sur l'installation du couvert herbacé.

. **Echantillonnage** - L'humidité du sol a été mesurée pour les principaux sites de suivi sur une profondeur de 60 cm, par tranches de 10 cm. Les prélèvements ont été effectués à la tarrière, puis séchés à l'étuve à 70 C. La perte d'eau, rapportée au poids de terre sèche donne l'humidité pondérale (p.cent). Des mesures de densité apparente ont ensuite été effectuées pour traduire la teneur en eau du sol en humidité volumique (p.cent) puis, pour chaque tranche de sol, en hauteur d'eau (mm).

Parallèlement, l'humidité équivalente au point de flétrissement permanent (PFP) a été mesurée au laboratoire, en utilisant une solution saturée d'oxalate d'ammonium (méthode osmotique).

. **Teneurs en eau en fin de saison sèche** - Elles oscillent entre 5,5 et 7,2 mm pour les différents sites échantillonnés, pour une tranche de sol de 40 cm d'épaisseur. Ces valeurs sont faibles comparativement à celles obtenues pour l'humidité équivalente au PFP; cette faible humidité

résiduelle peut entraîner une compétition pour l'eau entre le sol et les plantes au moment de la première pluie (AUDRY, 1967), en raison d'une demande capillaire intense au niveau du sol.

. **Charge et décharge du profil** - La figure 27 montre un exemple de distribution de l'eau dans le sol après la première pluie (juillet 1986). On remarque une rapide diminution de la teneur en eau dans l'horizon superficiel quelques jours après la pluie. Ce dessèchement de surface contribue à former une sorte de tampon entre les couches sous-jacentes du sol et l'interface avec l'atmosphère. Ce mécanisme permet une économie globale d'eau sur le profil, mais réduit les délais d'installation des plantules aux 2 ou 3 jours qui suivent la pluie, d'où la bonne synchronisation des levées observée précédemment.

. **Approche du bilan hydrique** - A la contrainte hydrique qui s'exerce sur la partie souterraine de la plantule vient s'ajouter une demande évaporatrice intense au niveau des organes aériens. Les hauteurs d'eau moyennes évaporées au bac Colorado de Kaédi sont de 12,2 mm par jour en juillet et de 9,5 mm/jour en août, alors que l'installation des plantules est bien effective.

On peut estimer comment réagit une épaisseur de sol donnée à cette demande hydrique climatique en considérant la formulation du bilan hydrique global :

$$P = \Delta S + ETR + D + R$$

où :
- P = Précipitations sur la période considérée
- S = Variation du stock d'eau dans le sol*
- ETR = Evapotranspiration réelle
- D = Drainage*
- R = Ruissellement*

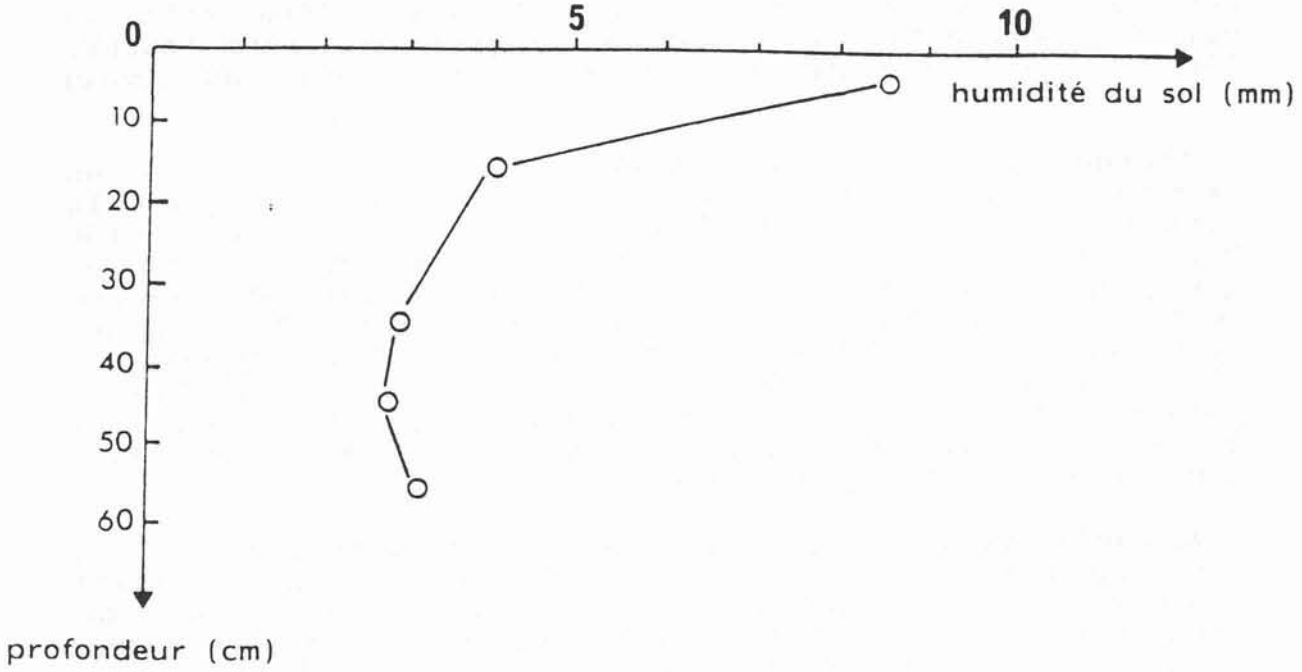
Cette équation se simplifie lorsque la période considérée est sèche; dans ce cas, $P = 0$, $R = 0$, et si l'on néglige le drainage vertical : $D = 0$ (Les variations d'humidité à 60 cm de profondeur sont très faibles au cours des périodes sèches prolongées).

L'évapotranspiration réelle est alors estimée par différence de teneur en eau du sol ($ETR = \Delta S$).

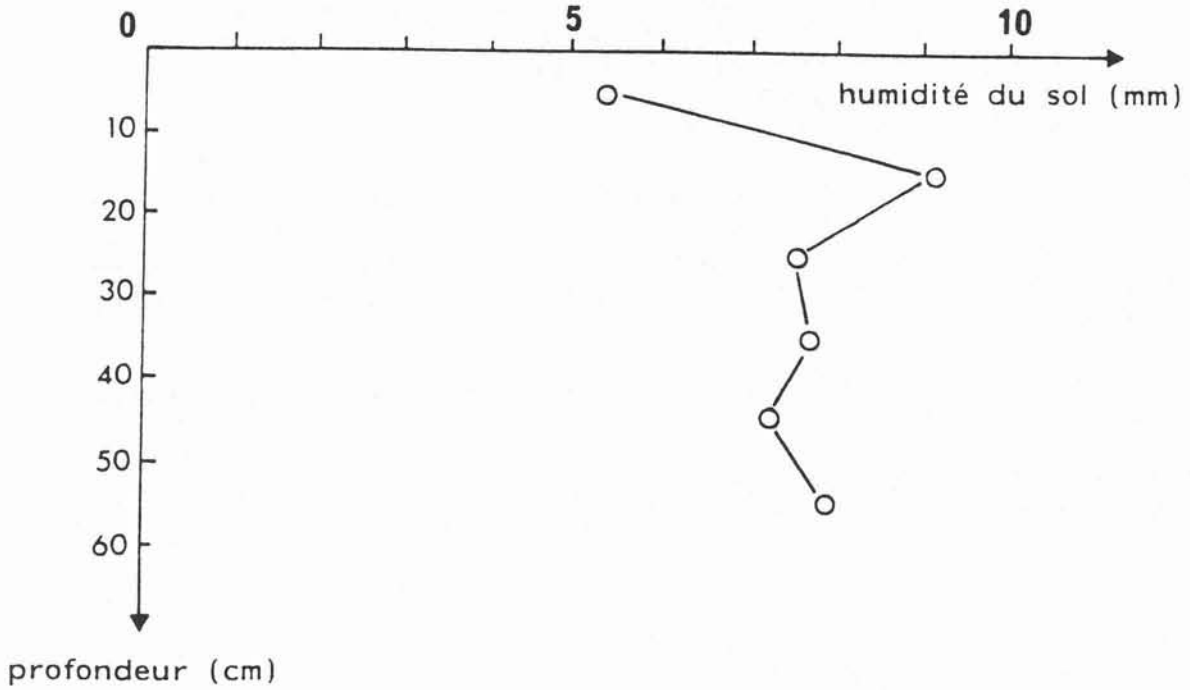
En juillet 1986, les résultats suivants ont été obtenus, en considérant les 60 premiers cm du sol (tab.XXXVI).

---

* En valeur algébrique.



a : 2 jours après la première pluie (Moussa Tiangol)



b : 5 jours après la première pluie (Makhana)

Fig. 27 : Exemple de charge et décharge du profil hydrique aprés la lère pluie (13 Juillet 1986)

Tableau XXXVI

Estimation de l'ETR au cours d'une période sèche (juillet 1986)

Sites	Type de terrain	Période	ETR (mm/j)	Ev.bac moyen (mm/j)
Ouadio plaine	Pente faible sablo-limoneuse	14.7-21.7	1,03	13,85
Moussa Tiangol	Interdune sable limoneux	13.7-29.7	1,04	13,12
Moussa Diéri	A-plat ensablé	13.7-29.7	0,48	13,12
Tiangol Poutié	Sable épais	19.7-28.7	0,52	13,30

Les valeurs d'ETR obtenues sont légèrement inférieures à celles mentionnées par CORNET (1981) pour le Nord-Sénégal, ou par STROOSNIDJER (1977) au Mali.

Lorsque les pluies deviennent plus régulières, l'ETR augmente corrélativement au développement du couvert herbacé, pour atteindre 3,5 à 5,5 mm/j pendant la phase de croissance active de la végétation (CORNET, 1981).

. **Incidences sur la survie des plantules** - La quantité d'eau présente dans le sol dans l'intervalle qui sépare les premières pluies conditionne la survie des plantules; ainsi en juillet 1986, les comportements suivants ont été notés à Ouadio Batha (faciès à Cenchrus biflorus), pour une réserve en eau de 1 mm dans les 10 premiers centimètres du sol (tab. XXXVII), et à Ouadio plaine (faciès à Tribulus terrestris), avec 2,4 mm dans le décimètre superficiel du sol (tab. XXXVIII).

Tableau XXXVII

Mortalité des plantules après la première pluie
(en % du nombre initial de levées)

Espèces	Taux de mortalité
. Tribulus terrestris	100
. Cenchrus biflorus	65
. Tragus berteronianus	78
. Zornia glochidiata	74
. Dicotylédones diverses	81
Toutes espèces confondues	74

Tableau XXXVIII

Mortalité des plantules après la première pluie
(en % du nombre initial de levées)

Espèces	Taux de mortalité
. Tribulus terrestris	8
. Gisekia pharnacioides	22
. Dicotylédones diverses	32
Toutes espèces confondues	13

Dans les 2 cas, les hauteurs d'eau présentes dans les 10 premiers cm du sol sont inférieures à l'humidité équivalente au point de flétrissement permanent mesurée au laboratoire (respectivement 2,8 et 2,9 mm). Cette survie des plantules en deçà du point de fanaison théorique suggère une économie d'eau très stricte, qui est favorisée par le faible développement de leur partie aérienne, entraînant une évapotranspiration modérée.

Pendant toute la période de pluies irrégulières, les plantules ne dépassent guère 10 à 15 cm de hauteur, tandis que leurs parties souterraines se développent en profondeur, ainsi qu'en témoignent les mesures effectuées à la mi-août sur des jeunes Cenchrus biflorus et Tribulus terrestris au stade 3-5 feuilles (tab. XXXIX).

Tableau XXXIX

Profondeur d'enracinement des plantules de Cenchrus biflorus et Tribulus terrestris au stade 3 - 5 feuilles.

Espèces	Type d'enracinement	Profondeur moyenne (cm)	Mini (cm)	Maxi (cm)
. Cenchrus biflorus	Fasciculé (4 à 14 fascicules)	17,5	12	30
. Tribulus terrestris	Pivotant	24,5	20	40

Tout se passe comme si la croissance végétative intéressait préférentiellement les organes souterrains des plantules, pendant toute la première partie du cycle annuel. Divers auteurs ont cependant montré que la phytomasse hypogée produite annuellement était du même ordre que la fraction épigée (GROUZIS, 1987), voire même légèrement inférieure (VAN KEULEN, 1975; FLORET et PONTANIER, 1982; PENNING de VRIES et DJITAEYE, 1982).

Il y aurait donc une répartition basipète des assimilats pendant la première partie de la saison des pluies, le rapport racines/tiges s'équilibrant par la suite au cours de la phase de croissance active de la végétation. Cet investissement différentiel dans la fraction hypogée permet aux plantules d'utiliser avec plus d'efficacité la réserve en eau du sol, notamment lorsque les pluies sont encore espacées, en pompant l'eau à faible profondeur au fur et à mesure du dessèchement superficiel du profil.

Par ailleurs, un développement modéré des organes aériens permet de limiter les pertes en eau par évapotranspiration, mais également de réduire les parties de la plante facilement consommables par le bétail.

4) Adaptation des plantules aux contraintes zoogènes

La pression du bétail sur la végétation, lors de la phase d'installation du couvert, est particulièrement forte au niveau du territoire étudié (zone d'élevage sédentaire, ainsi que carrefour de transhumance), mais reste difficile à évaluer en l'absence de dispositifs de mise en défens.

Quelques essais ont néanmoins été tenté en août 1987 pour estimer l'impact des troupeaux, en se basant sur la méthode d'ALDOUS (1944). Celle-ci est utilisée en régions tempérées

pour évaluer l'impact de populations d'animaux sauvages sur la végétation naturelle (cf. par ex. : BOISAUBERT, 1982; CARRIERE, 1985); elle consiste à noter les prélèvements effectués par les herbivores en utilisant des "coefficients d'abroutissement" (échelle de 0 à 7), puis à calculer divers indices d'utilisation de la flore en tenant compte des notes d'abondance-dominance des espèces rencontrées.

Cette méthode s'est révélée difficilement applicable en zone sahélienne, en raison des trop forts effectifs du cheptel (comparativement aux populations d'animaux sauvages) qui entraînent un surpâturage généralisé, de telle sorte que l'on peut difficilement apprécier quel serait l'état morphologique des plantes en l'absence de pâture (ce critère étant nécessaire pour appliquer "objectivement" les coefficients d'abroutissement).

Les résultats obtenus sont donc peu encourageants, mais fournisssent cependant quelques informations quant à la sélectivité alimentaire des animaux fréquentant les sites de suivi (petits ruminants en majorité). En comparant les indices d'abroutissement aux notes d'abondance-dominance, on constate que les espèces particulièrement recherchées sont peu nombreuses (Panicum laetum, Schoenefeldia gracilis, Zornia glochidiata, Alysicarpus ovalifolius et Indigofera senegalensis). Les espèces non consommées sont également peu nombreuses, et sont toujours prostrées et de petite taille (Euphorbia forskalaei, Mollugo cerviana, M. nudicaulis). Pour la majorité des espèces, les notes d'abroutissement suivent étroitement celles de l'abondance-dominance, ce qui suggère une faible sélectivité dans la préhension des végétaux par le bétail. Il semblerait donc que les animaux soient plus attentifs à la quantité de matière végétale ingérée plutôt qu'à la qualité du fourrage disponible, ce qui traduit bien l'intensité de l'exploitation pendant la phase d'installation du couvert herbacé.

En réponse à cette charge animale intense, il est clair qu'un développement réduit (ou différé) des parties aériennes constitue pour les plantules un avantage sélectif certain. Leur développement végétatif s'effectue en premier lieu dans un plan horizontal, par émission d'innovations secondaires prostrées, la croissance en hauteur ne devenant effective qu'avec l'arrivée des pluies régulières. Cette plagiotropie des plantules a pour double effet de diminuer les parties facilement accessibles à la dent de l'animal, et de limiter la surface foliaire exposée au vent.

Ces particularités phénologiques des plantules mériteraient d'être étudiées plus précisemment, en comparant les modalités de croissance du couvert herbacé au niveau de mise en défens et en conditions d'exploitation, afin d'apprécier la part respective des contraintes hydriques et zoogènes.

3.4. Croissance et production végétative.

La croissance active des plantes s'effectue au moment où les pluies deviennent "régulières", c'est-à-dire lorsque le temps écoulé entre 2 averses est suffisamment réduit, ou bien quand les averses sont assez fortes pour assurer le développement végétatif puis reproductif des plantes, malgré les pertes en eau dûes à la demande climatique et les pertes en matière organique dûes au prélèvement par les herbivores.

En 1987, cette période a commencé à la fin du mois d'août, la fructification des plantes étant déjà effective à la mi-septembre. Ce développement végétatif est très brutal, et laisse peu d'espace à de nouvelles germinations, comme en témoignent les recensements effectués respectivement fin août et mi-septembre (Tab. XL).

Tableau XL

Densité de jeunes plantes en fin de période d'installation (fin août) et pendant la période de croissance (mi-septembre)

Faciès à	Densité de jeunes plantes (m-2) Fin août	Mi-septembre
. Panicum laetum	104	92
. Schoenefeldia gracilis	246	202
. Aristida mutabilis	138	129
. Tribulus terrestris	51	47
. Cenchrus biflorus	116	78
. Zornia glochidiata	97	76
. Enteropogon prieurii	100	125
. Cleome gynandra	1470	403

La densité du couvert diminue encore légèrement jusqu'à la phase de dissémination des diaspores (fin septembre à début octobre), de sorte que la composition floristique des pâturages en fin de saison des pluies reflète assez fidèlement celle recensée en fin de période de pluies irrégulières. Ce n'est que lorsque la densité de plantules à la fin de cette période demeure très faible que des nouvelles germinations peuvent s'installer. Ces densités critiques varient selon le mode de développemnt végétatif des espèces, mais semblent correspondre aux ordres de grandeur suivants :

- Espèces à forte capacité de tallage (Panicum laetum, Cenchrus biflorus, Dactyloctenium aegyptium ...), ou à port traçant (Tribulus terrestris, Indigofera senegalensis) : 50 à 100 plantules/m2.

- Espèces à faible capacité de tallage (Schoenefeldia gracilis, Aristida mutabilis, Eragrotis pilosa ...) : 100 à 200 plantules/m2.

Lorsque ces densités critiques sont atteintes, le rôle des germinations tardives dans l'élaboration du couvert herbacé final devient négligeable.

1) Germinations utiles

En fin de saison des pluies, un dernier recensement des densités de plantes a été effectué au moment des mesures de biomasses (fin septembre). Ces densités finales, ou "germinations utiles", correspondent aux nombres de semences ayant effectivement participé à la formation de la phytomasse (Tab. XLI) :

Tableau XLI

Germinations utiles en fin de saison des pluies.

Faciès à	Germinations utiles (m-2)	Nombre total de levées (m-2)	Taux d'utilisation des germinations (%)
. Panicum laetum	142	1102	12.9
. Schoenefeldia gracilis	135	3310	4.1
. Aristida mutabilis	112	2756	4.1
. Tribulus terrestis	36	274	13.1
. Cenchrus biflorus	60	682	8.8
. Zornia glochidiata	50	698	7.2
. Cleome gynandra	77	2863	2.7

Rapportée au nombre total de levées apparues au cours de la saison des pluies, les proportions de germinations utiles sont très faibles (3 à 13 %); elles correspondent également à une infime partie des réserves semencières de fin de saison sèche (0,1 à 1 p. 100), la portion "efficace" des stocks semenciers étant par conséquent très réduite.

2) Phytomasses épigées

Elles ont été mesurées en fin de période de croissance active (fin septembre), juste avant la phase de dissémination des diaspores. (Tab. XLII)

Tableau XLII

Phytomasses aériennes en fin de saison des pluies.

Faciès à	Matière fraîche (kg/ha-1)	Matière sèche (kg/ha-1)	% de Matière sèche
. Panicum laetum	7020	1800	25.6
. Schoenefeldia gracilis	3080	1670	32.9
. Tribulus terrestris	11730	1850	15.8
. Cleome gynandra	10620	1080	10.2
. Tragus berteronianus	4550	650	14.3
. Mollugo nudicaulis (glacis)	610	233	33.3
. Alysicarpus ovalifolius	0	0	-

Les productions enregistrées sont maximales pour les micro-cuvettes et pour les buttes sableuses, qui correspondent dans les deux cas à des situations topographiques bien marquées par rapport aux autres types de station étudiés. Pour les premières, la capacité de production est légèrement supérieure au niveau du faciès à Panicum laetum, si l'on tient compte de la hauteur moyenne de la végétation (30 cm pour les plages à Panicum laetum contre 50 cm dans le cas des micro-cuvettes à Schoenefeldia). Les biomasses ayant été mesurées au même moment pour ces 2 faciès, on constate également une légère différence de teneur en eau des échantillons (74,6 p. 100 pour Panicum et 67,1 p. 100 pour Schoenefeldia) qui tend à confirmer l'existence d'un impluvium différentiel entre ces 2 types de micro-cuvettes. En ce concerne les faciès à Cenchrus biflorus et Tribulus terrestris, les teneurs en eau des échantillons sont également élevées, et peuvent être mises en relation avec l'importante porosité des sols constituant ces buttes de piégeage.

