

REPUBLIQUE FRANCAISE

SECRETARIAT D'ETAT A
LA RECHERCHE

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

REPUBLIQUE DU MALI

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT

INSTITUT D'ECONOMIE RURALE

Centre de Recherches
Zootecniques
de Sotuba
MALI

Direction Générale
de l'Elevage
Service du Pastoralisme
MALI

Groupement
d'études et de Recherches
pour le Développement de
l'Agronomie Tropicale
G.E.R.D.A.T.

Institut d'Elevage et de
Médecine Vétérinaire des
Pays Tropicaux
I.E.M.V.T.

LA. 51 C.N.R.S.
Laboratoire d'Anthropologie
Sociale du Collège de France
et de l'Ecole des Hautes
Etudes en Sciences Sociales

Groupe "Ecologie et
Anthropologie des Sociétés
Pastorales"
Maison des Sciences de
l'Homme
M.S.H.

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer
O.R.S.T.O.M.

A.C.C. - LUTTE CONTRE L'ARIDITE EN MILIEU TROPICAL

"ETUDE DE L'EVOLUTION D'UN SYSTEME
D'EXPLOITATION SAHELIEN AU MALI"

*Rapport complémentaire
sur la dynamique des parcours et ses
conséquences pour une gestion améliorée*

par :

G. BOUDET
Directeur de Recherches ORSTOM

I.E.M.V.T.

AVANT - PROPOS

L'Action Complémentaire Coordonnée de la DGRST concernant l'étude de l'évolution d'un système d'exploitation sahélien au Gourma malien s'est poursuivie pendant 3 années (1975 - 1977) en associant aux responsables maliens du développement (Elevage, Pastoralisme), des chercheurs de divers organismes (IER Bamako, CNRS, GERDAT-IEMVT, ORSTOM, Université).

Une quatrième année complémentaire a été accordée et financée par la DGRST afin d'apporter certains compléments sur les parcours et l'approche sociologique, tout en poursuivant la concertation amorcée entre chercheurs expatriés et maliens :

1°) Parcours :

- confirmer l'esquisse de la dynamique des pâturages testés à partir de données recueillies sur des emplacements précis, afin de confirmer ou d'infirmer les hypothèses généralement admises,
- confirmer l'évolution de la productivité herbacée et proposer à partir de ces données des thèmes de vulgarisation pouvant s'intégrer dans les interventions du service pastoral malien.

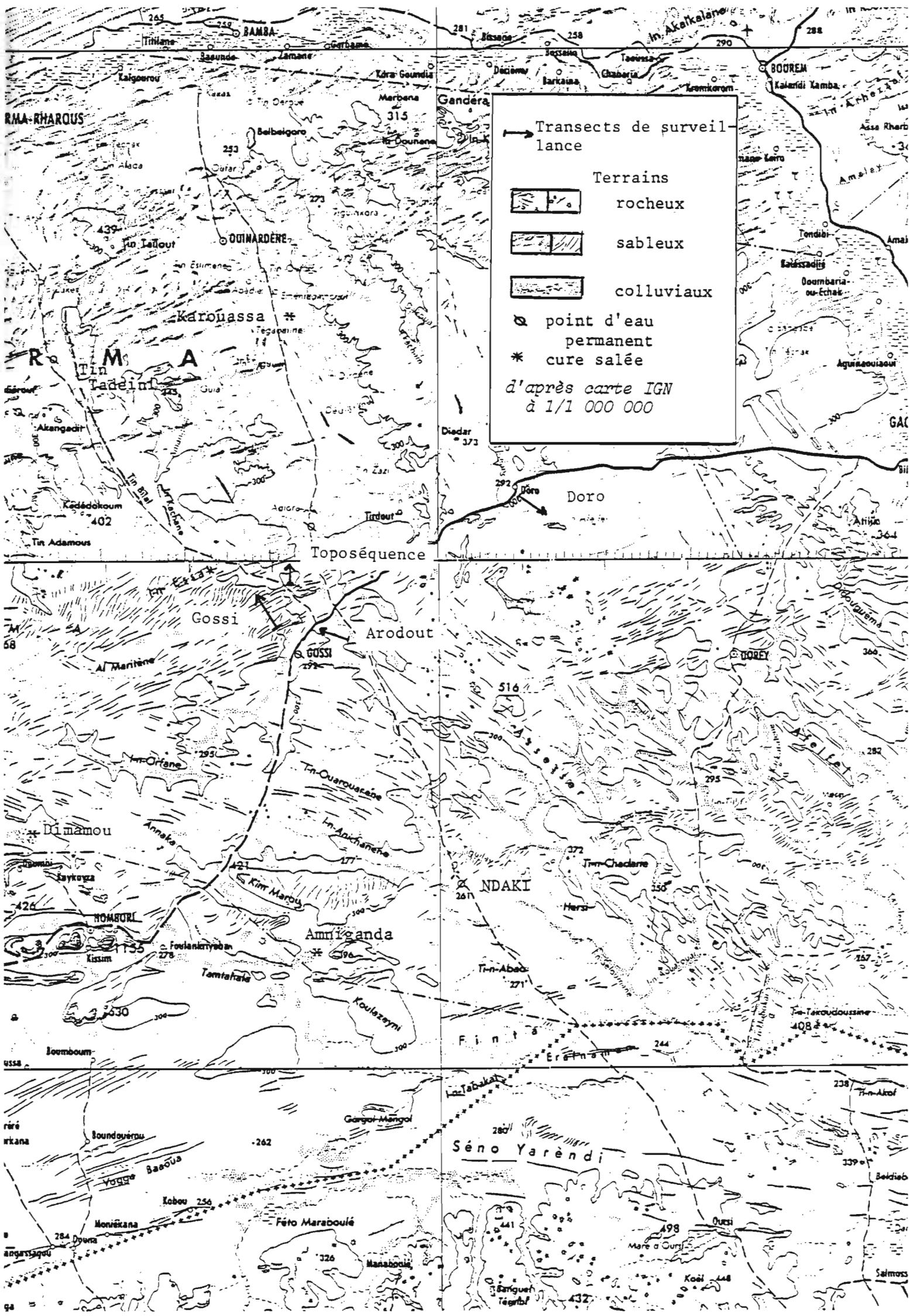
2°) Approche sociologique

- analyser les techniques de production et leur évolution sous l'effet des facteurs extérieurs traditionnels
- analyser la modification des processus de circulation des biens (héritage, dons, prêts) dans leur articulation avec les rapports monétaires.
- analyser le mode de consommation et l'évolution de celui-ci.

La région concernée par l'action DGRST "Gourma-malien" s'étend sur environ 2 millions d'hectares entre le fleuve Niger et la frontière de Haute-Volta. Le climat y est de type sahélien avec une longue saison sèche et des pluies pouvant s'étaler sur 2 à 4 mois avec, en moyenne, 175 mm à Gourma Rharous, 260 mm à Gao, 330 mm à Gossi (estimation) et 414 mm à Hombori.

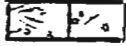
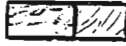
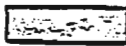


Les observations effectuées au cours de cette quatrième année ont heureusement complété les informations obtenues précédemment sur l'évolution des ressources de cette région considérée comme "unité d'exploitation sahélienne".

Parallèlement, la surveillance des parcours a été poursuivie au Seno Mango à pluviosité moyenne de 500 mm (494 mm pour Douentza).



Transects de surveillance

Terrains

-  rocheux
-  sableux
-  colluviaux
-  point d'eau permanent
-  cure salée

d'après carte IGN
à 1/1 000 000

Toposéquence

Doro

Arodout

NDAKI

Séno Yaréndi

BAMBA

RMA-RHAROUS

R M A

Al Maritane

NOMBORI

Yogga

Monékana

OUIBARDENE

Karonassa

Tin Tadeini

Gossi

Tin-Orfane

Di mamou

Kissim

Joomboum

Boundouérou

Fété Maraboulé

Kora Goundia

Marbena

Tin Douhana

Tegapening

Tindout

Tin-Katla

G. GOSSI

Tin-Ouarouarane

Tin-Anichanehe

Tin-Kim Marou

Amniganda

Tamtafala

Gangol-Mangol

Manaboué

Gandera

Diadar

Doro

Gossi

G. GOSSI

Tin-Ouarouarane

Tin-Anichanehe

Tin-Kim Marou

Amniganda

Tamtafala

Gangol-Mangol

Manaboué

Transects de surveillance

Terrains

rocheux

sableux

colluviaux

point d'eau permanent

cure salée

d'après carte IGN
à 1/1 000 000

BOOREM

Kalendi Kamba

Tondia

Balssadig

Ooumbaria-ou-Etchak

Diadar

Doro

Arodout

DOROY

Tin-Orfane

Di mamou

Kissim

Joomboum

Boundouérou

Fété Maraboulé

Manaboué

In Akakalane

Amalay

Amaly

Agunouououou

Diadar

Doro

Arodout

DOROY

Tin-Orfane

Di mamou

Kissim

Joomboum

Boundouérou

Fété Maraboulé

Manaboué

GAC

Salmoss

Tableau 1 - PLUVIOMETRIE

Localité	Gao				Gossi			Douentza			
Latitude	16°16' N				15°49' N			15°0' N			
Longitude	0°03' 0				1°18' 0			2°57' 0			
Période	1920 - 78				1976 - 78			1927 - 1978			
Moyenne (mm)	260,0				254,7			494,4			
Coef. variation (%)	33,3				-			22,0			
Année	75	76	77	78	76	77	78	75	76	77	78
Avril				22,5				7,0			46,1
Mai											
1e décade	78,1		1,3	-		-		3,0	-	-	24,0
2e décade	-		1,1	-		9,0		15,0	1,3	69,1	-
3e décade	-		-	12,9		3,0		-	63,6	17,7	0,5
	<u>78,1</u>	2,1	<u>2,4</u>	<u>12,9</u>		<u>12,0</u>		<u>18,0</u>	<u>64,9</u>	<u>86,8</u>	<u>24,5</u>
Juin											
1e décade	6,8		0,2	-	-	-		-	3,0	4,6	53,9
2e décade	1,0		11,3	5,4	7,0	21,9		23,0	49,4	4,9	-
3e décade	0,8		-	7,4	5,0	20,5		11,0	25,9	19,2	5,3
	<u>8,6</u>	8,9	<u>11,5</u>	<u>12,8</u>	<u>12,0</u>	<u>42,4</u>		<u>34,0</u>	<u>78,3</u>	<u>28,7</u>	<u>59,2</u>
Juillet											
1e décade	10,9		0,5	4,0	14,2	4,0	35,0	49,0	5,1	7,5	93,9
2e décade	19,9		48,3	35,8	17,0	21,8	115,3	11,5	45,5	148,5	27,0
3e décade	29,9		8,1	25,6	21,0	8,8	49,8	109,9	22,9	9,0	74,3
	<u>60,7</u>	69,5	<u>56,9</u>	<u>65,4</u>	<u>52,2</u>	<u>34,6</u>	<u>200,1</u>	<u>170,4</u>	<u>73,5</u>	<u>165,0</u>	<u>195,2</u>
Août											
1e décade	0,4		26,1	2,1	41,1	14,5	11,2	4,0	17,0	0,5	18,4
2e décade	10,1		4,0	10,1	37,0	25,0	28,4	39,7	38,3	41,9	22,1
3e décade	131,0		36,3	17,4	29,2	13,0	31,9	115,1	43,2	28,8	30,8
	<u>141,5</u>	60,5	<u>66,4</u>	<u>29,6</u>	<u>107,3</u>	<u>52,5</u>	<u>71,5</u>	<u>158,8</u>	<u>98,5</u>	<u>71,2</u>	<u>71,3</u>
Septembre											
1e décade	8,9		16,4	5,1	10,7	63,3	4,4	54,0	55,9	60,0	17,4
2e décade	6,4		20,5	7,8		29,5	-	19,0	58,6	18,2	14,8
3e décade			10,0	4,5		2,0	36,1	9,3	82,6	5,6	9,1
	<u>15,3</u>	24,0	<u>46,9</u>	<u>17,4</u>	<u>10,7</u>	<u>94,8</u>	<u>40,5</u>	<u>82,3</u>	<u>197,1</u>	<u>83,8</u>	<u>41,3</u>
Octobre											
1e décade	3,1			7,8			33,4		9,6	19,4	31,4
2e décade	65,0			-			-		-	-	-
3e décade	0,3			0,4			-		47,3	-	2,2
	<u>68,4</u>	12,0		<u>8,2</u>			<u>33,4</u>		<u>56,9</u>	<u>19,4</u>	<u>33,6</u>
Pluie/année	372,6	177,0	184,1	168,8	182,2	236,3	345,5	470,5	569,2	454,9	471,2
Nbre jours		34	28	45		24	21		45	34	42

I - VARIATIONS DES RESSOURCES EN PLUIE

Les ressources en eau de ces régions proviennent essentiellement des eaux de ruissellement d'origine pluviale et de rares puits profonds d'environ 80 mètres et à débit modeste (1,5 à 5 m³/heure).

Alors que la pluviosité annuelle de Gao était de 144 mm en 1973 et 128 mm en 1974, au moment de la période de sécheresse, elle est supérieure depuis (tab.1), mais sans atteindre la moyenne, car même en 1975, les pluies utiles ne sont estimées qu'à 220 mm par suite de pluies trop précoces en avril et trop tardives en octobre.

Les pluviosités de Gao et Gossi devraient être comparables par suite d'une faible différence de latitude (27 minutes). Pourtant, avec un éloignement d'environ 150 km, les variations de pluie sont importantes, particulièrement en 1978. Les fortes pluies enregistrées à Gossi de juillet à début octobre ont eu pour conséquence une nette réalimentation des mares de la région qui ont retrouvé leur niveau normal de remplissage pour la première fois depuis la sécheresse.

Pour le Seno Mango, la pluviosité reste voisine de la moyenne bien que légèrement inférieure. Seule l'année 1976 avait été excédentaire.

II - VARIATIONS DES RESSOURCES EN PATURAGES

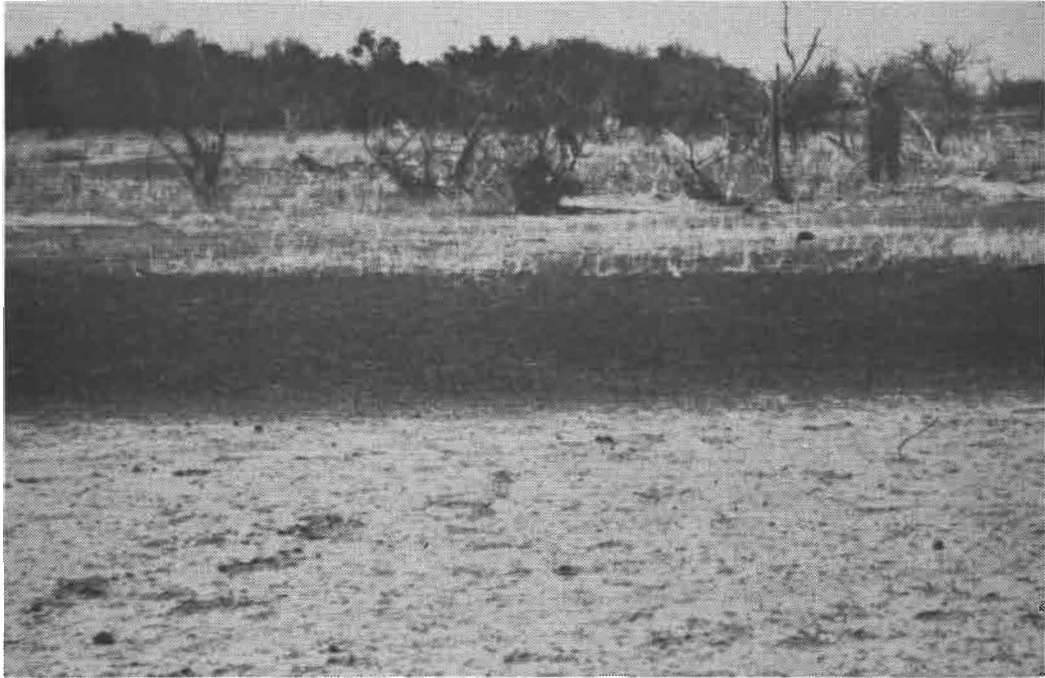
Les variations observées diffèrent avec les conditions édaphiques: terrains rocheux, colluviaux ou sableux.

