

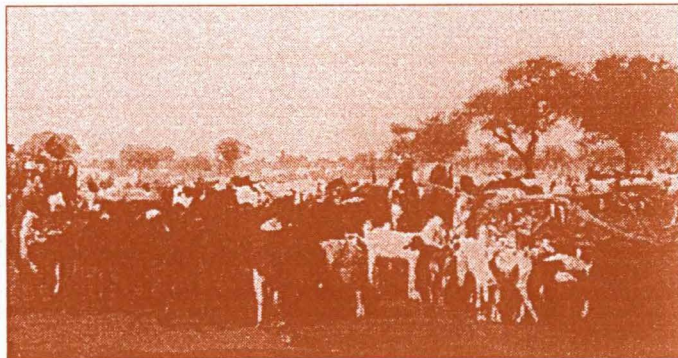
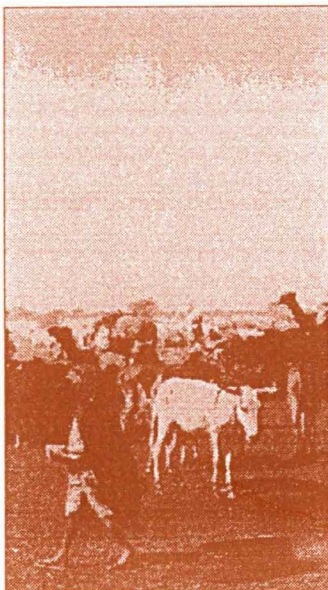


LE SYSTÈME PASTORAL TOUBOU DU BAHR-EL-GHAZAL (TCHAD)

*Essai d'approche intégrée des
modèles empiriques et modèles écologiques*

par

I. YOSKO



1995



CIRAD-EMVT
Département d'élevage
et de médecine vétérinaire
du CIRAD
10, rue Pierre Curie
94704 — Maisons-Alfort Cedex - FRANCE

ACADÉMIE DE MONTPELLIER

UNIVERSITÉ MONTPELLIER II
- SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC -

THESE

Présentée à l'Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc pour obtenir le diplôme de DOCTORAT

Spécialité : Biologie des populations et Ecologie

Formation doctorale : Évolution et Écologie

École doctorale : Biologie des Systèmes Intégrés -Agronomie -Environnement (BSIAE)

**Le système pastoral toubou
du Bahr-el-Ghazal (Tchad)**

Essai d'approche intégrée des
modèles empiriques et des modèles écologiques

par

Idriss YOSKO

Soutenue le 29 Octobre 1993 devant le Jury composé de :

Jury :

M. GODRON, Professeur, Université Montpellier II, *Président, Directeur de thèse*
J.C. BILLE, Docteur ès-Sciences, Directeur de recherche ORSTOM, *Rapporteur*
A. GASTON, Docteur ès-Sciences, CIRAD-EMVT, *Rapporteur*
I. ALFAROUKH, Docteur ès-Sciences, Vétérinaire, Farcha, Tchad, *Examineur*
Ph. DAGET, Docteur ès-Sciences, CNRS, Université Montpellier II, *Examineur*

Résumé

Le pastoralisme toubou du Bahr-el-Ghazal est sous-tendu par une tradition multimillénaire, attestée par l'art rupestre, l'archéologie et la paléoethnographie au Tibesti, au Borkou et dans l'Ennedi. La reconnaissance d'un modèle opérationnel de la production pastorale régionale chez les Toubous *Kréda* et sa prise en compte dans la réflexion sur la problématique de la gestion et de l'aménagement de l'espace pastoral sont menées selon deux axes. L'intégration de la spatialisation perçue par les pasteurs toubous dans la démarche cartographique et les notions spatio-temporelles et de ressources dans un modèle écologique d'aménagement. Ainsi un rôle nouveau incombe au chercheur pastoraliste, à savoir, proposer aux décideurs un outil souple et proche du souci des pasteurs.

Mots-clés : Pastoralisme toubou - Marques de bétail - Modèle de tenseurs - Approche systémique - Approche intégrée - Bahr-el-Ghazal - Tchad

Summary

The Toubou range-livestock systems of Bahr-el-Ghazal, Chad, are derived from ancient traditional practices, as shown by rock-art, archeology and paleoethnography in Tibesti, Borku and Ennedi. A functional model of pastoral production by the Toubou *Kreda* is described, and applied to an analysis of range management and organization along two major lines. Space integration as perceived by the Toubou with a cartographic approach and their "spaciotemporal" notions of ecological resources are used to derive a management model. As a result, a new role is devoted to range-scientists, namely offering to decision makers a flexible tool which reflects the pastoralists' concepts.

Key-woords : Toubou pastoralism - Livestock marks - "Tenseurs" model - Systems approach - Integrated management - Bahr-el-Ghazal - Chad

Table des Matières

INTRODUCTION	1
Chapitre 1 LE TIBESTI, "BERCEAU" DU PASTORALISME TOUBOU.....	5
1.1 L'Art rupestre et les manifestations pastorales au Tibesti : la chronologie de Huard.....	5
1.1.1 Les populations anciennes du Tibesti.....	6
1.1.1.1 Les chasseurs néolithiques	7
1.1.1.2 Les chasseurs pasteurs.....	8
1.1.1.3 Le groupe toubou (<i>Téda</i> et <i>Daza</i>)	8
1.1.2 L'âge pastoral au Tibesti	9
1.1.2.1 La phase pastorale archaïque	10
1.1.2.2 La phase pastorale ancienne	13
1.1.2.3 La phase pastorale moyenne.....	14
1.1.2.4 La phase pastorale tardive	16
1.2 Le pays donza, berceau du système pastoral <i>kréda</i>	19
1.3 Le processus de l'implantation des Toubous dans le Bahr-el-Ghazal..	27
1.4 Conclusion	30
Chapitre 2 ESSAI D'IDENTIFICATION ETHNO-TERRITORIALE A PARTIR DES MARQUES DE BÉTAIL.....	31
2.1 Introduction	31
2.2 Méthodes	32
2.2.1 Principe	32
2.2.1.1 Système de collecte	36
2.2.1.2 Place du <i>Maerua crassifolia</i> dans la relation homme/espace	36
2.2.2 Pertinence de l'outil de lecture	41
2.3 Les marques de bétail chez les Toubous du Bahr-el-Ghazal	52
2.3.1 Le dromadaire dans l'étude des marques.....	52
2.3.2 Signification du clan toubou	56
2.3.3 Le rôle des marques.....	57
2.4 Les processus d'occupation et d'exploitation de l'espace: l'interprétation des marques	65
2.4.1 Le clan, matrice des "champs sociaux" chez les Toubous.....	65
2.4.2 Lecture de marques et espace pastoral.....	72
2.4.2.1 L'entourage des puits.....	74
■ Dourgoula-Nga	75

■ Saf	75
■ Anirafouké	75
■ Biguel	75
■ Kedjemou-Nga	76
■ Outouk	76
2.4.2.2 Les cures salées	76
■ Arak	76
■ Koal	77
■ Alerit	77
■ Homoudj	77
2.5 Conclusion	78
 Chapitre 3 LES PRINCIPAUX SYSTEMES D'ELEVAGE DU BAHR-EL- GHAZAL.....	79
3.1 Introduction	79
3.2 Aperçu sur la démographie des Toubous du Bahr-el-Ghazal	80
3.3 Données typologiques.....	81
3.3.1 Les <i>Kréda</i>	81
3.3.2 Les <i>Daza</i>	84
3.4 Analyse typologique : situation pastorale	85
3.4.1 Les deux grands type de pastoralisme toubou	85
3.4.1.1 Groupe 1 : nomades complets	85
3.4.1.2 Groupe 2 : semi-nomades	86
■ Les pasteurs aux mouvements cycliques	86
■ Les pasteurs à mouvements acycliques	88
3.4.2 Les agro-pasteurs.....	89
3.5 Production pastorale : objectifs et caractéristiques.....	90
3.6 Dominantes pathologiques	91
3.7 Conclusion	91
 Chapitre 4 PRÉSENTATION DU SYSTEME PASTORAL DES TOUBOUS DU BAHR-EL-GHAZAL	93
Introduction	93
4.1 Interrelations entre les facteurs de la production du système pastoral du Bahr-el-Ghazal	96
4.1.1 Les données : étude bibliographique et critique	96
4.1.2 L'origine des données brutes : les cartes thématiques à diverses échelles	97
4.1.3 L'élaboration du tableau de données	99
4.1.3.1 Les "individus"	101
4.1.3.2 Les variables	101
■ Diversité tribale en 1963 (X1)	101
■ Nombre de campements nomades en août-septembre 1963 (X2)	101

■ Nombre de campements nomades en novembre 1963 (X3).....	102
■ Mouvements du gros bétail (cheptel nomade) en 1963 (X4).....	102
■ Disponible fourrager (indice) en 1963 (X5).....	102
■ Production du cheptel bovin (X6)	102
■ Protéines animales (X7)	103
■ Nombre de puits (X8)	103
■ Minéralisation de l'eau (X9) et profondeur de la nappe phréatique (X10)	103
■ Biomasse totale pour (X11), Unité fourragère optimale (X12) et Charge (X13).....	104
4.1.3.3 Le tableau des données	104
4.1.4 Traitement et analyse des données	105
4.1.4.1 Les tables de contingences entre variables du système pastoral	108
4.1.4.2 La matrice ordonnable	110
4.1.5 Discussion : L'intérêt de l'approche	114
4.1.5.1 Elaboration d'un tableau de données	114
4.1.5.2 Confrontation des informations.....	114
4.1.5.3 Traduction cartographique des résultats	115
4.1.5.4 Les limites	115
4.2 L'approche systémique du Programme Ecologie Pastorale (PEP) ...	116
4.2.1 Les outils de recueils et d'analyse de données	116
4.2.1.1 Système d'information géographique	116
4.2.1.2 Entrées dans le système d'information géographique (SIG)	117
4.2.1.3 Analyse des données	117
4.2.1.4 "Spatiocartes"	118
■ Inventaire des ressources pastorales.....	119
■ Production primaire.....	123
■ Inventaire de l'exploitation : l'utilisation des pâturages	124
■ Observations régulières et données quantitatives....	124
■ Enquêtes sur les déplacements spatio-temporels	125
■ Tenue d'un agenda journalier.....	125
4.2.1.5 Analyse de la capacité de charge	125
4.2.1.6 Autres documents utilisés.....	126
4.2.2 Les unités de paysage	128
4.2.2.1 Principes de classification.....	128
4.2.2.2 Les plaines du nord	129
■ 1Pg : plaines typiques du nord, plates à quasi-plates .	129
■ 1Pa : plaines typiques du nord, plates à quasi-plates .	130
■ 1Pd : plaines avec des micro-dépressions (< 500m), quasi-plates	131

4.2.2.3	Les dunes	133
■	1Dg : Dunes ondulées basses au Batha (GOZ)	133
■	1D1 : Dunes ondulées	134
■	1D2 : Dunes vallonnées à quasi-plates	134
■	1Dd1 : Dunes ondulées	135
■	1Dd2 : Dunes ondulées à quasi-plates.....	136
4.2.2.4	Les plateaux	137
■	1Pl1 : Plateaux sans dépressions, quasi-plats.....	137
■	1Pl2 : Plateaux avec grandes dépressions ondulées...	138
■	1Pld : Plateaux ondulés à quasi-plats avec des dépressions de 500 à 1 000 m	139
4.2.2.5	Vallées et dépressions	140
■	1Va : Dépressions présentant une surface bleu/gris sur les spatio-cartes	140
■	1Vb : Dépressions quasi-plates présentant une surface blanche sur les spatio-cartes.....	140
■	1Vn : Dépressions quasi-plates	141
4.2.2.6	Les lits des défluent s	141
■	1La-n : lit du Bahr-el-Ghazal Nord	141
■	1La-s : lit du Bahr-el-Ghazal Sud.....	142
4.2.2.7	Plaines argileuses.....	143
■	2Pg : Plain es aux sols hydromorphes, quasi-plates ...	143
■	2Pc-n : Complexe des dépressions, plaines argileuses et glacis, quasi-plates à ondulées.....	144
■	2Pc-s : Complexe des dépressions, plaines argileuses et glacis, quasi-plates à ondulées.....	145
■	2Pv : Plain es plates à vertisols	146
■	2Ps-n : Plain es sablonneuses nord, quasi-plates	146
■	2Ps-s : Plain es sablonneuses sud, quasi-plates, localement ondulées	147
■	2Psc-n : Plain es sablonneuses nord	148
■	2Psc-s : Plain es sablonneuses sud.....	149
4.2.3	Estimation de la production végétale : démarche et résultats partiels.....	150
4.2.3.1	Principes de l'estimation.....	150
4.2.3.2	L'infiltration	152
4.2.3.3	L'estimation théorique du taux d'azote par unité de paysage.....	159
■	Paramètres et formules utilisés	159
4.2.3.4	L'estimation de la biomasse herbacée et du taux d'azote (mesures de terrain)	161
■	La biomasse herbacée	164
■	La biomasse ligneuse	165
4.2.4	Interprétation théorique de la capacité de charge	167
4.2.4.1	Paramètres du calcul	171

■ Facteurs de correction "disponibilité"	171
■ Facteurs de correction "biomasse consommable"	171
■ Facteurs de correction "exploitation"	172
4.2.4.2 Résultats	173
■ Capacité de charge	173
■ Capacité de charge totale	173
Discussion	173
Chapitre 5 AMORCE DE MODÉLISATION DU SYSTEME PASTORAL DU	
BAHR-EL-GHAZAL	177
Introduction	177
5.1 Principe des tenseurs	178
5.2 Eléments de base des tenseurs du Bahr-el-Ghazal.....	180
5.2.1 "Unités ressources"	180
5.2.2 Saisons pastorales	185
5.3 Organisation du modèle	187
5.3.1 Fluctuations des troupeaux du Bahr-el-Ghazal.....	188
5.3.2 Élaboration du tenseur du troupeau.....	196
5.3.3 Le tenseur du bilan fourager.....	205
5.4 Conclusion	208
CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	209
BIBLIOGRAPHIE	215
ANNEXES	231
I. Liste des espèces rencontrées.....	233
II. Résultats des analyses d'échantillons de natron.....	239
III. Formulaire de relevé utilisé dans les études de terrain.....	249
IV. Correspondances entre l'organisation administrative et les structures réelles	255