En dehors des buttes et micro-cuvettes, la production herbacée chute sensiblement et devient négligeable pour le faciès à Alysicarpus ovalifolius (épandage sableux éolisé), au niveau duquel 8 plantes seulement ont pu être recensées sur une surface de 100 m^2, comprenant : 1 pied d'Alysicarpus, 1 de Tragus, 2 de Citrullus colocynthis, 1 d'Indigofera senegalensis et 3 de Pancrathium trianthum.

Parmi ces espèces, seule Pancrathium trianthum avait fleuri et fructifié à la fin du mois de septembre, les autres étant toujours à l'état de plantules, d'où une production semencière négligeable en fin de cycle annuel.

3) Efficience de production végétative

La comparaison des phytomasses aériennes et des germinations utiles permet d'évaluer, pour quelques faciès, l'efficience de production végétative, c'est à dire la phytomasse produite pour chacune des semences ayant participé à la formation du couvert herbacé (tab. XLIII).

Tableau XLIII

Efficience de production végétative de quelques faciès.

Faciès à :	Efficience de Production végétative g. Semence-1	Nombre de tiges florifères (NT) m-2	Intensité de tallage (NT/ Germination utile)
. Panicum laetum	1.27	2700 (*)	-
. Schoenefeldia gracilis	1.24	608	4.5
. Tribulus terrestris	5.14	-	-
. Cenchrus biflorus	2.80	710	11.8

(*) Il s'agit pour Panicum laetum du nombre de panicules par m^2. les tiges florifères étant souvent ramifiées.

Pour les sites pris en considération, la production unitaire par semence réellement utilisée varie de 10 à 50 kg/ha. Cette forte productivité est à mettre en relation avec la bonne capacité de tallage de ces espèces. Le rapport du nombre de tiges florifères aux germinations utiles correspondantes montre en effet qu'une semence de Schoenefeldia fournit en moyenne 4,5 tiges florales, de même qu'un fruit de Cenchrus peut donner naissance à 12 épis. Le nombre de tiges présentes sur chaque souche dépend de l'intensité des contraintes intervenant pendant les stades précoces du développement végétatif (pâture, piétinement ...).

En supposant ces contraintes négligeables (cas d'une mise en défens par exemple), il est probable que l'intensité de tallage diminuerait jusqu'à tendre vers sa limite inférieure (Nombre de tiges florifères /nombre de germinations utiles=1) sachant que le recouvrement au sol est total pour la plupart des faciès envisagés, il faudrait donc environ 500 germinations/m2 pour assurer une couverture herbacée satisfaisante si les plantes ne développaient aucune innovation végétative secondaire.

3.5. Effort de reproduction

La dernière phase du cycle annuel correspond à la fructification puis à la dissémination des diaspores, permettant la reconstitution des réserves semencières du sol dont on a pu évaluer précédemment le degré d'épuisement (cf. 3.1.2.). Cette phase s'effectue trés rapidement, en 2 à 3 semaines

aprés le début de la croissance active des plantes, mais peut-être légèrement différée lorsque les plantules présentes en fin de période d'installation sont nouvellement établies (cas des sites d'Aouinat et de Moussa diéri). La synchronisation de la floraison semble donc dépendre plus du degré de maturité des plantules en place lorsque les pluies deviennent régulières, que d'éventuelles variations photopériodiques, bien que l'influence de ce facteur climatique ait été mis en évidence par divers auteurs en zone sud-sahélienne (CISSE, 1986 ; PENNING de VRIES et DJITEYE, 1982).

L'approche envisagée ici vise à évaluer comment s'effectue la reconstitution des stocks du sol, en partant de l'analyse quantitative de la production semencière, puis en considérant les modalités de dissémination des diaspores et leur faculté à s'intégrer aux réserves du sol en début de saison sèche.

3.5.1. Production semencière

Elle a été évaluée en considérant dans un premier temps le nombre de semences présentes par tige florifère puis, connaissant la densité du couvert végétal, a été rapportée à une surface unitaire d'1 m^2, afin de comparer ces résultats avec ceux obtenus lors de l'analyse des stocks semenciers du sol. Dans la mesure du possible, les dénombrements ont été effectués entre les périodes de floraison et de fructification des plantes, pour éviter de prendre en compte les fleurs ayant avorté, mais aussi pour des facilités de manipulation, les fruits devenant rapidement caduques au cours de leur maturation. Dans certains cas cependant, les comptages ont porté directement sur le nombre d'épillets (Dactyloctenium aegyptium, Eragrotis pilosa, Panicum laetum), ou ont pris en compte simultanément les fleurs et les fruits présents sur une même plante pour les espèces à inflorescences axillaires (Tribulus terrestris).

Pour la plupart des espèces considérées, la production semencière a été estimée sur des plantes récoltées au niveau de leur faciès caractéristique.

Malgré un nombre réduit d'échantillons, les quantités de semences par tiges semblent être assez stables (bonne précision de la moyenne), excepté pour Zornia glochidiata et pour Tribulus terrestris, la fructification de cette dernière espèce s'effectuant graduellement avec l'émission de nouvelles feuilles.

En se basant sur une densité d'environ 500 tiges par m^2 pour constituer un recouvrement au sol total (cf 3.4.3), on peut évaluer quelle serait la production semencière de ces espèces dans le cas de peuplements monospécifiques ; celle-ci oscillerait entre 50 000 semences/m^2 (Cenchrus biflorus) et environ 180 000/m^2 pour Enteropogon prieurii, Eragrostis

Tableau XLIV

Estimation de la production semencière

Espèces	Nombre d'échantillons	Nombre de fruits moyen par tige	Intervalle de confiance
. Tragus berteronianus	10	187	19.1
. Aristida mutabilis	10	180	19.9
. Dactyloctenium aegyptium	10	318	27.0
. Cenchrus biflorus	26	97	8.1
. Panicum laetum	25	149	16.0
. Enteropogon prieurii	10	370	38.8
. Eragrostis pilosa	16	381	46.3
. Tribulus terrestris	18	392	111.1
. Schoenefeldia gracilis	13	349	48.6
. Cleome gynandra (Siliques)	8	220	60.1
. Cleome gynandra (graines/Silique)	25	74	8.8
. Zornia glochidiata	14	144	32.1

pilosa, Schoenefeldia gracilis ou Panicum laetum. Ces chiffres traduisent un potentiel de régénération particulièrement élevé, et conduisent à l'idée que les terrains les plus dégradés (au plan de leurs stocks semenciers) pourraient être aisément restaurés à l'aide d'espèces locales si une couverture végétale pouvait être artificiellement garantie le temps d'un seul cycle annuel.

Dans la pratique, les productions semencières ont été calculées pour quelques sites de suivi en tenant compte du nombre de tiges de chaque espèce présente sur une surface unitaire d'1 m2 (Tab. XLV).

Tableau XLV

Production semencière en fin de saison des pluies, et réserves du sol en début et milieu de saison sèche.

Faciès à :	Production semencière (m-2)	Stock semencier du sol (Déc.87) (m-2)	Stock semencier du sol (Mars 88) (m-2)
. Panicum laetum	401 900	82 600	40 620
. Schoenefeldia gracilis	227 246	26 250	12 420
. Aristida mutabilis	32 153	20 740	17 420
. Cenchrus biflorus	177 452	48 910	53 640
. Zornia glochidiata	156 033	14 262	11 790

Les productions semencières calculées sont relativement élevées comparativement aux quelques données disponibles dans la bibliographie (cf.: CISSE, 1986). Pour Panicum laetum, il est probable que le nombre de semences par panicule ait été légèrement surestimé, les comptages ayant été effectués précocement, au début de la maturation des premiers fruits.

Dans tous les cas, les densités de semences produites sont nettement supérieures à celles recensées dans le sol en décembre 1987 et mars 1988. En dehors des imprécisions du comptage, il est clair que seule une faible partie des semences produites annuellement s'intègre aux réserves du sol en début de saison sèche. Cette réduction est à mettre directement en relation avec une intense pâture pendant cette période (fin septembre - début décembre), les troupeaux exploitant traditionnellement les pâturages proches des centres de sédentarisation, avant de migrer vers les zones de transhumance lorsque les ressources fourragères locales s'épuisent.

La forte diminution de la phytomasse sur pied pendant les 2 mois qui suivent l'arrêt des pluies (cf.BOUDET et al., 1987 : Fig.18 p.106) traduit bien cette exploitation puisqu'on

enregistre des chutes de production herbacée pouvant atteindre 40 à 45 % de la phytomasse sèche de fin d'hivernage. La réduction des quantités de semences qui en résulte est d'autant plus élevée que la pression du cheptel s'effectue précocement dans la saison, avant dissémination complète des diaspores, les parties reproductives des plantes étant plus accessibles aux animaux (inflorescences terminales), et bien souvent recherchées pour leur valeur nutritive.

La pression du bétail en début de saison sèche peut également modifier la nature des stocks semenciers qui vont réellement s'intégrer au sol. Dans l'exemple du faciès à Cenchrus biflorus (Tab. XLVI), la production semencière est marquée par une nette majorité de diaspores de Dactyloctenium aegyptium (environ 80 % du nombre de semences produites). La part de cette espèce chute considérablement au niveau des stocks de décembre 1987 puis mars 1988, de sorte que Cenchrus biflorus redevient dominant en terme de végétation potentielle.

Tableau XLVI

Production semencière et composition spécifique des réserves du sol en début et milieu de saison sèche. (Faciès à Cenchrus biflorus).

Espèces (*)	Production semencière (m-2)	Réserves du sol décembre 1987 (m-2)	Réserves du sol mars 1988 (m-2)
. Cenchrus biflorus	21 049	17 890	18 180
. Dactyloctenium aegyptium	138 330	20 560	17 910
. Tragus berteronianus	3 459	2 710	950
. Enteropogon prieurii	1 850	2 190	2 840
. Eragrostis pilosa	12 764	-	-
Total	177 452	(48 910)	(53 640)

(*) Seules les espèces dominantes ont été prises en compte.

Cette modification de composition spécifique peut être rapportée à une pâture différentielle entre Dactyloctenium aegyptium et Cenchrus biflorus, les fruits mûrs de cette dernière espèce étant armés de barbes retrobarbelées vulnérantes qui jouent un rôle dissuasif vis-à-vis du bétail. Ces appendices peuvent également favoriser la fixation des semences de Cenchrus au niveau des buttes de piégeage, comparativement aux diaspores de Dactyloctenium qui sont plus facilement exportées.

Cette restructuration du potentiel semencier conduit à une relative stabilité des réserves du sol d'une année à l'autre, la plus faible production semencière de Cenchrus étant ici

compensée par une palatabilité différentielle et par une bonne aptitude à s'intégrer au sol.

Dès lors, on conçoit aisément qu'une modification des contraintes zoogènes en fin de saison des pluies (mise en défens par exemple) puisse entraîner, non seulement des variations de production herbacée, mais également des changements significatifs au niveau de la composition floristique potentielle des parcours.

3.5.2. Efficience de production semencière

La comparaison des productions semencières par unité de surface et des germinations utiles correspondantes permet d'apprécier l'efficience de reproduction de quelques espèces, c'est à dire la quantité de semences produites par diaspore réellement utilisée. Le tableau XLVII rapporte un exemple de comptage, effectué à Ouadio batha, au niveau d'une ancienne plage à Zornia glochidiata progressivement ensablée et colonisée par des psammophiles.

L'investissement dans la reproduction varie selon les espèces; il est particulièrement élevé pour les plantes à diaspores ténues (Dactyloctenium aegyptium, Eragrostis pilosa), et chute pour les espèces à grosses semences (Cenchrus biflorus). L'efficience de production semencière moyenne (E.P.S.) reste importante au plan stationnel, une germination utile pouvant fournir près de 3 000 semences. Des résultats comparables ont également été obtenus pour d'autres types de station (E.P.S. = 2 830 et 1 683 respectivement pour les micro-cuvettes à Panicum laetum et Schoenefeldia gracilis).

Ces chiffres traduisent bien la nécessité pour les plantes de produire annuellement de grandes quantités de semences, eu égard aux lourdes pertes liées à la pression des consommateurs primaires, et à la précarité des conditions d'installation lors de la saison des pluies suivante.

3.5.3. Dissémination des diaspores

En règle générale, la dissémination des diaspores doit s'effectuer le plus rapidement possible après la complète maturation des fruits, en raison de l'intense exploitation des pâturages en fin de saison des pluies. Pour certaines espèces, la libération des semences s'effectue progressivement, comme dans le cas de Panicum laetum, les graines de la partie inférieure de la panicule tombant au fur et à mesure de la maturation basifuge de l'inflorescence. (Ce phénomène s'observe également pour d'autres espèces de Panicées telle que le Panicum turgidum (cf. : CARRIERE in IBPGR, 1988)).

Tableau XLVII

Production semencière et germinations utiles.

Espèces	Nbre de tiges florales/m2	Nbre de semences par tige	Nbre de semences par m2	Germinations utiles/m2	Efficience de production semencière
. Cenchrus biflorus	31	97	3 007	16	188
. Tragus berteronianus	19	187	3 553	4	888
. Enteropogon prieurii	2	370	740	1	740
. Dactyloctenium aegyptium	263	318	83 634	20	4 181
. Eragrostis pilosa	161	381	61 341	10	6 134
Total	476	-	152 306		m = 2 986
(m = moyenne)					

Pour d'autres, les semences sont protégées d'une pâture trop précoce grâce à des appendices vulnérants (Cenchrus biflorus, Tribulus terrestris), qui ont un effet dissuasif vis-à-vis des consommateurs primaires, et permettent de différer la prédation tant qu'il existe aux alentours des espèces plus alibiles.

Les appendices de ces semences peuvent également jouer un rôle dans le transport par les animaux (épizoochorie), ainsi qu'en témoigne MONOD (1984) aprés avoir recensé une trentaine de fruits épineux sous chacune des pattes de sa monture.

Le même auteur (1974) souligne cependant le "sérieux danger d'avoir à inférer la fonction de la forme", en donnant une interprétation trop hative aux particularités morphologiques des semences. Si l'épizoochorie semble être surtout importante en fin de saison des pluies, lorsque la libération des diaspores est encore incomplète (accrochage à la fourrure des animaux), elle doit considérablement diminuer au profit de l'anémochorie au cours de la saison sèche avec la chute des diaspores au sol, mais aussi avec la réduction de la quantité de paille sur pied (meilleure prise au vent et diminution des obstacles à la saltation).

En accord avec GILLET (1968), il est vraisemblable que le vent et l'eau restent les deux grandes forces provoquant le déplacement des diaspores, comme tendent d'ailleurs à le montrer les résultats obtenus avec les boîtes de piégeage (cf. 3.1.3).

Le rôle des animaux sur la dispersion des semences a cependant été signalé par divers auteurs, certains allant jusqu'à considérer le feuillage comme un organe facilitant la dissémination (JANZEN, 1984 : "Foliage is the fruit"). Ce mécanisme s'applique certainement pour de nombreuses espèces ligneuses (cf. : SNOW, 1981; HOWE, 1977), mais reste négligeable en ce qui concerne les espèces herbacées du territoire étudié, eu égard aux faibles réserves consommables de leurs semences.

Les résultats obtenus sur les crottes de petits ruminants (poudrette de parc) mis à germer en conditions expérimentales vont d'ailleurs dans ce sens, puisque la seule levée observée concernait une graine de Ziziphus mauritiania. Par ailleurs sur 100 boulettes décortiquées et passées sous la loupe binoculaire, aucune diaspore entière d'espèce herbacée n'a pu être recensée. Contrairement aux graines de nombreuses espèces ligneuses, qui sont efficacement protégées par d'épais téguments (cf. : REISS, 1988), les diaspores d'espèces herbacées semblent être complètement détériorées à la suite du transit intestinal, leur dissémination par endozoochorie étant certainement négligeable.

La dispersion des semences par la petite faune du sol peut parfois prendre un aspect singulier, comme dans le cas du stockage des fruits de Cenchrus biflorus au niveau des terriers de rongeurs (cf 3.1.3). Un phénomène analogue a pu être constaté pour des semences de Panicum laetum, à l'occasion de l'ouverture d'une fosse pédologique sur un terrain argileux à tendance vertique. Quelques milliers de semences de Panicum étaient en effet agglutinées à une dizaine de centimètres de la surface du sol, laborieusement épargnées par quelque colonie de fourmis qui avaient depuis lors déserté les lieux. Dans le cas des vertisols, ces phénomènes de stockage, ou d'"inhumation" (BEATTIE et CULVER, 1982) peuvent contribuer à faire réapparaître en surface d'anciennes réserves semencières inutilisées, à la suite des gonflements et des retraits alternatifs des argiles de ces sols (mouvements vertiques).

4 - BILAN DU CYCLE ANNUEL

En reprenant les principaux résultats obtenus lors de l'analyse des divers étapes du cycle annuel, on peut dresser un bilan, sur la base des efficiences de transformation entre les périodes de végétation successives, afin d'apprécier globalement l'ampleur des phénomènes mis en jeu pour la reconstitution du couvert, et d'en préciser certaines limites.

Les simulations proposées s'appuient sur les valeurs moyennes obtenues précédemment, et fournissent des ordres de grandeur quant aux modalités de renouvellement de la végétation herbacée, mais peuvent masquer des situations ponctuelles très différentes, compte-tenu de l'omniprésente variabilité inhérente au milieu sahélien.

4.1. Seuils critiques de régénération

En prenant comme paramètre initial les réserves semencières du sol en début de saison sèche (SSI), on a pu constater l'importante réduction de ces stocks (excepté pour les buttes à Cenchrus biflorus) sous le double effet des déflations éoliennes (exportation) et des prélèvements par divers consommateurs. En s'appuyant parallèlement sur les expériences de "marquage-recapture" effectuées avec les semences de Cenchrus biflorus et Tribulus terrestris, on peut évaluer globalement la péjoration des réserves du sol pendant la saison sèche à environ 2/3 des stocks initiaux.

La germination de ces semences, tant sur le terrain qu'au laboratoire, n'a porté que sur une faible proportion des stocks, la transition entre "végétation potentielle" et "végétation réelle" étant limitée par les mauvaises conditions de conservation des diaspores dans le sol pendant

la saison des pluies. Le taux de germination global retenu est celui observé en conditions expérimentales pour le stock semencier final (juin 1987), soit 9 %.

Ces germinations périssent ensuite partiellement lors de la phase d'installation de la végétation, de sorte que 10.8 % des levées survivent en moyenne jusqu'au début de la période de croissance active. La compétition entre jeunes plantes réduit encore la densité du tapis végétal, ne laissant en fin de saison des pluies qu'une petite moitié des levées précédentes, soit au total une proportion d'environ 5 % de "germinations utiles" par rapport aux germinations réelles.

Sachant qu'une densité de 100 plantes par m2 constitue une biomasse satisfaisante et couvre totalement le terrain dans le cas d'espèces à bonne capacité de tallage, on obtient : 100/0,05 = 2000 levées par m2 en début de saison des pluies. Compte tenu de la capacité germinative des stocks de fin de saison sèche, il ressort que 2 000/0,09 = 22 000 semences/m2 sont nécessaire en début d'hivernage pour garantir cette densité végétale, soit également 22 000/(1/3) = 66 000 semences/m2 en début de saison sèche.

Cette simulation n'est basée que sur les observations effectuées pendant la campagne 1987, année particulière au plan pluviométrique puisque les premières pluies ont été exceptionnellement précoces (début juin), entraînant une période de germination-installation beaucoup plus longue qu'en année moyenne (cf 1ère partie, 2.3.3, fig.4). La mortalité des plantules pendant la phase d'installation serait alors légèrement plus faible dans le cas d'une distribution plus classique des averses; en reprenant les résultats obtenus par GROUZIS (1987) pour les stations sur sol léger, on peut considérer que 8 à 10 % du nombre total de levées interviennent dans le couvert herbacé final en fin de saison des pluies. Les 100 plantes adultes/m2 visées précedemment nécessitent dans ce cas 100/0,10 = 1 000 germinations par m2, et 1 000/0,09 = 11 000 semences/m2 en début de saison des pluies.