II.1 - TERRAINS ROCHEUX

Après la sécheresse, beaucoup d'arbres se sont desséchés et le couvert herbacé s'est raréfié. Le sol dénudé a été livré aux processus d'érosion sans aucune protection. Il en est résulté un décapage des hauts de pente et d'un colluvionnement en bas de pente. En 1978, celui-ci était colonisé par de jeunes plants de ligneux formant de véritables fourrés bas à *Pterocarpus lucens*. Cette contraction du couvert végétal des sommets vers les bas de pente s'est estompée cette année, les arbustes squelettiques et desséchés ayant presque tous émis des rejets sur souche ou sur tronc, en particulier sur crêtes et hauts de pente. Le couvert ligneux demeure amoindri sur les parties hautes du relief mais le nombre de ligneux végétant n'a pas sensiblement diminué. Parallèlement, le sol est recolonisé par un tapis herbacé relativement dense avec *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis* et des graminées d'ombrage comme *Pennisetum pedicellatum*.

II.2 - TERRAINS COLLUVIAUX

La mort de ligneux y est souvent spectaculaire et ceci a pu déjà être observé en 1970, avant la grande sécheresse. Sur les versants faiblement pentus, le sol peut être colmaté et glacé par l'érosion en nappe. La végétation herbacée ne s'y installe pas et les arbustes meurent simultanément sur des superficies assez vastes. De tels spectacles de désolation sont encore visibles en 1978 mais ce processus de dégradation des versants semble compensé par l'apparition de jeunes plants en peuplements serrés sur les parties basses des cuvettes et même les mi-pentes inférieures où se déposent les matériaux entraînés par l'érosion, conduisant à la formation d'un sol rajeuni. Les pluies abondantes de 1978 ont accentué le phénomène et de véritables forêts naines d'*Acacia laeta* ont pu être répertoriées, en particulier au Sud de Ndaki. Si les conditions climatiques ultérieures restent favorables, une formation arbustive d'*Acacia laeta* va se développer, le peuplement étant constitué d'individus ayant exactement le même âge. La formation passera donc successivement d'un stade juvénile à un stade adulte puis à un stade de sénilité, avec mort simultanée du peuplement si les conditions de la station deviennent défavorables : sécheresse climatique ou sécheresse physiologique entraînée par érosion et colmatage.



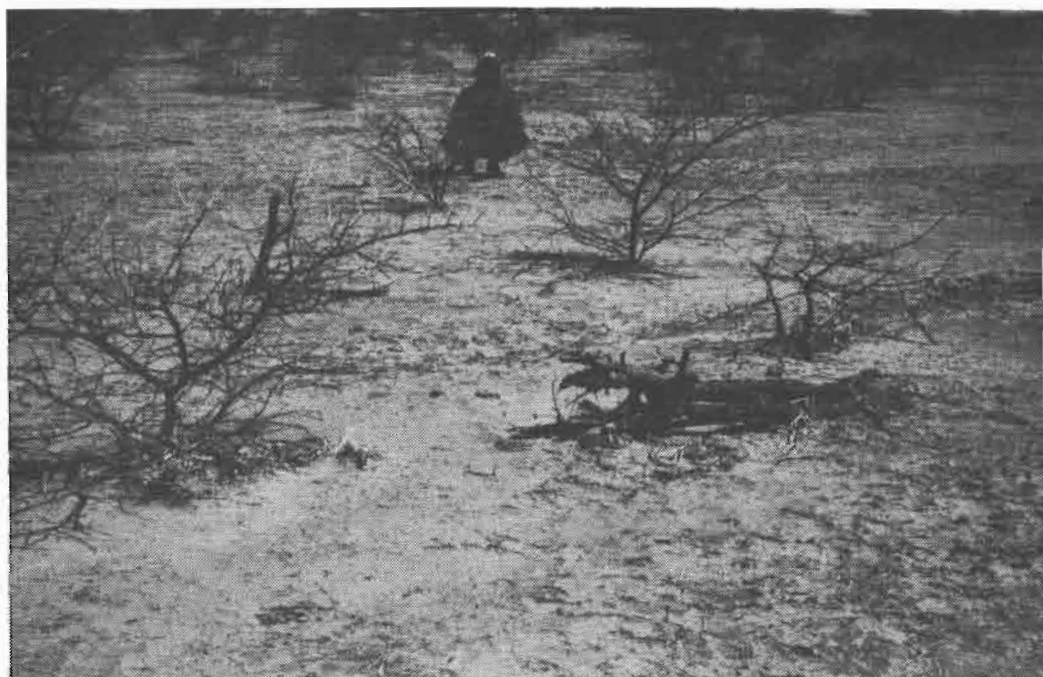
Novembre 1978 - Contraction accentuée des fourrés de brousse tigrée sur crêtes, par dessèchement des ligneux situés en frange. Au premier plan, dépôt glacé de limon et, en amont, espace gravillonné.



Novembre 1977 - Jeunes plants de *Pterocarpus lucens* Lepr. ex Guill. et Perr. en peuplement sur bas de versant.



Novembre 1978 - Elimination totale d'un peuplement d'*Acacia laeta* R.Br. ex Benth. en bas de versant.



Novembre 1978 - Régénération d'un peuplement d'*Acacia laeta* R.Br. ex Benth. sur cône d'épandage.



Sur les cuvettes d'argile noire à tendance verticale, la forêt basse à *Acacia seyal* et *Grewia villosa* a dépéri au moment de la sécheresse. La reprise de la végétation était amorcée dès 1975 par de jeunes plants de *Cadaba glandulosa* et *Balanites aegyptiaca*. La forte pluviosité de 1978 semble avoir entraîné la mort de nombreux *Balanites aegyptiaca* qui atteignaient une taille de 2 mètres environ, cette espèce s'étant installée dans un milieu accidentellement favorable. L'engorgement du sol a par contre favorisé de nombreux plants de *Grewia villosa* et *Grewia bicolor* qui se sont bien développés et atteignent de 50 cm à 1 mètre de hauteur. Le tapis herbacé s'est progressivement régénéré avec des graminées annuelles telles que *Brachiaria ramosa*, *Dinebra retroflexa* et quelques touffes de la graminée vivace *Sporobolus helvolus* ont été répertoriés en 1978.

II.3 - TERRAINS SABLEUX

Les observations de surveillance continue des parcours concernent surtout les parcours de terrains sableux tant au Gourma qu'au Seno Mango et portent sur le couvert ligneux, la composition et la production du couvert herbacé.

II.31 - Couvert ligneux

Au cours de la période de sécheresse, beaucoup de ligneux semblent avoir souffert au Gourma, sur terrains sableux. Il semble y avoir eu sélection localement, avec élimination des espèces les plus sensibles, probablement celles dont la répartition approchait des limites de leur amplitude écologique spécifique.

Ainsi, les peuplements d'*Acacia laeta*, espèce fréquente en dépressions limoneuses n'ont pas résisté à la sécheresse lorsqu'ils se trouvaient en couloirs interdunaires ou sur erg ancien pénéplané.

Ainsi, pour 51 ligneux dénombrés sur 1 hectare en 1976 :

- sur 45 *Acacia laeta*, 38 étaient morts, 3 moribonds et 4 vigoureux,
- 1 *Commiphora africana* était mort,
- 2 *Balanites aegyptiaca* étaient vigoureux,
- 3 *Acacia raddiana* étaient vigoureux.

En 1977, 2 *Acacia laeta* étaient encore morts.

En 1978, il ne reste plus qu'un *Acacia laeta* vigoureux contre 4 moribonds. Mais cette fois 2 jeunes plants ont été repérés : 1 *Acacia raddiana* et un *Acacia laeta*.

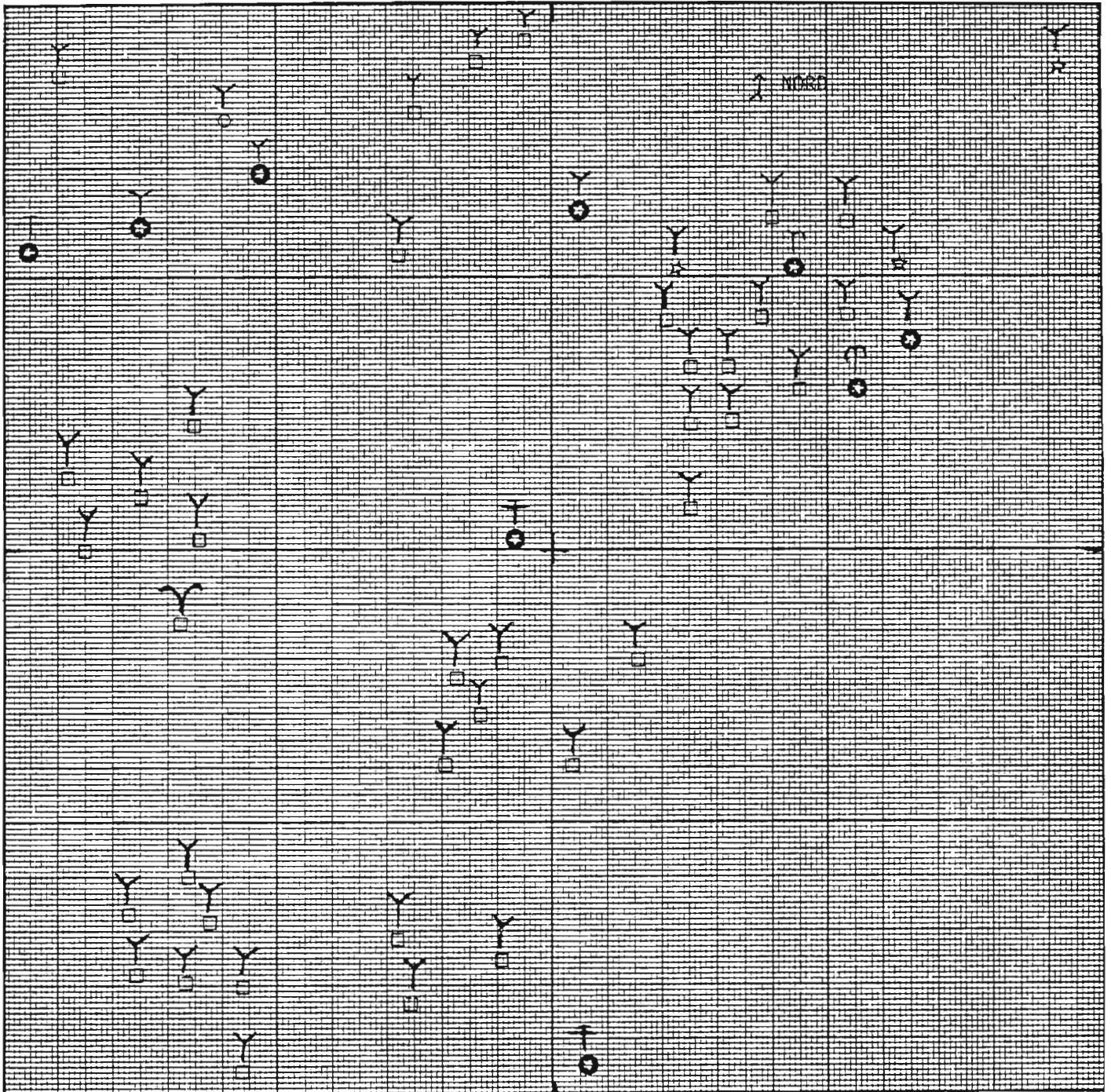
Ainsi, le peuplement ligneux de Novembre 1978 se retrouve à 12 individus vivants comme en 1976, mais avec :

- 4 *Acacia raddiana* dont 3 adultes vigoureux et 1 jeune plant
- 6 *Acacia laeta* dont 1 adulte vigoureux, 1 jeune plant et 4 moribonds
- 2 *Balanites* adultes vigoureux.

Ce peuplement ligneux qui était très dense avant la sécheresse, avec une nette dominance d'*Acacia laeta* devient clairsemé avec codominance d'*Acacia laeta* et d'*Acacia raddiana*. Ces deux espèces amorcent par ailleurs leur régénération grâce aux pluies abondantes de 1978.

ETAT VEGETATIF DES LIGNEUX
(sur 1 hectare)

- 1976 -

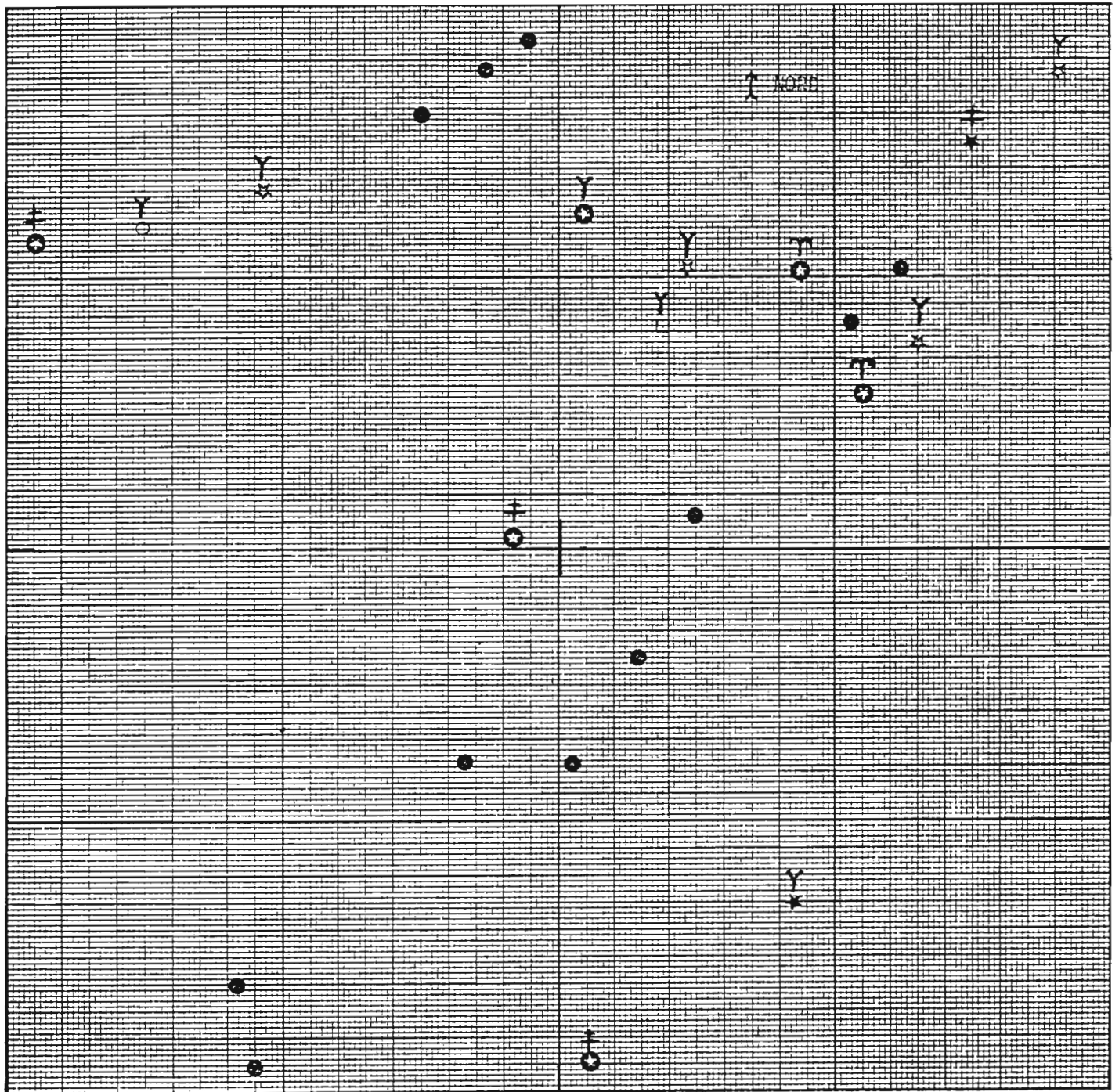


- Espèces
- Y Acacia laeta
 - T Acacia raddiana
 - ⌘ Balanites aegyptiaca
 - Y Commiphora africana

- Etat
- mort couché
 - mort debout
 - ☆ moribond
 - adulte vigoureux

ETAT VEGETATIF DES LIGNEUX
(sur 1 hectare)

-1978-



Espèces

- Y Acacia laeta
- ⊥ Acacia raddiana
- ∩ Balanites aegyptiaca
- γ Commiphora africana

Etat

- tumulus de piégeage sous bois mort
- mort couché
- mort debout
- ☆ moribond
- ⊕ adulte vigoureux
- ★ jeunes plants

Sur modelé dunaire à relief plus ou moins accusé, *Acacia senegal* tend à régresser au profit d'*Acacia raddiana*, ce dernier étant lui-même supplanté par *Balanites aegyptiaca*.