Figures

1.1	: Phase pastorale archaïque : Situation des principaux sites de gravures rupestres dans le Tibesti nord-occidental	11
1.2	: Phase pastorale archaïque : Relevé des gravures rupestres anciennes du Tibesti nord-occidental (Gonoa - Gira gira - Bardaï - Aboun).....	12
1.3	: Phase pastorale ancienne : Relevé des gravures rupestres à Bardaï	13
1.4	: Phase pastorale ancienne : Chasseurs-pasteurs de la phase pastorale ancienne du Tibesti nord-occidental.....	13
1.5	: Phase pastorale moyenne : Relevé des gravures rupestres de moutons et de chèvres	14
1.6	: Phase pastorale moyenne : Chasseurs-pasteurs de la phase pastorale moyenne du Tibesti oriental.....	15
1.7	: Phase pastorale tardive : Relevé des gravures.....	17
1.8	: Phase pastorale moyenne : Chasseurs-pasteurs de la phase pastorale tardive du Tibesti oriental	18
1.9	: Carte de la sous-préfecture de Borkou	22
1.10	: Carte du domaine toubou à la frontière septentrionale du Tchad	23
1.11	: Chronologie hydroclimatologique au Tchad	29
2.1	: Carte des itinéraires de projection ethno-territoriale.....	35
2.2	: Dénominations des régions corporelles du dromadaire.....	55
2.3	: Carte des champs sociaux dans le Bahr-el-Ghazal	67
2.4	: Répartition des puits cimentés dans les champs sociaux de Bahr-el-Ghazal	74
4.1	: Cartographie des "individus représentant les 28 carrés de la région du Bahr-el-Ghazal.....	100
4.2	: Distribution des données (en classe de progression géométriques) obtenues pour quelques descripteurs du système pastoral du Bahr-el-Ghazal	106
4.3	: Matrice ordonnable de Bertin	112
4.4	: Cartographie des classes de la matrice ordonnable de Bertin dans le sillon du Bahr-el-Ghazal	113
4.5	: Carte des unités de paysage du Bahr-el-Ghazal	127
5.1	: Situation des principales "unités ressource" du Bahr-el-Ghazal.....	181
5.2	: Le domaine pastoral des Toubous du Bahr-el-Ghazal : Assemblage de spatio-cartes (Feuilles IGN et Landsat TM) par DHV-Consultants, 1991	182
5.3	: Organisation schématique d'un tenseur d'aménagement	188
5.4	: Chaîne de Markov illustrant le mouvement des troupeaux et les interdépendances entre les différentes "unités ressource" dans le Bahr-el-Ghazal	196

Tableaux

2.1	: Marques observées sur l'axe Moussoro/Saf (24-26 mai 1992).....	43
2.2	: Marques observées sur l'axe Moussoro/Grantesi (26 mai 1992)	44
2.3	: Marques observées sur l'axe Moussoro/Mougnira (27 mai 1992)	45
2.4	: Marques observées sur l'axe Mougnira/Biguel (27-28 mai et 11-12 octobre 1992).....	46
2.5	: Marques observées sur l'axe Biguel/Mougnira (28 mai 1992)	47
2.6	: Marques observées sur l'axe Moussoro/Koal/Saf (8-9 octobre 1992)....	48
2.7	: Marques observées sur l'axe Mougnira/Isli/Biguel (11-13 novembre 1992).....	49
2.8	: Marques observées sur l'axe Mougnira/Guisser/Moussoro (14 novembre 1992).....	50
2.9	: Marques observées sur l'axe Dourgoula Nga/Homoudj/Arak/Grantesi (16-18 novembre 1992)	51
2.10	: Marques de bétail de la tribu <i>Merema</i>	57
2.11	: Marques de bétail de la tribu <i>Sagarda</i>	58
2.12	: Marques de bétail de la tribu <i>Chonokora</i>	59
2.13	: Marques de bétail de la tribu <i>Bria</i>	60
2.14	: Marques de bétail de la tribu <i>Dirguima</i>	61
2.15	: Marques de bétail des tribus <i>Gourda</i> et <i>Koutoura</i>	62
2.16	: Marques de bétail des tribus <i>Kreda</i>	63
2.17	: Quelques repères des champs sociaux dans le Bahr-el-Gazal.....	69
2.18	: Quelques repères des champs sociaux dans le Bahr-el-Gazal (suite)	70
2.19	: Quelques repères des champs sociaux dans le Bahr-el-Gazal (suite et fin)	71
4.1	: Les données.....	105
4.2	: Profil d'ensemble	109
4.3	: Exemple de table de contingence entre deux descripteurs	110
4.4	: Relevé de végétation herbacée n° 63.....	120
4.5	: Productivité primaire dans la station du relevé n° 63	121
4.6	: Analyse fourragère de la strate arborée relevé 71	122
4.7	: L'infiltration dans les différentes unités de paysage	156
4.8	: Paramètres d'infiltration et d'humidification des sols.....	157
4.9	: Résultats du calcul théorique du taux d'azote (TA) et de la biomasse (B) dans la végétation herbacée	160
4.10	: Biomasse et quantité d'azote dans la végétation par unité de paysage ..	161
4.11	: Biomasse et quantité d'azote dans la végétation par unité de paysage (suite).....	162
4.12	: Biomasse et importance relative des Légumineuses par unité de paysage.....	163
4.13	: Biomasse et importance relative des Légumineuses par unité de paysage (suite).....	164
4.14	: Biomasse foliaire des ligneux (mesure de terrain)	166
4.15	: Biomasse foliaire des ligneux (suite)	167

4.16	: Capacité de charge des unités de paysage dans le Bahr-el-Ghazal.....	169
5.1	: Les paramètres servant à la description des "unités ressource"	187
5.2	: Comptages aériens du cheptel su 59 000km ²	194
5.3	: Effectifs du troupeau (hypothèse 1)	199
5.4	: Nombre de naissances (hypothèse 1)	200
5.5	: Effectifs du troupeau (hypothèse 2)	202
5.6	: Taux de natalité (hypothèse 2).....	203
5.7	: Evolution du troupeau dans le cadre de l'hypothèse 2	204
5.8	: Tenseur du pâturage du Bahr-el-Ghazal : pâturages de l'Eka	206

Photographies

1	: Une vue panoramique de la palmeraie de Tigui.....	24
2	: Un troupeau résiduel de bovins dans la palmeraie de Tigui.....	24
3, 4	: Gravures rupestres illustrant les formes de pastoralisme qui se sont succédées dans le Haut-Borkou (palmeraie de Tigui).....	25
5	: Scène de vie pastorale peinte à la craie blanche sur le mur d'une salle de classe à Bedo (Haut Borkou) par des écoliers <i>Donza</i>	26
6	: Marques de clan <i>Donza</i> incisées sur le mur d'une habitation à Bedo (Haut-Borkou)	26
7, 8	: Les silencieux paysages minéraux du Pays <i>Donza</i> perdent lentement et sûrement de précieux témoignages préhistoriques	30
9	: Prototype de <i>Maerua crassifolia</i> pour l'inscription de la marque de bétail dans le Bahr-El-Ghazal.....	33
10	: Dispositif de collecte de données géoréférencées sur les marques de bétail dans le Bahr-El-Ghazal.	37
11, 12	: <i>Maerua crassifolia</i> "marqués". Les parties lisses des arbres sont indifféremment marquées	38
13	: <i>Balanites aegyptiaca</i> marqué aux abords d'un puit pastoral toubou ...	39
14	: <i>Acacia nilotica</i> portant une marque toubou	39
15	: Graffiti montrant une ardoise sur un <i>Sclerocaria birrea</i>	40
16	: Graffiti montrant une étoile	40
17	: Dromadaires boudoula (<i>kréda</i>) au repos	53
18	: Bahr-el-Ghazal sud : par la marque qu'il porte, ce dromadaire indique la présence des <i>Sounna</i> (<i>Kréda</i>) autour de ce puits.....	53
19	: Tout <i>Maerua crassifolia</i> qui meurt, est une "page" de l'histoire éthno-territoriale toubou qui est perdue.	54
20	: Village de paillottes.....	89
21	: Survol aérien à basse altitude : identification des itinéraires par l'équipe de suivi au sol.....	190
22	: Survol aérien à basse altitude. Préparation des grilles à l'aide des cartes topographiques.	190
23	: L'équipe des observateurs prête pour l'embarquement.	191
24	: L'équipage de l'avion, un CESSNA 172, s'appêtant à décoller.	191
25	: L'observateur Avant, responsable de la planification du vol et de la navigation en pleine activité.	192
26	: Compilatrice de données au travail après une séance de survol.	192
27	: Enquête au sol auprès des éleveurs.....	193

AVANT - PROPOS

La thèse présentée ici marque une étape d'un travail qui ne fait que commencer ; elle n'aurait pu aboutir sans les aides de toute nature qui m'ont été généreusement prodiguées.

En premier lieu, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur Idriss ALFAROUKH, Directeur du Laboratoire de Farcha au Tchad qui, voilà 3 ans, m'a accueilli dans son établissement tout en m'assurant de son soutien constant. Sa présence comme membre du jury en est une manifestation éclatante.

Je suis redevable au Professeur Michel GODRON qui, dès les premiers moments, alors que je doutais de beaucoup de choses, m'a accueilli dans son laboratoire aussi souvent que nécessaire pour m'initier patiemment à l'approche systémique. Jusqu'au bout, en dépit de ses multiples tâches, il a dirigé ce travail et accepté d'en présider le jury. Au moment où il prend sa retraite, il m'assure de sa disponibilité pour continuer à m'aider dans ce travail initié sous sa houlette alors qu'il pourrait profiter d'un repos tant mérité. Je ne saurais mieux lui signifier ma gratitude qu'en poursuivant la tâche entreprise jusqu'à ce qu'une nouvelle génération reprenne le relais.

Les longs moments que j'ai passés avec Monsieur Philippe DAGET à l'Institut de Botanique de Montpellier resteront sans doute un grand souvenir. Toujours disponible pour m'aider ou me

critiquer, je lui dois beaucoup quant à la qualité littéraire et matérielle du mémoire. Je l'en remercie infiniment, ainsi que pour avoir accepté de siéger comme membre du jury.

Je suis très heureux d'avoir comme membre du jury Monsieur André GASTON, pionnier de la recherche en agropastoralisme au Tchad, pays auquel il reste très attaché. Il a suivi ce travail depuis le début et m'a fait bénéficier grandement de son expérience. Je le remercie très sincèrement d'avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie sincèrement Monsieur Jean-Claude BILLE qui, avec toute la rigueur scientifique nécessaire, n'a rien ménagé de sa vaste connaissance des milieux arides tropicaux pour juger ce travail, pour me faire part de ses observations serrées, précises mais toujours fondées et qui a bien voulu siéger au jury.

Je ne saurais oublier Monsieur Jacques POISSONET qui a été le catalyseur de ce processus et qui, même éloigné de Montpellier, suit ce travail avec beaucoup de bienveillance. Que Madame DUFFOUR à Montpellier et Monsieur TELINDJIM à N'Djamena trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude pour avoir passé de longues heures à dactylographier le manuscrit.

Il serait fastidieux de citer toutes les personnes mises à contribution. Je citerai cependant le docteur M. T. NAHAR qui reste très attaché à ce travail et dont la vaste culture vétérinaire sera mise à contribution pour la suite du travail.

Enfin, que tous mes amis du Programme d'Écologie Pastorale (P.E.P.), en particulier Paul SCHOLTE, Robert BECK, Linda VELLS, M'Baïranadji LOMAYE, trouvent ici le témoignage de mes meilleurs souvenirs et de ma profonde gratitude.

INTRODUCTION

L'abondance de la littérature ethnographique et pastorale et l'absence de réflexion de synthèse approfondie sur la problématique de la gestion et de l'aménagement de l'espace pastoral dans le Bahr-el-Ghazal (Tchad) constituent une caractéristique étonnante de l'état des connaissances. Les publications et documents sont généralement restés sectoriels ; aucune vision d'ensemble n'a été proposée. Pourtant les pasteurs de cette région intègrent de nombreux paramètres (écologiques, hydrologiques, climatologiques, épidémiologiques, économiques, politiques...) pour atteindre leurs objectifs de production pastorale, c'est-à-dire qu'ils ont constitué, sans le savoir, un **modèle** opérationnel de la production régionale.

Alors pourquoi ne pas orienter la réflexion vers la recherche des modèles spatio-temporels empiriques développés par les Toubous du Bahr-el-Ghazal et leur expression par les modèles écologiques d'aménagement et de gestion de l'espace? Cette réflexion s'inscrit dans la problématique de recherches plus large menée dans le cadre du Projet National Élevage, financé par la Banque Mondiale et basé au Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha à N'Djaména (Tchad). Ce **Programme d'Écologie Pastorale (PEP)**, fruit de la collaboration avec **DHV Consultants-BV¹**, a été lancé en avril 1990 pour trois ans. Les recherches effectuées dans le cadre du PEP, conduites selon l'approche systémique, couvrent un territoire de 200 000 km² dénommé **Zone d'Organisation**

1. Nom d'un bureau d'étude néerlandais basé à Amersfoort (Pays-Bas) et spécialisé en recherche et développement en agriculture, hydraulique et environnement

Pastorale (ZOP) et compris entre 10° et 16° N ; la région du Bahr-el-Ghazal, objet du présent mémoire, en constitue la partie septentrionale. L'objectif du PEP est d'identifier les principales contraintes liées à l'exploitation des pâturages et de préconiser des scénarios d'intervention en vue d'assurer la pérennité des productions pastorales et agropastorales.