En comparant ces densités critiques avec celles obtenues lors de l'analyse des stocks semenciers du sol (cf 3.1.2, Tab. XIV), on constate que les seuils limites de régénération ne sont atteints que pour le faciès à Alysicarpus ovalifolius, au niveau duquel la production herbacée était d'ailleurs négligeable en 1987. Dans tous les autres cas, les réserves sont excédentaires, eu égard aux quantités de diaspores requises pour garantir un couvert herbacé satisfaisant, mais semblent être à peine suffisantes pour assurer la mise en place du peuplement au cours de 2 années consécutives, dans l'hypothèse d'une production semencière nulle.

Ce surplus de semences dans le sol est encore plus modeste si l'on prend en considération les réserves résiduelles du sol (SSR), mesurées en septembre 1987. Dans l'éventualité d'une année exceptionnellement aride, au cours de laquelle la production semencière serait négligeable, les densités de semences dans le sol en début de saison sèche correspondraient approximativement aux densités résiduelles de septembre (SSI $\simeq$ SSR). En négligeant les pertes par transport et consommation pendant la saison sèche (SSF $\simeq$ SSI), en raison d'un meilleur enfouissement des diaspores dans le sol (cf 3.2.1, fig.21 à 23), on peut évaluer quel serait le nombre optimal de levées disponibles au début de la saison des pluies suivante ; sachant que 3,3 % des semences récoltées en septembre germent en conditions expérimentales (cf 3.2.2.), il ressort que 50 à 1 300 levées au maximum peuvent s'installer selon les types de station étudiés, soit 380 levées/m2 en moyenne pour les 11 sites de suivi.

La reconstitution du couvert végétal à partir des réserves résiduelles, dans l'éventualité d'une année sans pluies, nécessiterait par conséquent le maintien quasi-total des lères levées tout au long de la saison de végétation ; elle impliquerait à la fois une distribution très satisfaisante des précipitations l'année suivante (absence de période de contrainte hydrique prolongée), et une pression animale sur les pâturages trés modérée. (Cette dernière condition étant vraisemblable, suite à l'importante mortalité du bétail qui résulterait d'une précédente année sans pluie). Compte tenu des valeurs moyennes calculées pour l'efficience de production semencière (EPS de l'ordre de 1 500 à 3 000 semences produites par germination utile), la reconstitution des réserves du sol à la fin du 2ème cycle de végétation reste encore possible, avec toutefois d'importantes modifications quant à la composition floristique des parcours. Elle implique cependant une conjonction d'évènements favorables (maintien des stocks pendant la saison sèche, distribution optimale des averses, absence de pression animale), qui reste fortement improbable.

4.2. Applications à la restauration des parcours

Face à la péjoration généralisée des ressources fourragère en territoire sahélien, depuis la sécheresse des années 1970, diverses tentatives de réhabilitation des parcours ont été menées (TOUTAIN, 1977, TOUTAIN et PIOT, 1980, BOUDET et al., 1987, BOUDET et al., 1988, ROBERGE in AUDRU et al., 1987, ...). Les résultats obtenus sont souvent encourageants, mais les coûts de restauration restent toujours trés élevés comparativement à l'amélioration de la production qui en résulte, et au manque de pérennité des installations.

A la lumière des résultats obtenus précédemment, quelques recommandations peuvent être formulées, et portent soit sur le matériel végétal à utiliser, soit sur le calendrier à respecter dans toute tentative de gestion de l'espace pastoral, compte-tenu des phases critiques du renouvellemnt annuel de la végétation.

La restauration des terrains les plus dégradés (glacis, pentes érodées, épandages sableux éolisés ...) passe le plus souvent par une phase de réensemencement, en raison des faibles réserves semencières de ces sols (horizon de surface tronqué par l'érosion), ou du maigre intérêt fourrager des espèces résiduelles (flore des glacis). Les espèces utilisées sont généralement importées, et choisies pour leur bonne qualité fourragère, mais résistent mal aux contraintes hydriques et zoogènes pendant la phase d'installation du couvert herbacé. Il serait donc préférable d'utiliser les espèces locales, mieux adaptées aux conditions d'aridité et d'exploitation de ces milieux, en respectant au maximum leurs affinités écologiques vis-à-vis des micro-habitats particuliers.

La date de semis est également importante à considérer, compte-tenu des phénomènes de transport qui peuvent affecter significativement les réserves semencières (naturelles ou artificielles) du sol. Celui-ci devra être effectué préférentiellement en tout début de saison des pluies, en se basant sur les probabilités d'occurence des premières averses "utiles" (cf. : CARRIERE in BOUDET, 1986b).

Par ailleurs, les déplacements de semences à la surface du sol peuvent être limités par la conservation d'une faible quantité de paille sur pied pendant la saison sèche, qui pourrait être de l'ordre de 300 à 400 kg de matière sèche à l'hectare (cf. : CARRIERE in BOUDET et al., 1987).

Cette préservation nécessite bien sûr une meilleure adéquation entre le potentiel fourrager des parcours et leurs charges animales, hypothèse difficilement réalisable en dehors d'une modification progressive des traditions et habitudes pastorales.

D'autre part, le surpâturage précoce peut affecter considérablement la production semencière annuelle, lorsqu'une trop forte pression animale s'exerce entre la période de maturation des semences et leur dissémination. Là encore, une mise en défens partielle, centrée sur les 2 à 3 semaines les plus cruciales pour le développement complet des fruits et leur libération, permettrait d'accroître significativement les réserves semencières du sol en début de saison sèche.

A plus long terme, la surcharge animale sur les pâturages risque d'entraîner une modification de la qualité des parcours, la pâture et le piétinement favorisant le phénomène de tallage et induisant une réduction du nombre de germinations utiles par unité de surface. Il en résulte une péjoration de la diversité génétique des populations composantes, cette spécialisation n'étant certainement pas la meilleure adaptation possible dans un environemment où les ressources sont excessivement fluctuantes et aléatoires.

RESUME GLOBAL, CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

RESUME GLOBAL, CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce travail est consacré à l'étude de la composition et de la structure des communautés végétales d'un secteur nord-sahélien en Mauritanie (région de Kaédi), et tente d'analyser les mécanismes du renouvellement annuel du couvert herbacé.

Le mémoire est composé de trois parties :

La première concerne les caractères généraux du territoire, aussi bien au plan climatique (hauteur, répartition et variations des précipitations) que floristique (nette dominance des Thérophytes dans le spectre biologique), et rappelle les sévères conditions d'utilisation des ressources naturelles, en rapport avec l'extension démographique récente des populations.

Après un bref bilan des connaissances agrostologiques, une division bioclimatique du sahel mauritanien est envisagée, et sert de cadre à l'étude des communautés végétales (2ème partie). Les peuplements ligneux et herbacés sont analysés séparémment, sur la base des techniques numériques (AFC), par la méthode phytosociologique, et un traitement en abondance-dominance est effectué dans le but de discerner des faciès de végétation, en tenant compte des critères quantitatifs.

Les relations entre les deux types de communautés sont ensuite appréciées, et la valeur syntaxonomique des groupements discutée. Sur la base de données bibliographiques, un bilan sur l'évolution des pâturages depuis la sécheresse est dressé et permet d'évaluer ponctuellement la disparition de certaines catégories floristiques, ainsi que la modification de constitution de quelques groupements végétaux.

La troisième partie est consacrée à l'analyse de la mise en place du couvert herbacé, au niveau de quelques faciès représentatifs du secteur étudié. Le stock semencier du sol est tout d'abord pris en considération sur la base d'une série de prélèvements, échelonnés au cours d'un cycle annuel, et permettant d'évaluer les modifications de densité, de composition et de répartition en profondeur des réserves du sol. Les phénomènes de transport et de consommation de diaspores sont également abordés à l'aide de mesures sur des semences marquées, ou par piégeage au niveau du sol. La germination des plantes est ensuite étudiée, d'une part sur le terrain, en relation avec les résultats du stock semencier, et d'autre part en conditions contrôlées au laboratoire, dans le but de définir diverses normes (pourcentage, vitesse de germination) relatives aux principales espèces herbacées. Les phénomènes de compétition sont alors envisagés à partir de comptages réguliers des plantules sur placeaux fixes, et permettent d'apprécier

certaines adaptations vis-à-vis des contraintes hydriques et zoogènes du milieu. En fin de cycle végétatif, la phytomasse aérienne est mesurée et rapportée au nombre de semences ayant participé à l'élaboration du couvert ("germinations utiles"). En dernier lieu, l'analyse de la production semencière est effectuée afin d'évaluer "l'efficience de reproduction" de quelques espèces herbacées, en rapport avec les stocks de semences utilisées.

Les résultats obtenus mettent à jour une relative stabilité des types de communautés étudiées, en rapport avec la forte spécificité des réserves semencières, et l'aptitude différentielle à la germination et à la compétition des espèces au sein de leur faciès caractéristique. La réduction des stocks semenciers pendant la saison sèche par dispersion et consommation reste cependant importante, et peut représenter jusqu'à 9/10ème des réserves initiales. Ces pertes, ajoutées au médiocre pouvoir germinatif des espèces sahéliennes (taux de germination compris entre 5 et 20 p.100), et à la mortalité élevée des plantules lors de la phase d'installation (10 à 20 p.100 de survie en moyenne) font que les seuils critiques de régénération peuvent être facilement atteints à l'issue d'une année très déficitaire sur le plan pluviométrique, ou en cas de surpâturage précoce en fin de saison des pluies.

L'étude des communautés végétales et des mécanismes de leur renouvellement annuel ont permis de souligner différents aspects de la structure et de la composition floristique et potentielle des principaux types de pâturages pour un secteur nord-sahélien de Mauritanie.

Cependant, de nombreuses divergences de composition et de fonctionnement ont pu être soulignées, comparativement aux données bibliographiques propres au secteur sud-sahélien, et mettent à jour une forte spécialisation de la flore face à des ressources hydriques erratiques (bonne synchronisation des levées, forte résistance des plantules lors du dessèchement prolongé du profil) et à des contraintes zoogènes constantes (forte aptitude au tallage, efficience élevée de production semencière).

Les conséquences de ces contraintes sur le peuplement herbacé se traduisent en premier lieu par une contraction de la végétation au niveau de micro-habitats particuliers ; la quantité de fourrage s'en trouve ainsi réduite, du fait de l'augmentation des glacis et surfaces stériles ou peu productives, mais la qualité des pâturages peut néanmoins se maintenir, à l'échelle du paysage, en raison de la multiplication de micro-stations circonscrites, où domine généralement une espèce particulière, formant au sein du parcours une sorte de mosaïques de faciès élémentaires.

Le niveau de perception de ce phénomène s'accorde difficilement avec les études classiques de typologie, conduites dans une optique cartographique ou aménagiste. Les relations entre communautés ligneuses et herbacées deviennent

alors difficiles à appréhender, et un échantillonnage plus complet de la végétation serait nécessaire pour préciser la structure phytocénotique du peuplement, en identifiant d'éventuelles combinaisons statistiques entre les deux types de communautés.

La discrimination des faciès de végétation par les méthodes d'analyses numériques (AFC en abondance-dominance) est parfois délicate, en raison de la faible individualité de leur liste floristique; ils constituent cependant des unités relativement stables, eu égard à la forte spécialisation de leur stock semencier, mais aussi grâce à une aptitude différentielle à la germination et à la survie de leur espèce dominante. Cette stabilité reste néanmoins précaire, et pourrait être facilement remise en cause si une pertubation importante venait s'exercer au cours du cycle annuel, notamment en phase de production semencière (arrêt prématuré des pluies, surcharge animale).

Globalement, les ordres de grandeur des principales transformations intervenant au cours d'un cycle de végétation ont pu être appréciés. Divers paramètres mériteraient cependant d'être précisés, en particulier certains aspects de la production semencière (variabilité, qualité des semences produites) et de la dissémination des diaspores (part de l'épizoochorie et de l'anémochorie dans la dispersion des semences). Il conviendrait également d'évaluer séparément l'effet des contraintes hydriques et zoogènes sur la mise en place du tapis herbacé, en comparant les modalités d'installation puis de croissance des plantes, en conditions naturelles et au niveau de mises en défens.

L'influence dépréciative de la pâture est admise par tous, mais ses conséquences peuvent être plus ou moins contraignantes pour le renouvellement de la strate herbacée selon le stade phénologique des plantes. Dans le contexte socio-économique actuel, il n'est guère envisageable d'alléger la charge animale sur les pâturages, cette modalité étant incompatible avec les traditions séculaires en matière d'élevage. Par contre, l'exploitation des parcours pourrait être rationalisée sur la base d'un calendrier prenant en compte les phases critiques du renouvellement annuel de la végétation, en effectuant des "rotations" intra-saisonnières permettant de sauvegarder des "pôles de production semencière", ou d'épargner des bandes de végétation visant à stabiliser les réserves semencières du sol pendant la saison sèche.

A plus long terme, l'analyse de la reconstitution du couvert herbacé passe nécessairement par la prise en compte de plusieurs années d'observation, afin d'apprécier la dynamique interannuelle de la végétation compte tenu de la variation des paramètres climatiques. La multiplication de ce type

d'investigations permettrait alors d'approcher selon un diagnostic efficace, les seuils de dégradation de l'environnement et de proposer des actions de réhabilitation qui, si elles sont planifiées à suffisamment longue échéance, seraient susceptibles d'enrayer significativement l'évolution régressive actuelle des écosystèmes sahéliens.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

ADAM (J.G.)
Itinéraires botaniques en Afrique occidentale. Flore et végétation d'hiver de la Mauritanie occidentale. Les pâturages. Inventaire des plantes signalées en Mauritanie.
1962
J. Agric. Trop. Bot. Appl., T.IX, n°3-6, mars-juin.

ADAM (J.G.)
Premier complément à l'inventaire de la flore de Mauritanie.
1964
Notes Afr., 102 : 61-63.

ADAM (J.G.)
La végétation du delta du Sénégal en Mauritanie. (Le cordon littoral et l'île de Thiong).
1965
Bull. IFAN, sér.A, XXVII (1) : 121-138.

ADAM (J.G.)
La végétation de l'Aftout es Sahéli (Mauritanie occidentale).
1966
Bull. IFAN, sér.A, XXVIII (4) : 1292-1319.

ADAM (J.G.)
Evolution de la végétation dans les sous-parcelles protégées de l'UNESCO-IFAN à Atar (Mauritanie).
1967
Bull. IFAN, sér.A, XXIX (1) : 92-106.

ALDOUS (S.E.)
A deer browse survey method.
1944
Journal of Mammalogy : 130-136.

ARNAUD (J.)
Lignes de forces du peuplement de l'espace mauritanien.
1973
Bull. IFAN, sér.B, XXX (2), p.345 et sq.

AUBREVILLE (A.)
Flore forestière soudano-guinéenne.
1950
Paris, Soc. Ed. Géogr. marit.colon., 523 p.

AUBREVILLE (A.)
Accord à Yangambi sur la nomemclature des types africains de végétation.
1957
Bois et Forêt des tropiques, n°51 : 23-27.

AUDRU (J.)
Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du Sénégal; description du milieu; florule; définition d'une politique de l'élevage.
1966
Maisons-Alfort, IEMVT, étude agrostologique n°15, 2 tomes : 359 p., 1 c. à 1/100 000.

AUDRY (P.)
Observations sur le régime hydrique comparé d'un sol ferrugineux tropical faiblement lessivé sous savane et sous culture.
1967
C.R. Colloque fertilité des sols tropicaux, Tananarive, tome 2 : 1591-1613

AUDRY (P.), ROSSETTI (Ch.)
Prospection écologique. Etudes en Afrique Occidentale. Observations sur les sols et la végétation en Mauritanie du Sud-Est et sur la bordure adjacente du Mali (1959 et 1961).
1962
Projet du Fonds spécial des Nations Unies relatif au criquet pélerin. Rapport sur l'avancement des travaux. FAO, Rome, 267 p.

BA (Oumar)
Le Fouta-Tôro : au carrefour des cultures. Les Peuhls de la Mauritanie et du Sénégal.
1977
L'Harmattan éd., 428 p.

BADUEL (P.R.) (Ouvrage collectif, sous la directrion de)
Enjeux sahariens.
1984
Centre de Recherches et d'Etudes sur les Sociétés Méditerranéennes. Ed. du CNRS, coll. "Recherches sur les sociétés méditerranéennes", Paris, 442 p.

BAKER (H.G.)
Seed weight in relation to environmental conditions in California.
1972
Ecology, 53 : 997-1010.

BARBEY (Ch.), COUTE (A.)
Croûtes à cyanophycées sur les dunes du Sahel mauritanien.
1976
Bull.IFAN, sér.A, XXXVIII (4) : 732-736.

BARRAL (H.) et al. (ouvrage collectif)
Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo.
1983
ACC-GRIZA (LAT), Minist.Rech. Indust., GERDAT-ORSTOM : 172 p.

BARRALIS (G.), CHADOEUF (R.)
Etude de la dynamique d'une communauté adventice.
I - Evolution de la flore adventice au cours d'un cycle végétatif d'une culture.
1980
Weed Res., 20 : 231-237.

BARRY (J.P.)
La frontière méridionale du Sahara entre l'Adrar des Ifoghas et Tombouctou.
1982
Ecol. Médit., VIII (3) : 99-124.

BARRY (J.P.), CELLES (J.C.), MUSSO (J.)
Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note V - Du Sahara au Sahel : Un essai de définition de cette marche africaine aux alentours de l'Adrar des Ifoghas.
1986
Ecol. Médit., XII (1-2) : 187-235.

BARRY (J.P.), JAOUEN (X.), MUSSO (J.), RISER (J.)
Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note IV - Entre Sahel et Sahara. L'Adrar mauritanien. Approches biogéographique et géomorphologique.
1987
Ecologia Meditterranea, XIII, 1/2 : 131-181.

BEATTIE (A.J.), CULVER (D.C.)
Inhumation : how ants and other invertebrates help seeds.
1982
Nature, 297 ; p.627.

BENSE (C.)
Les formations sédimentaires de la Mauritanie méridionale et du Mali nord-occidental (Afrique de l'Ouest).
1961
Thèse Science, Nancy, 270 p., et Mémoire B.R.G.M. (1964), Paris, N°26, 2 cartes coul.h.t.

BENZECRI (J.P.)
L'analyse des données.
1970
Publ. Inst. de Statistique de l'Université de Paris VI.

BERHAUT (J.)
Flore du Sénégal.
1954
Lib. Clairafrique (et 1967 : 2ème édit., même éditeur, 485 p.).

BILLE (J.C.)
Graines et diaspores des plantes herbacées du Sahel. Description.
1972
ORSTOM, Dakar, 51 p. multigr.

BILLE (J.C.)
Graines et diaspores des plantes herbacées du Sahel. Production et dynamique.
1973
ORSTOM, Dakar, 54 p. multigr.

BILLE (J.C.)
Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien.
1976
Trav. et Doc. de l'ORSTOM, n°65, Paris, 82 p. Thèse Doc. écol. veg., Université Paris XI.

BILLE (J.C.), POUPON (H.)
Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : La régénération de la strate herbacée.
1974
Terre et Vie, 28 (1) : 21-48.

BOISAUBERT (B.)
Contribution à l'étude de l'alimentation hivernale du chevreuil en forêt domaniale de Haye.
1982
D.E.A. Biol. et Physiol. Vég., Sc. Forêt. Univert.Nancy I : 41 p.

BOUDET (G.)
Désertification de l'Afrique tropicale sèche.
1972
Adansonia, Paris, sér.2, 12 (4) : 505-524.

BOUDET (G.)
Désertification ou remontée biologique du Sahel.
1977
Cahier ORSTOM, sér. biol., 12, 4 : 293-300.

BOUDET (G.)
Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères.
1984
Manuel et précis d'élevage n°4, IEMVT/Ministère de la Coopération, Paris, 4ème édition, 266 p.

BOUDET (G.)
Recherche d'un équilibre entre production animale et ressources fourragères au Sahel.
1984b
Bull. Soc. Languedocienne de Géogr., 18 (3-4) : 167-177.

BOUDET (G.)
Recherches pluridisciplinaires sur les pâturages, leur conservation et l'élevage en République de Mauritanie.
1986
Maisons-Alfort, IEMVT, Rapport 3ème semestre, 38 p.

BOUDET (G.), CARRIERE (M.)
Evolution des parcours et tentatives de restauration dans la région de Kaédi en Mauritanie.
1986
Séminaire régional sur la dynamique et l'évolution des écosystèmes pastoraux sahéliens. Dakar, CILSS-UNESCO-FAPIS (3-8 Nov. 1986) : 6 p.