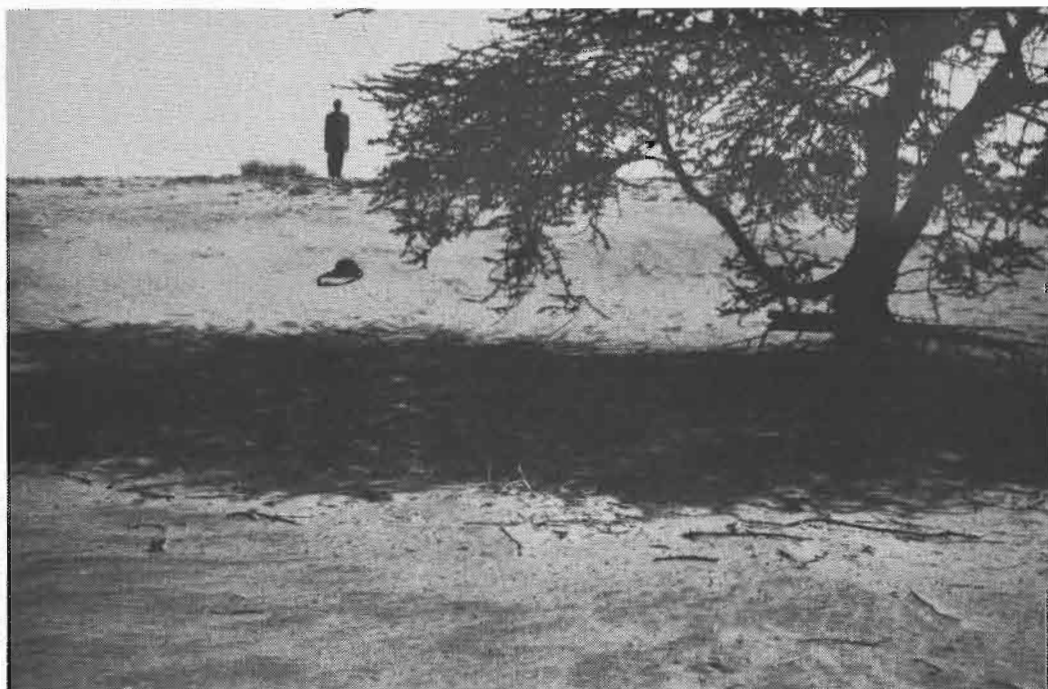
Sur les sables du Seno Mango, le couvert ligneux a beaucoup moins souffert bien que beaucoup de *Sclerocarya birrea* soient morts sur le glacis sableux en contre-bas du système dunaire à relief accusé. Sur le cordon dunaire proprement dit, *Combretum glutinosum* et *Terminalia avicenioides* sont restés vigoureux malgré la période de sécheresse. Cependant, la moitié des *Combretum glutinosum* étaient morts en 1976 sur K15g (5 km de la mare de Sasamba) et le même phénomène s'est produit en 1978 sur K10g (10 km de la mare). Il y aurait donc disparition d'une forte proportion des ligneux lorsque le couvert herbacé évolue vers une dominance à *Zornia glochidiata*, indépendamment de tout accident climatique.

II .32 - Couvert herbacé du Gourma

Le couvert herbacé, composé en majorité d'annuelles n'avait pas pu s'établir en 1973 et la plupart des touffes de graminées vivaces avaient disparu. En 1978, l'absence d'annuelles s'est répétée aux environs de Gao et jusqu'à 20 km du fleuve où les touffes de *Panicum turgidum* subsistent mais où le sable est resté nu à l'exception de quelques rares pieds de *Cenchrus biflorus* et de *Citrullus colocynthis*. Un phénomène analogue est survenu cette année au Niger vers 15° de latitude Nord, entre Abala et le ranch d'Ekrafane, où le sable est resté dénudé jusqu'à fin septembre, date à laquelle un peuplement de *Chrozophora brocchiana* s'est peu à peu développé jusqu'à recouvrir près de 25p.100 du sol. Par contre, le couvert herbacé s'est abondamment développé dans la région de Gossi grâce à la forte pluviosité de cette année. Cette abondance de pailles entraîne une recrudescence des risques de feux courants et des parcours brûlaient dès le 1er octobre. Les plages dénudées par ablation en "coups de cuiller" qui caractérisent les formations dunaires sahéliennes ne semblent pas plus nombreuses qu'autrefois. Mais leur aspect a profondément évolué à la suite des fortes pluies de 1978. La cuvette est souvent colluvionnée avec un léger film de dépôt craquelé et les bordures ne sont plus constituées de sable mobile sans cesse remanié par le vent. Elles sont au contraire stabilisées par l'espèce pionnière *Cenchrus biflorus* pendant que de nombreux pieds de *Borreria radiata*, *Chrozophora brocchiana*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Aristida mutabilis* et *Cenchrus biflorus* colonisent la cuvette de déflation.

Parallèlement, des pieds de la graminée vivace, *Andropogon gayanus*, ont pu être remarqués çà et là sur les dunes de Gossi en 1977 alors que cette espèce avait disparu et se trouvait reléguée à quelques creux interdunaires. En 1978, l'extension de cette espèce s'est poursuivie pendant qu'*Aristida sieberana* constituait de véritables peuplements sur la plupart des sommets dunaires alors qu'elle était reléguée auparavant au pourtour des sommets de dunes remobilisées.

L'évolution de la composition floristique et la production du couvert d'espèces annuelles ont été particulièrement étudiées vers Gossi le long de transects ayant pour origine des points d'abreuvement et au travers du Seno Mango sur le système dunaire et ses bordures.



Novembre 1978 - "coup de cuiller" déracinant un *Acacia raddiana* Savi, vers Gao.



Novembre 1978 - Plage d'ablation en "coup de cuiller" stabilisée et recolonisée, vers Gossi.

II.321 - Répartition des annuelles autour de Gossi

La mare temporaire d'Arodout s'assèche fin octobre et les parcours desservis sur dunes à ondulations moyennes sont surtout fréquentés de juillet à octobre.

Le couvert herbacé (tab.2) est surtout caractérisé par la coexistence de *Cenchrus biflorus* et *Brachiaria xantholeuca* jusqu'à 3 km du point d'abreuvement alors que *Aristida mutabilis* tend à dominer au-delà. *Heliotropium strigosum* n'a été trouvé en abondance près de la mare, que la première année. Par contre, *Alysicarpus ovalifolius* semble être favorisé par les années à dominance de *Cenchrus biflorus*.

La mare de Doro est très fréquentée pendant les pluies et des troupeaux y sont également abreuvés à partir de puisards. Cette exploitation de saison sèche a cependant été limitée les dernières années où les puisards étaient peu productifs par suite du déficit de remplissage de la mare. La graminée basse à cycle court, *Tragus berteronianus* peut y être avantagée (tab.3). Elle y est toujours présente et peut être abondante à proximité de la mare comme en 1976 et surtout en 1977 où les pluies de juillet ont été plutôt rares. *Brachiaria xantholeuca* y reste rare ; *Cenchrus biflorus*, toujours abondant, a manifestement régressé depuis 1975 surtout près de la mare et ceci au profit d'*Aristida mutabilis* ; *Alysicarpus ovalifolius* a également régressé sur l'ensemble du transect pendant cette période.

La mare permanente de Gossi est peu fréquentée en saison des pluies et seulement par certains éleveurs du fleuve. Elle est par contre le lieu de rassemblement de saison sèche de la plupart des éleveurs de Gossi à partir de novembre et surtout de février jusqu'aux pluies. Le stationnement prolongé des troupeaux venus s'abreuver à la mare semble favoriser certaines espèces telles que *Tribulus terrestris*, *Chloris priurii* et *Digitaria horizontalis* (tab.4), de même qu'il pourrait expliquer la véritable forêt de *Balanites aegyptiaca* qui ceinture la mare. *Tragus berteronianus* a également été favorisée en 1976 et 1977 mais cette espèce reste toujours de faible importance. *Brachiaria xantholeuca* est toujours défavorisée jusqu'au km 3 alors que cette espèce est habituellement abondante au-delà. *Cenchrus biflorus* est abondante jusqu'aux km 2 et 3, comme pour les 2 autres mares, puis cette espèce régresse nettement. *Aristida mutabilis*, bien que partout largement représentée, est plutôt abondante à une certaine distance du point d'abreuvement (km1 à km3) contrairement à ce qui s'observe aux autres mares. De même, la répartition d'*Alysicarpus ovalifolius* n'est pas semblable à celle de *Cenchrus biflorus* et sa densité augmente plutôt avec l'éloignement de la mare tout comme *Brachiaria xantholeuca*.

Sur système dunaire émoussé, correspondant à la parcelle d'étude de l'évolution du couvert ligneux, le couvert herbacé est dominé par *Aristida mutabilis*, suivi de loin par *Schoenefeldia gracilis* et la petite graminée *Tragus berteronianus* reste fréquente. Là encore, *Cenchrus biflorus* peut être favorisée certaines années comme en 1978 au détriment d'espèces secondaires.

Tableau 2 - A R O D O U T

Localisation	K1				K2				K3				K4				K5				
	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	
Sol nu (en p.100)	36	35	27	26	22	32	17	25	14	39	22	19	20	34	5	3	9	10	7	5	
Hauteur moyenne (cm)	-	-	35	30	30	-	35	20	40	-	-	30	-	-	40	35	40	-	35	50	
Nombre de lignes	1	4	3	4	1	4	3	3	1	3	3	3	1	4	2	2	1	4	3	2	
Effectif par ligne	80	74	100	93	87	76	116	95	103	66	106	110	92	70	155	174	129	92	146	218	
Précision	±10,8	±5,6	±5,5	±5,2	±10,5	±5,7	±5,0	±5,7	±9,8	±5,6	±5,5	±5,4	±9,3	±5,7	±5,7	±5,3	±10,0	±5,2	±4,6	±4,1	
CONTRIBUTION SP. (en p.100)																					
APPETÉES																					
<i>Schoenefeldia gracilis</i>							+					+			+	1		1	+	5	
<i>Tragus berteronianus</i>		4	10	5				3	6					+	2	2		1	2	2	
<i>Aristida mutabilis</i>		5	6	3		3	3	4		7	24	12	1	17	53	49	23	53	37	25	
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	1	16	35	18	28	43	40	6	37	11	18	4	12	13	24	7	47	30	24	16	
<i>Cenchrus biflorus</i>	38	64	15	52	59	47	12	60	56	80	42	55	73	65	8	24	23	12	8	21	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>							1	1							+			+	+	+	
<i>Eragrostis tremula</i>						1	+	+			1						2		+	+	2
<i>Digitaria horizontalis</i>		1	1	+		1	10	+				1		+	1	3		3	22	12	
<i>Chloris plicurii</i>						+					+										
<i>Zornia glochidiata</i>	9		+		1		+	1			1	5		1	2	3		1	1	1	
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	3		1	15	7	1	5	21	4		8	20	9	1	+	4	3		1	8	
<i>Gisekia pharaoeoides</i>	1	8	11	4	5	4	14		3		3	1	1	1	5	+			2	1	
<i>Tribulus terrestris</i>			2	1			1					+								+	
<i>Limium viscosum</i>			9				6								+						
NON APPETÉES																					
<i>Aristida stipoides</i>				1			+													7	
<i>Heliotropium strigosum</i>	36	2	9	1			3						4	+	3		3		2		
<i>Borreria radiata</i>							+	1		1	2	2		1	+	5				+	
<i>Ceratotherca sesamoides</i>	5																			1	
<i>Corchorus olitorius</i>	8		1																		
<i>Polycarpha corymbosa</i>														+							
<i>Aristida adscensionis</i>			+																		
PRODUCTION (T/ha MS)																					
APPETÉES	0,7	0,9	1,0	0,7	1,2	0,6	0,8	0,7	1,3	1,2	1,1	0,7	1,2	0,4	1,2	2,1	1,2	0,6	1,0	2,2	
NON APPETÉES	0,5		0,1																		

Tableau 3 - D O R O

Localisation	K 0,5				K 1				K 2				K 3			
	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78
Année																
Sol nu (en p.100)	16	21	21	8	46	22	34	11	12	13	27	19	9	4	10	23
Hauteur moyenne (cm)	40	-	30	25	-	-	35	35	30	25	50	30	70	25	40	30
Nombre de lignes	1	3	3	3	1	3	4	3	1	3	3	3	1	2	3	4
Effectif par ligne	111	137	106	139	88	139	83	117	91	156	95	109	131	151	112	99
Précision	±9,4	±4,9	±5,4	±4,9	±10,6	±4,9	±5,5	±5,0	±10,4	±4,6	±5,8	±5,2	±8,4	±5,7	±5,3	±5,0
CONTRIBUTION SP. (en p.100)																
APPETÉES																
<i>Schoenefeldia gracilis</i>		+	1	10		+	1	2		1	2	12	5	1	+	1
<i>Tragus berteronianus</i>	8	17	31	14	3	3	52	9	6	11	24	9	5	11	9	4
<i>Aristida mutabilis</i>	29	44	36	46	13	28	13	65	6	26	11	37	36	57	11	44
<i>Brachiaria xantholeuca</i>		+	1	1		2	+			+	1	1			+	
<i>Cenchrus biflorus</i>	57	24	26	21	52	50	13	22	46	43	41	37	39	19	61	46
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		+	+	3			1	+								
<i>Eragrostis tremula</i>			2	3		+		+								+
<i>Cenchrus prieurii</i>								+			+				2	+
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	1	11	2	1	9	10		1	13	9	8	3	2	2	4	3
<i>Gisekia pharnaceoides</i>					2	1	1		3	2	1			1	6	
<i>Tribulus terrestris</i>	4	2	1	1	18	2	19	1	22	4	2	1	1	8	2	2
<i>Citrullus lanatus</i>				+		+									+	
<i>Limeum viscosum</i>						2				1	1			+	2	
NON APPETÉES																
<i>Fimbristylis hispidula</i>				+		1					2					
<i>Heliotropium strigosum</i>	1	+	+		2	+			4	3	5		11		3	
<i>Ceratotheca sesamoides</i>				+		+					1					
PRODUCTION (T/ha MS)																
APPETÉES	1,0	0,5	0,7	1,2	0,6	0,6	0,7	1,6	0,5	0,6	0,6	1,1	1,9	0,9	0,8	0,9
NON APPETÉES											0,1				0,1	