Le présent travail, guidé par cette réflexion, constitue notre apport personnel à l'oeuvre collective qu'est le PEP. Nous avons essayé de mener cette réflexion, à la fois conceptuelle et méthodologique, en adoptant la démarche suivante :

- Situer d'abord le pastoralisme toubou dans le temps et dans l'espace. Le chapitre I, en s'appuyant sur l'art rupestre, l'archéologie, la paléoethnographie et les traditions historiques propose le Tibesti comme le berceau du pastoralisme toubou et présente son évolution depuis cinq mille ans, mais pose aussi les problèmes actuels.
- Le chapitre II essaye de préciser le rôle de la spatialisation, élément fondamental dans toute stratégie de gestion et d'aménagement de l'espace : chez les Toubous, cette spatialisation est produite par les marques de bétail, qui sont en rapport avec les structures sociales et le milieu (l'arbre en particulier). Un système d'information géographique (SIG) permet d'obtenir un produit cartographique simple et pratique pour le décideur et proche des pasteurs toubous.
- Le chapitre III décrit, succinctement, les caractéristiques du système pastoral toubou et les principales fonctions de la production pastorale.
- Le chapitre IV analyse le système pastoral des Toubous du Bahr-el-Ghazal en mettant en évidence les lacunes de l'approche sectorielle des problèmes du pastoralisme à travers une étude bibliographique, puis présente les premiers résultats d'un programme de recherches systémiques sur l'écologie des parcours menée depuis trois ans dans le

Bahr-el-Ghazal par l'équipe tchado-néerlandaise basée au Laboratoire de Farcha et à laquelle nous appartenons. Cette approche, qui s'inspire de la méthode mise au point par le CABO-DLO (Centre de recherches agrobiologiques de Wageningen aux Pays-Bas).

- Le chapitre V décrit une amorce de modélisation utilisant les "tenseurs d'aménagement" mis au point par le professeur GODRON (Université de Montpellier II) en partant de la perception qu'ont les Toubous des notions de temps, d'espace et de ressources.

En conclusion, cet essai d'approche intégrée a pour but de porter un nouveau regard sur le pastoralisme, ainsi que sur le rôle que peut avoir désormais le chercheur pastoraliste vis-à-vis des décideurs, en leur proposant des outils simples et proches des soucis des pasteurs.

Chapitre 1

LE TIBESTI, "BERCEAU" DU PASTORALISME TOUBOU

Dans une étude traitant de la modélisation d'un système pastoral, consacrer un chapitre introductif aux origines du pastoralisme qui le sous-tend est une étape presque nécessaire. Nous avons voulu le faire à travers l'éclairage de l'art rupestre. En effet, la littérature sur l'art rupestre du Nord-Tchad impressionne par son abondance et sa diversité, mais elle reste hélas mal connue.

1.1 L'Art rupestre et les manifestations pastorales au Tibesti : la chronologie de Huard

Les silencieux paysages minéraux du Tibesti retiennent, gravés ou peints sur leurs parois de grès, les éléments de réponses sur l'origine du pastoralisme toubou. D'où l'intérêt qu'il faut accorder aux composantes lointaines de la population résiduelle du massif (BRIGGS, 1956). Elles étaient déjà probablement en place vers 450 avant le début de l'ère chrétienne, quand Hérodote, décrivant les troglodytes éthiopiens, dégagait quelques-uns de leurs traits spécifiques. Leur habitat primitif et constant, le Tibesti, permet par ses gravures rupestres superposées de remonter jusqu'aux chasseurs néolithiques, quelque cinq mille ans avant que la dégradation de l'habitat n'amène une minorité de la population à se fixer dans de maigres palmeraies, tandis que la majorité émigrerait avant de s'adapter partiellement à l'état nomade. Pendant son épanouissement, le Tibesti,

aux plateaux couverts de végétation et bordé de savanes parcourues par la grande faune, abritait une population assez nombreuse (HUARD, 1952, 1959).

Les repères chronologiques sont difficiles à établir. Cependant les progrès de la préhistoire et de paléoécologie sahariennes et l'ethnographie des populations du Sahel tchadien fournissent un cadre général dans lequel il paraît possible d'intégrer avec prudence une partie de la documentation assez abondante mais discontinue, détaillée mais souvent énigmatique, fournie par les rupestres dont les liens avec l'outillage de surface et avec les vestiges d'établissements d'âges divers restent à établir (ALVERNY, 1950 ; BAILLOUD, 1950 ; COURTIN, 1964a et b ; LELUBRE, 1948 ; MONOD, 1951 ; PASSEMARD & SAINT-FLORIS, 1935 ; PETIT, 1958 ; CAPOT-REY, 1958 ; COPPENS, 1960a et b, 1961a et b, 1964, 1968 ; SELQUIER, 1945 ; TREINEN-CLAUSTRE, 1977, 1978a et b, 1981, 1982). Le général Huard totalise à lui seul plus d'une centaine de références sur l'art rupestre au Tchad. Il demeure l'un des pères fondateurs de la recherche en art rupestre saharien, de la lignée de Henri Lhote. Reste que ses publications très dispersées sont difficiles à réunir.

1.1.1 Populations anciennes du Tibesti

Les rupestres sont des éléments essentiels dans la reconstitution de l'histoire du pastoralisme (SAGNE, 1950), même si leur interprétation sur la chronologie peut conduire à des conclusions subjectives. Ces anciennes populations du Tibesti, dont l'existence est attestée par les rupestres, ne peuvent pas être rattachées avec précision aux grands groupes actuels du Sahara et de ses alentours. Les recherches archéologiques et paléo-ethnographiques ne permettent pas, à l'heure actuelle, d'avancer des hypothèses sur leur origine. L'examen minutieux des représentations rupestres du Tibesti laisse supposer la succession de deux groupes de populations avant les Toubous, considérés à travers la branche *téda* comme les éléments résiduels de ces populations préhistoriques.

1.1.1.1 Les chasseurs néolithiques

L'ère des chasseurs du début du néolithique saharien a laissé d'impressionnantes figurations dont les éléphants et les rhinocéros gravés des "galeries" de Gonoa au Tibesti (HUARD, 1952).

Les chasseurs eux-mêmes ne sont qu'exceptionnellement figurés et d'une manière fruste qui contraste avec l'abondance et la précision des détails des animaux sauvages. Nus, de profil, le sexe apparent, ils sont armés d'une arme recourbée rappelant le boomerang usité par l'Egypte prédynastique, la massue ou l'arc simple (HUARD, 1955).

A quel type racial appartiennent ces chasseurs? blanc, noir ou brun ? Huard estime que le type racial pourrait être noir ou brun et que cette population ne remonterait pas au-delà de 4 000 ans av. J.C. Toujours est-il que pour LHOTE (1970), l'interprétation des peuplements du Sahara sur la seule base des gravures et peintures rupestres est une approche très délicate. Sans entrer dans des considérations anthropologiques, MUZZOLINI (1983) constate l'émergence sur les figurations du Sahara (peintures et gravures) de trois populations différenciées :

- les **négroïdes** dont les traits caractéristiques sont : prognathisme, nez épaté, lèvres grosses et éversées, front fuyant, pommettes saillantes, dolicocephalie, larges épaules, cuisses courtes et fortes, reins cambrés, mollets gracieux, cheveux crépus ;
- les **europoïdes** francs : certains rappellent les types actuels du Maghreb, d'autres des non-noirs divers ;
- les **mélanodermes non-négroïdes** : ils sont grands, minces, non cambrés, à prognathisme faible, visage au trait fin, lèvres souvent peu éversées.

Les travaux de ROSET (1968, 1974) laissent supposer que le Tibesti était habité depuis plus de 6 000 ans par des populations qui possédaient des rites

funéraires. L'étude anthropologique de cet auteur, portant sur un faible effectif de squelettes, met en évidence l'existence de caractéristiques variées dont la succession chronologique des populations reste à établir.

1.1.1.2 Les chasseurs pasteurs

Les chasseurs-pasteurs sont toujours nus, de profil, le sexe marqué, et portent parfois une "mèche" ou un panache de plumes. Ils sont armés de l'arc avec carquois, parfois d'une arme courbe ou d'une massue et sont accompagnés de chiens aux formes lourdes. Avec beaucoup d'audace, HUARD (op. cit.) affirme qu'ils sont les descendants des chasseurs. Ils élèvent deux espèces de boeufs, l'une à grandes cornes, l'autre aux cornes rabattues en avant et toujours figurée de profil. Ces chasseurs pasteurs ont également pratiqué la domestication.

1.1.1.3 Le groupe toubou (*Téda* et *Daza*)

L'ensemble "toubou" traduit à la fois l'unité et la diversité d'un peuple qui ne se désigne pas ainsi. La question a été remarquablement développée par CHAPELLE (1957, rééd. 1982) et il n'y a pas lieu de la reprendre ici. Le terme Toubou est maintenant admis comme celui de Touareg ou de Maure.

De nos jours, les *Téda* et les *Daza* offrent un type humain bien reconnaissable et une structure sociale qui les différencie nettement des Touaregs, des Maures et des noirs. Ils ont des réactions psychologiques propres et usent d'une même langue, l'ensemble de ces caractères spécifiques permettant de parler d'une communauté raciale.

Sur un squelette léger d'assez haute stature, les muscles sont maigres, les épaules larges, la taille mince, l'aplomb vertical. Le teint varie du noir au brun mais la face est europaïde, avec l'ovale pur, surtout chez les femmes, les traits réguliers et fins, les cheveux ondulés plutôt que crépus, les pommettes assez saillantes, les lèvres charnues mais sans prognathisme (CHAPELLE, 1950a et b ; AUTHIER, 1920 ; NOEL, 1920 ; BOUILLEZ, 1913).

Quant à la structure sociale, elle est caractérisée par l'existence de clans d'importance et d'effectifs très variables. Les clans, valables seulement dans la lignée paternelle, ont conservé une vivante personnalité avec leur marque (blason), leurs pratiques, leurs interdits alimentaires, vestimentaires, matrimoniaux et leurs droits fonciers (DAGNAC, 1935 ; SELQUIER, 1945 ; LE COEUR, 1935a ; HUARD & CHARPIN, 1962 ; BAROIN, 1984).

L'analyse schématique qui précède permet de conclure provisoirement que les peuples du Tibesti, issus des chasseurs néolithiques, après avoir eu une période commune avec ceux du Fezzan et du Tassili, se sont bientôt rétractés du nord et du nord-ouest pour s'ouvrir aux influences de l'est et du sud.

Des apports hamitiques et noirs ont contribué à l'élaboration du groupe ethnique toubou. Celui-ci a enfin terminé son évolution, au cours de mouvements de population résultant de causes climatiques ou historiques, en assimilant dans les temps modernes - grâce aux fortes contraintes exercées par le milieu physique sévère - des éléments étrangers divers, originaires du Sahara méridional (HUARD & CHARPIN, 1960, 1962 ; BRIGGS, 1956 ; HUARD, 1961b ; CAPOT-REY, 1961).

1.1.2 L'âge pastoral au Tibesti

Le Tibesti n'a pas été seulement le domaine prestigieux des chasseurs qui ont incisé sur les falaises de Gonoa les images monumentales de la grande faune : hippopotame, rhinocéros, éléphant, girafe, antilope, attrait cynégétique des savanes actuelles du Tchad, à 1 500 kilomètres au sud du grand massif.

Ces chasseurs ont aussi laissé des témoignages technologiques, zoologiques et culturels de nature à éclairer certains aspects des origines de la vie pastorale saharienne (HUARD, 1959a, b, c ; 1960a). Comme le prouvent des milliers de gravures et de peintures rupestres, parfois très anciennes, représentant du gibier, des fauves, et surtout des bovins, le milieu biogéographique du Sahara fut propice à l'élevage pendant les millénaires de la période dite "Optimum climatique

post-glaciaire" qui fit place, à dater du premier millénaire avant l'ère chrétienne, à une aridité dont la progression lente varia avec les secteurs du sous-continent, où les facteurs climatiques ont diversement combiné leurs effets. Dans chaque unité géographique, l'altération des conditions de vie a imposé une sélection des espèces sauvages et domestiques au terme de laquelle l'addax et la gazelle occupent l'ancien habitat des pachydermes, le dromadaire et la chèvre celui du boeuf.

L'âge pastoral a duré au Tibesti environ cinq millénaires consécutifs jusqu'au X^e siècle, grâce aux conditions favorables qui ont assuré la permanence du peuplement dans le bassin du Bardaï et sur la lisière occidentale du massif.

En outre, dans les temps modernes, la réapparition du bétail est enregistrée par les traditions des clans *Téda* actuels, qui remontent aux XVI^e-XVII^e siècles et l'on peut encore voir quelques boeufs dans des mares d'hivernage du versant occidental.

A partir des chasseurs, des archives gravées nombreuses et relativement homogènes permettent de suivre les grandes phases du déroulement de l'âge pastoral au Tibesti septentrional et occidental.

1.1.2.1 La phase pastorale archaïque

A Gira-Gira, entre Gonoa et Bardaï (carte 1.1), deux gravures de l'art monumental des anciens chasseurs retiennent l'attention. Il s'agit d'un éléphant, sur lequel des traces de liens sont visibles, juxtaposé et étroitement associé par sa patine noire, son style, ses dimensions et sa facture au trait profond en U, à un boeuf à grandes cornes (figure 1.2). Cette association est à coup sûr la plus ancienne que l'on connaisse au Tibesti et le caractère exceptionnel du boeuf est attesté par une copie de cette oeuvre maîtresse. Le ruminant, d'allure sauvage, à la musculature accusée, au garrot rectiligne, aux grandes cornes issues d'un chignon frontal, porte sous la mâchoire une double pendeloque, attribut de domestication courant sur les rupestres pastoraux sahariens. Sa datation dans la

chronologie courte serait celle de l'éléphant, c'est-à-dire non inférieure à 4000 av.J.C. (6000 BP).