BOUDET (G.), CARRIERE (M.), CHRISTY (P.), GUERIN (H.), LE JAN (C.), WEDOUD OULD CHEIKH (A.), PROM TEP (S.), REISS (D.)
Pâturages et élevage au sud de la Mauritanie (Kaédi); étude intégrée sur les pâturages, leur conservation et leur restauration; le cheptel et les éleveurs.
1987a
Maisons-Alfort, IEMVT : 282 p.

BOUDET (G.), CARRIERE (M.), REISS (D.), WEDOUD OULD CHEIKH (A.)
Contribution à l'étude de l'installation du couvert herbacé sahélien et des possibilités de restauration des pâturages.
1987
Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants, N'Gaoundéré (Cameroun), 16-20 Novembre, 8 p.

BOUDET (G.), CORTIN (A.), MACHER (H.)
Esquisse pastorale et esquisse de transhumance dans la région du Gourma.
1971
Maisons-Alfort, IEMVT, 283 p.

BOUDET (G.), DUVERGER (E.)
Etude des pâturages naturels sahéliens : le Hodh (Mauritanie).
1961
Bamako-Sotuba (Mali), CFRZ et Maisons-Alfort, IEMVT, Vigot Frères éd., Paris, 156 p.

BOUDET (G.), LEBRUN (J.P.)
Catalogue des plantes vasculaires du Mali.
1986
Etudes et Synthèses de l'IEMVT n°16, Maisons-Alfort, 480 p.

BOUDET (G.), LECLERQ (P.)
Etude agrostologique pour la création d'une station d'embouche dans la région de Niono (Rép. du Mali).
1970
Maisons-Alfort, IEMVT, étude agrostologique n°29, 268 p.

BOUDET (G.), DIATTA (A.), MANDRET (G.)
Restauration de parcours sahéliens au Sénégal.
1988
Etude thématique. IEMVT, Maisons-Alfort, 49 p.

BOULET (Ch.)
Bilan floristique d'une garrigue de chêne Kermès soumise à deux types de perturbation contrôlée. Contribution à la reconnaissance au stade plantule de quelques unes des espèces observées.
1986
Thèse Doct.3ème cycle, Ecol. Vég., Université Aix-Marseille, 214 p.

BRADLEY (P.), RAYNAUT (C.), TORREALBA (J.)
Le Guidimaka mauritanien. Diagnostic et propositions d'action.
1977
"War on Want" éd., London, 156 p.

BRAUN-BLANQUET (J.)
1928
Pflanzensoziologie. Springer, Berlin, 330 p.

BRAUN-BLANQUET (J.)
Plant sociology. The study of plant communities.
1932
New-York, London, Mc Gray Hill, 439 p.

BREMAN (H.), CISSE (A.M.), DJITEYE (M.A.), ELBERSE (W.Th.)
Pasture dynamics and forage availability in the Sahel.
1980
Israël J. Botany, vol. 28 : 227-251.

BRUCKLEY (R.C.)
Seed size and seedling establishment in tropical arid dune crest plants.
1982
Biotropica, 14 : 314-315.

BRUNEAU DE MIRE (Ph.)
Rapport de prospection en Mauritanie orientale.
1952
Notes Afr., 64 : p.108.

BRUNEAU DE MIRE (Ph.)
Le 18ème parallèle constitue-t-il une limite floristique en Afrique occidentale.
1956
J. Agric. trop. Bot. Appl., III, 7-8 : 439-442.

BRUNEAU DE MIRE (Ph.), GILLET (H.)
Contribution à l'étude de la flore du Massif de l'Aïr.
1956
Journ. Agric. Trop. et Bot. appl., T.III, 221-247, 422-438, 701-760, 857-886.

CAILLE (R.)
Journal d'un voyage à Tumbuctou et à Jenné dans l'Afrique centrale, précédé d'observations faites chez les Maures Braknas, les Nalous et d'autres peuples pendant les années 1824, 1825, 1826, 1827, 1828.
1833
Atlas, 3 vol., Impr. Royale, Paris : 475 p. + 426 p. + 406 p. Réédition, sans les annexes, en 1961 (Club des Editeurs) sous le titre : Tombouctou, ville interdite, 1 vol., 261 p. Réimpression en 1966 (Anthropos), 3 vol. : 496 p. + 448 p. + 416 p. + Atlas.

CARRIERE (M.)
La végétation de la forêt de Dourdan et son utilisation par le chevreuil.
1985
D.E.A. Ecol. Veg., Univer. Paris-Sud : 78 p.

CARRIERE (M.)
Analyse des précipitations de Kaédi (Mauritanie)
in BOUDET (G.). - Recherches pluridisciplinaires sur les pâturages, leur conservation et l'élevage en République islamique de Mauritanie.
1986b
Rapport 2ème semestre, IEMVT, Maisons-Alfort, p.53-61.

CARRIERE (M.)
Suivi détaillé de la mise en place du couvert herbacé : Généralités, cas des sites du bassin versant de Ouadio.
in : BOUDET (G.), CARRIERE (M.), CHRISTY (P.), WEDOUD OULD CHEIKH (A.) - 1987. Recherches pluridisciplinaires sur les pâturages, leur conservation et l'élevage en République de Mauritanie.
1987
Maisons-Alfort, IEMVT, rapport du 4ème semestre : 31-47.

CHAPERON (P.)
Données pluviométriques et hydrologiques en Mauritanie et au Sénégal : Extension géographique et perspectives. In : Les problèmes de la désertification au sud du Sahara. Le cas de la Mauritanie.
1973
Colloque de Nouakchott, 17-19 décembre, 12 p.

CHEVALIER (A.)
Le territoire géo-botanique de l'Afrique tropicale Nord-occidentale et ses subdivisions.
1933
Bull. Soc. Bot. Fr., LXXX : 4-26, 1 carte.

CHEVALIER (P.), VALENTIN (C.)
Influence des micro-organisations pelliculaires superficielles sur l'infiltrabilité d'un type de sol sahélien.
1984
Journée du Groupe Français d'Humidité Neutronique., Montpellier, 13-14 novembre 1984.

CHIRON (J.C.)
Esquisse géologique de la chaîne des Mauritanides entre M'Bout et Moudjéria (Mauritanie occidentale).
1969
Bull. Soc. Géol. de France, (7), XI : 170-184.

CISSE (A.M.)
Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne.
1986
Thèse Doct., CABO, Wageningen, 211 p.

C.N.R.S.
Introduction à la Mauritanie.
1979
Centre de Rech. et d'ét. sur les soc. médit.; Centre d'ét. d'Afr. noire, éd. du CNRS, Paris, 421 p. (ouvrage collectif).

COLLINET (J.)
Hydrodynamique superficielle et érosion comparées de quelques sols ferralithiques sur défriches forestières traditionnelles (Côte-d'Ivoire). In : Challenges in African Hydrology and Water Ressources.
1984
IAHS Publ., n°144 : 499-516.

COLLINET (J.), VALENTIN (C.), ASSELINE (J.), HOEPFFNER (M.), HARANG (P.), PEPIN (Y.)
Ruissellement, infiltration et érosion en zones sahéliennes et subdésertiques. Bassin versant de Galmi et cuvette d'Agadez.
1980
ORSTOM, Abidjan, 38 p.

COME (D.)
Quelques problèmes de terminologie concernant les semences et leur germination.In : CHAUSSAT (R.), LE DEUNFF (Y.), La germination des semences.
1975
Gauthier-Villars éd., p.11-26.

CORDIER (B.)
Sur l'analyse factorielle des correspondances.
1965
Thèse, Rennes.

CORNET (A.)
Le bilan hydrique et son rôle dans la production de la strate herbacée de quelques phytocénoses sahéliennes au Sénégal.
1981
Thèse Docteur-Ingénieur, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 353 p.

COULIBALY (A.)
Approche phytoécologique des pâturages sahéliens au Mali (région du Gourma).
1979
Thèse, Université de Nice, 150 p. + annexes.

C.T.A.-I.E.M.V.T.
Atlas de l'élevage et des potentialités pastorales de Mauritanie.
1989
Centre Techn. Agric. et rural (Ede, Pays-Bas).
Maisons-Alfort, IEMVT (à paraitre).

C.T.F.T. (Centre Technique Forestier Tropical).
Conservation des sols au sud du Sahara.
1979
Minist. de la Coop., Coll. techniques rurales en Afrique, 2ème édit., 296 p.

DAVEAU (S.)
Dunes ravinées et dépôts du quaternaire récent dans le Sahel mauritanien.
1965
Rev. Géogr. Afr. Occ., Dakar, n°1-2, p.7-47.

DAVEAU (S.)
L'évolution géomorphologique quaternaire au sud-ouest du Sahara, Mauritanie.
1971.
Ann. Géogr., Paris, (431) : 20-38.

DELPECH (R.)
Essai d'estimation du stock de semences viables dans l'horizon superficiel du sol d'une vieille prairie pâturée de l'Auxois (Côte-d'Or).
1969
Communication au 3ème colloque sur la Biologie des mauvaises herbes, Grignon, décembre 1969.

DESCOING (B.M.)
Méthode de description des formations herbeuses intertropicales par la structure de la végétation.
1971
Candollea, Genève, 26 (2) : 223-257.

DESCOING (B.M.)
Approche des formations herbeuses tropicales par la structure de la végétation.
1976
Thèse, Université Sciences et Techniques du Languedoc, 221 p.

DE WISPELAERE (G.)
Etude préliminaire d'un projet de suivi par télédétection des ressources naturelles renouvelables dans la région de Kaédi-Selibaby-Kankossa (Mauritanie).
1986
Rapport d'étude, 1ère partie, Maisons-Alfort, IEMVT, 33 p.

DIALLO CISSE (B.)
Note de synthèse sur la situation de l'élevage dans la région du Gorgol.
1987
CNERV, Nouakchott, 4 p.

DJITEYE (M.)
Composition, structure et production des communautés végétales sahéliennes : Application à la zone de Niono (Mali).
1988
Thèse, Université Paris-Sud (Orsay), 150 p. + annexes.

DULIEU (D.), GASTON (A.), DARLEY (S.)
La dégradation des pâturages de la région de N'Djamena (Rép. du Tchad) en relation avec la présence de cyanophycées psammophiles. Etude préliminaire.
1977
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., Maisons-Alfort, 30 (2) : 180-190.

DUPIRE (M.)
Organisation sociale des Peuhls.
1975
Plon.éd., 624 p.

ELOUARD (P.)
Oscillations climatiques de l'holocène à nos jours en Mauritanie atlantique et dans la vallée du Sénégal. In : Les problèmes de la désertification au sud du Sahara. Le cas de la Mauritanie.
1973
Colloque de Nouakchott, 17-19 décembre, 19 p.

ELOUARD (P.), MICHEL (P.)
La quaternaire du lac Rkiz et de l'Aftout de Boutilimit (Mauritanie).
1958
C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., n°12, (16 juin) : 245-247.

EMBERGER (L.)
La définition phytogéographique du climat désertique. In : La vie dans la région aride Nord-tropicale de l'Ancien Monde.
1938
Mêm. Soc. biogéogr., VI : 9-14.

EMBERGER (L.), DAGET (P.), GODRON (M.), LONG (G.), LEFLOC'H (E.), POISSONET (J.), SAUVAGE (C.), WACQUANT (J.P.)
Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées.
1968
Paris, CNRS, 289 p.

EVENARI (M.)
Les problèmes physiologiques de la germination.
1957
Bull. Soc. Fr. Physiol. Vég., tome 3, n°4 : 105-121.

FABLET (G.), GOYEAU (H.)
Contribution à l'étude du stock de semences viables de mauvaises herbes dans le sol.
1979
Mémoire D.A.A., Protection des cultures, ENSA Rennes, 56 p. + annexes.

FAO-FADES
Projet de développement des oasis : Les oasis de Mauritanie - Atlas statistique. République Islamique de Mauritanie.
1985
Minist. Dév. Rural, 103 p.

FLORET (Ch.), PONTANIER (R.)
L'aridité en Tunisie présaharienne : climat, sol, végétation et aménagement.
1982
Tr. et Doc. de l'ORSTOM, n°150 : 544 p.

FORCELLA (F.)
A species-area curve for buried viable seeds.
1984
Aust. J. Agric. Res., 35 : 645-652.

FRANCOIS (J.L.)
Compte rendu d'enquête : Paramètres zootechniques des troupeaux bovins, ovins et caprins de la région de Kaédi.
1987
Rapport du projet "Encadrement des éleveurs du Gorgol", Kaédi, (Nouakchott, Service de l'Elevage), 56 p.

FURON (R.)
Géologie de l'Afrique.
1967
Paris, Payot, 3ème éd., 374 p.

GANDEGA (Y.)
Aperçu de la pluviométrie en Mauritanie.
1988
M.D.R., Dir. de l'Agricult., Serv. Agrométéo. et Hydrol., Nouakchott, 8 p. ronéo.

GARNIER (R.)
Recherches sur les causes des sécheresses : L'équateur météorologique. In : Les problèmes de la désertification au sud du Sahara. Le cas de la Mauritanie.
1973
Colloque de Nouakchott, 17-19 décembre, 17 p.

GASTON (A.)
Etude agrostologique du Kanem. Préfecture du Kanem au Sud du 16e parallèle et préfecture du Lac (Rép. du Tchad). Etude agrostologique n°19.
1967
IEMVT/FED, décembre, 147 p. carte couleur au 1/500 000 - (75750 km2).

GASTON (A.)
Travaux phytoécologiques en relation avec la lutte contre Quelea quelea. Bilan de quatre années.
1976
Maisons-Alfort, IEMVT, Rapport final, 203 p., 2 cartes h.t.

GASTON (A.)
Le couvert herbacé au Ferlo sénégalais. in L. VAN PRAET éd., " Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahéliens. Application au développement".
1983
p.201-208.

GAUTHIERS-PILTERS (H.)
Observations sur l'écologie du dromadaire en Moyenne Mauritanie.
1969
Bull. IFAN, sér.A, XXXI (4) : 1259-1380.

GILLET (H.)
Le peuplement végétal du Massif de l'Ennedi (Tchad).
1968
Thèse Doct. Sc. Nat., Université Paris.
Mém. Mus. Natn. Hist. Nat., sér.B, t.XVII : 206 p.

GODARD (V.), DE WISPELAERE (G.), CARRIERE (M.)
Projet expérimental de suivi de l'environnement par télédétection dans le Trarza et le Gorgol (Mauritanie).
1988
Etude thématique. Maisons-Alfort, IEMVT, 29 p.

GRANIER (P.), CABANIS (Y.)
Etude de la germination de quelques graminées de savane et de ses rapports avec leur répartition.
1974
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 27 (3) : 363-369.

GRANIER (P.)
Note sur les interactions plante/animal en zone sahélienne. in : Inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains.
1975
Actes du colloque, Bamako (Mali), 3-8 mars, ILCA, Addis-Abeba : 225-228.

GROUZIS (M.)
Structure, composition floristique et dynamique de la production de matières sèches de formations végétales sahéliennes (Mare d'Oursi, Hte-Volta).
1979
ORSTOM, Ouagadougou, 56 p., fig., tabl., h.t.

GROUZIS (M.), LEGRAND (E.), PALE (F.)
Aspects écophysiologiques de la germination des semences sahéliennes. Adaptations aux conditions d'aridité.
1986
Colloque sur les végétaux en milieu aride, Tunisie (Jerba), 8-10 sept. 1986 : 11 p.

GROUZIS (M.)
Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso).
1987
Thèse Doct. état Sc. Nat., Université Paris Sud, 210 p. + annexes.

GRUBB (P.J.)
Maintenance of species richness in plant communities : The importance of the regeneration niche.
1977
Biol. Rev., 52 : 107-145.

GUINOCHET (M.)
Réflexions sur l'état actuel de nos connaissances phytosociologiques en Afrique du Nord.
1954
Vegetatio, V-VI : 18-22

GUINOCHET (M.)
Logique et dynamique du peuplement végétal. Phytogéographie, phytosociologie, biosystématique, applications agronomiques.
1955
Paris, Masson, 143 p., 32 fig., 1 table.

GUINOCHET (M.)
Phytosociologie.
1973
Masson éd., Paris, 227 p.

HALL (J.B.), SWAINE (M.D.)
Seed stocks in Ghanaian forest soils.
1980
Biotropica, 12 : 256-263.

HARPER (J.L.), WILLIAMS (J.I.), SAGAR (G.R.)
The behaviour of seeds in soil. Part.I. : The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plant from seed.
1965
J. Ecol., 53 : 273-286.

HARTY (R.L.)
Germination requirements and dormancy effects in seeds of Urochloa mosambicensis.
1972
Trop. Grassl., 6 : 17-24.

HOPKINS (M.S.), GRAHAM (A.W.)
The species composition of soil seed banks beneath Lowland tropical rainforest in North Queensland, Australia.
1983
Biotropica, 15 : 90-99.

HOWE (H.F.)
Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree.
1977
Ecology, 58 : 539-550.

HUTCHINSON (J.), DALZIEL (J.M.)
Flora of West Tropical Africa. I. Part 1.
1954
London, Millbank SW1, Crown Agents for oversea Gouvernments and administrations.

HUTCHINSON (J.), DALZIEL (J.M.)
Flora of West Tropical Africa. I. Part 2.
1958
London, Millbank SW1, Crown Agents for oversea Gouvernments and administrations.

HUTCHINSON (J.), DALZIEL (J.M.)
Flora of West Tropical Africa. II.
1963
London, Millbank SW1, Crown Agents for oversea Gouvernments and administrations.

HUTCHINSON (J.), DALZIEL (J.M.)
Flora of West Tropical. III, part.1.
1968
London, Millbank SW1, Crown Agents for oversea Gouvenments and administrations.

HUTCHINSON (J.), DALZIEL (J.M.)
Flora of West Tropical Africa. III, part.2.
1972
London, Millbank SW1, Crown Agents for oversea Gouvernments and administrations.

IBPGR (Conseil International pour les Ressources Phytogénétiques).
Mission de collecte des semences de plantes fourragères des pâturages nord-sahéliens au Niger.
1988
Rapport de mission, Oct.-Nov., Niamey (Niger) : 40 p.

INOUYE (R.S.)
Density-dependent germination reponse by seeds of desert annuals.
1980
Oecologia (Berl.), 46 : 235-238.

JACQUES-FELIX (H.)
Les graminées d'Afrique tropicale I - Généralités, classification, description des fleurs.
1962
Paris, IRAT, Bull. Scient., n°8, 345 p.

JANZEN (D.H.)
Dispersal of small seeds by big herbivores : foliage is the fruit.
1984
The Amnaturalist, 123 (3) : 338-353.

JUHREN (M.), WENT (F.W.), PHILLIPS (E.)
Ecology of desert plants. IV : Combined field and laboratory work on germination of annuals in the Joshua tree National Monument, California.
1956
Ecology, 3è (2) : 318-330.

KAHLEM (G.)
La végétation de la forêt de Bandia. Evolution des populations végétales et de la production de graines pendant les années 1978, 1979, 1980.
1981
Bull. IFAN, sér.A, t.43, n°3-4 : 232-252.

KEAY (R.W.)
Seeds in forest soils.
1960
Niger, For. Inf. Bull. (NS) 4 : 1-12.

KELLMAN (M.C.)
The viable weed seeds content of tropical agricultural soils.
1974
J. Appl. Ecol., 11 : 669-677.

KOLLER (D.), HADAS (A.)
Water relations in the germination of seeds. In LANGE (O.L.) et al. (eds) : Physiological plant Ecology.
1982
Berlin, vol.2 : Water relation and Carbon assimilation. Springer-Verlag : 401-431.

KROPAC (Z)
Estimation of weed seeds in arable soil.
1966
Pedobiologia, 6 : 105-128.

LACOSTE (A.)
La végétation de l'étage subalpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). Application de l'analyse multidimentionnelle à l'analyse des données floristiques et écologiques.
1972
Thèse, Université Paris-Sud (Orsay), 293 p.

LEBART (L.), FENELON (J.P.)
Statistique et informatique appliquée.
1971
Dunod, Paris, 426 p.

LEBRUN (J.)
Les formes biologiques dans les végétations tropicales.
1966
Mém. Soc. Bot. Fr., 164-175.

LEBRUN (J.P.)
Enumération des plantes vasculaires du Sénégal.
1973
Maisons-Alfort, IEMVT, ét. bot. n°2 , 209 p.

LEBRUN (J.P.)
Introduction à la flore d'Afrique. Faits et chiffres.
1982
Maisons-Alfort, IEMVT, Division de l'Enseignement, 90 p.