Tableau 4 - GOSSI

Localisation	K 0,5				K 1				K 2				K 3				K 4				K 5				K 6								
	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	
Sol nu (en p.100)	8	43	29	11	22	45	8	10	15	10	2	5	13	30	3	4	9	3	27	3	13	14	13	6	15	3	17	13	15	3	17	13	
Hauteur moyenne (cm)	50	-	40	25	30	-	27	40	50	-	41	46	50	-	30	45	70	-	25	40	70	-	20	30	70	-	25	30	70	-	25	30	
Nombre de lignes	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	2	2	4	4	2	3	1	2	3	2	1	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2	2	
Effectif par ligne	119	84	94	130	107	94	142	132	107	117	148	154	121	105	138	130	127	143	93	170	118	122	141	200	127	135	115	139	127	135	115	139	
Précision	18,0	16,2	15,6	15,0	19,6	15,6	14,8	15,0	19,2	15,3	15,6	15,6	15,1	14,9	15,6	14,9	18,5	15,8	15,9	15,3	19,2	14,8	15,9	14,5	18,5	15,0	15,4	14,9	18,5	15,0	15,4	14,9	
Contribution sp. (en p.100)																																	
Appâtées																																	
<i>Schoenefeldia gracilis</i>		2	1			3	+	1						+				1	2	1	6		3	9	11		+						
<i>Tragus bertonianus</i>			27	7		4	3			9	7			13	3	+		1	11	4	5		16	28	20		2	2	2				
<i>Aristida mitabilis</i>	2	16	7	12	8	30	52	50	36	13	61	44	39	50	68	63			42	23	4	8	30	43	30	9	55	49	7				
<i>Brachiaria xantholeuca</i>		1	3	+	8	10	2	+	14	16	6	1	6	9	6	3	64	18	44	40	49	29	8	6	9	15	29	46					
<i>Cenchrus biflorus</i>	25	7	5	48	51	32	17	37	27	55	10	42	34	18	10	20	30	24	13	12	29	18	4	8	30	25	12	9					
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		4	1	1		3	+							1	1	2																	
<i>Eragrostis tremula</i>				+	1	6	10	1		+	+			+	+	+									1	3				+			
<i>Digitaria horizontalis</i>	18	2	3	10	1	1	2	1			3	1			4	1				8		+	1	1	1			2					
<i>Chloris pterici</i>	26	55	14	3																		+	+	1				+					
<i>Zornia glochidiata</i>					4	+	1	1						+		2						+	1	6				+					
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	4	1		1	18	6	7	5	14	1	5	10	3	2	4	5	1	1	11	18	8	1	2	9	12		3	32					
<i>Gisekia plumbeoides</i>	4	+	1		3	1	1	+	3	5	4		5	4	2	2		1	+	2	3	2		1	36	+	+	2					
<i>Trichalus terrestris</i>	21	13	18	18				2		+										1	1		1		1	2		2	+				
<i>Limnum viscosum</i>							1							+					2				1			2	3						
Non Appâtées																																	
<i>Fimbristylis hispida</i>						1				+	1	1	1	+		1	2		+	+				3									
<i>Helictotropium strigosum</i>					6	2	1	+	6	1	2		11	2	1		2	+	1		1				1		1						
<i>Borreria radiata</i>							+	2		+		1				1			+	2	1					+							
<i>Ceratolthea sesamoides</i>														+																			
<i>Cochorus olitorius</i>														+	+					+													
<i>Schizachyrium exile</i>							1																										
Production (t/ha MS)																																	
Appâtée																																	
	1,4	-	1,1	1,3	0,4	0,3	0,9	1,1	0,7	0,9	1,1	1,1	1,2	0,9	1,0	1,5	2,0	1,0	0,8	1,8	2,2	0,6	0,9	1,8	1,6	0,4	1,0	1,5	1,6	0,4	1,0	1,5	

Tableau 5 - TOPOSEQUENCE

Localisation	Bas de pente			Défens				Mi-pente				Haut de pente		
	75	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	77	78
Année														
Sol nu (en p.100)	29	2	7	81	8	2	2	45	5	6	3	73	1	9
Hauteur moyenne (cm)	50	40	60	-	-	50	50	-	-	50	50	-	50	50
Nombre de lignes	1	2	2	2	3	2	3	1	3	2	2	1	2	3
Effectif par ligne	77	172	170	23	141	175	143	63	182	154	188	29	166	134
Précision	±11.4	±5.2	±4.7	±13.3	±4.5	±5.3	±4.6	±8.5'	±1.9	±5.5	±4,9	±18.3	±5.5	±5,0
Contribution sp. (en p.100)														
Appâtées														
<i>Schoenefeldia gracilis</i>		32	24	4	7	23	25		5	38	20		2	+
<i>Tragus berteronianus</i>		19	2	2	11	7			28	19	+		3	1
<i>Aristida mutabilis</i>		40	26	9	31	48	64		12	34	35	20	53	51
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	39	3	6		10	6	1		21	6	10		17	12
<i>Cenchrus biflorus</i>	52	5	22	11	21	1	1		21	+	12	3	8	22
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		+			1	+			2	+	+		1	
<i>Eragrostis tremula</i>	1	+	8		1	1	3		1	+	5		+	2
<i>Digitaria horizontalis</i>													1	
<i>Cenchrus plicurii</i>													+	1
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>		+	6	11	2	1	3	3	1	1	5	14	6	5
<i>Gisekia pharnaceoides</i>	1	+			1	1		2	1	2			1	+
<i>Tribulus terrestris</i>					+	+					1			
<i>Citrullus lanatus</i>				9							1			
<i>Limeum pterocarpum</i>								2						
<i>Limeum viscosum</i>					2	+			1					
Non appâtées														
<i>Aristida stipoides</i>					4	4	3				2		3	5
<i>Fimbristylis hispidula</i>	1	+	6	26	2	1	+	30	1		8	14		
<i>Heliotropium strigosum</i>	5	+	+	28	5	7		63	6	+	1	41	3	
<i>Borreria radiata</i>					1				+				1	1
<i>Ceratotherca sesamoides</i>												3		
<i>Corchorus olitorius</i>												3		
Production (t/ha MS)														
Appâtée	1,1	1,3	3,5	0,3	0,8	1,8	1,6		0,7	1,1	2,2		1,8	2,1
Non appâtée	0,5			0,8				0,7				1,0		

Année	1977	1978
Sol nu (%)	0	4
Nb plantes /100 contacts	215	164
Production (t/ha MS)	1,1	2,2
Composition floristique (%)		
<i>Aristida mutabilis</i>	46	42
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	13	23
<i>Tragus berteronianus</i>	15	10
<i>Cenchrus biflorus</i>	8	24
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	6	1
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	3	0
<i>Gisekia pharnaceoides</i>	9	0

Sur système dunaire à relief accusé, le suivi d'une toposéquence (tab.5) met en évidence une remontée biologique très nette avec reconstitution d'une flore diversifiée.

Heliotropium strigosum abondante à très abondante sur pente et haut de pente, a brutalement régressé en 1976 pour disparaître ensuite. *Fimbristylis hispidula*, abondante en 1975 a également régressé en 1976 pour réapparaître timidement en 1978 sur bas de pente et mi-pente.

Cenchrus biflorus était, en 1975, dominante en bas de pente mais peu abondante ailleurs. Elle progressait en 1976, surtout à mi-pente pour régresser en 1977 et reprendre une importance moyenne en 1978. Cependant, elle ne se réimplante pas dans le plateau mis en défens, protégé des troupeaux depuis 4 ans.

Brachiaria xantholeuca était abondant en 1975 en bas de pente où il a régressé alors qu'il s'est établi, mais en faible quantité, sur le reste de la toposéquence. *Tragus berteronianus* était absente en 1975 mais la pluviosité des années 1976 et 1977 l'a favorisé en bas de pente et mi-pente alors qu'il s'est à nouveau raréfié en 1978.

Aristida mutabilis qui était pratiquement absente en 1975, s'est progressivement implantée sur toute la toposéquence en 1976 et 1977 et s'est relativement stabilisée en 1978. Il en a été de même pour *Schoenefeldia gracilis* sur bas de pente et mi-pente.

Pour résumer l'ensemble de ces observations :

- *Heliotropium strigosum* pourrait être considérée comme une espèce pionnière qui recolonise les sables après disparition des graminées pour cause inconnue et qui favorise la reconstitution rapide d'un couvert herbacé diversifié.
- *Cenchrus biflorus* est également une espèce pionnière permettant la constitution d'un couvert herbacé diversifié. La non fréquentation du parcours par le bétail durant quelques années entraînerait sa disparition. Cette espèce serait particulièrement favorisée par une fréquentation assez forte des parcours et de préférence en saison sèche. Elle serait défavorisée par le stationnement prolongé du bétail au profit d'espèces à caractère nitrophile, telle que : *Tribulus terrestris*, *Chloris prierii* et même *Digitaria horizontalis*.



Novembre 1975 - Toposéquence dunaire couverte d'*Heliotropium strigosum* Willd. - Sable remobilisé en sommet et beau peuplement d'*Acacia raddiana* Savi en arrière plan.



Novembre 1978 - Même toposéquence recolonisée par un couvert graminéen dominé par *Aristida mutabilis* Trin. et Rupr. et *Schoenefeldia gracilis* Kunth

- *Alysicarpus ovalifolius* est une légumineuse annuelle qui semble favorisée par les années à *Cenchrus biflorus* mais seulement sous exploitation modérée par le bétail (régression interannuelle coïncidant avec une augmentation de la fréquentation par les troupeaux ou régression centripète à partir d'une mare très fréquentée).

- *Brachiaria xantholeuca* est une excellente graminée fourragère qui ne résiste pas à une forte exploitation, alors qu'une exploitation modérée de saison des pluies semble la favoriser. Sous forte charge de saison des pluies ou de saison sèche, elle se trouve au contraire reléguée à distance du point d'abreuvement et d'autant plus que la charge sera forte.

- *Aristida mutabilis* semble être l'espèce climacique caractéristique des ergs sableux sahéliens. Elle est toujours fréquente dans les parcours à l'exception des années de recolonisation (1975), mais elle est surtout très abondante à moyenne distance des points d'abreuvement (km² à km⁴) ce qui correspond à des charges en bétail modérées ou moyennement fortes.

- *Tragus berteronianus* est une petite graminée à cycle court. Elle semble être favorisée par de faibles pluviosités en début de saison (juin et juillet) ainsi que par une charge assez forte de saison des pluies, charge qui a pour effet de réduire la concurrence des espèces à plus ample développement, donc, plus facilement consommées par le bétail.

- *Schoenefeldia gracilis* est une graminée fourragère indispensable en fin des pluies, au moment où *Cenchrus biflorus* est délaissée par le bétail à cause de ses infrutescences vulnérantes. Elle peut disparaître complètement après un accident climatique défavorable mais elle se régénère rapidement et sans intervention humaine en stations écologiques convenables: couloirs colluviaux, dépressions interdunaires et bas de pente de dunes.

II.322 - Production des parcours autour de Gossi

La production des parcours sur terrains sableux a été estimée par coupe et pesée de la paille présente en début de saison sèche, sur placeaux de 4 m² correspondant à l'inventaire des lignes d'interception.

Il apparaît une grande variabilité de production tant entre les sites d'observations qu'entre les diverses années.

A la mare d'Arodout, la production a pu varier de 0,4 t/ha de matières sèches à 2,2 T/ha de M.S. En 1975, la production du km² est légèrement inférieure à celle des autres sites (0,7 t contre 1,2 à 1,3). En 1976 et 1977, les variations ne sont pas en relation avec l'éloignement de la mare, contrairement à 1978 où la production résiduelle de fin des pluies est faible (0,7 t/ha) sur 3 km puis relativement forte au-delà (2 t/ha). Ces productions résiduelles peuvent être interprétées comme la résultante de deux reconstitutions parallèles, celle du tapis herbacé entraînant une production accrue d'année en année et celle du cheptel se traduisant par une augmentation du périmètre exploité (3 km en 1978 contre 1 km en 1975). Quant aux années intermédiaires (1976 et 1977) il se pourrait que la faible production du parcours, liée aux faibles chutes de pluie, ait entraîné les éleveurs à éparpiller leurs lieux de stationnement au cours de la saison des pluies. Cependant, le site du km 2 semble avoir été le plus fréquenté.

Tableau 6 - BIOMASSES HERBACEES

Année	1975	1976	1977	1978
<u>GOURMA</u>				
Pluies à Gossi (mm)	?	182	236	345
Biomasse estimée (t/ha)**	-	0,9	0,9	1,0
Nombre observations	20	17	20	20
<u>Biomasses appétibles observées</u>				
extrêmes (t/ha)	0,3-2,2	0,3-1,2	0,6-1,8	0,7-3,5
moyennes (t/ha)	1,1±0,2	0,7±0,1	1,0±0,1	1,5±0,3
kg MS par mm pluie	-	3,8	4,2	4,3
<u>SENO MANGO</u>				
Pluies à Douentza (mm)	470	569	455	471
<u>Biomasses estimées (t/ha)</u>				
R=0,9 P + 720	1,1	1,2	1,1	1,1
P=2,4 P + 150	1,3	1,5	1,2	1,3
nombre observations	7	6	8	10
<u>Biomasses appétibles</u>				
extrêmes (t/ha)	0,5-1,3	0,2-0,8	0,1-2,4	0,3-2,9
moyennes (t/ha)	0,8	0,4	1,1	1,5
kg MS par mm pluie	1,7	0,7	2,4	3,2
<u>Biomasses totales</u>				
moyennes (t/ha)	1,3	0,9	2,0	2,0
kg MS par mm pluie	2,7	1,6	4,4	4,2

** BREMAN H. - "La capacité de charge maximale des pâturages maliens" ILCA - Colloque sur l'inventaire et la cartographie des pâturages tropicaux africains, Bamako, Mali (3-8 Mars) - 1975 : 249-256.

A la mare de Doro, la production résiduelle a varié de 0,5 t/ha de MS à 1,9 t/ha et là encore le km² semble être le plus touché par le pacage. D'ailleurs la plupart des enclos de parcage à veaux de saison des pluies, sont établis à une distance d'environ 2 km de la mare. L'irrégularité des productions doit cependant témoigner d'une assez forte dissémination des lieux de stationnement du bétail en saison des pluies, ce qui estompe l'amélioration progressive de la production moyenne entre 1976 et 1978.