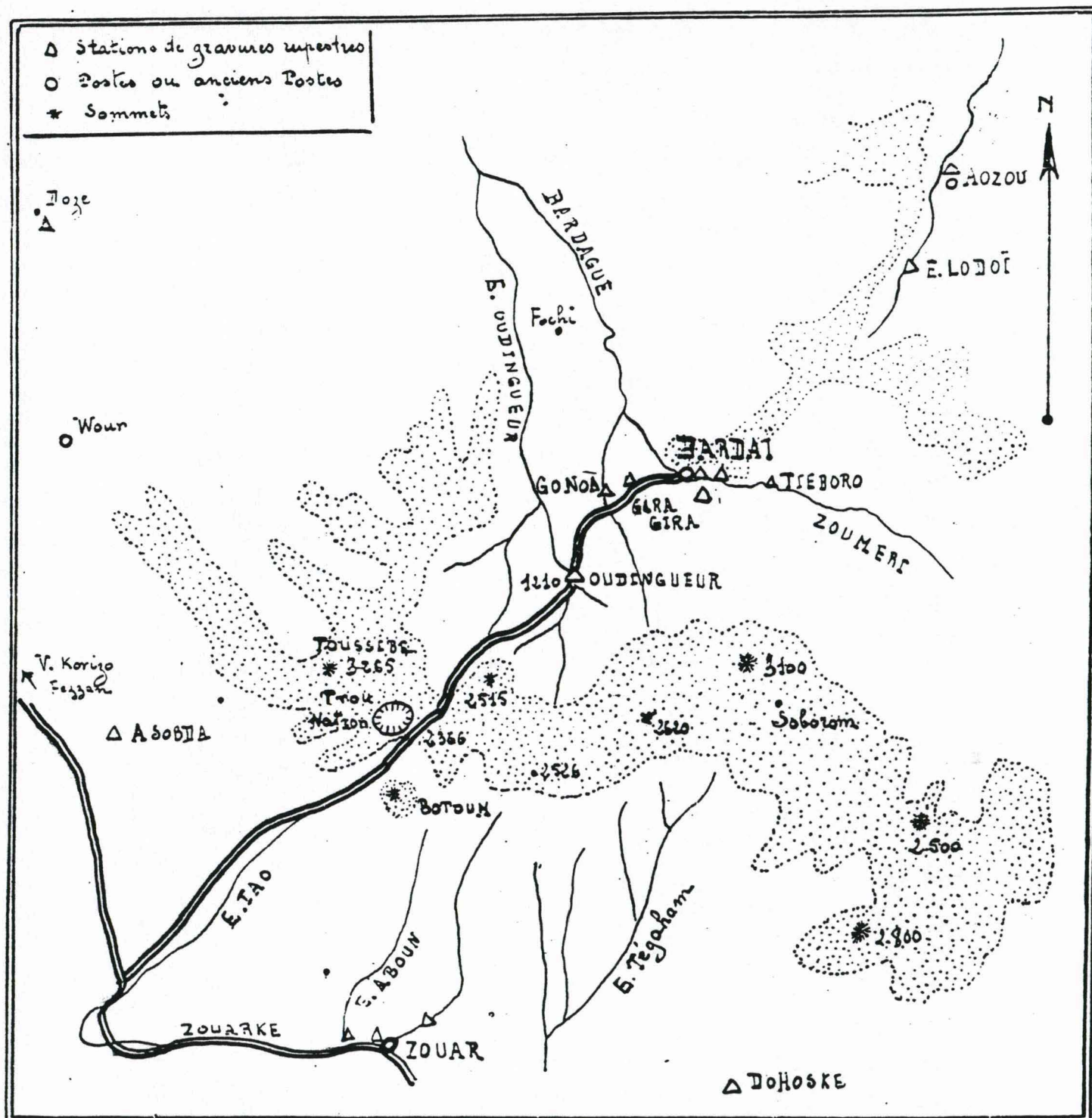


Figure 1.1: Phase pastorale archaïque (HUARD, 1952)
 Situation des principaux sites de gravure rupestres dans le Tibesti nord-occidental

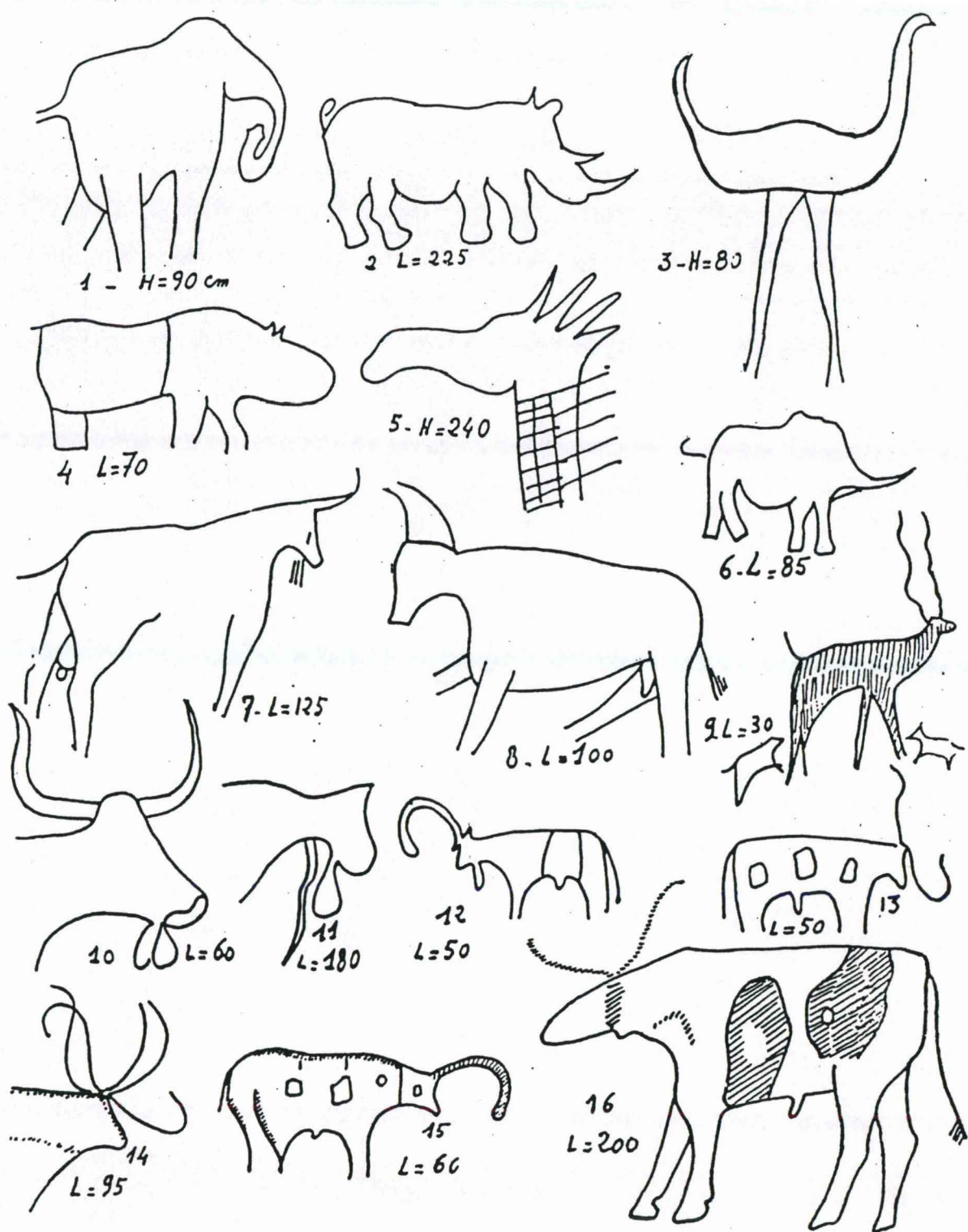


Figure 1.2: Phase pastorale archaïque (HUARD, 1952)
Relevé des gravures rupestres anciennes du Tibesti nord-occidental
(Gonoa - Gira gira - Bardaï - Aboun)

1.1.2.2 La phase pastorale ancienne

Dans cette phase l'élevage n'a pas encore prévalu définitivement sur la chasse comme activité principale (figure 1.3 et 1.4). Deux groupes de populations coexistent en partie sur les faces opposées du Tibesti. Ce furent : au nord et à l'ouest, des chasseurs-pasteurs autochtones et gravant leurs dessins sur la roche, et des noyaux issus de leur croisement avec les immigrants ; sur le versant oriental tourné vers la Libye, des pasteurs-peintres, dont les premiers pratiquaient encore la chasse.

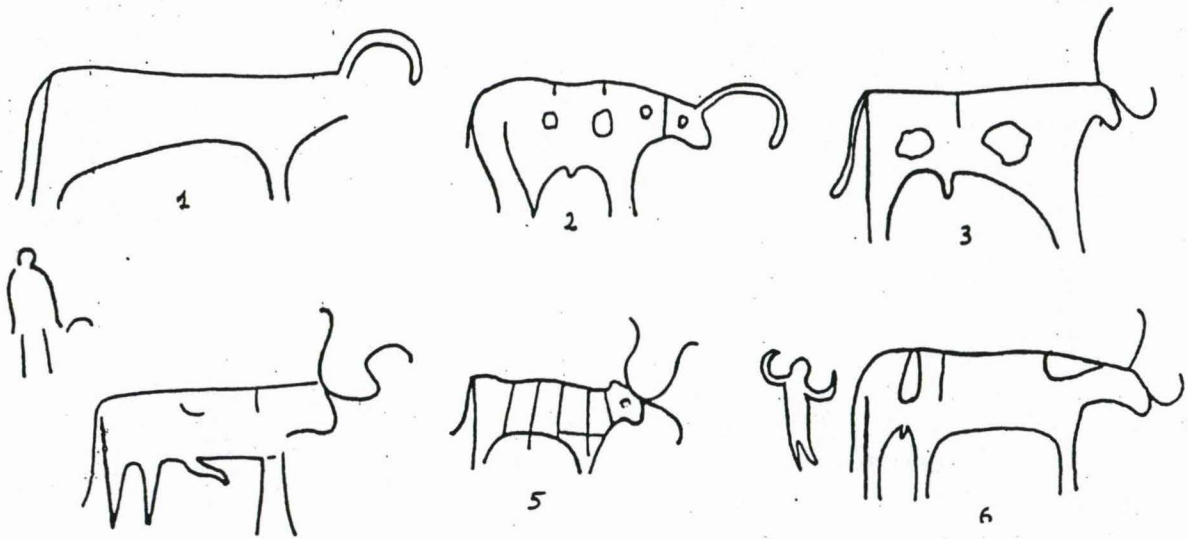


Figure 1.3: Phase pastorale ancienne (HUARD, 1952)
Relevé des gravures rupestres à Bardaï
(1 & 2 : boeuf ibérique ; 3 à 6 : boeufs africains à cornes déformées)

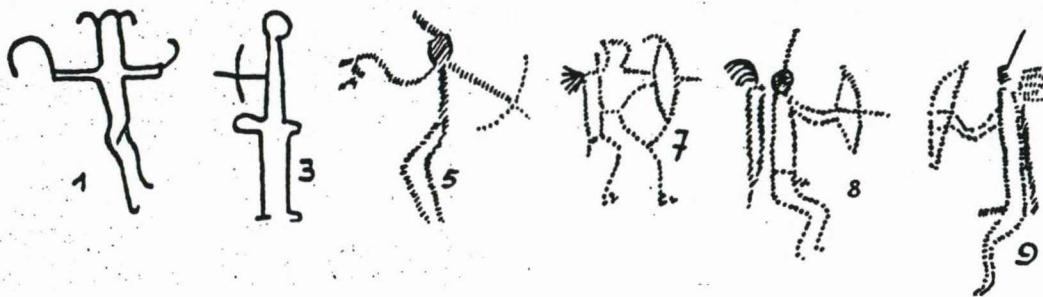


Figure 1.4: Phase pastorale ancienne (HUARD, 1952)
Chasseurs-pasteurs de la phase pastorale ancienne du Tibesti nord-occidental

1.1.2.3 La phase pastorale moyenne

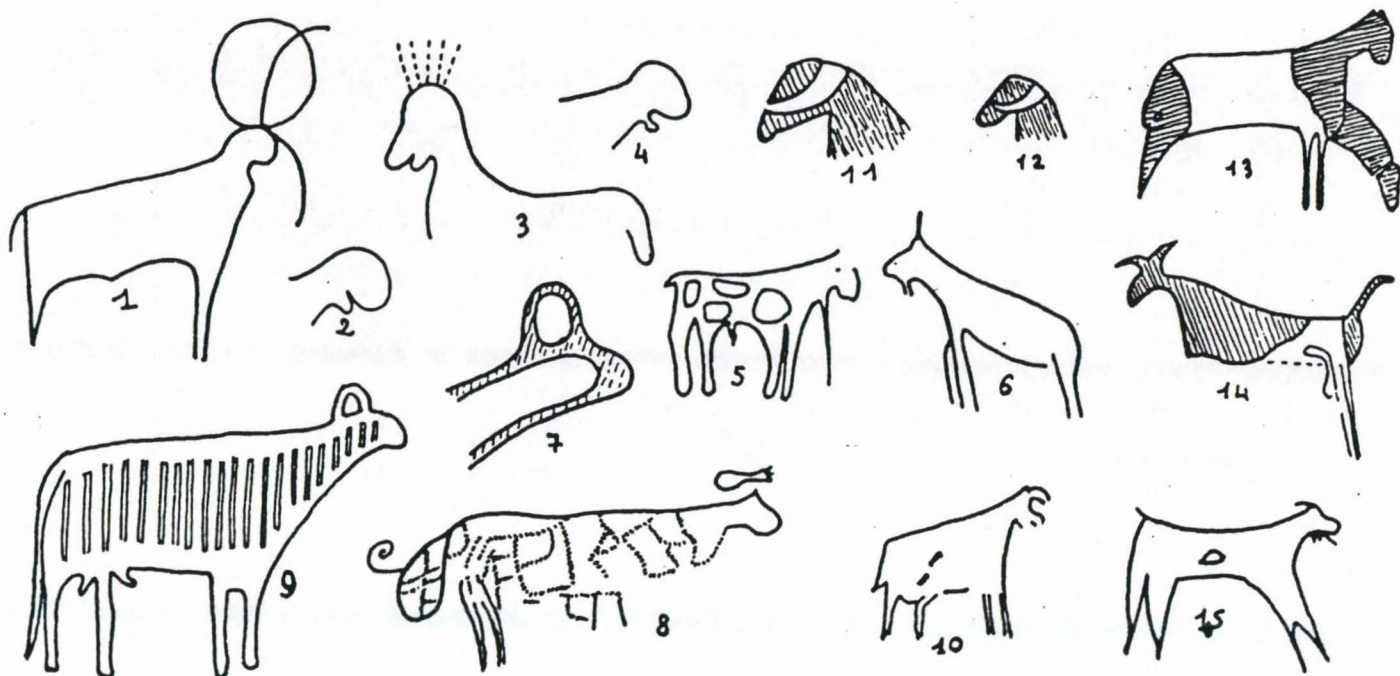


Figure 1.5: Phase pastorale moyenne (HUARD, 1960)

Relevé des gravures rupestres de moutons et de chèvres

(1 à 6 : nord-ouest du Tibesti ; 7 à 10 : Borkou ; 11 à 14 : Thiézy ; 15 : Ennedi)

Dans un cadre naturel qui commence à s'altérer, le mouton et la chèvre font leur apparition tandis que l'on observe une évolution technique et plastique de l'art pariétal.