LEGRAND (E.)
Etude expérimentale des propriétés germinatives de quelques semences sahéliennes.
1976
A.C.C., lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Hte-Volta), ORSTOM, 39 p.

LEPAGE (M.)
Données préliminaires sur l'écologie des termites.
1972
Terre et Vie, 26 : 383-409.

LERICHE (A.)
Notes sur les classes sociales et sur quelques tribus de Mauritanie.
1955
Bull. IFAN, t.XVII, n°1, p.173.

LERICHE (A.)
Terminologie géographique maure.
1955b
Etudes Mauritaniennes n°6, St-Louis, 76 p.

Mc KEON (G.M.)
Pasture seed dynamics in a dry monsoonal climate. II : The effect of water availability, light and temperature on germination speed and seedling survival of Stylosanthes humilis and Digitaria ciliaris.
1985
Aust. J. Ecol., 10 : 149-163.

MAIGNIEN (R.)
Contribution à l'étude des sols à pâturage du Cercle du Gorgol.
1961
Centre de Recherche pédologique de Dakar-Hann.

MAIRE (R.), MONOD (Th.)
Etude sur la flore et la végétation du Tibesti.
1950
Mém. Inst. Fr. Afr. Noire, n°8, 140 p., 6 pl.

MAIRE (R.), VOLKONSKY (M.)
Le passage du Sahara Central au Sahara Méridional (zone sahélo-saharienne) entre l'Adrar des Ifoghas et l'Aïr.
1945
Trav. Inst. Rech. Sah., 3-4 : 131-135.

MAUNY (R.)
Bibliographie de la préhistoire et de protohistoire de l'Ouest Africain.
1967
Bull.IFAN, sér.B, 29 : 879-917.

MAUNY (R.)
Bibliographie de la préhistoire et de protohistoire de l'Ouest Africain.
1970
Bull. IFAN, sér.B, 32 : 333-340.

MERLIER (H.), MONTEGUT (J.)
Adventices tropicales.
1982
Groupe de travail "Desherbages des cultures tropicales" (GERDAT), Minist. Rel. Ext., Coop et Dev., 490 p.

MICHEL (P.)
Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologie.
1968
Thèse lettres, 1167 p. ronéo. (et Mém. ORSTOM (1973), n°63, 3 T., 752 p.).

MOKHTAR OULD HAMIDOUN
Précis sur la Mauritanie.
1952
Etudes mauritaniennes n°4, Centre IFAN, Mauritanie, St-Louis, Sénégal, 69 p.

MONOD (Th.)
Notes botaniques sur le Sahara occidental et ses confins sahéliens. In : La vie dans la région désertique Nord-Tropicale de l'Ancien Monde.
1938
Mém. Soc. Biogéogr., 6 : 361-374.

MONOD (Th.)
Sur la présence de graines de Celtis dans le quaternaire mauritanien.
1943
Notes Afr., 18 : 3-4, fig.2.

MONOD (Th.)
Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes botaniques sur l'Adrar (Sahara occidental).
1952
Bull. IFAN, XIV (2) : 405-449.

MONOD (Th.)
Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes botaniques sur l'Adrar (Sahara occidental) (Suite).
1954
Bull. IFAN, sér.A, XVI : 1-48.

MONOD (Th.)
Nomenclature des formations végétales dans les régions arides et semi-arides. In : Rapport final de la réunion des spécialistes en phytogéographie, Yangambi : 304 - 319.
1956

MONOD (Th.)
Les grandes divisions chorologiques de l'Afrique.
1957
Rapport présenté à la réunion des spécialistes sur la phytogéographie ,Yangambi 29 juillet au 8 août). Londres, CSA-CCTA, publ. n°24, 146 p., 1 carte h.t.

MONOD (Th.)
Majâbat al-Koubrâ. Contribution à l'étude de "l'empty quarter" Ouest-Saharien.
1958
Dakar, IFAN, Mém. n°52, 407 p.

MONOD (Th.)
Majâbat al-Koubrâ (supplément).
1961
Bull. IFAN, sér.A, XXIII : 591-637, 15 fig.

MONOD (Th.)
Après Yangambi (1956) : Notes de phytogéographie africaine.
1963
Bull. IFAN, A, 25 : 594-655, 42 fig.

MONOD (Th.)
Majâbat al-Koubrâ (Deuxième supplément)
1964
Bull. IFAN, XXVI (4) : 1393-1402.

MONOD (Th.)
Sur les endocarpes de Celtis du gisement néolithique d'Amekin (Ahaggar).
1970
Bull. IFAN, A, 32 : 585-593, 1 pl. ph.

MONOD (Th.)
Fruits et graines de Mauritanie.
1974
Bull. Mus. natn. Hist. Nat., Paris, sér.3, n°273, Ecol. gén. 23 : 29-116, 330 fig.

MONOD (TH.)
Specte et modes de dissémination dans l'Adrar mauritanien (Sahara occidental).
1974
Candollea 29 : 401-425.

MONOD (Th.)
Fruits et graines de Mauritanie (suite).
1977
Bull. Mus. natn. HIst. Nat., Paris, sér. 3, n°461 (mai-juin), Botanique 32 : 73-127.

MONOD (Th.)
Fruits et graines de Mauritanie (suite).
1979
Bull. Mus. natn. Hist. Nat., Paris, sér. 4, 1, sect.B, n°1 : 3-51.

MONOD (Th.)
L'émeraude des Garamantes. Souvenirs d'un saharien
1984
L'Harmattan et A.C.C.T. éds., 380 p.

MONTEIL (V.)
Contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental.
1953
Larose, éd., Paris, 171 p.

MONTEIL (V.), SAUVAGE (Ch.)
Contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental.
1949
Inst. des Hautes études Maroc., Notes et Doc., V, T.I,
Larose, Paris, 120 p.

MORIN (C.), WOJEWEDKA (A.)
Evolution du potentiel semencier d'un sol.
1984
VIIème colloque intern. sur l'Ecologie, la Biologie et la Systématique des mauvaises herbes, Paris, tome I : 55-62.

MOSNIER (M.)
Pâturages naturels sahéliens : région de Kaédi (Mauritanie).
1961
Maisons-Alfort, IEMVT, 169 p., + 2 cartes coul. 1/200 000.

NAEGELE (A.)
Exposé sommaire sur la végétation des environs d'Atar en Mauritanie.
1956
Notes Afr., 69 : 1-12.

NAEGELE (A.)
Contribution à l'étude de la flore et des groupements végétaux de la Mauritanie. I - Notes sur quelques plantes récoltées à Chinguitti (Adrar Tmar).
1958a
Bull. IFAN, Sér.A, XX (2) : 293-305.

NAEGELE (A.)
Contribution à l'étude de la flore et des groupements végétaux de la Mauritanie. II - Plantes recueillies par Melle O. du Puigaudeau en 1950.
1958b
Bull. IFAN, sér.A, XX (3) : 876-908.

NAEGELE (A.)
Contribution à l'étude de la flore et des groupements végétaux de la Mauritanie. IV - Voyage botanique dans la presqu'île du Cap Blanc. (Première note).
1960
Bull. IFAN, sér.A, XXII (4) : 1231-1247.

NAEGELE (A.)
Les graminées des pâturages de Mauritanie.
1977
FAO, Rome, 298 p.

NAEGELE (A.), TOUPET (Ch.)
Relevés floristiques de fréquence effectués dans la région de Tijikja en Mauritanie.
1958
Notes Afr., 79 : 79-80.

NDIAYE (P.)
Méthode d'observation des diaspores et inventaire des germinations d'herbacées annuelles; résultats d'études réalisées à Sangalkam (Sénégal).
1986
Séminaire régional sur la dynamique et l'évolution des écosystèmes pastoraux sahéliens, Dakar (3-8 nov. 1986) : 18 p.

NEGRE (R.)
Les thérophytes.
1965
Mém. Soc. Bot. Fr., 1966 : 92-108.

NONGONIERMA (A.)
Contribution à l'étude biosystématique du genre Acacia Miller en Afrique occidentale. II.- Caractères des inflorescences et des fleurs.
1976
Bull. IFAN, sér. A, n°3 : 487-642.

NOY-MEIR (I.)
Structure and function of desert ecosystems.
1980
Israël J. of Botany, 28 : 1-19.

OOMES (M.J.M.), ELBERSE (W.T.)
Germination of six grassland herbs in micro-sites with different water contents.
1976
J. Ecol., 64 : 745-755.

ORLOCI (L.)
Information analysis in phytosociology : partition, classification and prediction.
1968
J. Theoret. Biol., 20 : 271-284.

PALE (F.)
Etude expérimentale de la germination de semences sahéliennes. Influence du potentiel hydrique.
1982
DEA, Univ. P. et M. Curie : 33 p.

PENNING DE VRIES (F.W.T.), DJITEYE (M.A.)
La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle.
1982
Centre For Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 525p.

PETTER (F.)
Répartition géographique et écologie des rongeurs désertiques (du Sahara occidental à l'Iran oriental).
1961
Mammalia, 25, n°spécial : 222 p.

PEYRE DE FABREGUES (B.)
Etude des pâturages naturels sahéliens, Ranch de Nord-Sanam (République du Niger).
1963
Maisons-Alfort, IEMVT, étude agrostologique n°5, 132 p., 1 carte couleur au 1/100 000.

PEYRE DE FABREGUES (B.)
Etude agrostologique des pâturages de la zone nomade de Zinder.
1967
Maisons-Alfort, IEMVT, étude agrostologique n°17, 188 p., 1 carte couleur au 1/400 000.

PEYRE DE FABREGUES (B.)
Pâturages naturels sahéliens du Sud Tamesna (République du Niger).
1970
Maisons-Alfort, IEMVT, Etude agrostologique n°28, 200 p., 1 carte couleur au 1/500 000.

POUPON (H.)
Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal.
1980
Thèse doct., Université Paris Sud, 317 p. + annexes.

QUEZEL (P.)
La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie.
1965
Masson et Cie éd., Paris, 333 p.

RAUNKIER (C.)
Types biologiques pour la géographie botanique.
1905
Bull. Acad.R.Sc., Danemark, 5 : 347-437.

REISS (D.)
Essai d'enrichissement floristique en restauration de parcours sahéliens.
1988
Kaédi (Rép. Isl. Maur.). D.E.S.S. Prod. Animales, IEMVT, Maisons-Alfort, 55 p. + annexes.

ROBERGE (G.)
L'intensification fourragère et l'irrigation en milieu tropical sec.
in AUDRU et al. - Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale. Gestion, aménagements et intensification fourragère.
IEMVT, Etudes et synthèse n°24, Maisons-Alfort, p.83-101.

ROBERTS (H.A.)
Seed banks in soils.
1981
Adv. Appl. Biol., 6 : 1-55.

ROBERTY (G.)
Végétation de la Guelta de Soungout (Mauritanie méridionale), en mars 1955.
1958
Bull. IFAN, sér.A, XX (3) : 869-875.

ROCCI (G.)
Essai d'interprétation des mesures géochronologiques. La structure de l'Ouest africain.
1965
Coll. internat. Géochron. absolue, Nancy, Sciences terre, t.10, n°3-4 : 461-479, fig.

ROUSSEL (D.)
Recherche sur l'hétérogénéité de la germination des semences de petit mil (Pennisetum americanum (L.) K. Schum).
1978
DEA de Physiol. Vég., Univer. P.et M. Curie, 56 p.

ROUSSEL (B.)
Etude phytosociologique des bas-fonds inondables d'une région sahélienne du Niger, l'Ader doutchi.
1983
Thèse, Université Clermont II,

SAUVAGE (Ch.)
Notes botaniques sur le Zemmour oriental (Mauritanie septentrionale).
1946
Mém. Off. Nat. Anti-Acridien, n°2, Alger, 46 p. + 1 carte.

SAUVAGE (Ch.)
Nouvelles notes botaniques sur le Zemmour oriental.
1949
Mém. hors série Soc. Hist. Nat. de l'Afr. du N., t.II.

SAUVAGE (Ch.)
Les récoltes botaniques des missions de l'Office National Anti-Acridiens au Sahara occidental.
1953
Bull. Off. Nat. Anti-Acridien, n°4, Maison carrée, Alger, 28 p.

SEBILLOTTE (M.), GODARD (D.)
L'élevage au sud-est mauritanien. Pâturages, situation actuelle, programme de développement. I - Pâturages, climat et production fourragère.
1976
Fonds européens de Développement, 85 p. + cartes coul. 1/200 000.

SEDES
Enquête démographique 1964-1965. Généralités, méthodologie, résultats provisoires.
1965
Paris, SEDES, oct., 1 rapport ronéo., 240 p., ill.

SERGHINI (Ch.)
Le Maroc et la Mauritanie dans les relations internationales.
1982
Thèse d'état en Droit, Université de Nice, 728 p.

SHARMA (M.L.)
Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species.
1973
Agronomy Journal, vol. 65 (nov. déc. 1973) : 982-987.

SMITH (R.L.)
Seed dormancy in Panicum maximum Jacq.
1979
Trop. AGric., 56 (3) : 233-239.

SNOW (D.W.)
Tropical frugivorous birds and their food plants : a world survey.
1981
Biotropica, 13 : 1-14.

SPITTERS (C.J.T.)
Simulating the vegetation dynamics in sahelian pastures.
1980
Paper presented at the "Workshop of European population Biologist", 9 may 1980, Scholl of Plant Biology, Bangor, U.K. 16 p.

STOCKER (O.)
Der-Wasser - und photosynthese Haushatt von Wüstenplantzen der Mauretanischen Sahara. I - Regengrüne und immergrüne Baüme.
1970
Flora, 159 (6) : 539-572.

STOCKER (O.)
Der Wasser - und photosynthese Haushalt von Wüstenplantzen der Mauretanischen. Sahara - II - Wechselgrüne, Runtenzweig - und stammsukkulente Baüme.
1971
Flora, 160 : 445-494.

STOCKER (O.)
Der Wasser - und photosynthese Haushalt von Wüstenplantzen der Mauretanischen. Sahara - III - Klein straüchen, Standen und Gräser.
1972
Flora, 161 : 46-110, 4 tab., 27 fig.

STROOSNIJDER (L.)
Aspects of soil and water in the Sahel in Mali.
1977
Communication at International Symposium on Rainfed agriculture in semi arid regions. 17-22 april , Riverside, California : 32 p.

THOMPSON (K.)
The occurence of buried viable seeds in relation to environmental gradients.
1978
J. Biogeogr., 5 : 420-430.

THOMPSON (K.), GRIME (J.P.)
Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats.
1979
J. Ecology, 67 : 893-921.

TOGOLA (M.)
Contribution à l'étude de la végétation sahélo-soudanienne et des potentialités pastorales de la région du Kaarta (Mali).
1982
Thèse Université Paris-Sud (Orsay), 86 p. + annexes.

TOUPET (Ch.)
Etude du milieu physique du Massif de l'Assaba (Mauritanie). Introduction à la mise en valeur d'une région sahélienne.
1966
Initiation et Etudes africaines, n°XX, IFAN, Dakar, 152 p.

TOUPET (Ch.)
Les variations interannuelles des précipitations en Mauritanie centrale.
1971
C.R. Séances Soc. Biogéogr., 420 : 39-47.

TOUPET (Ch.)
La sédentarisation des nomades en Mauritanie centrale sahélienne.
1975
Thèse d'Etat, Université Paris VII, 490 p.

TOUPET (Ch.), PITTE (J.R.)
La Mauritanie.
1977
P.U.F. éd., coll. "Que sais-je ?" n°1684, 125 p.

TOUTAIN (B.)
Essais de régénération mécanique de quelques parcours sahéliens dégradés
1977
Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 30 (2) : 191-198.

TOUTAIN (B.), DEDEKEN (E.)
Plantules de quelques espèces fourragères annuelles du Sahel. Guide de reconnaissance.
1977
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 30 (3) : 315-322.

TOUTAIN (B.), PIOT (J.)
Mises en défens et possibilités de régénération des ressources fourragères sahéliennes. Etude expérimentale dans le bassin de la mare d'Oursi (Hte-Volta).
1980
IEMVT-CTFT, Maisons-Alfort : 156 p.

TROCHAIN (J.L.)
Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale.
1957
Bull. Inst. Et. Centrafric., 13-14 : 55-93.

TROCHAIN (J.L.)
Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire française d'après la trilogie : climat, flore et végétation.
1969
C.R. Séances Soc. Biogéogr., 22 mai : 139-157.

U.A.M.C.E. (Union africaine et malgache de coopération économique)
Etude monographique de trente et un pays africain : la Mauritanie.
1964
Compagnie générale d'études eet de recherches pour l'Afrique. Décembre : 49-74.

U.S.A.I.D.
Inventaire des ressources du sud-ouest mauritanien. Géologie, sols, forêts, pâturages, gestion des ressources renouvelables.
1982
Remote Sensing Institut (Dakota), 391 p. + cartes thématiques au 1/500 000.

VALENTIN (C.)
Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de régions subdésertiques (Agadez - Niger). Dynamique et conséquence sur l'économie de l'eau.
1981
Thèse 3ème cycle, Université Paris VII, 229 p.

VALENTIN (C.)
Différencier les milieux selon leur aptitude au ruissellement : Une cartographie adaptée aux besoins hydrologiques.
1985
Journées hydrologiques, Montpellier, 17-18 septembre, et ORSTOM Abidjan, 26 p.

VALENZA (J.), DIALLO (A.K.)
Etude des pâturages naturels du Nord-Sénégal.
1972
Maisons-Alfort, IEMVT, étude agrostologique n°34, 311 p., 1 carte couleur au 1/200 000.

VAN KEULEN
Simulation of water use and herbage growth in arid regions.
1975
Cabo, Wageningen, 176 p.

VERNET (R.)
La Mauritanie des origines au début de l'histoire.
1986
Centre culturel français St Exupéry, Nouakchott, Mauritanie, 44 p.

WARWICK (M.A.)
Buried seed in arable soils in Scotland.
1984
Weed Research, 24 : 261-168.

WENT (F.W.)
Ecology of desert plants. II : The effect of rain and temperature on germination and growth.
1949
Ecology, 30 (1) : 1-13.

WESBODY (M.)
Elements of a theory of vegetation dynamics in arid rangelands.
1980
Israël J. of Botany, vol. 28, (1979-1980) : 169-194.

WHITE (J.)
Studies on the behaviour of plant populations in model systems.
1968
MSc Thesis, University of Wales.

ZOLOTAREVSKY (B.), MURAT (M.)
Rapport scientifique sur les recherches de la mission d'étude sur la biologie des acridiens en Mauritanie (A.O.F.).
1938
Première mission : oct. 1936 - mars 1937. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, XXIX : 29-103, 8 tabl., ph. II-VII et 7 cartes h.t.

ANNEXES

I : Pluviométrie pendant la saison 1987

II : Localisation des relevés de végétation

III : Relevés de végétation effectués dans les secteurs Sahélo-saharien et Sud-sahélien

IV : Liste des espèces recensées en Mauritanie.

ANNEXE 1

Pluviométrie pendant la saison 1987

Kaédi. Station météo		Oudio (Village)	
Date	Pluie (mm)	Date	Pluie (mm)
7/6	56,8	7/6	64,6
8/6	11,7	8/6	64,6
21/6	3,5	22/6	1
9/7	2,9	24/6	2
19/7	17,2	9/7	1
20/7	10,1	20/7	28
23/7	2,2	21/7	11
27/7	1,7	28/7	3
3/8	6,4	30/7	0,5
5/8	0,7	3/8	3
21/8	51,7	6/8	2
24/8	11,0	21/8	84,5
29/8	0,8	24/8	4
4/9	40,2	30/8	6,5
7/9	16,1	4/9	16
8/9	21,9	7/9	9
10/9	5,3	18/9	12
16/9	13,7		
17/9	0,2		
23/9	0,7		
30/9	2,6		
4/10	6,1		
12/10	2,5		
Total =	286	Total =	252

ANNEXE II

- Localisation des relevés de végétation -

Les numéros de relevés comprennent 4 chiffres : X.Y.Z.W.

avec X = Mois du relevé : 9 pour Septembre 1986
0 pour Octobre 1986
1 pour Novembre 1986
2 pour Septembre 1987
3 pour Octobre 1987
4 pour Novembre 1987
5 pour Décembre 1987

YZ = Jour dans le mois X.

W = Numéros du relevé dans le jour YZ.