A la mare de Gossi, la production enregistrée peut être assimilée à la production réelle, par suite de la faible fréquentation de la mare par le bétail en saison des pluies. Elle varie de 0,3 t/ha de MS à 2,2 t/ha de MS avec des variations dont l'irrégularité rappelle celle de la mare de Doro. Une certaine chute de production peut être relevée aux km¹ et km² en relation avec la fréquentation assidue de ces parcours peu éloignés de la mare. Par contre, le stationnement du bétail entraîne une production accrue des parcours proches de la mare (km 0,5). Le long de la toposéquence sur dune à relief accusé, la production a varié de 0,3 t/ha de MS à 3,5 t pendant que la moyenne annuelle de production augmentait de 0,7-0,8 en 1975 et 1976 à 2,3 t/ha de MS en 1978.

Malgré les variations importantes relevées entre les 20 sites d'observations de la région de Gossi, la moyenne évolue d'une année à l'autre entre 0,7 et 1,5 t/ha de MS., correspondant approximativement à 4 kg de matières sèches par millimètre de pluie (tab.6), compte-tenu de l'intervalle de confiance des moyennes. Il est intéressant de comparer ce résultat aux conclusions de LE HOUEROU et HOSTE *: "En conclusion, l'on peut dire que dans le bassin méditerranéen, chaque millimètre de pluie produit 4 kg de biomasse aérienne ou 2 kg de matières sèches consommables alors qu'en zone sahélienne ou soudanienne ces chiffres tombent à 2,5 kg et 1 kg". Ces auteurs ont par ailleurs établi une formule :

$$R \text{ (kg)} = 105,42 + 2,58 P \text{ (mm)}$$

à partir de laquelle, la production serait estimée à 1 t/ha en 1978 au lieu de $1,5 \pm 0,3$

Breman a établi au Mali une formule pour les régions recevant de 100 à 400 mm de pluie par an.

$$R \text{ (kg)} = 0,9 P \text{ (mm)} + 720$$

et les productions estimées sont assez voisines des moyennes observées (tab. 6).

* Le Houérou (H.N.), Hoste (C.H.) - "Rangeland production and annual rainfall relations in the mediterranean basin and in the african sahel-sudanian zone". Journ.Range manag., 1977, 30 (3) : 181-9.

Les variations de production observées entre les différents sites devraient être en relation avec la densité du couvert et la hauteur du tapis herbacé. Il existe bien une corrélation ($R = 0,15$) pour 54 valeurs, mais non significative, entre la biomasse herbacée et le produit de la hauteur moyenne en centimètres par le nombre de contacts enregistrés le long d'une ligne de 100 points de mesure. Une corrélation plus étroite nécessiterait de prendre note de tous les contacts enregistrés pour chaque espèce afin de mieux exprimer le "biovolume" en place. Mais ces observations minutieuses deviennent vite astreignantes et sont difficilement exécutable par des techniciens. Il semble donc préférable de conserver séparément les deux méthodes d'observations : la ligne d'interception pour évaluer la composition floristique ainsi que le recouvrement et l'estimation de la production par la coupe de placeaux.

II .33 - Couvert herbacé du Seno Mango

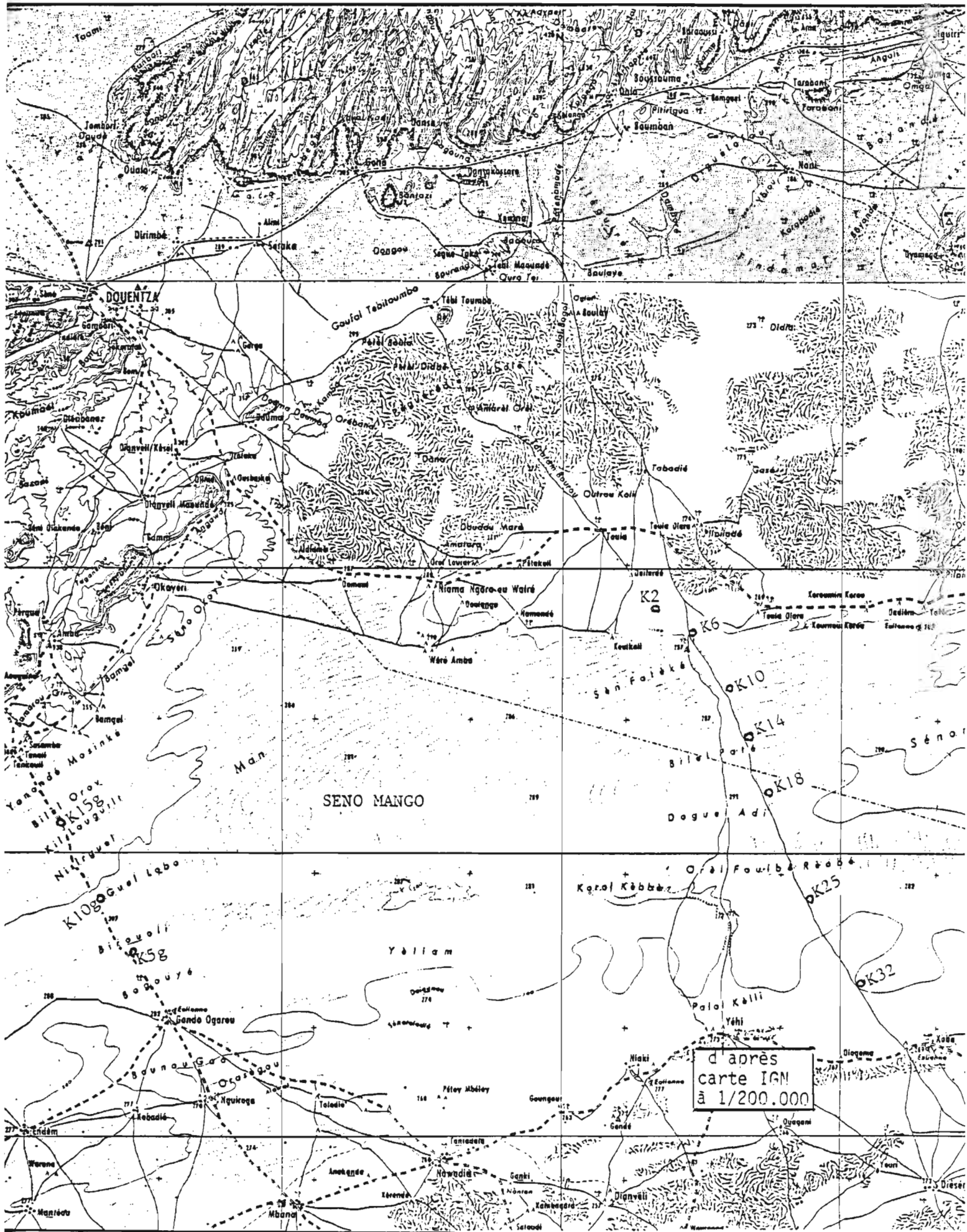
L'évolution de la végétation herbacée a été observée sur 10 placeaux répartis le long de deux itinéraires traversant le système dunaire, un transect Nord-Sud de Toula à Koba et un transect Sud-Est à Nord-Ouest entre Nawadié, Mbana, Gondo-Ogorou et la mare de Sasamba-Bamba.

Les faciès de bordure situés au Nord et au Sud du cordon dunaire portent un excellent pâturage à *Schoenefeldia gracilis*. Seuls les abords des mares très fréquentés en saison des pluies, comme la mare de Yéhi, sont dégradés sur un kilomètre de rayon environ avec disparition du couvert herbacé, mort des ligneux, érosion en nappe avec décapage des parties hautes et colmatage-glaçage des parties basses. Au-delà de ce pôle de désertification, les graminées recherchées telles qu'*Eragrostis tremula* et *Schoenefeldia gracilis* se raréfient (tab.7) au bénéfice de la légumineuse à cycle court *Zornia glochidiata* (sites K2, K6, K32) et l'abondance localisée de *Cassia mimosoïdes* peut être un premier indice de dégradation du potentiel fourrager (K 32).

Sur ondulations moyennes à fortes, la pâture prolongée à proximité d'une mare permanente (Sasamba-Bamba) entraîne la disparition du couvert herbacé dans un rayon de 1 à 2 km avec remobilisation du sable et, entre 2 à 5 km de distance, l'invasion du parcours par une malvacée, *Sida cordifolia*, en peuplement monospécifique. Au-delà, le pâturage évolue vers un peuplement monospécifique à *Zornia glochidiata* dont l'extension est continue d'année en année: K15g et K10g situés à 5 et 10 km de la mare, envahis dès le début des observations et K5g situé à 15 km et colonisé progressivement en 1977 et 1978, au détriment de *Diheteropogon hagerupii*. En secteur non pâturé (K10 et K14), le tapis herbacé se reconstitue progressivement par retour à une composition floristique déjà inventoriée en 1971 avec *Diheteropogon hagerupii* et *Elionurus elegans*.

PLAN DE SITUATION DU SENO MANGO

E # $\frac{1}{306\ 000}$



d'après
carte IGN
à 1/200.000

Tableau 7 - SENO MANGO

Localisation	K 15 g			K 10 g				K 5 g				K 10			K 14			K 18			K 25			K 32			K 2			K 6				
	76	77	78	75	76	77	78	75	76	77	78	75	77	78	75	77	78	75	76	78	76	77	78	76	77	78	75	77	78	75	78			
Sol nu (en p.100)	17	3	29	18	12	2	26	5	17	11	28	1	6	3	7	1	18	29	8	38	15	5	25	5	7	37	7	1,5	3	1	0			
Nombre de lignes	3	3	3	1	3	2	1	1	3	3	4	1	3	2	1	3	3	1	2	4	3	2	3	2	3	4	1	2	2	1	2			
Effectif par ligne	93	164	76	109	122	187	75	174	92	151	94	249	186	184	158	224	121	99	119	68	86	164	98	134	164	73	131	184	173	131	146			
Précision	±6,0	±4,4	±5,0	±9,3	±4,7	±4,8	±5,7	±7,5	±6,0	±3,8	±5,1	±5,7	±3,8	±4,5	±7,1	±2,8	±4,8	±9,1	±9,3	±5,2	±4,8	±5,0	±5,7	±6,0	±3,6	±5,8	±8,7	±4,4	±5,1	±7,0	±5,5			
Contribution sp.en p.100																																		
APPETÉES																																		
<i>Aristida adscensionis</i>																																		
<i>Aristida funiculata</i>																																		
<i>Chloris plicurii</i>																																		
<i>Brachiaria rantholeuca</i>	+	1	1	1	+				3	4				2				2	+	3	10	+	+	2				5	+	1	5	1		
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	+	2	8	1				2	1	1	+				+				+				1	+	+	3	21	4	57	27	24	75	66	
<i>Aristida mutabilis</i>	+	20	3	6	14	8				8	14	12				28	33	13	4	38	3	3	11	1	1	2	57	18	7	8	4	1	13	
<i>Diheteropogon hagerupii</i>																																		
<i>Eragrostis tremula</i>	49	17	3				1	+				3	3	+	21	6	14	6	1	9	2	2	7	4	5	14	26				4			
<i>Digitaria gayana</i>																																		
<i>Cenchrus biflorus</i>																																		
<i>Brachiaria distichophylla</i>																																		
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	+	1	2																															
<i>Eragrostis pilosa</i>																																		
<i>Andropogon gayanus</i>																																		
<i>Zornia glochidiata</i>	44	44	83	62	28	37	98	6	5	22	49				1	1	4	4	3	5	2	12	17	14	4	1	8	30	12	17	36	15	10	
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	5	8	+	10	+																													
<i>Indigofera senegalensis</i>																																		
<i>Merremia pinnata</i>	+																																	
<i>Commelina forskalei</i>																																		
<i>Tribulus terrestris</i>	+																																	
NON APPETÉES																																		
<i>Microchloa indica</i>																																		
<i>Loudetia togoensis</i>																																		
<i>Eleonurus elegans</i>																																		
<i>Aristida stipoides</i>																																		
<i>Ctenium elegans</i>																																		
<i>Schuzachyrium exile</i>																																		
<i>Aristida sieberana</i>	+	+	+																															
<i>Panicum involucreta</i>																																		
<i>Cassia mimosoides</i>																																		
<i>Borreria radiata</i>	+																																	
<i>Blepharis linearifolia</i>	+	6	15	17				7	4	13	1	4	1	2	2	4	1	6	6	28	21	15	31	40	7	22	24	+	+	1				
<i>Fimbristylis hispidula</i>																																		
<i>Waltheria indica</i>																																		
<i>Polycarpaea linearifolia</i>	+																																	
<i>Phyllanthus pentandrus</i>																																		
<i>Kohautia senegalensis</i>																																		
<i>Heliotropium strigosum</i>																																		
<i>Conchocarpus olitorius</i>																																		
<i>Sida cordifolia</i>	+																																	
<i>Sporobolus microprotus</i>																																		
<i>Cymbopogon giganteus</i>																																		
PRODUCTION (T/ha MS)																																		
Appétée	0,4	1,0	0,4	0,5	0,2	0,8	0,6	1,1	0,5	0,4	0,9	0,7	1,7	2,9	0,5	1,9	2,8	0,8	0,8	1,0	0,1	0,1	2,1	0,6	0,6	0,3	0,9	2,4	1,4	1,3	2,4			
Non appétée																																		

Sur faciès dunaire pénéplané à relief émoussé (K18, K25), la végétation herbacée est caractérisée par l'abondance de graminées vivaces, tant consommables comme *Andropogon gayanus*, que délaissées comme *Aristida sieberana* (= *A. longiflora*).

Grâce à la répétition des observations sur 4 années, le devenir de certaines espèces a pu être esquissé :

- *Aristida stipoides*, graminée annuelle de grande taille, pouvant dépasser 150 cm, est souvent abondante sur arête dunaire. Elle n'est consommée qu'à l'état très jeune et résiste à un pâturage modéré. Elle peut cependant disparaître sous forte charge de saison des pluies au bénéfice de *Zornia glochidiata* comme cela a pu être constaté en 1978 sur K10g.

- *Blepharis linariifolia* est une acanthacée annuelle qui peut être consommée à l'état jeune ou en sec après passage du feu. Elle devient parfois dominante en taches sur système dunaire mais les causes de son installation sont inconnues bien que les feux soient souvent soupçonnés de la favoriser.

Elle a été inventoriée au Seno Mango sur 5 sites d'observation à caractéristiques différentes :

.K32 : faciès de bordure pâturé en saison des pluies

.K5g et K10g : faciès dunaire à ondulations moyennes, pâturé en saison des pluies avec des charges différentes.

.K18 et K25, faciès dunaire pénéplané non pâturé.

En K18, elle disparaît en 78 après un feu précoce de 1977, mais elle double d'importance en 3 ans sur le site comparable K25.

Sur K5g et K32, sites pâturés en charge moyenne, elle prend de l'importance entre 1976 et 1978, sans feux précoces et malgré l'extension de *Zornia glochidiata* qui devient nettement dominant en 1978.

En K10g, elle disparaît pendant que *Zornia* occupe tout le terrain mais elle s'y retrouve en haut de pente alors qu'*Aristida stipoides* y dominait nettement en 1977.

Il est à remarquer que cette espèce n'a jamais été rencontrée plus de 3 ans de suite et sa disparition en K18 peut difficilement être imputée au feu précoce car elle ne brûle pas et elle ne laisse que peu de place aux autres espèces susceptibles d'alimenter le feu mais les graines présentes dans les infrutescences peuvent perdre leur faculté germinative. Sa disparition en K10g est probablement due à l'agressivité de *Zornia glochidiata* s'ajoutant à la dent du bétail pour éliminer les jeunes plantules.