Les moutons et les chèvres semblent avoir été connus au Tibesti dès le début de cette phase, en troupeaux à l'est chez les peintres, par sujets isolés chez les graveurs (figure 1.5).

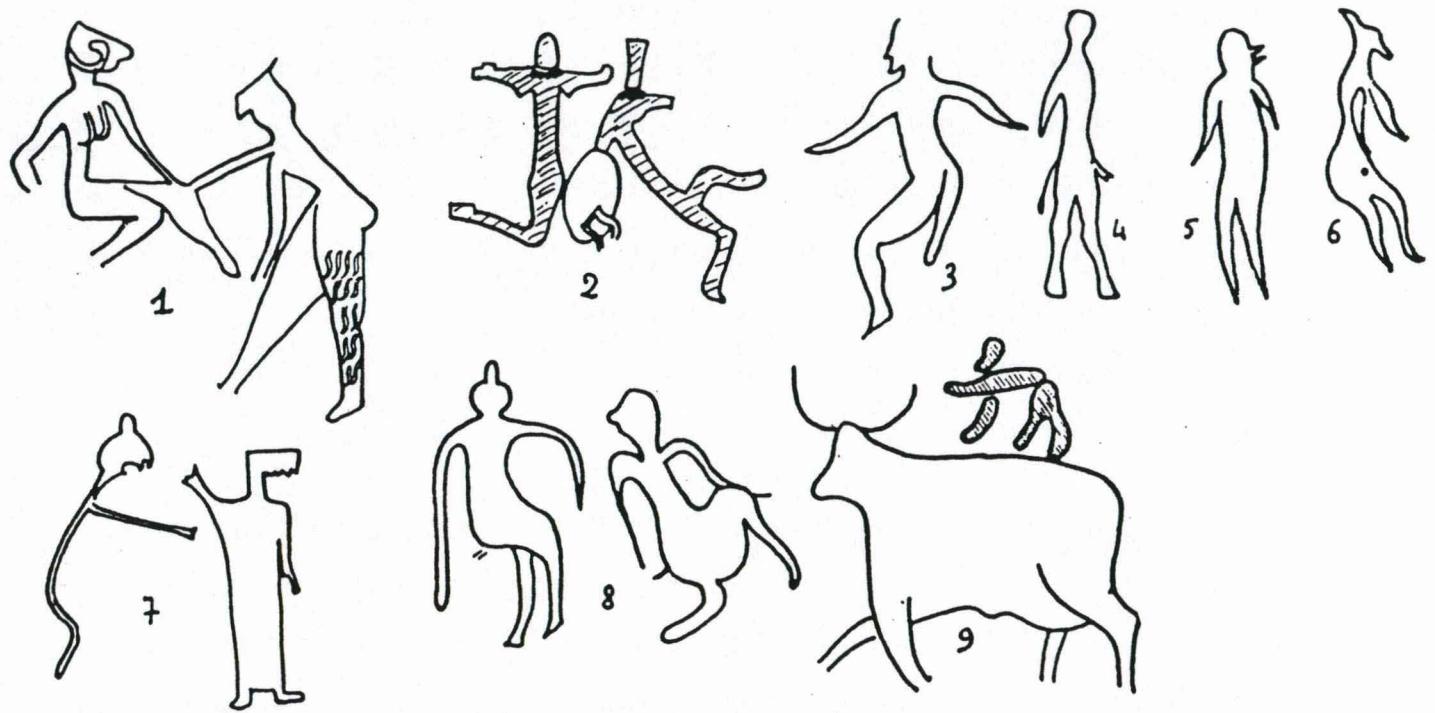


Figure 1.6: Phase pastorale moyenne (HUARD, 1960)
Chasseurs-pasteurs de la phase pastorale moyenne du Tibesti oriental

Au Tibesti occidental et au Borkou, les moutons gravés ont surtout des têtes rondes à profil convexe. Sur le versant oriental, on observe dans un troupeau peint à Tiézi des profils variables : les uns rectilignes ou légèrement convexes avec de grandes cornes ramenées en avant, les autres parfois légèrement concaves. La queue courte et épaisse d'un mouton indique la coexistence et peut-être le croisement des deux races dans cette région, où la plupart des ovins seraient venus du Fezzan ou du Tassali. Toutefois, un mouton à très large queue, gravé au Borkou, annonce un type africain oriental actuel.

Les deux races anciennes de moutons sahariens avaient des poils (dits jarres) comme de nos jours le mouton du Tibesti. En effet, il est connu que les ovins à laine n'ont été importés que beaucoup plus tardivement, en Egypte à l'époque hellénistique avant d'atteindre l'Afrique du Nord ; les robes rayées ou cloisonnées des moutons gravés au Sahara tchadien sont conventionnelles.

Au Tibesti oriental, les chèvres superposées, à Fofoda, aux peintures de la phase ancienne, ont des traits de la mambrine et de la sahélienne.

Les chèvres gravées à Gonoa et au Borkou, de petite taille, comme celles des *Téda*, évoquent la silhouette de *Hircus reversus*, aux membres courts, profil légèrement concave, barbiche marquée, cornes courtes et écartées, queue courte.

HUARD estime que les chèvres ont eu, au Tibesti et au Borkou, deux provenances, l'une septentrionale, l'autre orientale.

1.1.2.4 La phase pastorale tardive

Vers la fin du premier millénaire (2000 BP), les témoignages rupestres se traduisent dans un cadre naturel très sensiblement modifié, par la faune sauvage, limitée à quelques girafes - probablement saisonnières - à l'autruche, aux antilopes du désert et au mouflon. C'est aussi l'époque de l'introduction du dromadaire et du cheval.

A l'est, la population raréfiée s'est resserrée en quelques points. Au nord, le cirque d'Aozou est le siège d'un groupe de pasteurs de boeufs dont on observe l'entrée dans l'âge du fer.



Figure 1.7: Phase pastorale tardive (HUARD, 1960)

Relevé des gravures

(1 à 8 : archers et lanciers du Tibesti NO ; 9 à 11 : zébus ; 12 à 15 : animaux divers ;
16 : char ; 17 à 19 : boeufs ; 20 : dromadaire ; 21 à 23 : chevaux)

Parmi les centaines d'images de "guerriers" étudiées par Th. MONOD (1951), les uns, figurés de profil, ithyphalliques, longilignes, sont armés de l'arc et du bois de jet (figure 1.7) ; les autres, à taille plus ou moins amincie sont munis d'une arme nouvelle : la lance à grand fer (figure 1.8), accompagnée de boucliers divers, qui ne sont jamais ronds. D'après leur patine chamois clair, les archers sont à peine antérieurs aux lanciers qu'ils côtoient ; aucune scène de combat ne les oppose ; le passage de l'arc à la lance exprime un progrès technique par

acquisition. Le fer ouvré, précédant la métallurgie, a pu atteindre l'Ennedi peu avant le début de l'ère chrétienne (2000 BP environ) et, de là, gagner rapidement le Tibesti. Pendant la phase pastorale tardive, à laquelle les archers d'Aozou donnent une base chronologique un peu antérieure, les principaux centres de peuplement ayant adopté la lance sont Tarka, Dozé et Areun au Tibesti ainsi que Kazer et Yarda au Borkou. Plusieurs boeufs de selle représentés montrent que la vie pastorale devait exiger des déplacements.

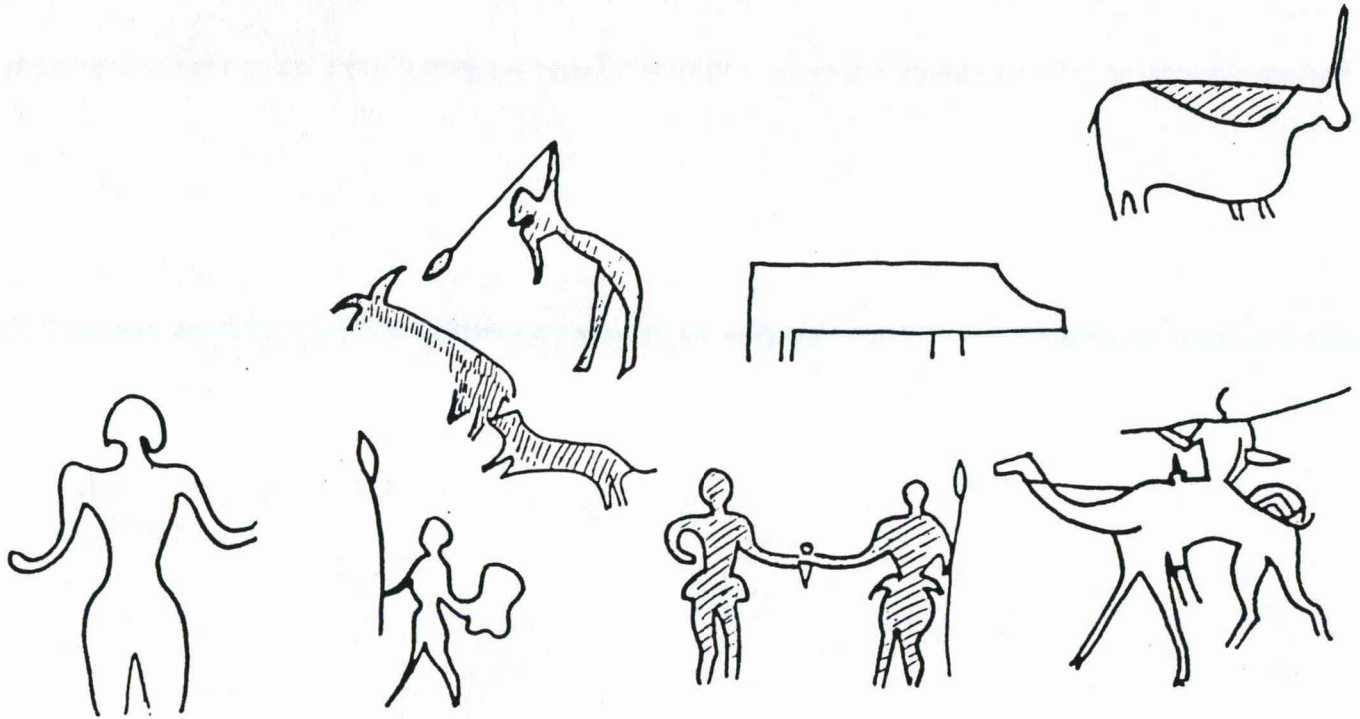


Figure 1.8: Phase pastorale moyenne (HUARD, 1960)
Chasseurs-pasteurs de la phase pastorale tardive du Tibesti oriental

Le dromadaire est parvenu au Sahara tchadien du sud-est et du nord (figure 1.7). En provenance du Soudan, le dromadaire portant le bât encadrant la bosse (basour) comme chez les *Téda* de nos jours, a pénétré certainement plus tôt au Sahara tchadien, à la suite du cheval, qui a connu aussi deux axes d'introduction, trans- et sub-saharien.

MUZZOLINI (1983, 1988/89), tout en reconnaissant le caractère **"bien charpenté"** de la classification de Huard, estime qu'elle repose sur des **"suites d'affirmations respectables mais non prouvées"**. Ce sont des **"hypothèses de travail"**, conclue-t-il.

Nous avons donné une lecture très simplifiée des travaux de HUARD. Ceux relatifs à la datation et aux races domestiques ont été discutés en détail par MUZZOLINI à travers des dizaines d'articles qu'il n'y a pas lieu de reprendre ici.

Personnellement, et sans prétendre à une compétence particulière dans un domaine aussi vaste et complexe que celui de la préhistoire africaine, je pense que les remarques de MUZZOLINI sont absolument justifiées. En effet, les travaux de HUARD datent d'une époque où l'art rupestre était considéré comme une science à part. Ses outils méthodologiques étaient rudimentaires. Par certains de leurs aspects, les interprétations de HUARD me paraissent audacieuses, voire aventurées. Le Tibesti n'a pas été un site où des recherches pluridisciplinaires dans lesquelles les préoccupations paléoécologiques occupaient une place importante. Des travaux archéologiques traditionnels, complétés par des analyses palynologiques et ostéologiques, n'ont jamais eu lieu.

1.2 Le pays *donza*, berceau du système pastoral *kréda*

A la lisière entre le Tibesti et le Borkou, une zone retient l'attention : le pays *donza* (CAPOT-REY, 1961) en jaune au centre de la carte de la figure 1.9. L'altitude y est modeste : 320 m à Bedo, 360 m à Tigui ; les points les plus hauts au nord d'Orori ne dépassent pas 600 m. Tranché brusquement par l'escarpement de la faille Bedo-Kaortchi, le plateau de grès dévonien se présente avec l'aspect d'un tassili : une surface raboteuse hérissée de rochers isolés. Un réseau de diaclases est à l'origine de ces blocs à partir desquels le vent a sculpté des formes plus déliées, aiguilles et clochetons. Cependant les vallées ne font pas complètement défaut, mais elles sont moins profondes et surtout moins larges et plus uniformément remblayées que dans la région du Bahr-el-Ghazal à un millier de kilomètres plus au sud.

De bonne heure, les hommes ont été attirés dans ces vallées par l'eau et le sol. L'eau qui circule dans les alluvions est atteinte par des puits peu profonds ou

émerge d'elle-même sur les points bas. De Kouroudi² à Kaortchi, sur une centaine de kilomètres, il existe une série de sources, ou plutôt, comme l'eau s'écoule mal dans ces vallées remblayées, de mares. D'autre part, à la différence de la dépression centrale, privée de terre arable par la déflation, ces vallées renferment plusieurs couches superposées de dépôts meubles : sable, argile et limon.

D'après les peintures et les gravures rupestres (Tigui, photos 1 et 2), les premiers occupants de la contrée furent des éleveurs de boeufs dont la civilisation présentait de grandes ressemblances avec celle des éleveurs de boeufs du Sahara central. Ensuite vinrent des éleveurs de dromadaires qui ont littéralement couvert de gravures les parois gréseuses (Kazer, Iski). On ne peut s'empêcher de faire le parallélisme entre les gravures rupestres de Tigui et l'art enfantin des jeunes *Donza* exécuté sur les murs de Bedo à la craie blanche (photos 3 et 4). Ne s'agit-il pas d'un même fond culturel comme le pense LHOE (1953) ? Plus tard, d'autres populations ont creusé des puits et aménagé au milieu des Doums (*Hyphaene thebaica*) et des épineux les premières palmeraies.