(*)= Site de suivi

Numéro Relevé	Latitude (degré Nord)	Longitude (degré Ouest)	Localité	Région
0011	16-07	12-58	Lekseiba	Gorgol
0012	16-07	12-58	Lekseiba	"
0013	15-56	12-49	Haddad N.	"
0014	15-53	12-48	Haddad N.	"
0021	15-50	12-53	Haddad W.	"
0022	15-48	12-55	Haddad W.	"
0023	15-48	12-55	Haddad W.	"
0031	15-42	13-12	Sivé	Gorgol
0032	15-42	13-12	Sivé	"
0033	15-50	13-17	Sivé-Diowol	"
0034	15-57	13-22	Diowol	"
0061	16-08	13-32	Rindiao	"
0062	16-08	13-32	Rindiao	"
0071	16-10	13-29	Kaédi E.	"
0081	16-11	13-23	Seyene	"
0082	16-10	13-24	Gourdiouma	"
0091	16-17	13-35	Makhana	"
0092	16-17	13-35	Makhana	"
0093	16-17	13-35	Makhana	"
0094	16-17	13-35	Makhana	"
0131	16-16	13-45	Niabina	Brakna
0132	16-38	13-48	Tantane-Bababé	
0133	16-40	13-52	Tantane-Bababé	
0134	16-58	13-45	Tantane	
0141	17-22	14-20	Aleg N.	Trazza
0142	17-30	14-38	Boutilimit	
0143	17-47	15-06	Boutilimit N.	
0171	17-13	14-12	Boutilimit S.	
0181	16-15	13-25	Ouadio Boké	Gorgol
0182	16-15	13-25	Ouadio Boké	
0183	16-15	13-25	Ouadio Boké	
0184	16-14	13-25	Ouadio Batha (*)	
0185	16-14	13-25	Ouadio Batha (*)	
0186	16-14	13-25	Ouadio Batha	

Suite (1)

0187	16-16	13-23	Ouadio E.	Gorgol
0188	16-16	13-23	Ouadio E.	"
0191	16-14	13-33	Makhana S.	Gorgol
0192	16-14	13-33	Makhana S.	"
0193	16-17	13-35	Makhana	"
0194	16-17	13-35	Makhana	"
0195	16-17	13-35	Makhana	"
0196	16-17	13-35	Makhana	"
0201	16-11	13-23	Seyene	"
0202	16-11	13-23	Seyene	"
0203	16-11	13-22	Seyene	"
0204	16-13	13-12	Lekseiba	"
0205	16-13	13-12	Lekseiba	"
0206	16-19	13-08	Lekseiba N.	"
0207	16-19	13-08	Lekseiba N.	Gorgol
0208	16-26	13-04	Monguel E.	Gorgol
0211	16-31	12-57	Bokoul	"
0212	16-20	13-14	Kekra	"
0213	16-19	13-14	Kekra	"
0221	16-06	13-28	Guiraye	"
0222	16-06	13-29	Guiraye	"
0223	16-06	13-29	Guiraye	"
0224	16-06	13-22	Aouinat	"
0225	16-06	13-22	Aouinat (*)	"
0226	16-06	13-21	Aouinat	"
0227	16-07	13-21	Moussa Dieri (*)	"
0228	16-07	13-21	Moussa Dieri	"
0229	16-07	13-21	Moussa Tiangol	"
0231	16-15	13-29	Mbidane S.	"
0232	16-15	13-29	Mbidane	"
0233	16-15	13-29	Mbidane	"
0234	16-15	13-29	Mbidane	"
0235	16-15	13-29	Mbidane	"
0236	16-16	13-29	Mbidane (*)	"
0237	16-15	13-24	Ouadio Boké	"
0241	16-25	13-37	Makhana N.	Brakna
0242	16-25	13-37	Makhana N.	
0243	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	Gorgol
0244	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	"
0245	16-16	13-25	Ouadio Boké	"
0246	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	"
0247	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	"
1101	16-10	13-32	Tiangol Poutié	"
1102	16-10	13-32	Tiangol Poutié (*)	"
1161	16-11	13-24	Gourdiouma	"
1162	16-11	13-24	Gourdiouma	"
1163	16-11	13-24	Gourdiouma	"
2141	16-14	13-25	Ouadio Batha	"
2142	16-14	13-25	Ouadio Batha	"
2143	16-16	13-23	Ouadio E.	"
2144	16-16	13-23	Ouadio E.	"

Suite (2)

2145	16-16	13-19	Ouadio-Kekra	Gorgol
2146	16-16	13-19	Ouadio-Kekra	"
2151	16-17	13-35	Makhana	"
2152	16-17	13-35	Makhana	"
2153	16-17	13-35	Makhana	"
2191	16-06	13-22	Aouinat	"
2192	16-06	13-22	Aouinat	"
2193	16-06	13-22	Aouinat (*)	"
2194	16-07	13-21	Moussa Dieri (*)	"
2195	16-07	13-21	Moussa Dieri	"
2196	16-04	13-24	Diowol	"
2201	16-18	13-25	Ladé Mbidane	"
2202	16-18	13-25	Ladé Mbidane	"
2203	16-18	13-25	Ladé Mbidane	"
2204	16-19	13-25	Ladé Mbidane	"
2205	16-20	13-25	Ladé Mbidane	"
2206	16-20	13-25	Ladé Mbidane	"
2211	16-06	13-29	Guiraye	"
2212	16-06	13-29	Guiraye	"
2213	16-05	13-28	Guiraye	"
2214	16-01	13-22	Diowol	"
2231	16-15	13-25	Ouadio boké	"
2232	16-14	13-25	Ouadio botha	"
2233	16-16	13-23	Ouadio E.	"
2240	16-02	13-23	Diowol S.	"
2241	16-01	13-23	Diowol	"
2242	15-55	13-18	Tetiane	"
2243	15-49	12-57	Tetiane E.	"
2244	15-53	13-07	Tetiane E.	"
2245	15-52	13-06	Tetiane E.	"
2246	15-53	12-50	Tetiane E.	"
2247	15-48	12-54	Tetiane E.	"
2249	15-49	12-57	Tetiane E.	"
2250	15-51	12-50	Haddad W.	"
2251	15-49	12-57	Haddad W.	"
2252	15-48	12-54	Haddad W.	"
2253	15-46	12-57	Haddad W.	"
2254	15-47	13-09	Sivé	"
2255	15-47	13-09	Sivé	"
2256	15-45	13-12	Sivé	"
2257	16-01	13-21	Diowol	"
2258	15-49	12-57	Haddad W.	"
2259	15-43	13-10	Haddad W.	"
2261	16-10	13-32	Tiangol Poutié	"
2262	16-10	13-32	Tiangol Poutié (*)	"
2263	16-16	13-29	Mbidane	"
2264	16-16	13-29	Mbidane (*)	"
2270	16-16	13-25	Ouadio Boké	"
2271	16-16	13-25	Ouadio Boké	"
2272	16-16	13-25	Ouadio Boké	"
2273	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	"

Suite (3)

2274	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	Gorgol
2275	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	"
2276	16-16	13-25	Ouadio Boké	"
2277	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	"
2278	16-16	13-25	Ouadio Boké (*)	"
2279	16-16	13-25	Ouadio Boké	"
2281	16-14	13.25	Ouadio Batha (*)	"
2282	16-14	13-25	Ouadio Batha (*)	"
2283	16-14	13-25	Ouadio Batha	"
2284	16-14	13-25	Ouadio Batha	"
2291	16-17	13-18	Ouadio Krékra	"
2292	16-17	13-18	Ouadio Krékra	"
2293	16-19	13-14	Krékra	"
2294	16-27	13-03	Monguel E.	"
2295	16-27	13-03	Monguel E.	"
2296	16-28	13-03	Monguel NE.	"
2297	16-29	13-00	Bokoul	"
2298	16-27	13-03	Bokoul	"
3061	17-14	15-53	Nimjat	Trarza
3062	17-18	15-47	Nimjat	Trarza
3063	17-23	15-13	Nimjat	"
3064	17-27	15-40	Nimjat	"
3071	17-18	15-48	Nimjat	"
3072	17-01	16-04	Tiguent S.	"
3073	17-01	16-06	Tiguent S.	"
3081	16-37	15-52	Rosso N.	"
3082	16-45	15-48	Mederdra	"
3083	16-45	15-48	Mederdra	"
3084	16-47	15-47	Mederdra	"
3085	16-57	15-38	Mederdra	"
3091	16-57	15-20	Mederdra SE.	"
3092	16-56	15-10	Rkiz	"
3093	16-52	15-15	Rkiz	"
3094	17-04	15-08	Rkiz N.	"
3095	17-23	14-52	Rkiz-Boutilimit	"
3101	17-33	14-31	Boutilimit S.	"
3102	17-32	14-10	Bou Sdeira	"
3111	17-28	14-02	Bou Sdeira SE.	Brakna
3112	17-10	14-01	Aleg	Brakna
3113	17-09	13-58	Aleg	"
3114	17-09	13-58	Aleg	"
3115	17-09	13-57	Aleg E.	"
3121	17-08	13-18	Mokta Lahjar S.	"
3122	17-08	13-18	Mokta Lahjar S.	"
3123	17-07	13-18	Mokta Lahjar	"
3124	16-56	13-26	Mâl	"
3131	16-32	13-05	Monguel N.	"
3161	16-07	13-29	Guiraye	Gorgol
3162	16-05	13-24	Diowol	Gorgol
3163	16-05	13-24	Diowol	"
3191	16-09	13-00	Lekseiba E.	"
3192	16-09	13-00	Lekseiba E.	"

Suite (4)

3201	16-01	12-28	Mbout E.	Gorgol
3202	16-01	12-28	Mbout E.	"
3203	16-01	12-28	Mbout E.	"
3211	15-54	11-53	Soufa	Assaba
3212	15-54	11-53	Soufa	Assaba
3213	15-55	11-53	Soufa	"
3214	15-54	11-50	Soufa	"
3215	15-55	11-48	Soufa	"
3216	15-57	11-42	Soufa	"
3217	15-57	11-33	Kankossa	"
3221	16-40	11-29	Kiffa	"
3231	17-50	11-55	Foum Ajar	Tagant
3232	17-50	11-55	Foum Ajar	Tagant
3233	17-55	11-55	Foum Ajar N.	"
3234	17-55	11-55	Foum Ajar N.	"
3241	17-55	11-55	Foum Ajar N.	"
3242	18-10	11-40	Foum Ajar-Tijikja	"
3243	18-10	11-40	Foum Ajar-Tijikja	"
3251	17-55	11-20	Tijikja SE.	"
3261	17-20	11-25	Boumdeid	"
3262	17-25	11-25	Boumdeid N.	"
3263	17-50	11-30	Tijikja-Boumdeid	"
3264	17-10	11-30	Tijikja-Boumdeid	"
3291	19-15	12-10	Tijikja-Atar	Adrar
3292	19-20	12-10	Tijikja-Atar	Adrar
3301	20-05	12-45	Chinguitti S.	Adrar
3302	20-05	12-45	Chinguitti S.	Adrar
3303	20-25	12-55	Chinguitti-Atar	"
3311	19-50	12-25	Atar S.	"
4011	19-30	13-20	Oujeft S.	"
4021	20-05	13-10	Atar S.	"
4022	19-50	13-25	El Gleitat	"
4031	20-05	13-35	Atar W.	"
4111	15-31	13-02	Sivé-Maghama	Gorgol
4112	15-28	12-53	Maghama	"
4121	15-26	12-53	Maghama-Gouraye	Guidimaka
4122	15-25	12-52	Maghama-Gouraye	Guidimaka
4123	15-17	12-47	Maghama-Gouraye	"
4124	15-13	12-47	Maghama-Gouraye	"
4125	15-13	12-47	Maghama-Gouraye	"
4131	14-53	12-25	Gouraye	"
4132	14-53	12-25	Gouraye	"
4133	14-53	12-25	Gouraye	"
4134	14-49	12-12	Gouraye E.	"
4135	14-50	12-10	Gouraye E.	"
4141	15-10	12.05	Selibaby	"
4142	15-05	11-55	Selibaby E.	"
4143	15-01	11-52	Selibaby E.	"
4151	14-55	11-50	Melgué	"
4152	14-51	11-52	Melgué	"
4153	14-47	12-06	Melgué S.	"
4161	15-18	12-06	Selibaby E.	"

Suite (5)

4162	15-18	12-06	Selibaby E	Guidimaka
4163	15-25	12-02	Selibaby E	"
4171	15-33	11-42	Ould Yengé	"
4172	15-47	11-37	Ould Yengé N.	"
4173	15-47	11-37	Ould Yengé N.	"
4181	16-32	11-03	Kiffa E.	Assaba
4182	16-37	10-50	Kiffa E.	Assaba
4201	15-41	9-58	Touil-Koubeni	Hodh
4211	15-51	8-18	Diguini E.	Hodh
4221	16-42	7-13	Néma N.	Hodh
4231	16-57	7-01	Néma N.	"
4241	16-26	7-11	Néma S.	"
4242	16-07	6-35	Néma-Bassikounou	"
4243	16-02	6-28	Néma-Bassikounou	"
4251	15-54	6-32	Néma-Bassikounou	"
4301	16-12	13-20	Seyene	Gorgol
4302	16-12	13-12	Lekseiba	Gorgol
4303	16-10	13-05	Lekseiba	"
4304	16-10	13-05	Leseiba	"
5011	16-08	13-19	Ouro-Sangré	"
5012	16-07	13-19	Ouro-Sangré	"
5014	16-07	13-18	Mamadou Moussa	"
5031	16-06	12-59	Lekseiba E.	"
5051	15-57	13-16	Tétiane N.	"
5052	15-39	13-10	Sivé	"
5053	15-39	13-10	Sivé	"
5054	15-39	13-09	Sivé	"
5061	16-08	13-25	Mamadou Moussa	"
5062	16-08	13-25	Mamadou Moussa	"
5063	16-08	13-25	Mamadou Moussa	"
5064	16-08	13-25	Mamadou Moussa	"
5065	16-08	13-19	Ouro Sangré	"
5066	16-08	13-19	Ouro Sangré	"
5071	15-45	13-13	Sivé	"
5072	15-44	13-07	Sivé E.	"
5073	15-45	12-56	Haddad W.	"
5075	15-49	12-51	Haddad	"
5076	15-49	12-51	Haddad	"
5077	15-49	12-51	Haddad	"
5081	15-54	12-50	Haddad N.	"
5082	15-55	12.50	Haddad N.	"
5083	15-55	12-50	Haddad N.	"
5084	15-48	12-49	Haddad S.	"
5085	15-48	12-49	Haddad	"
5086	15-49	12-53	Haddad W.	
5087	15-49	12-53	Haddad W.	"
5091	16-10	13-22	Seyene	"
5092	16-10	13-22	Seyene	"
5093	16-13	13-12	Lekseiba	"
5111	16-03	13-20	Diowol	"
5112	16-03	13-20	Diowol	"
5113	16-05	13-19	Diowol E.	"

Suite (6)

5114	16-05	13-19	Diowol E.	Gorgol
5115	16-06	13-18	Diowol E.	"
5116	16-06	13-18	Diowol E.	"
5121	16-14	13-05	Lekseiba	"
5122	16-15	13-05	Lekseiba	"
5123	16-15	12-41	Wawa	"
5131	16-15	12-41	Wawa	"
5132	16-15	12-41	Wawa	"
5133	16-05	12-54	Lekseiba E.	"
5134	16-10	13-03	Lekseiba	"
5171	16-37	15-43	Rosso N.	Trarza
5172	16-37	15-43	Rosso N.	Trarza
5173	16-38	15-43	Rosso N.	"
5174	16-40	15-42	Rosso N.	"
5175	16-36	15-40	Rosso N.	"
5181	16-42	15-37	Rosso N.	"
5182	16-43	15-36	Rosso N.	"
5183	16-42	15-36	Rosso N.	"
5184	16-42	15-49	Rosso N.	"
5191	16-48	15-32	Rosso N.	"
5194	16-37	15-44	Rosso N.	"
5195	16-36	15-43	Rosso N.	"
5196	16-36	15-40	Rosso N.	"
9191	16-16	13-23	Ouadio E.	Gorgol
9221	16-15	13-29	Mbidane	Gorgol
9241	16-20	13-14	Krékra	"
9244	16-27	13-03	Monguel	"
9251	16-31	12-56	Bokoul	"
9252	16-30	12-58	Bokoul	"
9253	16-22	13-11	Monguel	"
9271	16-18	13-24	Ladé-Mbidane	"
9272	16-18	13-24	Ladé-Mbidane	"
9293	16-16	13-25	Ouadio Boké	"
9294	16-16	13-25	Ouadio Boké	"

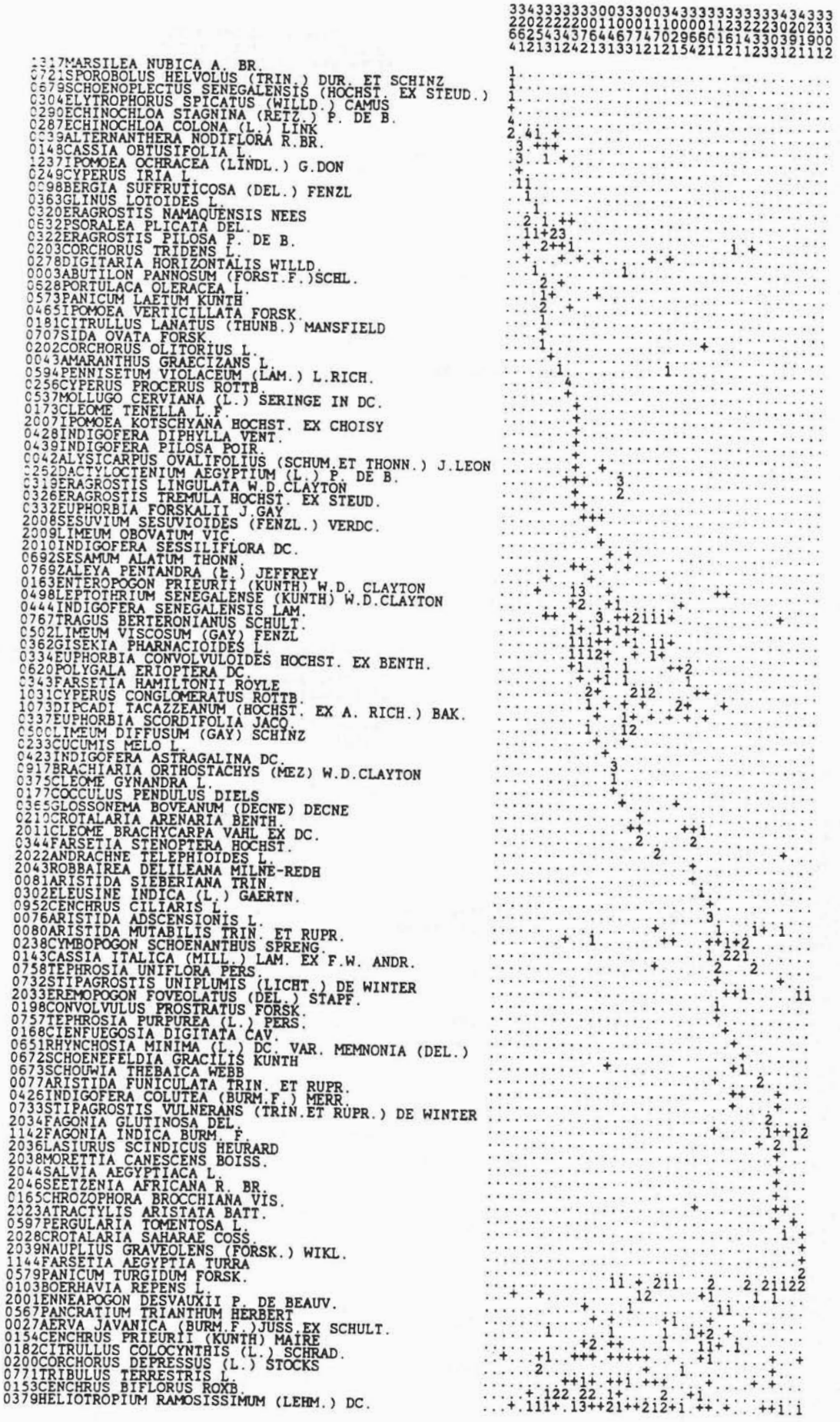
ANNEXE 3a : Secteur sahélo-saharien : Peuplement ligneux

```
                                                    33433334343300430033333333
                                                    02022220200111011101000020 3
                                                    66264333916074214470667997 1
                                                    11221231112111113212432523 1
0011ACACIA NILOTICA (L.) WILLD. EX DEL.             55.......................
0437INDIGOFERA OBLONGIFOLIA FORSK.                  ..+.....................
0007ACACIA EHRENBERGIANA HAYNE                      ...31...................
0183COMBRETUM ACULEATUM VENT.                       ...11...................
0371GREWIA TENAX (FORSK.) FIORI                     ...+....................
0333EUPHORBIA BALSAMIFERA AIT.                      .....4..................
0197COMMIPHORA AFRICANA (A.RICH.) ENGL.             .....+.........3+3......
0133CALOTROPIS PROCERA (AIT.) AIT.F.                ..........+.........+2..
0026ADENIUM OBESUM ROEM. ET SCHULT.                 ........................1...
0666SALVADORA PERSICA L.                            .........................1.
0804ZIZIPHUS LOTUS (L.) DESF.                       .........................3
0469JATROPHA CHEVALIERI BEILLE                      .........................3
0115BOSCIA SENEGALENSIS (PERS.) LAM. EX POIR.       ...2224......41.........
0515MAERUA CRASSIFOLIA FORSK.                       .......355+3223.+..3+.....
0137CAPPARIS DECIDUA (FORSK.) EDGEW.                .1.....4...4322.2.......
0093BALANITES AEGYPTIACA (L.) DEL.                  ....4.3....23+332123.33422.
0017ACACIA SENEGAL (L.)WILLD.                       ...3.........1...32.+22....
0016ACACIA TORTILIS (FORSK.) HAYNE SSP. RADDIANA (SA ..............3.41415.32343
0496LEPTADENIA PYROTECHNICA (FORSK.) DECNE.          ................3.213.23.2
```