Par contre, aucune invasion spectaculaire n'a été décelée au cours des 4 années même après les feux précoces de 1976 en K2, K6, K10 et K14. Il n'y aurait donc pas nécessairement un feu avant son installation, qui peut d'ailleurs être très progressive, comme en K5g.

Cette espèce n'est sans doute pas favorisée par un feu précoce ou tardif car son installation est progressive sur plusieurs années. Elle peut cependant disparaître brutalement sans que les raisons de sa disparition soient bien nettes, pour laisser place à d'autres espèces plus intéressantes dans un parcours.

Bien que la pluviométrie n'ait pas sensiblement varié à Douentza de 1975 à 1978 (tab. 1 et tab.6), l'on peut noter une relative progression de la biomasse herbacée, en particulier entre 1976 et 1978. La production herbacée consommable passe ainsi de 0,7 kg de matières sèches par millimètre de pluie en 1976 à 2,4 et 3,2 en 1977 et 1978, pendant que la biomasse herbacée totale passe de 1,6 kg par millimètre à environ 4 kg. Il y aurait alors correspondance entre la production herbacée totale au Seno Mango et la production consommable au Gourma. Par contre les biomasses estimées avec les formules de Breman, tant pour des pluviosités inférieures à 400 mm que pour des pluviosités supérieures $\overline{R} \text{ (kg)} = 2,4 \overline{P} \text{ (mm)} + 150\overline{7}$ sont d'une précision incertaine, se rapprochant tantôt de la production consommable et tantôt de la production herbacée totale.

Si la production herbacée non consommable est nulle ou négligeable sur faciès de bordure et dans la biomasse résiduelle des pâturages à *Zornia glochidiata*, elle peut être prépondérante sur dunes à ondulations moyennes et formation pénéplanée. C'est ainsi qu'en 1977, la production herbacée consommable de K25 n'est que de 100 kg de MS contre 3500 kg non consommables à base d' *Aristida sieberana* et *Blepharis linariifolia*. Cependant ce parcours sur terrains sableux pénéplanés à *Andropogon gayanus* s'est sensiblement amélioré en 1978 avec une biomasse herbacée consommable variant de 1 à 2 tonnes de matières sèches. Mais qu'advierait-il du rapport des espèces consommables ou non, si ce parcours était livré aux troupeaux ?

III - PROPOSITIONS DE GESTION DU TERROIR PASTORAL SAHELIE

Pour une pluviosité moyenne annuelle de 300 mm correspondant à la moyenne du secteur sahélien, la production du couvert herbacé des terrains sableux évolue pour les quatre années entre 1 t et 1,5 t/ha de matières sèches. Ceci correspond à 50 ou 80 journées de pâture par an d'une Unité Bovin Tropicale (U.B.T.) de 250 kg de poids vif et la charge annuelle doit être, pour un UBT, de 5 et 7 hectares de parcours sur terrains sableux rationnellement équipés en points d'abreuvement. Le maintien du potentiel fourrager suppose qu'une mise en repos soit prévue avec renouvellement par tiers tous les ans, ce qui porte les besoins en parcours sur terrains sableux à 10 hectares par UBT. Les besoins saisonniers de pâturages complémentaires tels que les parcours de début de saison sèche à *Schoenefeldia gracilis* sur couloirs interdunaires et réseau colluvial de drainage et les parcours de saison sèche à ligneux fourragers sur terrains rocheux et gravillonnaires, peuvent doubler ces besoins lorsque les formations géologiques sont imbriquées, de sorte qu'un UBT devrait être entretenu au Sahel sur environ 20 hectares géographiques (charge effective du ranch d'Ekrafane au Niger).

Cette faible charge optimale jointe aux nécessaires mesures de conservation du milieu sahélien suppose l'adoption de principes de gestion associant respect de la physiologie des espèces pâturées et modicité des investissements:

1er principe : rotation des pâturages adaptée aux espèces pâturées

Le couvert herbacé sahélien est à dominance d'espèces annuelles et le régime de pâture doit ménager des possibilités de production et de dispersion des semences, donc une période de non pâture pendant la période de croissance des plantes. En saison sèche, un certain taux de recouvrement herbacé (pailles) doit être maintenu pour réduire l'impact de l'érosion éolienne. Les peuplements de ligneux doivent également être conservés voire privilégiés afin d'assurer la ration azotée des troupeaux en saison sèche, à base de fruits et feuilles de ligneux.

Ceci suppose une rotation saisonnière de l'exploitation des parcours, rotation qui peut être facilitée par la fréquentation des points d'abreuvement différenciés avec les saisons (mares temporaires, mares semi-permanentes, puisards, mares permanentes et puits).

La fréquentation prolongée et en trop grand nombre de mares permanentes ou semi-permanentes doit être réglementée pour éviter une modification importante du couvert herbacé des parcours desservis, conduisant à terme, vers une dégradation des potentialités de production fourragère (*Cenchrus biflorus*, *Zornia glochidiata*, puis *Chrozophora senegalensis* sur parcours sableux de Ndaki). La proximité d'une mare semi-permanente et d'un puits peut également entraîner une certaine sédentarisation des éleveurs ou plutôt une succession continue d'éleveurs différents provoquant une dénudation progressive des parcours avoisinants.

2ème principe : nécessité d'une mobilité des éleveurs

Les aléas pluviométriques peuvent entraîner localement la raréfaction des plantes annuelles et même leur complète disparition sur des étendues assez vastes (30 km d'amplitude en 1978 à l'ouest d'Ekrafane). Il en résulte la nécessité de maintenir une mobilité effective des éleveurs et la persistance de circuits de transhumance sur des distances suffisantes et d'au moins 100 km en tous sens, ce qui porte la surface optimale de l'unité pastorale sahélienne à 1 million d'hectares.

3ème principe : modicité des investissements

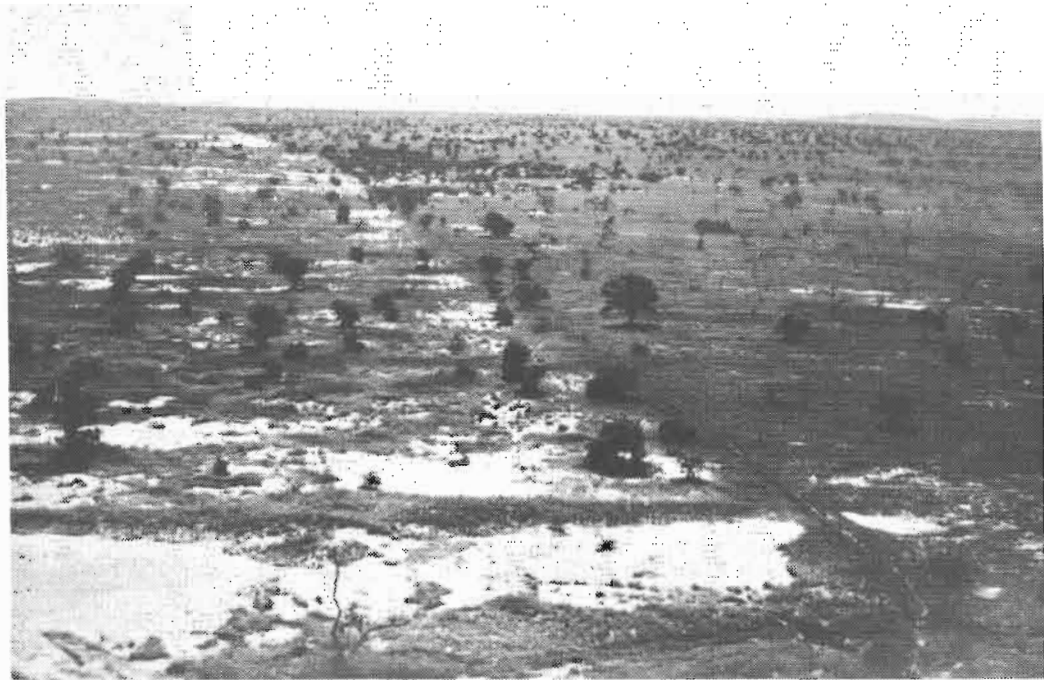
Avec un million d'hectares et un cheptel optimal de 50 000 UBT environ, les aménagements ne peuvent être que modestes pour que les dépenses engagées restent en harmonie avec les produits attendus dans ce système de production très extensif.

Les investissements devraient avant tout porter sur l'amélioration des ressources en eau d'abreuvement, l'amélioration des possibilités de production de céréales vivrières et la protection des réserves fourragères contre les feux.

a) Amélioration de l'abreuvement

Si certains éleveurs envisagent de se sédentariser à proximité d'un point d'eau permanent, avec l'espoir d'une appropriation ou même d'une privatisation des parcours, la plupart des éleveurs traditionnels sont conscients de la nécessité d'une transhumance saisonnière pour sauvegarder les potentialités pastorales du terroir. L'amélioration des conditions d'abreuvement de l'ensemble de l'unité pastorale devrait donc avoir pour objectif de mieux répartir dans l'espace, les points d'abreuvement saisonniers, tant de saison des pluies que de saison sèche, en ayant toujours à l'esprit, le souci d'éloigner suffisamment points d'abreuvement de saison des pluies et points d'abreuvement de saison sèche. Pour la saison des pluies, il est nécessaire de favoriser la dispersion des troupeaux par la multiplication de points d'eau de surface persistant de juillet à fin octobre. Là où stagne l'eau pendant une à deux semaines après de fortes pluies, il serait possible d'assurer la permanence de l'eau en construisant une petite diguette de 50 cm de hauteur avec de la terre prélevée en approfondissant une partie de la dépression sur 80 cm à 100 cm de profondeur. L'imperméabilisation du fond de mare pourrait être obtenu par épandage en saison sèche, de sels de sodium (sel de cuisine, par exemple qui désagrègent les particules fines de l'argile du sol, le carbonate de sodium étant préférable pour des argiles calcaires, ou par épandage de cire de paraffine sur sols sableux, la paraffine fondant au soleil et obturant les porosités du sol. A défaut de paraffine, le sol pourrait également être imperméabilisé par aspersion d'asphalte". Pour la saison sèche, des points d'abreuvement à fort débit peuvent être envisagés (forage à débit de 50 à 100 l/sec.) mais au Gourma les ressources en eau souterraine sont limitées aux schistes métamorphiques

* Peterson D.F. et al. " Expansion des ressources en eau dans les zones arides, techniques prometteuses et possibilités de recherches". Washington, National Academy of Sciences, 1977 : 155 p.



Août 1975 (cliché TOUTAIN). Un simple contrôle des charges en bétail au ranch de Markoye en Haute-Volta, diminue l'impact des plages érodées en "coup de cuiller" et préserve la couverture ligneuse (en particulier à l'arrière-plan).



Mars 1975 (Markoye). Un passage de scarificateur en courbe de niveau, provoque une recolonisation du couvert herbacé sur versant colmaté.

et aux séries dolomitiques avec des débits modestes (0,5 à 1,5 l/sec.) pour une profondeur d'exhaure d'environ 80 mètres. Comme les points d'abreuvement de saison sèche devraient être répartis tous les 20 à 30 km sur terrains sablonneux, il y a fort à faire au Gourma, et à défaut de mares permanentes et de puits, des points d'abreuvement pourraient être créés sur terrains rocheux à proximité des terrains sablonneux : mares pérennisées et barrages secs. La densité des points d'abreuvement permanent ne doit cependant pas être trop forte afin de ménager des réserves de parcours pour les années très déficitaires, entre les périodes habituellement exploitées à partir des points d'abreuvement, en années à production moyenne :

i) mares pérennisées

Certaines mares semi-permanentes bien localisées pourraient être pérennisées mais leur fréquentation devrait alors être déconseillée pendant la saison des pluies pour préserver les parcours desservis.

L'eau serait conservée en saison sèche en limitant l'évaporation par un film protecteur de cire : Des blocs de cire sont déposés à la surface de l'eau. Ils s'amollissent au soleil puis forment une pellicule flexible et continue et si cette pellicule est fendue, la chaleur du soleil la reconstitue rapidement.

Il serait alors nécessaire d'interdire l'entrée des animaux dans la mare et un dispositif d'abreuvement extérieur à une clôture pourrait être aménagé avec prise souterraine, robinet et rampe de descente des animaux. Ce dispositif supprimerait les efforts de puisage qu'entraînerait la construction d'un puisard. Si le terrain était suffisamment imperméable, les bords de la mare pourraient être régularisés et surcreusés afin de faciliter les mouvements de bas en haut de la pellicule protectrice qui pourrait se conserver plusieurs années. Par précaution, les parties surcreusées devraient être traitées à la paraffine.

ii) barrages secs

Un simple mur de pierres sèches, tel que le soutènement d'un gué peut retenir suffisamment d'eau sur un couloir d'épandage pour améliorer la production de fourrage et même alimenter des puisards lorsque le sol est perméable.

Lorsque des couloirs de drainage sont encaissés au niveau d'un seuil rocheux imperméable, il est possible d'aménager progressivement un barrage sec d'où l'eau sera extraite en saison sèche, soit par puisards, soit par canalisation et robinet situé à la base du barrage. Le barrage sera construit sur plusieurs années pendant les saisons sèches. Il sera imperméable et pourra être doublé face amont par une feuille de plastique. Dès la première année, le barrage sera élevé sur 2 mètres et les crues y déposeront sables et graviers pendant que la boue sera entraînée au-delà. L'année suivante, le barrage sera surélevé d'un mètre si les dépôts ont atteint le haut du mur et la construction sera poursuivie jusqu'à ce que le barrage atteigne 6 à 10 mètres. Le volume utile du réservoir peut dépasser 50 p.100 de sa capacité de remplissage et l'évaporation est pratiquement stoppée dès que le niveau de la nappe descend à un mètre au-dessous de la surface des dépôts.

b) Amélioration de la production céréalière

Bien que les conditions climatiques ne soient pas favorables à la culture, tout au moins à la culture en sec, celle-ci se développe en milieu sahélien et les surfaces emblavées se sont nettement accrues entre 1976 et 1978, aux environs de Gossi. Autrefois, des serviteurs des éleveurs Touaregs (Iklans) et des éleveurs Peuls (Rimaïbés) étaient chargés de la production des céréales vivrières pour chaque groupe organisé. Libérés des contraintes politiques et économiques qui les liaient à leurs maîtres, ils recherchent maintenant à diversifier leurs ressources pour compléter la production de leurs petits troupeaux, d'où l'extension des cultures le long des axes de transhumance traditionnels et souvent en dehors des situations écologiques favorables qui leur étaient anciennement réservées. Mais la production de céréales n'est pas proportionnée à l'augmentation du travail fourni car les grains n'arrivent à maturité qu'en années à pluviosité exceptionnelle et la dispersion des champs augmente les dégâts dus aux oiseaux granivores.

Des restrictions réglementaires à la multiplication des champs resteront pourtant inefficaces tant que l'approvisionnement en céréales des nomades demeurera incertain et trop souvent insuffisant. Il y a donc un risque sérieux d'extension incontrôlée des emblavements en sec et de cultures maraîchères de décrue autour des grandes mares, avec arrosage à partir des puisards. Dans un premier temps, ces cultures ne devraient pas réduire les ressources en fourrages car les résidus pâturables après récoltes sont souvent équivalents à la production d'un pâturage naturel. Cependant, l'entretien des clôtures en branches d'épineux et l'émondage des arbres pour limiter les possibilités de nidification des oiseaux granivores provoquent un déboisement excessif des environs. Le développement des cultures autour des mares risque ainsi de conduire à la disparition des forêts riveraines entraînant des risques de remobilisation éolienne des sables pouvant occasionner le comblement de la dépression et la disparition progressive de la mare elle-même.