Aujourd'hui, on y trouve installé un des groupes toubous les plus originaux, les *Donza* (ou *Doza* pour certains auteurs et figure 1.10). Dans le quadrilatère Orori-Gouring-Bedo-Kaortchi (figure 1.9), ils sont vraiment chez eux, seuls maîtres des pâturages, seuls à cultiver la terre. Une partie d'entre eux descendent d'autochtones qui avaient de bonne heure essaimé au Tibesti (CAPOT-REY, 1961).

La tradition historique des *Donza* est formelle : les *Kréda* avaient été les premiers occupants avec leurs immenses troupeaux de boeufs³. Aujourd'hui encore il reste des éléments résiduels de ce cheptel à Bedo et Figuei (photos 5 et 6) que nous avons eu l'occasion de photographier en septembre, 1992. Aujourd'hui, *Kréda* et *Donza* sont séparés par un millier de kilomètres. Sans que l'on sache

2. Kouroudi est le nom d'un groupe de dunes au pied de l'Ehi Kourroui, éperon montagneux situé au centre de la carte de la figure 1.9

3. Nous reviendrons plus en détail sur les *Kréda* au paragraphe suivant en parlant de l'implantation des Toubous dans le Bahr-el-Ghazal

démontrer leur origine commune, des similitudes apparaissent dans le noms de certains clans, et même dans les marques de bétail et tous deux parlent le "Dazaga", la langue *daza*.

La maîtrise de l'élevage bovin dans la plupart des tribus *kréda* indique bien une longue tradition. D'autre part, elles ont toutes une marque de dromadaire qui ne s'applique pas sur les boeufs. Même le *Kréda* qui n'a que des vaches et ne possède aucun dromadaire peut indiquer la marque qu'il mettrait sur son dromadaire s'il en avait un.

De nos jours encore, dans l'immense domaine des Toubous (ARBAUMONT, 1954 ; figure 1.10), les *Kréda* sont les spécialistes incontestés de l'élevage bovin (LEVIF, 1966 ; RIM, 1991, 1993). A la dernière phase de saharisation des pays bas du Tchad (MALLEY, 1981 ; SCHNEIDER, 1991), les *Kréda* ont entamé une lente convergence vers le Bahr-el-Ghazal. En quittant les vallées du Haut-Borkou, ils auraient transité par le Kiri, une zone aujourd'hui désertique située à mi-chemin entre Faya-Largeau et Koro-Toro (figure 1.9).

Le système pastoral *kréda*, un des plus originaux dans le domaine Toubou, se serait donc élaboré dans les vallées humides du Haut-Borkou, au pied du Tibesti (photos 7 et 8). Depuis 1954, les *Kréda* se sont étendus de part et d'autre du sillon du Bahr-el-Ghazal et leur aire de nomadisation s'insère de plus en plus dans le Tchad central autour du 12°N

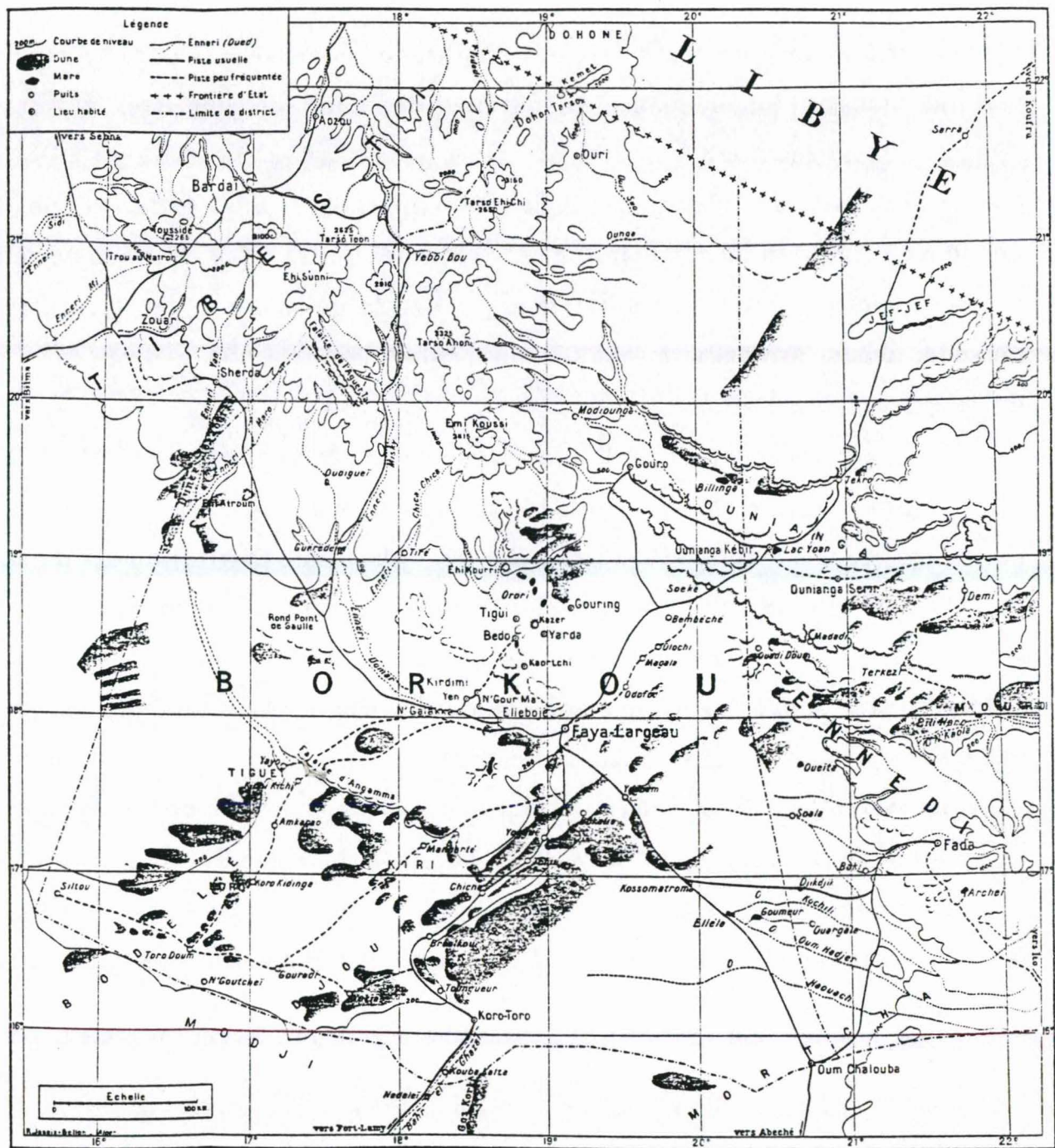


Figure 1.9: Carte de la sous-préfecture de Borkou
(extrait de CAPOT-REY, 1961)

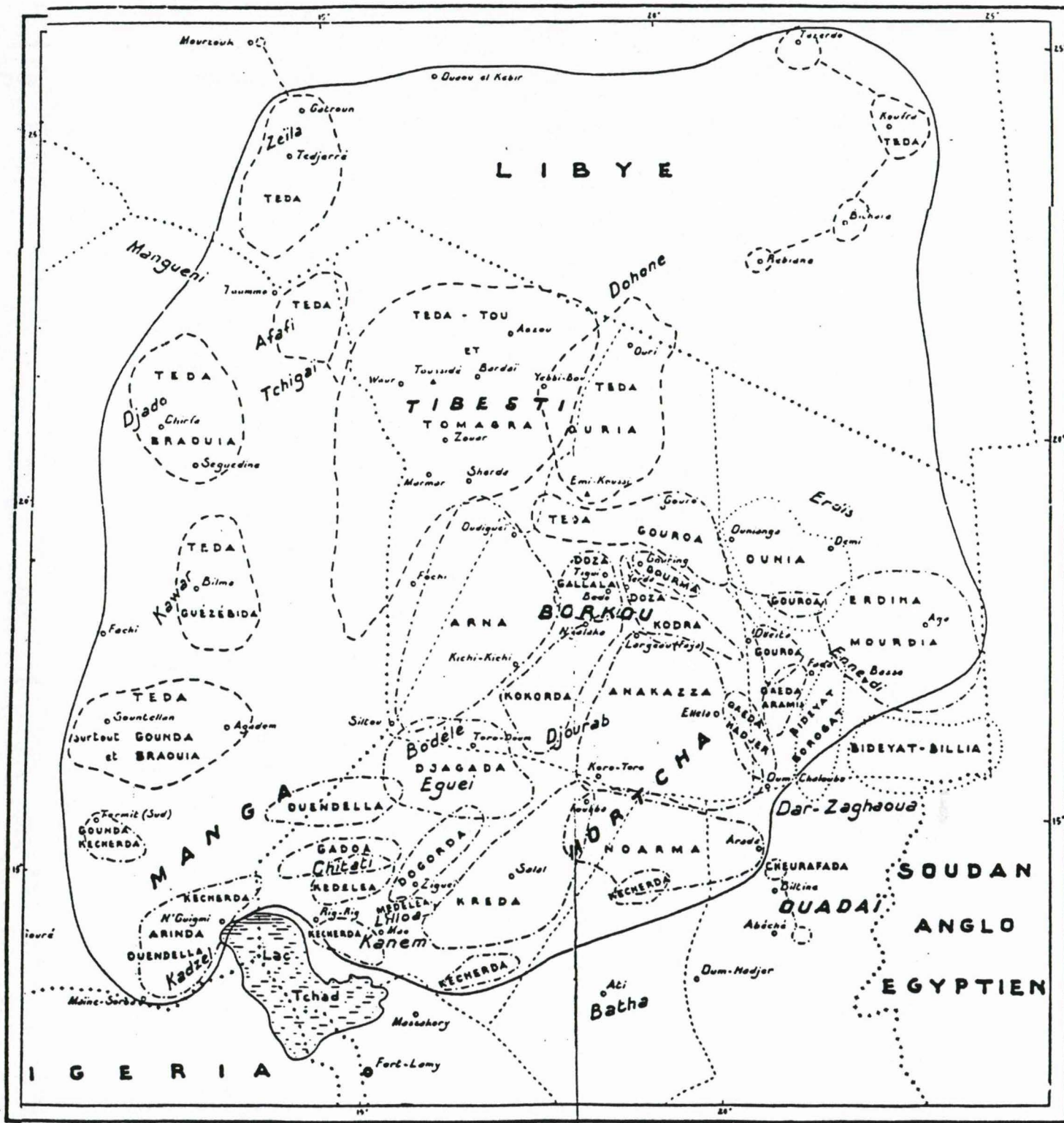


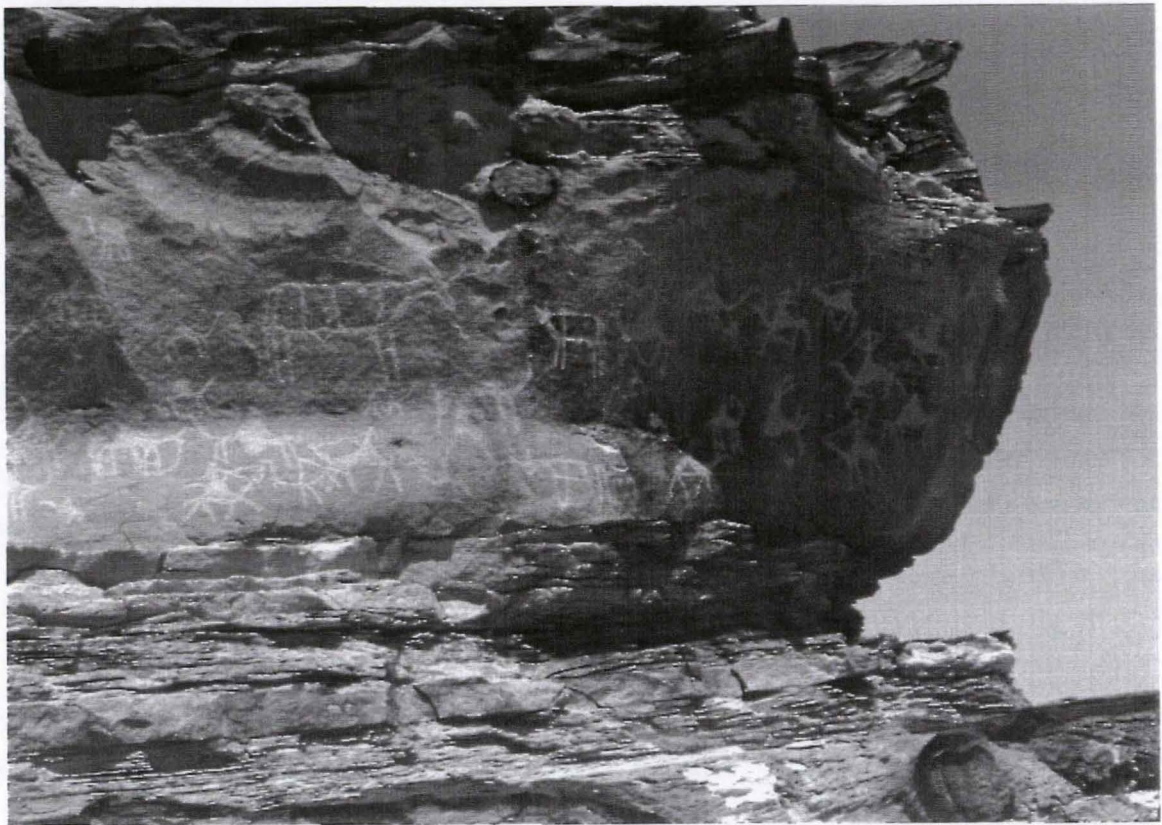
Figure 1.10: Carte du domaine toubou à la frontière septentrionale du Tchad
(extrait de d'ARBAUMONT, 1954)



Photo 1 : Une vue panoramique de la palmeraie de Tigui.
C'est de là que les *Kréda* ont convergé vers le Bahr-El-Ghazal.
(Photo YOSKO, sept. 1992)



Photo 2 : Un troupeau résiduel de bovins dans la palmeraie de Tigui.
Un relict de vaches *kréda* ?
(Photo YOSKO, sept. 1992)



Photos 3 et 4 : Gravures rupestres illustrant les formes de pastoralisme qui se sont succédées dans le Haut-Borkou (palmeraie Tigui).
(Photo YOSKO, sept. 1992)