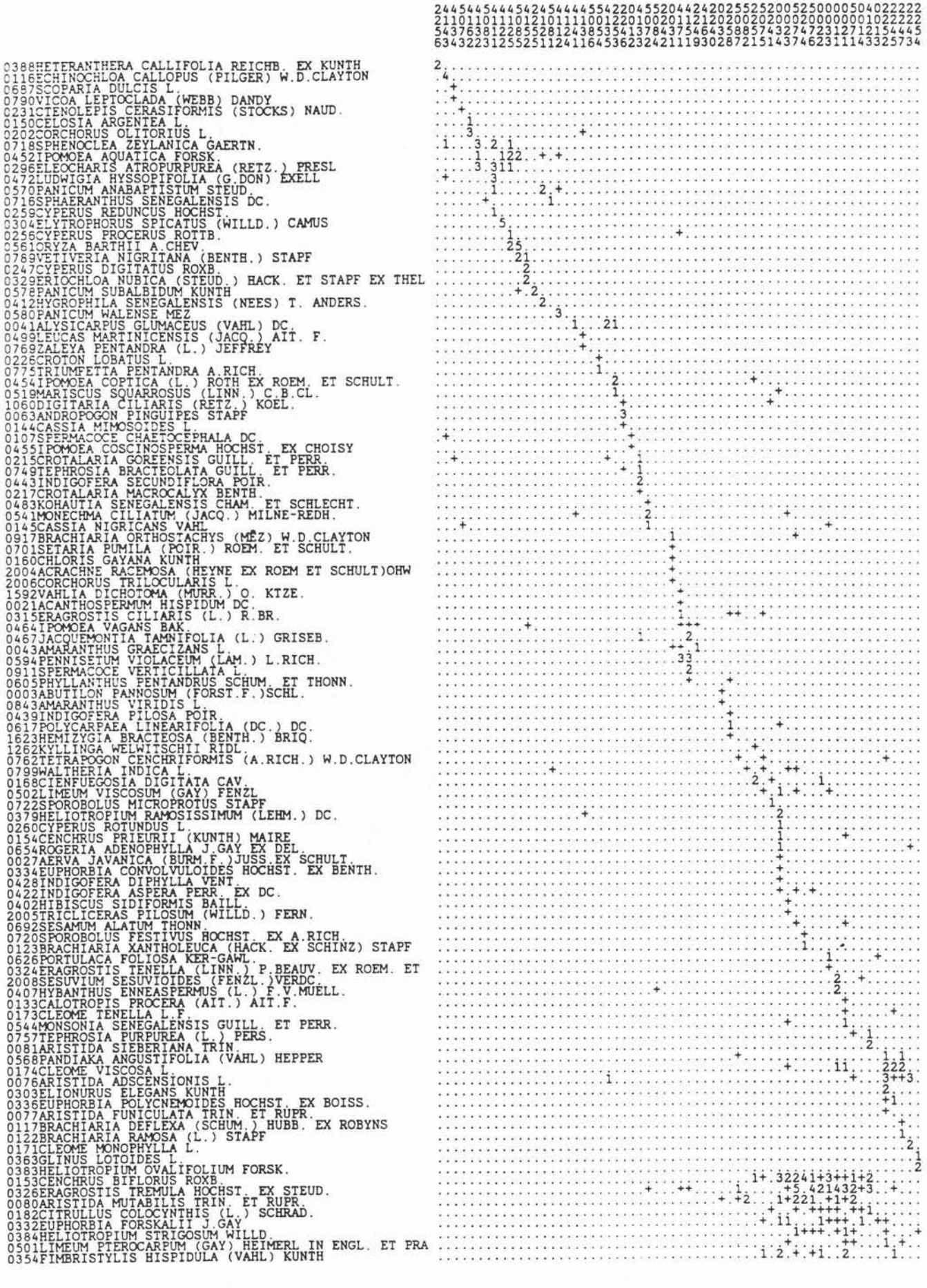
ANNEXE 3b : Secteur sud-sahélien : Peuplement ligneux

```
                                                    42244454042444400444542050044550555525452252202222 0
                                                    12211101012111200111012000011000000020102202202222 0
                                                    75512582325373433746855171223782877548474484515444 1
                                                    25612254214235134111333361133742123442210661240752 2
0011ACACIA NILOTICA (L.) WILLD. EX DEL.              14444+..3.....................................
0536MITRAGYNA INERMIS (WILLD.) O.KTZE                52232331.2....................................
0106BORASSUS AETHIOPUM MART.                         .....4........................................
0206CRATEVA ADANSONII DC.                            ......1.......................................
0005FAIDHERBIA ALBIDA (DEL.)A.CHEV.                  ........1.....................................
0805ZIZIPHUS MAURITIANA LAM.                         .........312+3..2.1+1.1..2+....+..............
0018ACACIA SEYAL DEL.                                .........2.1.22...2313........................
0095BAUHINIA RUFESCENS LAM.                          ........1..2+..2..................+...........
0610PILIOSTIGMA RETICULATUM (DC.) HOCHST.            .....+....54.4.....+..........................
0437INDIGOFERA OBLONGIFOLIA FORSK.                   ..........+.....................+.............
0136CAPPARIS CORYMBOSA LAM.                          ...........+.....................+.............
0418HYPHAENE THEBAICA (L.) MART.                     ............4....5.....+.....+.....+.....+.....
0071ANOGEISSUS LEIOCARPUS (DC.) GUILL. ET PERR.      .............4.....+.....+.....+.....+.....+.....
0404LOESENERIELLA AFRICANA (WILLD.) R. WILCZEK EX HA ...............+.....+.....+.....+.....+.....+.....
0522MAYTENUS SENEGALENSIS (LAM.) EXELL               ................+.....+.....+.....+.....+.....+.....
0139CAPPARIS TOMENTOSA LAM.                          ................+.....+.....+.....+.....+.....+.....
0690SECURINEGA VIROSA (ROXB. EX WILLD.) BAILL.       ..................+.....+.....+.....+.....+.....+.....
0189COMBRETUM MICRANTHUM G.DON                       ..................3.2.....+.....+.....+.....+.....
0686SCLEROCARYA BIRREA (A.RICH.) HOCHST.             ...........+....1.....4.2.....2.....+.....+.....+.....
0190COMBRETUM NIGRICANS LEPR. EX GUILL. ET PERR.     ..................13.3.....+.....21....+.+.....+.....
0345FERETIA APODANTHERA DEL.                         ..................+1.....+.....1.....+.....+.....+.....
0730STERCULIA SETIGERA DEL.                          ...................2.....+.....2.....+.....+.....+.....
0017ACACIA SENEGAL (L.)WILLD.                        ...................1....1+...31..1.+3..2.....+.....+.....
0025ADANSONIA DIGITATA L.                            ..................1321..1.....1...+..+.....+.....+.....
0186COMBRETUM GLUTINOSUM PERR. EX DC.                ..............3.++..2..3.34233.43441.33....+.....+.....
0007ACACIA EHRENBERGIANA HAYNE                       ....................+.3.....+.....+.....+.....+.....
0633PTEROCARPUS ERINACEUS POIR.                      ......................2.....+.....+.....+.....+.....
0006ACACIA ATAXACANTHA DC.                           ......................1.....+.....+.....+.....+.....
0263DALBERGIA MELANOXYLON GUILL. ET PERR.            ......................2.1.+.....+.....+.....+....
0284DIOSPYROS MESPILIFORMIS HOCHST. EX A.DC.         .....................+.....+.....+.....+.....+.....
0370GREWIA FLAVESCENS JUSS.                          ....................++.....+.....+.....+.....+.....
0026ADENIUM OBESUM ROEM. ET SCHULT.                  ....................++.....+.....+.....+.....+.....
0105BOMBAX COSTATUM PELLEGR. ET VUILLET              ....................3.....+.....+.....+.....+.....
0137CAPPARIS DECIDUA (FORSK.) EDGEW.                 .....................1.....+.....+.....+.....+.....
0197COMMIPHORA AFRICANA (A.RICH.) ENGL.              ..................2+.....2.+.....122.3.....+.....
0514MAERUA ANGOLENSIS DC.                            ....................2.+.1.....+.....+.....+.....
0371GREWIA TENAX (FORSK.) FIORI                      ....................3.+....1.....+.....+.....+.....
0204CORDIA SINENSIS LAM.                             ....................+.....2....3.....+.....+.....
0115BOSCIA SENEGALENSIS (PERS.) LAM. EX POIR.        ..................+.11.+3.++.2.13.++3+.....+.....
0369GREWIA BICOLOR JUSS.                             ....23.....322.....1332212.42...2+..4.....+.....
0373GUIERA SENEGALENSIS J.F.GMEL.                    ....1.23.3.....2...2..32333332.3233.2.5+3.....+.....
0634PTEROCARPUS LUCENS LEPR. EX GUILL. ET PERR.      ..........2.....4+.....14..222413.4424..53.....+.....
0093BALANITES AEGYPTIACA (L.) DEL.                   .....21..3..34122.+3313+343.+...+1132...4.1....2.....
0133CALOTROPIS PROCERA (AIT.) AIT.F.                 .....+.....+.+.....+2+...1.+.....+.....+.....+.....
0183COMBRETUM ACULEATUM VENT.                        ..................3.....1....+....+.....1.....+.....
0271DICHROSTACHYS CINEREA (L.) WIGHT ET ARN.         ...........1.....1.2.....+++.....1..+.....+.....+.....
0806ZIZIPHUS MUCRONATA WILLD.                        .....+21.....++1.....+.....+.....+.....+.....+.....
```

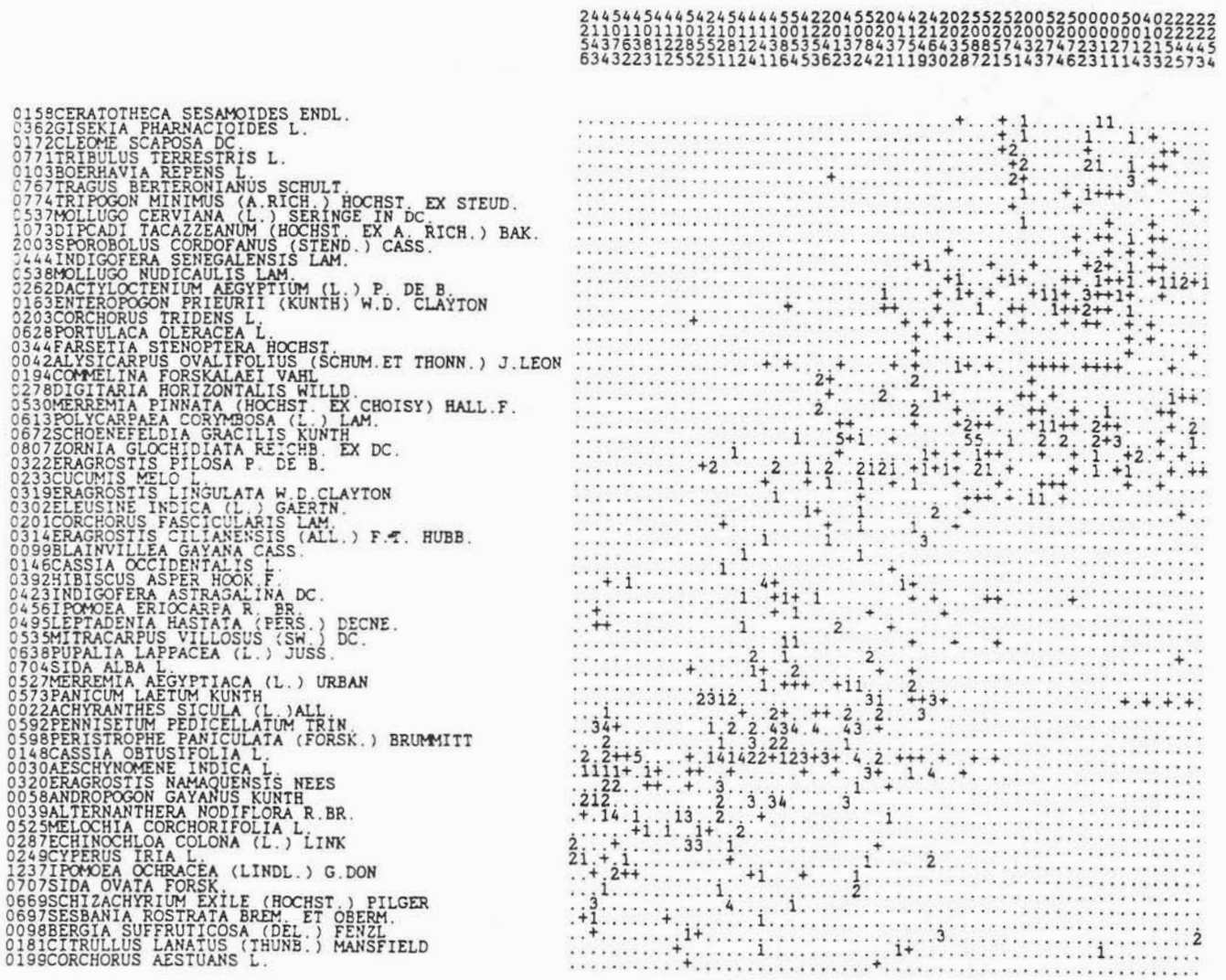
ANNEXE 3c : Secteur sahélo-saharien : Peuplement herbacé



ANNEXE 3d : Secteur sud-sahélien : Peuplement herbacé



ANNEXE 3d : Secteur sud-sahélien : Peuplement herbacé (Suite)



ANNEXE IV

Liste des especes recensees en Mauritanie

	Numeros d'herbier
----ACANTHACEES	
0100Blepharis linariifolia Pers.	186
0410Hygrophila auriculata (Schum.) Heine	538
0412Hygrophila senegalensis (Nees) T. Anders.	386-524-574
1252Justicia striata (Klotzsch) Bull.	123
0541Monechma ciliatum (Jacq.) Milne-Redh.	127-542
0598Peristrophe paniculata (Forsk.) Brummitt	205
----ADIANTACEES	
2021Adiantum capillus-veneris L.	447
----AIZOACEES	
0362Gisekia pharnacioides L.	41
0363Glinus lotoides L.	29-294
0500Limeum diffusum (Gay) Schinz	172
2009Limeum obovatum Vic.	174
0501Limeum pterocarpum (Gay) Heimerl in Engl. et Pra	43
0502Limeum viscosum (Gay) Fenzl	
0537Mollugo cerviana (L.) Seringe in Dc.	
0538Mollugo nudicaulis Lam.	45
2008Sesuvium sesuvioides (Fenzl) Verdc.	91-190
0770Trianthema portulacastrum L.	21-367
0769Zaleya pentandra (L.) Jeffrey	22-178-268-563
----ALISMACEES	
1288Limnophyton obtusifolium (L.) miq.	515
----ALLIACEES	
1073Dipcadi tacazzeanum (Hochst. ex A. Rich.) Bak.	27-256
0780Urginea indica Kunth	34
----AMARANTHACEES	
0022Achyranthes sicula (L.)All.	
0027Aerva javanica (Burm.F.)Juss.ex Schult.	
0039Alternanthera nodiflora R. Br.	163-214-234-193
0040Alternanthera sessilis (L.) Dc.	297
0043Amaranthus graecizans L.	134-260
0841Amaranthus retroflexus L.	436
0843Amaranthus viridis L.	51
0150Celosia argentea L.	520
0551Nothosaerva brachiata (L.) Wight	236-532
0568Pandiaka angustifolia (Vahl) Hepper	56-218
1403Philoxerus vermicularis (L.) J.E.Smith	405
0638Pupalia lappacea (L.) Juss.	65
----AMARYLLIDACEES	
0567Pancratium trianthum Herbert	23-40
----ANACARDIACEES	
0686Sclerocarya birrea (A.Rich.) Hochst.	

----APOCYNACEES
0026Adenium obesum Roem. et Schult. :

----ARACEES
0611Pistia stratioides L. : 551

----ARECACEES
0106Borassus aethiopum Mart. :
0418Hyphaene thebaica (L.) Mart. :

----ASCLEPIADACEES
0133Calotropis procera (Ait.) Ait.F. :
0942Caralluma dalzielii N.E.Br. : 223-490
0240Cynanchum hastifolium N.E.Br. : 208-351
0140Desmidorchis acutangula decaisne : 491
0365Glossonema boveanum (decne) decne : 187-338-348
0374Gymnema sylvestre (Retz.) Schultes : 225-292
0495Leptadenia hastata (Pers.) Decne. :
0496Leptadenia pyrotechnica (Forsk.) Decne. :
0596Pergularia daemia (Forsk.) Chiov. : 327
0597Pergularia tomentosa L. : 477

----ASTERACEES
0021Acanthospermum hispidum Dc. : 514-537
0045Ambrosia maritima L. : 253
2023Atractylis aristata Batt. : 452-473
0099Blainvillea gayana Cass. : 206-355-443
0898Blumea aurita (L.F.) Dc. : 482
0273Dicoma tomentosa Cass. : 183-502
0292Eclipta prostrata (L.) L. : 374
0636Francoeuria undulata (L.) Lack : 483
0368Grangea ceruanoides Cass. : 7
0387Herderia truncata Cass. : 25-254
2037Launea resedifolia (L.) Kutze : 462
2039Nauplius graveolens (Forsk.) Wilk. : 470
0716Sphaeranthus senegalensis Dc. : 517
0790Vicoa leptoclada (Webb) Dandy : 541-546

----BOMBACACEES
0025Adansonia digitata L. :
0105Bombax costatum Pellegr. et Vuillet :

----BORAGINACEES
0180Coldenia procumbens L. : 309
0204Cordia sinensis Lam. : 1-116-200
0380Heliotropium baclei Dc. : 9-24
0383Heliotropium ovalifolium Forsk. : 8-30-258
0379Heliotropium ramosissimum (Lehm.) Dc. : 358
0384Heliotropium strigosum Willd. : 98-308
0772Trichodesma africanum (L.) Lehm. : 280-411

----BRASSICACEES
2032Eremobium aegyptiacum (Spreng.) Hochr. : 417
1144Farsetia aegyptia Turra : 474
0343Farsetia hamiltonii Royle : 175-401
0344Farsetia stenoptera Hochst. : 46-118-269-324
2038Morettia canescens Boiss. : 456-466
0673Schouwia thebaica Webb : 485

----BURSERACEES
0197Commiphora africana (A.Rich.) Engl. :

----CAESALPINACEES
0095Bauhinia rufescens Lam. :
0143Cassia italica (Mill.) Lam. ex F.W. Andr. : 418
0144Cassia mimosoides L. : 189
0145Cassia nigricans Vahl : 207-352-497
0148Cassia obtusifolia L. :
0146Cassia occidentalis L. : 38-217
0584Parkinsonia aculeata L. : 35
0610Piliostigma reticulatum (Dc.) Hochst. :
0746Tamarindus indica L. : 13

----CAPPARACEES
0115Boscia senegalensis (Pers.) Lam. ex Poir. :
0131Cadaba farinosa Forsk. : 20-233
0136Capparis corymbosa Lam. :
0137Capparis decidua (Forsk.) Edgew. : 5
0139Capparis tomentosa Lam. :
2011Cleome brachycarpa Vahl ex DC. : 184-398
0375Cleome gynandra L. : 61
0171Cleome monophylla L. : 197-270
0172Cleome scaposa Dc. : 6-47
0173Cleome tenella L.F. : 70
0174Cleome viscosa L. : 44
0206Crateva adansonii Dc. : 49
0514Maerua angolensis Dc. :
0515Maerua crassifolia Forsk. : 90-169