Le souci des populations de diversifier leurs ressources étant louable en soi, mais pouvant aboutir à la dégradation accélérée du milieu, la contribution de l'état à la gestion du terroir devrait impliquer un rôle de formation des cultivateurs et de vulgarisation de techniques culturelles préalablement expérimentées en situation analogue, tant pour les cultures de décrue que les cultures en sec et la production des céréales sauvages.

i) cultures de décrue

Les cultures de décrue en bordures de mares devraient être réservées aux cultures légumières, avec préservation des ligneux, tout au moins en limite de champs. Les parcelles de cultures devraient être de préférence localisées en position "sous le vent" par rapport à la mare pour limiter les risques d'ensablement. Elles devraient être également regroupées pour réduire les besoins de clôtures en branches d'épineux et les entraves aux mouvements de bétail allant s'abreuver.

ii) cultures en sec

Ces cultures sont le plus souvent mises en place sur terrains sablonneux peu pentus et de préférence, surtout vers gossi, sur des épanchages sableux sur socle rocheux ou cuirassé. Si ces cultures peuvent être relativement productives au Sud de l'aire pastorale (latitude de Ndaki-

Hombori), elles sont souvent improductives vers Gossi et il serait nécessaire de tester puis de vulgariser des dispositifs d'épandage de crues pour régulariser la production céréalière. C'est une technique pratiquement inconnue des populations du sahel et qui suppose une bonne maîtrise de l'utilisation des eaux de ruissellement pour éviter les dégradations par insuffisance de contrôle des pluies exceptionnellement fortes. Un canevas d'utilisation des eaux de ruissellement devrait dans ses grandes lignes :

- concerner des terres cultivables suffisamment perméables pour absorber l'eau collectée et suffisamment profondes (1 à 2 mètres) pour contenir la réserve d'eau recueillie entre deux pluies importantes.

- éviter les risques d'érosion en ralentissant le courant d'eau de ruissellement par une disposition des digues de dispersion, qui permettra le déversement de l'eau d'un niveau à l'autre, selon un tracé en zig-zag, après l'inondation de chaque terrasse, dont le contour est délimité par le tracé des digues en angle obtus.

- prévoir une zone de réception en amont des cultures sur un sol croûté ou imperméable. Ce plan de collecte peut être aménagé sur un terrain rocheux, cuirassé ou gravillonnaire dont les obstacles éventuels au ruissellement (graviers, cailloux) auront été déblayés et des canaux d'acheminement des eaux seront tracés jusqu'aux terres à irriguer avec une pente qui ne devra pas être supérieure à 2,5 ou 3 ‰. Il sera préférable de délimiter plusieurs petits bassins de réception au lieu d'un grand afin de faciliter le contrôle de l'utilisation des eaux collectées.

Les champs cultivés resteront groupés autant que possible afin de diminuer les besoins de clôtures en épineux. Ces clôtures seront entr'ouvertes après la récolte pour permettre la pâture des résidus de récoltes. Il serait préférable, pour la protection du sol et une meilleure efficacité des restitutions fertilisantes du bétail, de réserver ces résidus de récolte à une pâture tardive intervenant juste aux premières pluies, période où le déficit fourrager se fait d'ailleurs le plus sentir.

iii) Production des céréales sauvages

En cas de disette, les éleveurs peuvent ramasser les graines de *Cenchrus biflorus* mais habituellement seules les graines de *Panicum laetum* (fonio sauvage) sont systématiquement récoltées. Cette plante annuelle croît en peuplement fermé dans les zones d'épandage des couloirs de drainage et ces parcours sont jalousement protégés des troupeaux par les touaregs. Par contre, les Peuls les considèrent comme excellents pour le bétail en saison des pluies d'où de nombreux démêlés qui ne disparaîtront qu'après conciliation entre les divers utilisateurs d'une unité pastorale officiellement délimitée.

Le fonio sauvage est fauché à maturité, battu au fléau puis les graines sont recueillies et vannées. La paille reste alors en petits tas qui seront éparpillés par le vent au cours de la saison sèche. Cette paille constitue pourtant un foin de bonne qualité qui devrait être stocké dans le cadre d'un terroir bien géré. Pour cela, la paille devrait être entassée en meule délimitée par des perches ("meule australienne"). Le faite de la meule serait arrimé par des branchages fixés aux extrémités des perches afin de protéger la meule contre les coups de vent et les pluies précoces. Le foin ainsi conservé serait un excellent appoint fourrager pour les troupeaux, soit en pleine saison sèche lorsque les points d'abreuvement permanents sont suffisamment proches, soit en début des pluies quand vieilles pailles et jeunes pousses sont insuffisantes alors que les mares temporaires sont déjà réalimentées et permettent l'éparpillement des troupeaux.

c) protection des réserves fourragères contre les feux

Par suite de la nécessité du maintien d'une certaine mobilité des éleveurs, il est impossible d'envisager la généralisation d'une mise en réserves de fourrages en fin des pluies pour la pleine saison sèche (ensilage, foin) et la protection de pailles sur pied reste la seule solution pour assurer l'affouragement continu du bétail.

En 1970, le fonio sauvage était parfois récolté au feu. La nappe de *Panicum laetum* était brûlée. Les cendres étaient ensuite balayées puis vannées pour récupérer les graines. Bien que les formations de *Panicum laetum* soient souvent isolées aux creux des couloirs de drainage, le feu pouvait accidentellement gagner les parcours voisins et s'étendre sur des dizaines de kilomètres. Depuis la sécheresse, cette pratique semble avoir été abandonnée et tous les éleveurs prennent de grandes précautions contre les feux accidentels. En particulier, ils prennent soin d'éteindre les feux de campement en les recouvrant de sable.

Pourtant le risque de feux accidentels subsiste surtout en année à bonne pluviosité. Ainsi, en 1978, un feu avait déjà dévasté une partie des parcours dunaires de Gossi le 1er octobre et un autre, ceux de Doro, en début novembre. Le principe de la lutte systématique contre les feux doit être fermement défendu même si certains peuvent parfois le préconiser pour limiter l'extension de certaines graminées non consommées comme *Aristida sieberana* (= *A. pallida*) sur dunes et *Cymbopogon schoenanthus* sur épandages colluviaux en terrains squelettiques, rocheux ou cuirassés. Certes ces espèces dont l'extension a été spectaculaire en 1978, peuvent concurrencer des espèces plus alibiles mais elles ne les éliminent pas et surtout elles assurent la pérennité d'un couvert herbacé qui réduit l'impact de l'érosion éolienne et évite la remobilisation des sables.

Cependant, la lutte contre les feux ne doit pas être trop coûteuse et elle doit rester en rapport avec la faible production des parcours. En conséquence, la mise en place d'un réseau de pare-feux, avec entretien répété chaque année, s'avère disproportionnée avec les résultats à en attendre. La lutte contre les feux doit être moins ambitieuse et limitée aux parcours desservis par les points d'abreuvement permanents de saison sèche. Ces parcours devraient être protégés dans un rayon de 10 km. Pour cela, des pare-feux préventifs pourraient être aménagés le long des pistes automobilisables ou chamelières et de préférence selon une orientation grossièrement Nord-Sud (perpendiculaires aux vents dominants de début de saison sèche). Ces pare-feux devraient être entretenus chaque année par passage d'un tracteur à roue munie d'une lame frontale ou à défaut, passage d'un traineau tracté par un camion ou une voiture tous terrains et constitué par deux grosses barres de fer soudées en V (vieux rails, vieilles poutres profilées, longerons de camion...). Le passage de la lame ou du traineau arrache les pailles sur 1 mètre de large environ. Le feu est ensuite mis par temps calme, à la bande de terrain délimitée par le passage de l'engin et la piste. Lorsque la piste est enherbée, un second passage d'engin est nécessaire au bord même de la piste. Cinq à six hommes armés de pelles de terrassiers doivent surveiller la mise à feu pour stopper immédiatement tout risque de propagation du feu au parcours lui-même.

Camion, traineau et équipe d'accompagnement constituent le dispositif de première urgence de lutte contre le feu de toute unité pastorale digne de ce nom.
--

L'investissement est réduit au maximum et le camion peut être utilisé à d'autres fins (approvisionnements divers de l'unité pastorale) ; mais tout début d'incendie doit être immédiatement signalé par les membres de la population concernée par l'unité pastorale (éleveurs ou non).

4ème principe : choix d'un centre de gestion : localisation et fonctions

Malgré le maintien d'une certaine mobilité des éleveurs, le respect d'une rotation des pâturages, la bonne utilisation du dispositif de points d'abreuvement aménagés, l'adoption de techniques culturales nouvelles et la protection de réserves fourragères contre les feux, supposent la mise en place d'un centre de gestion de l'unité pastorale.

Sa localisation devrait coïncider avec un chef-lieu administratif situé autant que possible vers le centre de gravité de l'unité pastorale et d'un accès facile tout au long de l'année. Le chef-lieu d'arrondissement de Gossi conviendrait parfaitement dans le cas de l'unité pastorale de Gossi mais l'arrondissement de Ararous près de la cure salée de Karouassa et le poste douanier de Ndaki ne devraient constituer que des centres secondaires de l'unité pastorale.

Le centre de décisions de l'unité pastorale ne serait pas l'autorité administrative du chef-lieu. Cette autorité ne serait que le garant de la bonne marche de l'unité pastorale, n'intervenant qu'en cas de litiges avec des éleveurs étrangers et servant de cadre d'accueil aux agents de vulgarisation et d'appui technique : aménagement des points d'eau, amélioration des techniques culturales, organisation de la lutte contre les feux, soins vétérinaires, assistance médicale, alphabétisation, scolarisation.

Le centre de gestion de l'unité pastorale devrait avoir pour fonction essentielle de concrétiser la notion de terroir pastoral et de réunir les conditions permettant les prises de décisions indispensables pour la mise en application des principes de gestion et de production de l'unité pastorale.

a) Matérialisation de l'unité pastorale

L'unité d'exploitation d'un cultivateur peut être aisément délimitée par l'ensemble des parcelles cultivées ou en jachères qu'il exploite. Il y a appropriation privative de l'espace, matérialisée par le travail du sol et facilement identifiée selon le principe de "la terre appartient à celui qui la cultive". Par contre, une unité d'exploitation pastorale et en particulier sahélienne est une entité nettement moins perceptible d'autant plus que la mobilité des éleveurs entraîne une exploitation passagère ou saisonnière des terrains concernés et parfois une exploitation en relais avec succession d'éleveurs différents dans le temps. A défaut d'appropriation, il y a cependant un véritable contrôle collectif de l'espace où l'aire pastorale ou unité pastorale intègre des points d'eau pérennes, les pâturages de saison sèche qui y sont associés, des points d'eau temporaires de saison des pluies avec les pâturages desservis ainsi que les lieux de cure salée. Dans ce territoire, coexistent éleveurs transhumants, agriculteurs-éleveurs, artisans, religieux... Toute cette population composite gère traditionnellement le terroir de façon collective et doit se trouver intégrée et concernée par l'unité pastorale et participer activement à son centre de gestion et à la prise de décisions. Cependant d'autres utilisateurs fréquentent habituellement ou occasionnellement l'unité pastorale, ce sont les transhumants étrangers qui conduisent de gros troupeaux bovins ou caprins et qui ne respectent pas des règles de gestion que sous la contrainte de la force publique

du chef-lieu administratif. Ces interventions nécessaires devront s'appuyer sur un véritable "code foncier" délimitant l'unité pastorale et un "code pastoral" élaboré en étroite concertation par les représentants de la population et les "gérants" de l'unité pastorale dont les formations devraient être d'ordre technique avec un rôle essentiel d'incitation aux transferts de technologies adaptées.

b) Organisation du centre de gestion

L'établissement du code pastoral, véritable règlement d'application des principes généraux de gestion, de l'unité pastorale, devrait être réalisé au niveau du centre de gestion qui pourrait être un organisme de type coopératif d'approvisionnement et de production.**

La gestion de cet organisme pour et par les éleveurs, serait un moyen d'assumer la réhabilitation des éleveurs, de préserver la spécificité de leurs sociétés et de refuser leur marginalisation.

Outre la prise de décision concernant la gestion du terroir pastoral, cet organisme devrait assurer :

- l'acheminement des denrées alimentaires et vestimentaires de base destinées à la consommation des populations.
- la commercialisation des produits issus de la production animale.

Cette commercialisation des produits animaux devrait contribuer à la sauvegarde de l'équilibre écologique sol-climat-plante-animal-homme en maintenant une charge en bétail compatible avec les ressources naturelles de l'unité pastorale et les investissements réalisés pour assurer un certain niveau de production et de bien-être de la population.

Cette pénétration dans l'économie d'échange de l'unité pastorale devrait être modérée et progressive afin de ne pas entraîner de déséquilibre tant au niveau du milieu physique que du milieu humain : surcharge et dégradation des pâturages, situation conflictuelle entre éleveurs pouvant entraîner des rapports de dépendance et une paupérisation d'une partie de la population (bergers).***

Traditionnellement, la stratégie économique des éleveurs a pour objectif d'oeuvrer à la satisfaction des besoins biologiques et sociaux et la notion de rentabilité n'intervient pas : production de lait, de beurre, de fromages pour l'alimentation du clan, consommation de la viande fraîche ou boucanée des animaux accidentés et l'échange commercialisé n'intervient que dans le but de se procurer l'argent destiné à payer l'impôt de capitulation, les taxes sur le bétail, l'achat de céréales, thé, sucre, vêtements, transistors... La pratique de prêts et d'échanges de bétail constitue par contre un facteur d'ajustement de la production, d'entraide et de redistribution des biens, dans le cadre de réseaux de clientèle, de rapports de protection et particulièrement en périodes critiques (sécheresse).

** BOURGEOT A. "Pastoralisme et développement au Mali" -
IUAES International Union of Anthropological and Ethnological Sciences,
London, 1978, June : 14 p.

*** BOURGEOT A. "Pastoralisme nomade en zone sahélienne : pénétration des rapports marchands".
Xth International congress of Anthropological and Ethnological Sciences ;
session on Nomadism, New-Delhi, 1978 (10-22 décembre) : 17 p.

Cependant, les comportements traditionnels ont été quelque peu modifiés, par suite de la sécheresse de 1971-73. La sécheresse a révélé aux riches propriétaires que le stockage des troupeaux ne constituait plus une garantie absolue de richesse, la sécurité des biens passant plutôt par l'intermédiaire de valeurs monétaires, donc par la commercialisation du bétail. Ces riches propriétaires, tout comme les anciens serviteurs libérés, deviennent alors aptes à s'insérer dans un système d'échange monétaire avec orientation de la production animale vers un surplus pouvant être géré par la loi du marché. Il peut en résulter une augmentation importante de la dimension des troupeaux, nécessitant une main d'œuvre rétribuée en nature pour la satisfaction des besoins d'entretien, et qui entraîne pour les bergers, un surcroît de travail compensé par le concours des parents alors qu'en contrepartie le propriétaire du troupeau bénéficie d'un surprofit, d'où un déséquilibre social accru (paupérisation des bergers et enrichissement des propriétaires).

Cette évolution préoccupante de la société nomade devrait être atténuée par le fonctionnement de l'unité pastorale en coopérative de production, de même que le risque de déséquilibre entre ressources naturelles et cheptel devrait être jugulé par des observations de contrôle continu des parcours et du cheptel effectués dans le cadre de l'unité pastorale.