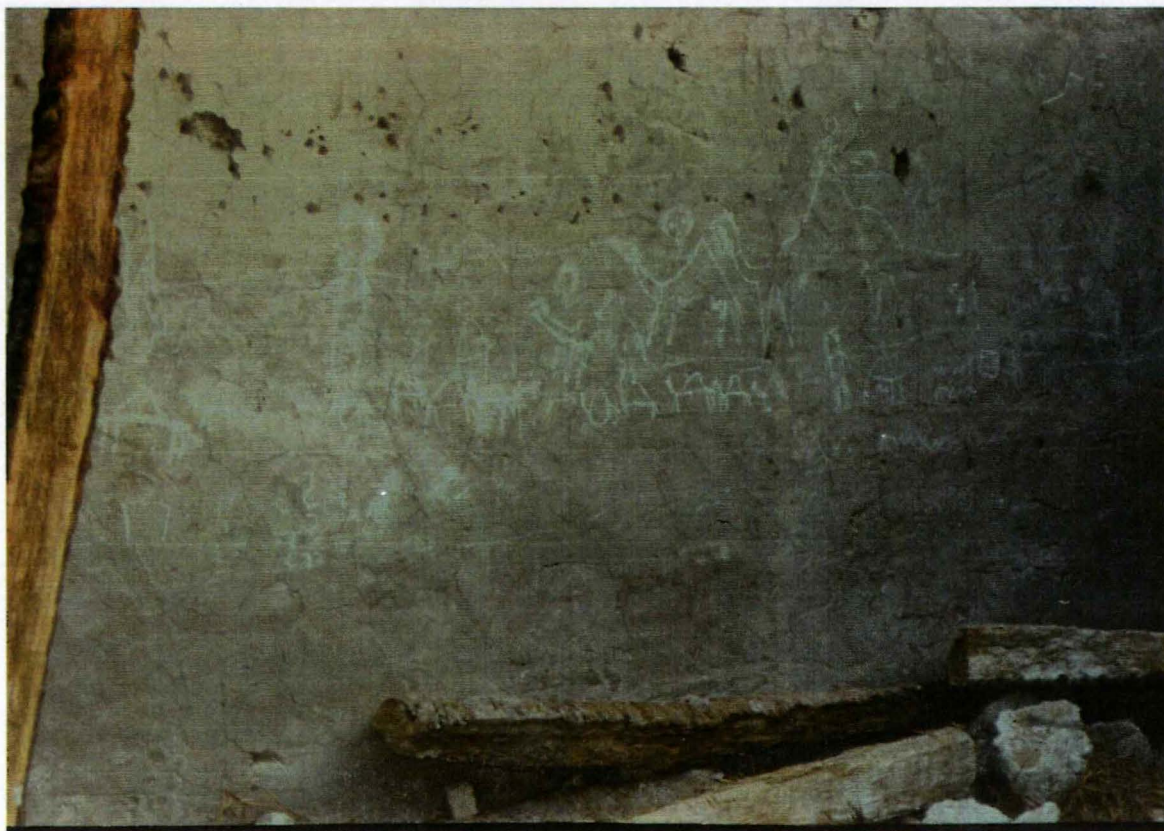


Photo 5 : Scène de vie pastorale peinte à la craie blanche sur le mur d'une salle de classe à Bedo (Haut Borkou) par des écoliers *Donza*. Remarquer la similitude avec les gravures rupestres de Tigui (photos 5 et 6). S'agit-il d'un fond culturel véhiculé de génération en génération ? (Photo, YOSKO sept. 1992).

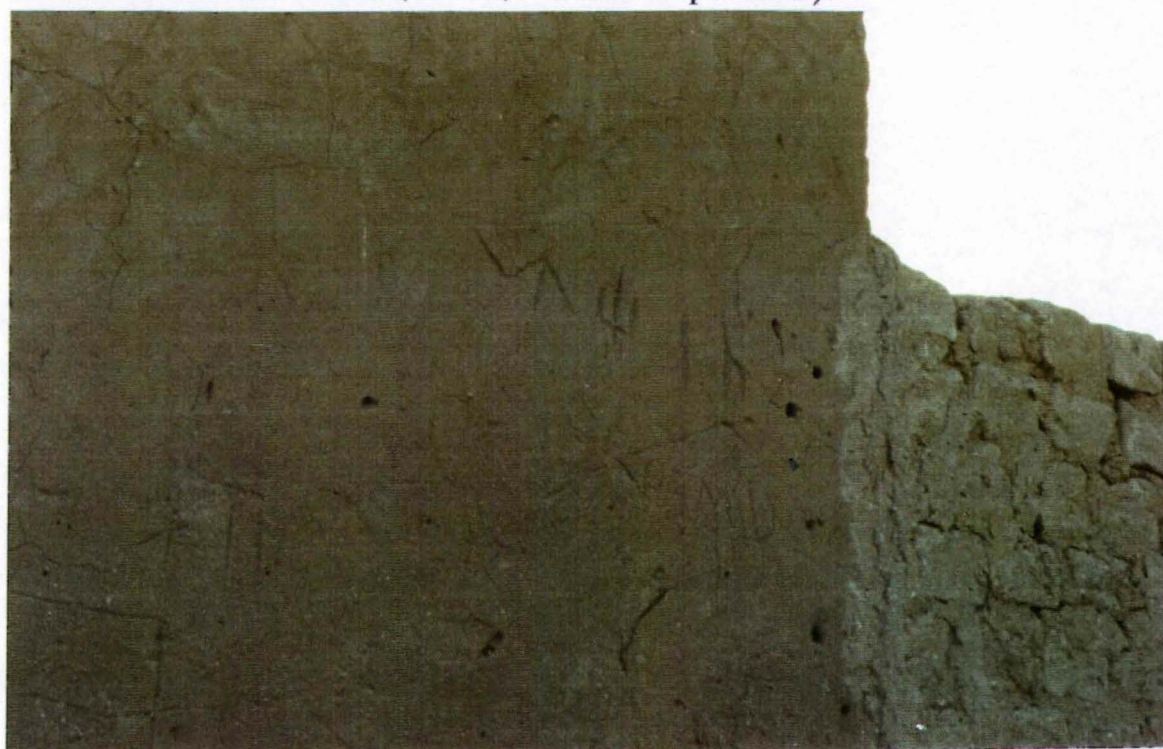


Photo 6 : Marques de clan Donza incisées sur le mur d'une habitation à Bedo (Haut-Borkou) (Photo YOSKO, sept. 1992).

1.3 Le processus de l'implantation des Toubous dans le Bahr-el-Ghazal

Kréda et *Daza* appartiennent à l'ensemble de populations que les arabes appellent "Gorane" au Tchad (terme employé aussi par Léon l'Africain) et "Kerada" dans l'ouest et le nord. Les Touaregs les appellent "Ikaraden", terme qui a la même racine "Kara". Le terme "Kara" semble désigner à la fois un ancêtre mythique et un noyau ancien de population... (l'un des plus vieux villages du Tibesti près d'Aozou, s'appelle Kara).

Ils ont en commun la langue, qui est le "Dazaga", et une origine à peu près semblable, des généalogies qui se recoupent parfois et des structures sociales identiques. Les différences qui les séparent portent surtout sur des détails historiques, des rivalités ont entraîné entre eux des hostilités fréquentes qui ont laissé des traces et une sorte de "frontière" matérielle et morale. Les *Daza* sont moins nombreux au Bahr-el-Ghazal que les *Kréda*.

Les *Kréda* se disent originaires du Kiri (figure 1.9), qu'ils situent dans l'actuelle sous-préfecture du Borkou et, de fait, il y existe une assez vaste dépression de ce nom, aujourd'hui nettement saharienne située entre les puits de Manharté et de Kichi-Kichi. Ce sont les plus anciens au Bahr, mais leur présence résulte d'un glissement relativement récent (XVII^e-XVIII^e siècles), au cours duquel ils ont peu à peu repoussé vers le sud les arabes *Dagana*, qui eux-mêmes avaient succédé aux *Boulala* (ZELTNER, 1980).

La migration des *Kréda* vers le Bahr-el-Ghazal est relativement récente. Chaque tribu peut nommer ceux des ancêtres qui ont vécu au Kiri, ceux qui ont participé à la migration et elle peut parfois indiquer les étapes de cette migration. De cet ensemble de faits, il ne résulte pas une impression nette et on ne peut dire s'il s'agit d'une infiltration prolongée ou d'une migration massive. On croirait plutôt à un assez lent glissement général, consistant sans doute en une transhumance poussée de plus en plus loin chaque année vers le sud. Cependant, le déplacement compact de certains éléments a dû se produire par périodes et coïncider avec des phases guerrières de la migration et avec des combats contre

les Arabes. Les *Kréda* disent qu'à cette époque les gens vivaient et se déplaçaient beaucoup plus groupés qu'aujourd'hui et toujours prêts à se réunir pour combattre. Au cours de la mise en place, certaines populations autochtones ont été absorbées, ce qui complique encore le puzzle des origines.

Les causes de la migration sont à peu près certaines et sont à rechercher dans un appauvrissement du Kiri dans ses ressources en eau et en pâturage, comme le confirme la chronologie des principaux événements hydroclimatologiques (figure 1.11 de SCHNEIDER, 1991). Mais on ne sait s'il s'agit d'un changement brutal ou progressif. D'assez nombreuses traditions, que certains faits confirment, indiquent que les *Kréda* sont venus "avec leurs vaches".

Le Kiri est actuellement une région totalement saharienne où le degré d'aridité est sévère. Il y a trente ans, on y trouvait encore de beaux pâturages de Had (*Cornulaca monocantha*). Ces pâturages sont aujourd'hui considérablement appauvris sans qu'on puisse dire si cela résulte d'un changement climatique ou de la destruction des pâturages par surcharge. De toutes façons, on ne peut maintenant imaginer un élevage bovin au Kiri ; or, les *Kréda* prétendent que leurs ancêtres le pratiquaient il y a trois siècles.

On est donc conduit à supposer un accroissement assez rapide de l'aridité. Ce phénomène n'a pas correspondu d'ailleurs à une disparition subite de la nappe phréatique, qui subsiste encore abondante et accessible, mais plutôt à un changement important dans la valeur, la nature, la densité des pâturages.

Beaucoup de marques de bétail *kréda* existent encore au Tibesti et au Borkou. Il y a là une confirmation de l'origine saharienne des *Kréda*. Il est possible qu'à l'époque où ils occupaient le Haut-Borkou et le Kiri, ils aient eu à la fois des boeufs et des dromadaires. Certains d'entre eux ont conservé ce double élevage et beaucoup ont encore des dromadaires de bât même dans les régions trop méridionales pour être favorables. Actuellement encore, les *Kréda* et les *Daza* sont en cours de glissement vers le sud et ils subissent les changements progressifs d'activités (c'est-à-dire la prise en compte de l'agriculture pluviale et une plus grande mobilité) qu'entraîne inévitablement un tel glissement et que d'autres peuples ont subi avant eux.

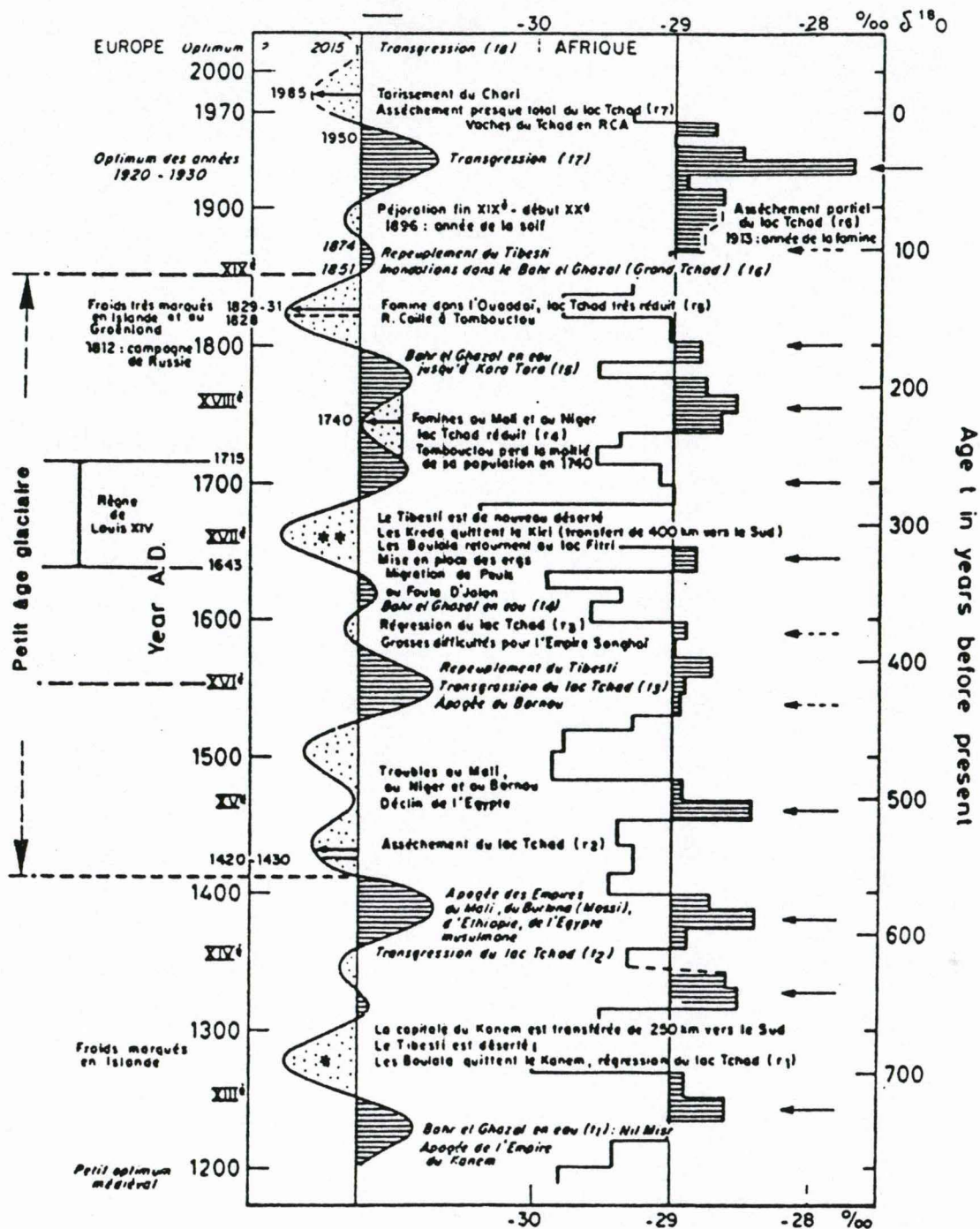


Figure 1.11: Chronologie hydroclimatologique au Tchad (d'après SCHNEIDER, 1991)

* principales phases de la saharisation ; en hachure les périodes chaudes et humides ; en blanc et en pointillé les périodes froides en Europe et sèches en Afrique.