----CARYOPHYLLACEES
0613Polycarpaea corymbosa (L.) Lam. : 108
0617Polycarpaea linearifolia (Dc.) Dc. : 147-319
0618Polycarpon prostratum (Forsk.) Asch. et Schw. : 26
2043Robbairea delileana Milne-Redh. : 397

----CELASTRACEES
0522Maytenus senegalensis (Lam.) Exell : 140-407

----COMBRETACEES
0071Anogeissus leiocarpus (Dc.) Guill. et Perr. : 523
0183Combretum aculeatum Vent. : 32-76
0186Combretum glutinosum Perr. ex Dc. :
0189Combretum micranthum G.Don :
0190Combretum nigricans Lepr. ex Guill. et Perr. : 201
0373Guiera senegalensis J.F.Gmel. :

----COMMELINACEES
0194Commelina forskalaei Vahl : 59

----CONVOLVULACEES
0198Convolvulus prostratus Forsk. : 489-460
2027Cressa cretica L. : 408
0340Evolvulus alsinoides (L.) L. : 219-334-499-505
0452Ipomoea aquatica Forsk. : 60-226
0453Ipomoea asarifolia (Desv.) Roem. et Schult. : 17-255-419
0454Ipomoea coptica (L.) Roth ex Roem. et Schult. : 75

0455Ipomoea coscinosperma Hochst. ex Choisy : 79-111-167-191-21
0451Ipomoea dichroa Choisy : 97-102-202
0456Ipomoea eriocarpa R. Br. : 136-203
2007Ipomoea kotschyana Hochst. ex choisy : 157
1237Ipomoea ochracea (Lindl.) G.Don : 104
0460Ipomoea pes-tigridis L. :
0463Ipomoea sinensis (Desr.) Choisy : 404
0464Ipomoea vagans Bak. : 103-154
0465Ipomoea verticillata Forsk. : 277-422
0467Jacquemontia tamnifolia (L.) Griseb. : 558
0527Merremia aegyptiaca (L.) Urban : 216
0530Merremia pinnata (Hochst. ex Choisy) Hall.F. : 100

----CUCURBITACEES
0182Citrullus colocynthis (L.) Schrad. :
0181Citrullus lanatus (Thunb.) Mansfield : 120
0231Ctenolepis cerasiformis (Stocks) Naud. : 356-438-550
0233Cucumis melo L. : 68
0232Cucumis prophetarum L. : 440
1307Luffa cylindrica (L.) M.J. Roem. : 553
0540Momordica balsamina L. : 435-510
0526Mukia maderaspatana (L.) M.J.Roem. : 204

----CYPERACEES
0126Bulbostylis barbata (Rottb.) Kunth : 161-266
1031Cyperus conglomeratus Rottb. : 179
0246Cyperus difformis L. : 10
0247Cyperus digitatus Roxb. : 245
0248Cyperus esculentus L. : 69
0249Cyperus iria L. : 190-261-276-304
0256Cyperus procerus Rottb. : 232-250
0259Cyperus reduncus Hochst. : 577
0260Cyperus rotundus L. : 37-156-298
1039Cyperus sphacelatus Rottb. : 406
0296Eleocharis atropurpurea (Retz.) Presl : 231-303
0351Fimbristylis cioniana Savi : 264-342
1160Fimbristylis debilis Steud. : 259
0353Fimbristylis ferruginea Vahl : 446
0354Fimbristylis hispidula (Vahl) Kunth :
0485Kyllinga squamulata Thonn. ex Vahl : 52
1262Kyllinga welwitschii Ridl. : 85
0519Mariscus squarrosus (Linn.) C.B.Cl. : 146-314
0641Pycreus macrostachyos (Lam.) J.Raynal : 300
0679Schoenoplectus senegalensis (Hochst. ex Steud.) : 230-486

----EBENACEES
0284Diospyros mespiliformis hochst. ex a.dc. : 494

----ELATINACEES
0098Bergia suffruticosa (Del.) Fenzl : 548

----EUPHORBIACEES
0020Acalypha ciliata Forsk. : 442
2022Andrachne telephioides L. : 399
0165Chrozophora brocchiana Vis. : 392-478
0167Chrozophora senegalensis (Lam.) A.Juss.ex Spreng:
0226Croton lobatus L. : 198
0333Euphorbia balsamifera Ait. :

0334Euphorbia convolvuloides Hochst. ex Benth. : 144-365
0332Euphorbia forskalii J.Gay : 19
0335Euphorbia hirta L. : 271
0336Euphorbia polycnemoides Hochst. ex Boiss. : 337
0337Euphorbia scordifolia Jacq. :
0469Jatropha chevalieri Beille : 424
0533Micrococca mercurialis (L.) Benth. : 331
0604Phyllanthus niruri auct.non L. : 55-263-275
0605Phyllanthus pentandrus Schum. et Thonn. : 86-121-318-531
0690Securinega virosa (Roxb. ex Willd.) Baill. : 519

---FABACEES
0030Aeschynomene indica L. : 235-281-439
0041Alysicarpus glumaceus (Vahl) Dc. : 544
0042Alysicarpus ovalifolius (Schum.et Thonn.) J.Leon: 54
0210Crotalaria arenaria Benth. : 177-361-393
0215Crotalaria goreensis Guill. et Perr. : 554
0217Crotalaria macrocalyx Benth. : 557
0222Crotalaria podocarpa Dc. : 99
0223Crotalaria retusa L. : 521
2028Crotalaria saharae Coss. : 474
2029Cyamopsis senegalensis Guill. et Perr. : 402
0263Dalbergia melanoxylon Guill. et Perr. :
0422Indigofera aspera Perr. ex Dc. : 145
0423Indigofera astragalina Dc. : 124-166-565
0426Indigofera colutea (Burm.F.) Merr. : 432-454
0427Indigofera dendroides Jacq. : 350
0428Indigofera diphylla Vent. : 39-142
0429Indigofera hirsuta L. : 522
0437Indigofera oblongifolia Forsk. : 4-73-241-437
0439Indigofera pilosa Poir. :
0443Indigofera secundiflora Poir. : 215-556
0444Indigofera senegalensis Lam. : 48
2010Indigofera sessiliflora DC. : 182-363
0449Indigofera tinctoria L. : 372
0632Psoralea plicata Del. : 433
0633Pterocarpus erinaceus Poir. :
0634Pterocarpus lucens Lepr. ex Guill. et Perr. :
0650Rhynchosia minima (L.) Dc. : 425-427-529
1454Rhynchosia sublobata (Schumach. et Thonn.) Meikl: 210
0697Sesbania rostrata Brem. et Oberm. : 410
0741Stylosanthes mucronata Willd. : 285
1554Tephrosia berhautiana Lescot :
0749Tephrosia bracteolata Guill. et Perr. : 555
0750Tephrosia gracilipes Guill. et Perr. : 220
0753Tephrosia nubica (Boiss.) Bak. : 415-501
0757Tephrosia purpurea (L.) Pers. : 149-317-426
0758Tephrosia uniflora Pers. : 168-455
0807Zornia glochidiata Reichb. ex Dc. :

----GERANIACEES
0544Monsonia senegalensis Guill. et Perr. : 119

----HIPPOCRETACEES
0404Loeseneriella africana (Willd.) R. Wilczek ex Ha: 493-496

----LAMIACEES
0305Endostemon tereticaulis (Poir.) M.Ashby : 196-332-357

1623Hemizygia bracteosa (Benth.) Briq. : 320
0420Hyptis spicigera Lam. : 540-561
0499Leucas martinicensis (Jacq.) Ait. F. : 559
1346Ocimum basilicum L. : 536
2044Salvia aegyptiaca L. : 457

----LEMNACEES
0492Lemna perpusilla Torrey : 311

----LIMNOCHARITACEES
0747Butomopsis latifolia (D.Don) Kunth : 247-512

----LORANTHACEES
2049Tapinanthus pentagonia (DC.) Van thiegh. : 383-509

----LYTHRACEES
0048Ammannia prieureana Guill. et Perr. : 82

----MALVACEES
0002Abutilon fruticosum Guill. et Perr. : 354
0003Abutilon pannosum (Forst.F.)Schl. : 3-64-242-381
0168Cienfuegosia digitata Cav. : 78-209-430-503
0392Hibiscus asper Hook.F. : 373
0394Hibiscus diversifolius Jacq. : 288
0396Hibiscus longisepalus Hochr. : 444-511
0397Hibiscus micranthus L.F. : 199
0402Hibiscus sidiformis Baill. : 67-128-209bis
: 286-333
0589Pavonia triloba Guill. et Perr. : 224-284
2041Pavonia Kotschyi Hochst. ex Webb : 366
0704Sida alba L. : 133-560
0707Sida ovata Forsk. : 420-498

----MARSILEACEES
1317Marsilea nubica A. Br. : 248

----MENISPERMACEES
0177Cocculus pendulus Diels : 364

----MIMOSACEES
0006Acacia ataxacantha Dc. :
0007Acacia ehrenbergiana Hayne :
0011Acacia nilotica (L.) Willd. ex Del. :
0017Acacia senegal (L.)Willd. :
0018Acacia seyal Del. :
0019Acacia sieberiana Dc. : 14
0016Acacia tortilis (Forsk.) Hayne ssp. raddiana (Sa:
0271Dichrostachys cinerea (L.) Wight et Arn. : 18
0005Faidherbia albida (Del.)A.Chev. :
0549Neptunia oleracea Lour. : 244

----NYCTAGINACEES
0102Boerhavia erecta L. : 160
0103Boerhavia repens L. : 58-71-89-109-158

----NYMPHEACEES
0552Nymphaea lotus L. :

----ONAGRACEES
0471Ludwigia erecta (L.) Hara : 243
0472Ludwigia hyssopifolia (G.Don) Exell : 239-579
0473Ludwigia perennis L. : 539

----PEDALIACEES
0158Ceratotheca sesamoides Endl. :
0654Rogeria adenophylla J.Gay ex Del. :
0692Sesamum alatum Thonn. : 42-74

----POACEES
2004Acrachne racemosa (Heyne ex Roem. et Scholz.)Ohw: 131-293
0058Andropogon gayanus Kunth : 545
0063Andropogon pinguipes Stapf : 326
0076Aristida adscensionis L. : 57-543
0077Aristida funiculata Trin. et Rupr. : 66
0080Aristida mutabilis Trin. et Rupr. : 173
0081Aristida sieberiana Trin. : 237-568-394
0084Aristida stipoides Lam. : 508
0117Brachiaria deflexa (Schum.) Hubb. ex Robyns : 106-330
0120Brachiaria lata (Schumach.) Hubb. : 287-409
0917Brachiaria orthostachys (Mez) W.D.Clayton : 122-162-279-290
: 316-371-375
0122Brachiaria ramosa (L.) Stapf : 278-283-328
0123Brachiaria xantholeuca (Hack. ex Schinz) Stapf : 322
0153Cenchrus biflorus Roxb. : 339
0952Cenchrus ciliaris L. : 413
0154Cenchrus prieurii (Kunth) Maire : 344
2025Centropodia forskalii (Vahl) Cape : 465
0160Chloris gayana Kunth : 132
0164Chloris virgata Sw. : 500
0238Cymbopogon schoenanthus Spreng. : 428
0241Cynodon dactylon (L.) Pers. : 16
0262Dactyloctenium aegyptium (L.) P. de B. :
2030Dichanthium annulatum (Forsk.) Stapf : 376
1060Digitaria ciliaris (Retz.) Koel. : 289
0278Digitaria horizontalis Willd. : 15
0282Diheteropogon hagerupii Hitchc. : 525
0116Echinochloa callopus (Pilger) W.D.Clayton : 533
0287Echinochloa colona (L.) Link : 11
0290Echinochloa stagnina (Retz.) P. de B. : 434
0302Eleusine indica (l.) gaertn. :
0303Elionurus elegans Kunth : 315
0304Elytrophorus spicatus (Willd.) Camus : 249-572-488
2001Enneapogon desvauxii P. de Beauv. : 2-170-188-370
2002Enneapogon lophotrichus chisv. ex Scholz. : 212
0163Enteropogon prieurii (Kunth) W.D. Clayton : 345
0311Eragrostis aegyptiaca (Willd.) Link :
0314Eragrostis cilianensis (All.) F.T. Hubb. : 110
0315Eragrostis ciliaris (L.) R.Br. : 112-211-291
0319Eragrostis lingulata W.D.Clayton : 125-336
0321Eragrostis namaquensis var. diplachnoides (Steud: 526-571-445
2031Eragrostis papposa (Roem. et Schult.) Stend. : 412
0322Eragrostis pilosa P. de B. : 50-138-458
0324Eragrostis tenella (Linn.) P.Beauv. ex Roem. et :
0326Eragrostis tremula Hochst. ex Steud. :
2033Eremopogon foveolatus (Del.) Stapf : 459
0329Eriochloa nubica (Steud.) Hack. et Stapf ex Thel: 527

2036Lasiurus scindicus Heurard : 476
0497Leptochloa caerulescens Steud. : 240-296-353-390
0498Leptothrium senegalense (Kunth) W.D.Clayton : 222
1364Oropetium capense Stapf : 252-346
0561Oryza barthii A.Chev. : 566
0570Panicum anabaptistum Steud. : 229-576
0573Panicum laetum Kunth :
0578Panicum subalbidum Kunth : 228-272-310-388
0579Panicum turgidum Forsk. : 176
0580Panicum walense Mez : 575
0586Paspalum scrobiculatum L. :
2042Pennisetum divisum (Forsk. ex Webb) Henr. : 397
0592Pennisetum pedicellatum Trin. : 53-552
0594Pennisetum violaceum (Lam.) L.Rich. : 257-349
0659Rottboellia exaltata L.F. :
0669Schizachyrium exile (Hochst.) Pilger : 573
0672Schoenefeldia gracilis Kunth :
0701Setaria pumila (Poir.) Roem. et Schult. : 135-301
0703Setaria verticillata (L.) P.de B. : 403-461
0714Sorghum arundinaceum (Desv.) Stapf : 377
2003Sporobolus cordofanus (Stend.) Cass. : 117
0720Sporobolus festivus Hochst. ex A.Rich. : 323
0721Sporobolus helvolus (Trin.) Dur. et Schinz : 389-487-492
0722Sporobolus microprotus Stapf : 335
0732Stipagrostis uniplumis (Licht.) de Winter : 431
0733Stipagrostis vulnerans (Trin.et Rupr.) de Winter: 480
0762Tetrapogon cenchriformis (A.Rich.) W.D.Clayton : 63-148-343
0767Tragus berteronianus Schult. :
0768Tragus racemosus (L.) All. : 347
2050Tricholaena teneriffae (L.f.) Link. : 582
0774Tripogon minimus (A.Rich.) Hochst. ex Steud. : 33-126
0789Vetiveria nigritana (Benth.) Stapf : 528

----POLYGALACEES
0620Polygala erioptera Dc. : 171-362
1420Polygala irregularis Boiss. : 385

----POLYGONACEES
2024Calligonum comosum l'herit. : 471

----PONTEDERIACEES
0388Heteranthera callifolia Reichb. ex Kunth : 307
0543Monochoria brevipetiolata Verdc. : 516

----PORTULACACEES
0626Portulaca foliosa Ker-Gawl. : 72
0628Portulaca oleracea L. :

----PRIMULACEES
2045Samolus valerandi L. : 451

----RHAMNACEES
0804Ziziphus lotus (L.) Desf. : 468
0805Ziziphus mauritiana Lam. :
0806Ziziphus mucronata Willd. : 312

----RUBIACEES
0345Feretia apodanthera Del. : 31

0483Kohautia senegalensis Cham. et Schlecht. : 507
0535Mitracarpus villosus (Sw.) Dc. : 194-534
0536Mitragyna inermis (Willd.) O.Ktze : 12
0107Spermacoce chaetocephala Dc. : 114-530
0110Spermacoce radiata (Dc.) Sieber ex Hiern : 152
0911Spermacoce verticillata L. : 227

----SALVADORACEES
0666Salvadora persica L. :

----SAPINDACEES
0141Cardiospermum halicacabum L. : 101

----SAXIFRAGACEES
1592Vahlia dichotoma (Murr.) O. Ktze. : 481-513

----SCROFULARIACEES
0074Anticharis senegalensis (Walp.) Bhandari : 378-581
0092Bacopa hamiltoniana (Benth.) Wettst. : 569
0687Scoparia dulcis L. : 36-450-484-549
0737Striga hermonthica (Del.) Benth. : 441-506

----SOLANACEES
1048Datura innoxia Mill. : 299
0609Physalis micrantha Link : 562

----SPHENOCLEACEES
0718Sphenoclea zeylanica Gaertn. : 238

----STERCULIACEES
0525Melochia corchorifolia L. : 251-567-578
0730Sterculia setigera Del. :
0799Waltheria indica L. : 164

----TAMARICACEES
2048Tamarix amplexicaulis Ehrenb. : 359
2053Tamarix senegalensis D.C. :

----TILIACEES
0199Corchorus aestuans L. : 130-535
0200Corchorus depressus (L.) Stocks : 221-396-423
0201Corchorus fascicularis Lam. : 113-580
0202Corchorus olitorius L. : 282-313
0203Corchorus tridens L. : 137
2006Corchorus trilocularis L. : 139
0369Grewia bicolor Juss. :
0370Grewia flavescens Juss. : 151
0371Grewia tenax (Forsk.) Fiori : 62-115
0775Triumfetta pentandra A.Rich. : 80

----TURNERACEES
2005Tricliceras pilosum (willd.) Fern. : 129

----ULMACEES
0152Celtis integrifolia Lam. : 159

----URTICACEES
2035Forskalea tenacissima L. : 448

----VERBENACEES
1595Verbena supina L. : 416
2026Chascanum marubiifolium Fenzl ex Walp. : 504

----VIOLACEES
0407Hybanthus enneaspermus (L.) F.V.Muell. : 77-107-165-192

----VITACEES
0170Cissus quadrangularis L. : 518

---ZYGOPHYLLACEES
0093Balanites aegyptiaca (L.) Del. :
2034Fagonia glutinosa Del. : 453
1142Fagonia indica Burm. F. : 471
2040Nitraria retusa (Forsk.) Aschers. : 379
2046Seetzenia africana R. Br. : 467
0771Tribulus terrestris L. :
2051Zygophyllum simplex L. : 382
2052Zygophyllum waterlotii Maire : 360

C A R R I E R E

Marc

Titre : Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (Région de Kaédi); analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé.

Résumé :La présente étude concerne la composition et la structure des communautés végétales d'un secteur nord-sahélien de Mauritanie (région de Kaédi), et tente d'analyser les mécanismes du renouvellement annuel du couvert herbacé. Après un rappel des principales caractéristiques du territoire (1ère partie), l'étude des communautés végétales est effectuée selon l'approche phytosociologique en utilisant les techniques numériques (AFC) et en considérant séparemment les peuplements herbacés et ligneux (2ème partie).

Une attention particulière est portée à la structure en mosaïque du tapis végétal et quelques faciès de végétation sont identifiés à l'aide d'un traitement numérique en abondance-dominance. Dans une 3ème partie, les modalités d'installation du couvert herbacé sont analysées au niveau de quelques faciès représentatifs de la région.

L'évolution des réserves semencières du sol est tout d'abord étudiée et met à jour de fortes variations de densité, de composition floristique et de répartition en profondeur des diaspores du sol au cours d'un cycle annuel. Les phénomènes de germination sont ensuite abordés (au champ et au laboratoire), puis la résistance des principales espèces aux contraintes hydriques et zoogènes est analysée par suivi des plantules sur placeaux permanents.

En fin de cycle végétatif les phytomasses aériennes et les productions semencières sont mesurées. Les efficiences de régénération sont calculées en rapport avec les stocks de semences utilisés ("germinations utiles").

Les résultats obtenus mettent à jour une relative stabilité des faciès étudiés, en raison de la forte spécificité des réserves semencières et de l'aptitude différentielle à la germination et à la compétition des plantes caractéristiques de chaque type de station. Ils révèlent cependant la fragilité de ces milieux, les seuils critiques de régénération pouvant être facilement atteints en année très sèche ou en cas de surexploitation précoce des pâturages.

Mots clés : Mauritanie; Sahel; Communautés végétales; Stock semencier; Germination; Production; Reconstitution annuelle.