5ème principe : contrôle continu de l'unité pastorale

L'objectif d'un contrôle continu de l'unité pastorale devrait être de tenir constamment à jour un bilan entre les ressources naturelles de l'unité (eau et pâturage) et l'effectif du cheptel devant y être entretenu.

a) Ressources en eau

Toutes les informations "dignes de foi" concernant les ressources en eau devraient être consignées au centre de gestion par les agents d'appui technique :

- inventaire des mares existantes et niveau de remplissage
 - abondance de puisards, leur profondeur, leur débit
 - inventaire des puits, leur profondeur, leur débit, leur état d'entretien
- l'importance de leur fréquentation.

Parallèlement, un réseau de pluviomètres (à relevé journalier ou totalisateur) devrait être implanté à travers l'unité pastorale au niveau des centres de sédentarisation, ce qui permettrait de mieux apprécier les ressources en eau tant pour l'alimentation des mares et des nappes superficielles, que pour la production de fourrages. Ainsi, pour l'unité de Gossi, trois pluviomètres à relevés journaliers pourraient être installés : celui de Gossi actuellement relevé par l'agent de l'élevage, celui de Ndaki relevé par l'agent des Douanes et un autre qui pourrait être confié au chef d'arrondissement d'Ararous. 5 pluviomètres totalisateurs pourraient en outre être confiés à la garde des coopérateurs éleveurs et relevés au passage des agents techniques du centre de gestion : puits de Tin Tadeini, mare de Doro, cures salées d'Amniganda, Dimamou et Karouassa.

b) Ressources en pâturages

Dans le cadre des réunions du centre de gestion, les éleveurs peuvent fournir aux agents techniques des informations très judicieuses sur l'état des pâturages des différents secteurs de l'unité pastorale, tout au long de l'année. Il n'y aura pas, cependant, étroite correspondance entre la valeur du pâturage estimée par les éleveurs et la biomasse herbacée produite. C'est ainsi qu'un pâturage portant un couvert herbacé d'une hauteur moyenne de 25 cm pour une production à l'hectare d'environ 1 tonne de matières sèches est considéré comme un très bon pâturage car le fourrage est très apprécié. Par contre, un pâturage produisant 2 tonnes à l'hectare ou plus, pour une hauteur moyenne de 70 cm, sera simplement un bon pâturage car le fourrage est moins recherché par le bétail, il y a plus de pertes par piétinement et les risques de feux sont accrus.

Compte tenu des pesées de biomasse enregistrées pendant 4 ans, la production moyenne de fourrages pourrait être estimée à partir des relevés pluviométriques (4 kg/ha de M.S. par millimètre de pluie) d'où l'intérêt de la mise en place d'un réseau suffisamment dense de pluviomètres. Cette estimation globale devrait permettre une évaluation moyenne de la production de chaque secteur de l'unité pastorale qui pourrait être comparée par l'organisme de recherches national aux informations régionales obtenues par l'examen des données satellites. A terme, ceci pourrait aboutir à une cartographie automatique des ressources sahéliennes annuelles au niveau national ou multinational.

Selon les situations édaphiques et le mode d'exploitation par le bétail, de grandes variations peuvent apparaître d'un point à un autre de l'unité pastorale tant du point de vue production à l'hectare que du point de vue composition floristique. Si ces variations locales sont amorties au niveau de l'unité pastorale par les déplacements du bétail, elles constituent un indice certain du comportement des parcours vis-à-vis des variations climatiques et de l'exploitation par le bétail.

Localement, des modifications importantes peuvent survenir brutalement en étroite relation avec un aléa climatique :

- soit déficit pluviométrique localisé entraînant une raréfaction du couvert herbacé, voire son absence, la mort de ligneux isolément ou en groupes, l'augmentation des effets de l'érosion éolienne avec multiplication des endroits dénudés en "coups de cuiller" par déflation, la dislocation du couvert végétal et sa concentration en végétation contractée aux points de rassemblement des eaux de ruissellement,
- soit excès de pluies par rapport à la normale, entraînant une véritable remontée biologique avec abondance du couvert herbacé, recolonisation et stabilisation des endroits dénudés, régénération explosive de peuplements de ligneux.

Ces brutales modifications devraient être enregistrées au centre de gestion et une modification du plan d'exploitation devrait être rapidement adoptée par les coopérateurs avec limitation de la fréquentation des sites concernés tant par insuffisance qu'excès de pluie. Dans le premier cas, il est nécessaire d'éviter une dénudation trop complète du sol qui accélérerait l'érosion et dans le second cas, il est essentiel de soustraire pendant quelque temps les jeunes plants de ligneux à la dent du bétail.

En complément à ces constatations occasionnelles, des observations systématiques devraient être programmées chaque année pour établir avec précision le diagnostic de l'état des parcours. Pour ce faire, la participation d'un agropastoraliste de l'organisme national de recherches est indispensable, pour localiser les sites permanents d'observation, préparer

les agents techniques à l'exécution des observations et exploiter les résultats obtenus tant pour les besoins de l'unité pastorale que pour leur traitement dans le cadre d'un réseau national de surveillance. A ce niveau, un réseau de surveillance devrait d'ailleurs être complété par l'étude du stock de semences dormantes dans les sols sahéliens, de la biologie des espèces dominantes, en particulier des espèces pionnières (*Cenchrus biflorus*, *Blepharis linariifolia*, *Zornia glochidiata*) et la recherche des causes de la disparition brutale de certaines espèces dominantes.

Le dispositif d'observations permanentes devrait pouvoir fournir des indications sur l'évolution floristique et la production des principales formations pâturées, sous l'effet des variations de pluviosité interannuelles et des principaux modes d'exploitation. Compte tenu des résultats obtenus au cours des quatre années d'observations et de la disponibilité des agents techniques, il semble utile de limiter les observations à deux sites par point d'abreuvement et par type de situation édaphique, l'un entre 1 et 2 km (1,5 km) du point d'abreuvement pour contrôler les effets pacage et l'autre entre 4 à 6 km (km 5) pour observer les effets des variations climatiques.

Chaque site d'observation serait délimité par marquage d'arbres (environ 30 x 30 mètres) et repéré par le marquage d'arbres à partir du point d'abreuvement. A l'intérieur de ce périmètre, 3 lignes d'interception seraient disposées grossièrement selon les diagonales et la médiane perpendiculaire à la pente. Les observations seraient effectuées en début de saison sèche (octobre à décembre). Un double décimètre serait tendu entre deux piquets de fer à béton à chaque ligne d'interception. A chaque graduation multiple de 20 cm (100 sur 20 mètres), une tige fine serait descendue verticalement et tout contact avec une espèce serait noté, mais seul un contact par espèce serait pris en considération pour chaque point de lecture. Un point de lecture serait considéré comme point de sol nu si aucune plante n'y était touchée par la tige mobile. Pour l'ensemble des contacts enregistrés sur les trois lignes (300 points de lecture), le nombre de points nus serait divisé par 3 pour établir le pourcentage de sol nu et par différence, le pourcentage de couverture du sol par les espèces herbacées. La contribution spécifique de chaque espèce serait ensuite exprimée en pourcentage de la totalité des contacts enregistrés pour toutes les espèces (cf. II 321). Parallèlement, la biomasse herbacée aérienne serait pesée sur trois placeaux de 4 m² localisés près de chaque ligne d'interception. La production serait ensuite répartie, si nécessaire, en appétée et non appétée, puis exprimée en matières sèches à l'hectare. La hauteur moyenne du tapis végétal serait estimée par 10 mesures de touffes, effectuées sur les diagonales, avec mesures tous les trois pas, de la touffe située en avant du dernier pas. Sur environ un hectare, l'aspect du couvert ligneux serait noté : vigueur, mortalité, régénération. A la mise en place du dispositif, un dénombrement des ligneux devrait être effectuée par l'organisme de recherche national en spécifiant la localisation des individus, leur âge, leur état physiologique (cf. II.31).

Sur terrains sableux, les deux sites d'observations devraient comprendre trois séries de mesures échelonnées le long de la toposéquence (bas de pente ou couloir interdunaire, mi-pente, haut de pente). Le nombre de relevés à effectuer devant rester limité pour ne pas trop surcharger les agents techniques, les sites d'observations seraient souvent réduits à une série d'observations localisée à mi-pente de la toposéquence où la végétation représente fréquemment le faciès dominant de la formation.

Sur terrains squelettiques, rocheux ou gravillonnaires, des observations seraient également mises en place le long des toposéquences. Là encore, le faciès dominant de la formation devrait être surveillé en priorité. Outre la composition floristique et la production des plages enherbées, la collecte d'informations devrait surtout porter sur le contrôle de l'extension ou de la réduction des plages nues ainsi que la vigueur et l'état physiologique des plantes ligneuses. L'estimation du couvert herbacé pourrait être effectuée par cheminement le long des diagonales et des médianes (pourcentage de pas sur plages enherbées et sur plages nues).

Sur terrains colluviaux, les observations devraient être le plus souvent indépendantes de la localisation des points d'abreuvement, les flaques temporaires fréquentées en saison des pluies étant trop nombreuses le long du réseau de collecte des eaux pluviales. Une ou plusieurs séries d'observations devraient être mises en place à proximité ou non de lieux d'abreuvement. Les observations devraient être disposées le long d'une toposéquence reliant le creux d'un couloir de drainage à la bordure du thalweg, l'axe de travail pouvant être localisé de façon permanente sur le terrain en profitant d'un alignement caractéristique (butte relictée, rocher, termitière, gros arbre, baobab...). Le repère le plus aisément identifiable, situé vers le centre de la dépression servirait de point origine au repérage annuel de la limite entre zone colmatée dénudée et zone enherbée, ainsi qu'au positionnement tous les 25 ou 50 mètres sur plage enherbée, de lignes d'interception à relever perpendiculairement à la pente. L'origine de chaque ligne pourrait être matérialisée par un fer cornière profondément enfoncé et enrobé de ciment. Mais sa localisation serait facilement retrouvée grâce à l'alignement, si le piquet était enlevé. A chaque ligne d'interception serait jumelé un plateau d'estimation de production.

c) Effectif du cheptel

Connaître l'effectif du cheptel entretenu sur l'unité pastorale semble une nécessité et un préalable à toute gestion améliorée de l'espace pastoral. Si les projets de développement sont souvent basés sur le maintien d'un équilibre entre ressources et cheptel, il s'avère, en pratique, très difficile d'évaluer le cheptel et donc la charge réelle dans un système d'exploitation pastorale en milieu d'éleveurs traditionnels. Les éleveurs considèrent à juste titre que leurs troupeaux constituent un patrimoine strictement privé dont l'estimation par des étrangers est vigoureusement rejetée et d'autant plus qu'une taxe sur le cheptel est habituellement perçue par les autorités administratives.

Cependant, une estimation globale du cheptel entretenu sur l'unité pastorale demeure un objectif indispensable afin de pouvoir juger de l'efficacité de la gestion effective du terroir. Pour cela des estimations indirectes peuvent être effectuées :

- le nombre et l'importance de points d'abreuvement fréquentés et l'estimation du périmètre de parcours exploité. Mais avec quelle charge et pendant quelle durée ?

- le comptage aux points d'eau peut donner une approximation de l'effectif pâturant aux environs, à condition d'avoir une idée exacte du rythme d'abreuvement saisonnier des différentes espèces (tous les jours ou tous les deux jours pour les bovins, tous les deux ou trois jours pour les ovins, tous les 4 ou 8 jours pour les camelins...). Il faut en effet poursuivre les

comptages suffisamment longtemps pour avoir une chance raisonnable de totaliser l'ensemble des troupeaux fréquentant le point d'abreuvement.

- l'estimation de la consommation d'eau peut également fournir des indications sur la fréquentation d'un forage par exemple, mais est-il possible d'estimer avec assez d'exactitude la consommation moyenne journalière des divers types d'animaux ?

- le dénombrement des campements fournit une estimation acceptable lorsque les éleveurs fractionnent les campements à partir d'un certain nombre d'animaux. Encore faut-il connaître avec assez de précision, la composition du campement type et pouvoir dénombrer le nombre de campements disséminés dans la région.

- l'effectif vacciné par les services vétérinaires est actuellement le seul renseignement utilisable pour établir des recensements de bétail. Les bovins sont marqués à l'oreille au moment de la vaccination et celle-ci doit être renouvelée 3 fois. Des sondages effectués chez des éleveurs doivent permettre d'établir la composition des troupeaux, la pyramide des âges et la proportion des animaux ayant subi les trois vaccinations. Cependant cette approche ne fournit aucun renseignement ni pour les petits ruminants, ovins et caprins ni pour les asins, et camelins

Devant cette lacune évidente de recensement valable du cheptel il faudrait avoir recours à des recensements systématiques par survol aérien. La technique employée en Afrique de l'Est fournit un recensement à 30 % de précision environ par observation d'une surface échantillonnée à 10 %.* Avec des lignes de vol espacées de 6 km, le cheptel est inventorié par comptage et photos des deux côtés de l'avion sur une bande de 300 m de large délimitée par des cadres de visée, pour un avion volant à 100 mètres d'altitude. De meilleurs résultats devraient être obtenus par une observation systématique mais localisée aux sites fréquentés par les troupeaux à une période précisée par une enquête au sol. Ainsi pour le sahel proprement dit, de bons résultats devraient être obtenus au moment où les animaux se rassemblent autour des points d'abreuvement permanents de saison sèche, à une époque où les arbres sont défeuillés pour faciliter l'observation des troupeaux. La période de février-mars semble la plus favorable et, pour l'unité pastorale de Gossi, seules les mares d'Adiora Doro, Gossi, Ndaki, le barrage d'In Alata et les puits de Fintrou et Tin Tadeini devraient être prospectés (7 points d'eau).

Le dénombrement du cheptel peut s'effectuer sur agrandissement de photographies à 1/1 000 (un petit ruminant mesurant alors près d'un millimètre), les photographies étant équipées au tirage d'une grille quadrillée par superposition d'un rhodoïd à la pellicule, pour faciliter les comptages. Une prise de vue verticale peut donc être envisagée à 1/5000, sans superposition de clichés, les agrandissements ne concernant ultérieurement que les zones où des troupeaux auront été détectés à la loupe sur la pellicule. Avec une camera à focale de 80 mm et format utile 23 x 23 cm, l'altitude de vol doit être de 400 mètres et chaque vue couvre 1150 mètres.

** GWYNNE M.D., CROZE H. - "Pratique du contrôle de l'habitat Est africain. Revue des méthodes et application".
CIPEA-ILCA. Actes du colloque de Bamako (Mali) sur l'inventaire et la cartographie des pâturages tropicaux africains, 1975 (3-8 mars) : 95-135.

A cette période de l'année, tous les troupeaux sont localisés à moins de 10 km des points d'abreuvement, chaque point d'abreuvement effectivement utilisé devrait donc être le centre d'un quadrilatère de 20 km de côté à photographier : 18 passages d'avion à intervalle de 1100 mètres et une longueur de prise de vues de 360 km (313 vues). Pour les 7 points d'eau de l'unité pastorale de Gossi, l'estimation du cheptel nécessiterait dans ces conditions l'examen d'environ 2200 vues avec agrandissement éventuel et 20 heures de vol.

S'il s'avérait au cours de l'enquête préalable (un rapide survol de la zone pouvant compléter l'enquête au sol), que les troupeaux ne s'éloignent qu'à 5 ou 6 kilomètres du point d'abreuvement à cette période, la superficie à prospecter s'en trouverait réduite d'autant (600 vues et 5 heures de vol pour un rayon d'exploitation réduit à 5 kilomètres).