Photos 7 et 8 : Les silencieux paysages minéraux du Pays Donza perdent lentement et sûrement de précieux témoignages préhistoriques
(Photo YOSKO, sept. 1992)

1.4 Conclusion

La richesse de l'art rupestre au Tibesti est une preuve incontestable des peuplements humains qui se sont succédés, renforcée par les travaux de TREINEN-CLAUSTRE (1977, 1978a et b, 1981, 1982) qui analysent le développement de l'important foyer de céramique du Bahr-el-Ghazal et du Borkou. Les recherches pluridisciplinaires menées dans le bassin tchadien, dont le Tibesti fait partie intégrante, en stratigraphie (SERVANT, 1970), sédimentologie (SERVANT-VILDARY, 1973), palynologie (MALLEY, 1981), hydrogéographie (SCHNEIDER, 1967, 1991, 1992) permettent en outre de définir dans ses grandes lignes l'évolution du climat pour les treize derniers millénaires qui nous intéressent plus spécifiquement.

En attendant que de nouvelles recherches préhistoriques viennent étayer nos hypothèses sur l'évolution des populations du Tibesti, il est important de considérer l'hypothèse de travail suivante : le Tibesti, déjà biogéographiquement spécifique (QUEZEL, 1957, 1958, 1959), est un foyer local de néolithisation au Sahara, qui aurait permis l'émergence du pastoralisme toubou.

Chapitre 2

ESSAI D'IDENTIFICATION ETHNO-TERRITORIALE A PARTIR DES MARQUES DE BÉTAIL

2.1 Introduction

En pastoralisme, les systèmes de production, les repères spatio-temporels et les structures sociales se recoupent profondément. C'est pourquoi la spatialisation du pastoralisme est liée à l'ethno-territorialité. La question ethno-territoriale est donc au coeur de cette réalité complexe. Son identification à partir des référentiels propres à chaque communauté pastorale est un gage pour assurer la participation effective des nomades dans les programmes de recherches et les stratégies de développement pastoral.

Chez les Toubous, l'identification ethno-territoriale peut être abordée par les "marques de bétail". En effet, chaque clan possède son blason ou feu matricule. Toutes les personnes issues de ce clan l'adoptent comme marque de bétail et le gravent sur les arbres et des objets divers. Certaines femmes *daza* ou *kréda* sont reconnaissables par le blason du clan ou de la tribu qu'elles portent sur la joue ou le menton.

Ces marques révèlent les interrelations entre les structures sociales et les repères spatio-temporels qui déterminent l'état des ressources. Leur interprétation n'est pas aisée, et il faut en préciser les limites : les arbres au tronc

frappé d'innombrables marques imprimées par les pasteurs au hasard de leurs pérégrinations sont comme les gravures et peintures rupestres, c'est-à-dire des fragments d'archives sans cotes ni date, mêlées en des successions incertaines.

2.2 Méthodes

2.2.1 Principe

Au cours de nombreux séjours effectués au Bahr-el-Ghazal dans le cadre du PEP (Programme d'écologie pastorale, voir Introduction et Coll., 1991, 1992), nous avons relevé la propension qu'ont les Toubous à imprimer leurs marques de bétail sur les troncs de *Maerua crassifolia*. Par ailleurs, les sujets marqués correspondaient à un profil type (photo 9) c'est-à-dire des individus au tronc bien dégagé.

Pour exprimer convenablement les interrelations entre structures sociales et repères spatio-temporels, nous avons retenu la zone comprise entre les parallèles 13°30' et 15°00'N et les méridiens 16°00' et 18°00'E. Cette zone présente l'avantage d'inclure les trois premières des cinq unités ressources du Bahr-el-Ghazal (**Sourrou, Foorsh, Soulia, Harrou, Eka**). C'est au nord du parallèle de Moussoro qu'ont lieu les importants rassemblements autour des grandes mares d'hivernage et cures salées qui jallonnent la vallée du Bahr-el-Ghazal. C'est aussi une zone où le maillage des puits cimentés et des puits traditionnels est des plus serrés pour autoriser des longs séjours en saison sèche sur les pâturages des dunes et plateaux sableux. Enfin c'est une zone de prédilection de l'élevage camelin où séjourne régulièrement un cheptel bovin important. Toutes ces considérations, liées à l'important marché à bétail de Moussoro, font que cette zone reste un domaine privilégié de pérégrination de la plupart des Toubous du Bahr-el-Ghazal. Pour observer un nombre de sujets potentiellement marqués assez représentatifs de la zone, nous avons procédé, étant donné la densité très variable du *Maerua crassifolia*, à un échantillonnage aléatoire à travers un certain nombre

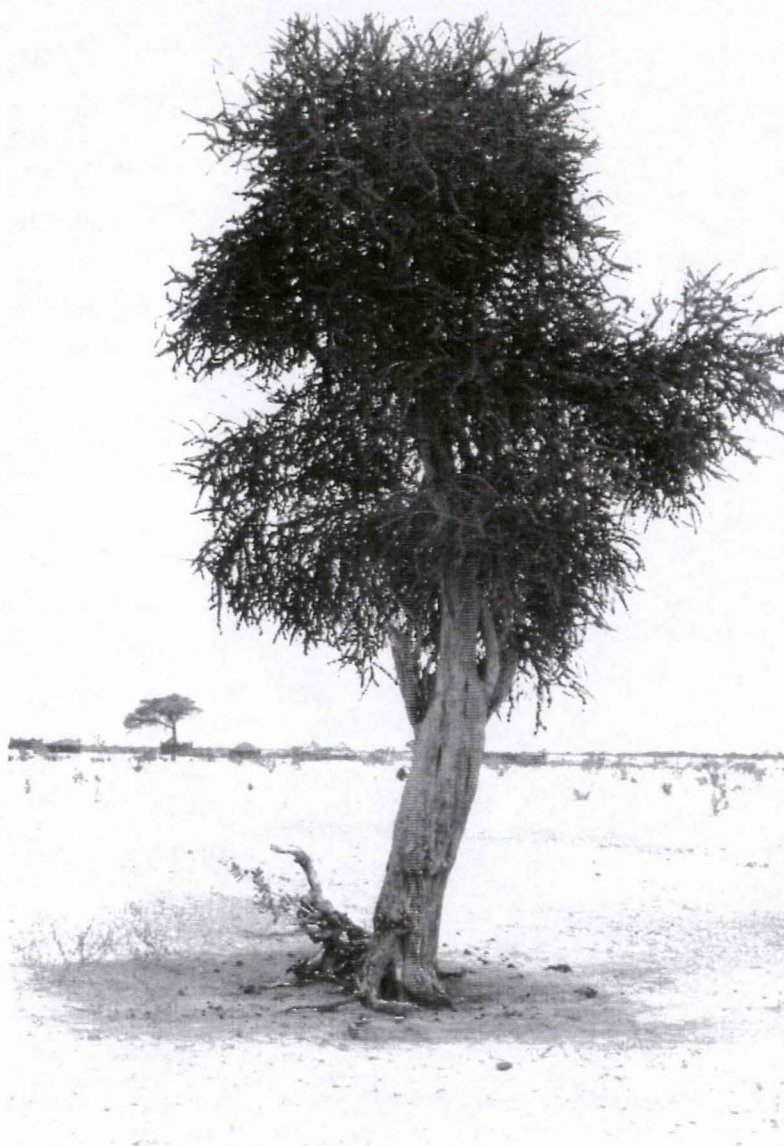


Photo 9 : Prototype de *Maerua crassifolia* pour l'inscription de la marque de bétail
dans le Bahr-El-Ghazal.
(Photo YOSKO. Mai 1992).

d'itinéraires (carte de la figure 2.1). Ainsi les axes suivants ont été identifiés :
**Moussoro/Saf; Moussoro/Grantessi; Moussoro/Mougnira; Mougnira/Biguel;
Biguel/Mougnira; Moussoro/Koal/Saf ; Mougnira/Iselit/Biguel/Mougnira ;**

Mougnira/Guisser/Moussoro et Dourgoula-Nga/Arak/Tchoroga-Nga/Otouk/
Grantessi.

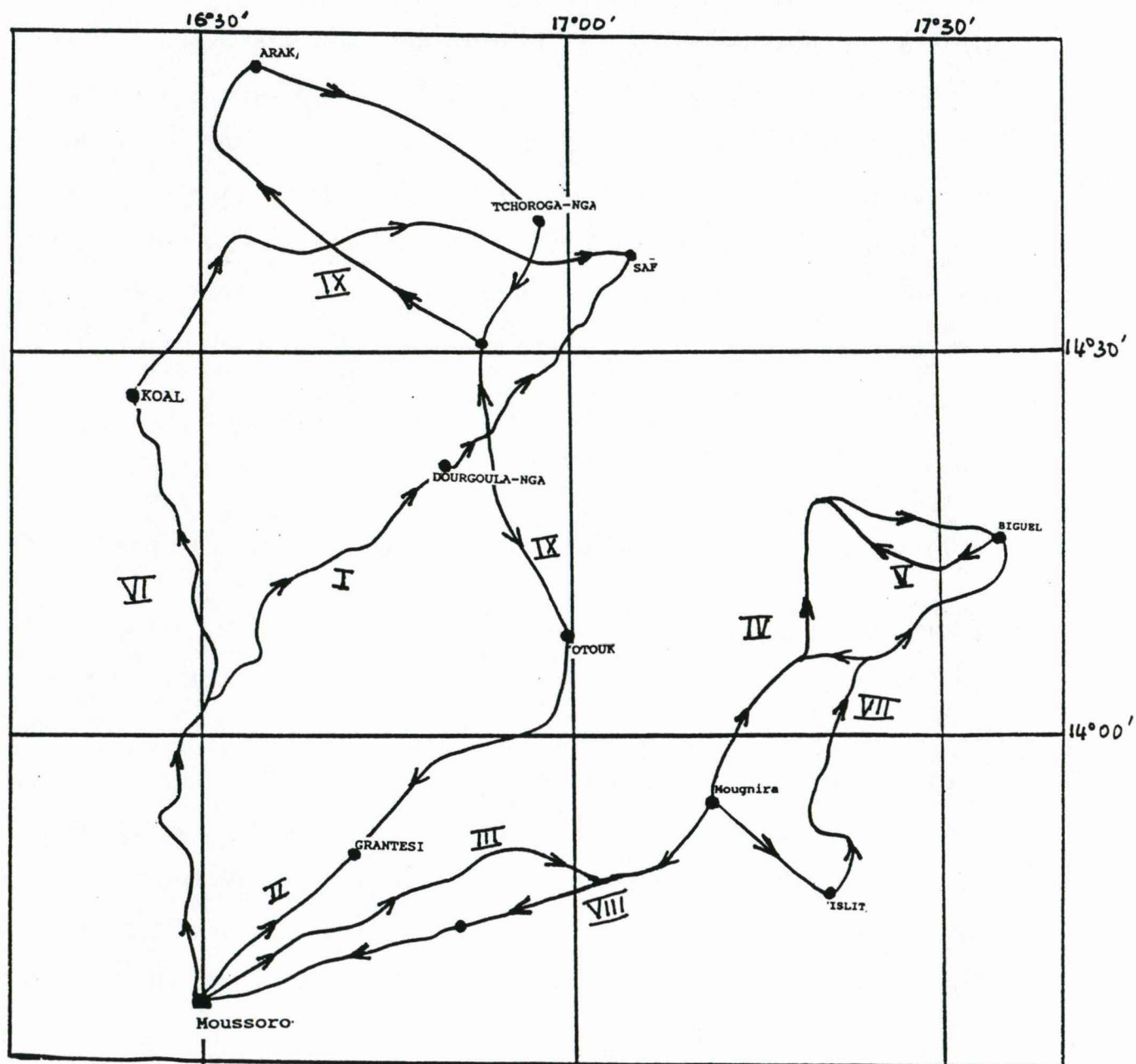


Figure 2.1: Carte des itinéraires de projection ethno-territoriale

2.2.1.1 Système de collecte

La méthode d'observation consiste à arrêter son véhicule équipé d'un positionneur satellite type GPS (photo 10), dès que l'on voit un *Maerua crassifolia* au tronc dégagé. Les informations suivantes sont relevées : coordonnées géographiques, kilométrage et marques. Grâce à son antenne externe, le GPS affiche en quelques secondes les coordonnées géographiques (latitude et longitude). Les marques sont alors soigneusement repérées et relevées. La durée de l'opération, fonction du sujet marqué, varie de deux à dix minutes. Un oeil exercé est nécessaire pour faire la part entre les vraies marques et les simples graffitis de noms d'objets usuels (fusil, ardoise...) ou cicatrices (photos 11 à 16). Par ailleurs les marques, toujours faites à main levée, ont tendance à disparaître.

2.2.1.2 Place du *Maerua crassifolia* dans la relation homme/espace

Elément du paysage, le *Maerua crassifolia*, comme tout arbre en zone nomade, est "un jalon, un indicateur, une borne qui ponctue l'horizon" (BERNUS, 1980). Cependant, l'attrait qu'ont les Toubous pour le *Maerua crassifolia* s'inscrit dans le cadre général des relations culturelles entre l'homme et son environnement. En effet, le *Maerua* jouit d'un statut spécial presque tabou. On l'évite soigneusement dans les opérations d'émondage pour l'alimentation des animaux. Les cadavres des vieux sujets sont laissés intacts. Le *Maerua* est censé abriter des génies. La même information est rapportée par BERNUS (1980) chez les Touareg du Niger.

Le *Maerua crassifolia* possède deux caractéristiques que peu de ligneux des marges sahélo-sahariennes possèdent : tronc lisse et écorce tendre. Toute lésion de l'écorce laisse une cicatrice plus ou moins indélébile. Une coupe transversale du tronc montre que l'adhérence du liber (écorce) au bois est lâche. Autour du 13ème parallèle, nous avons observé des marques et autres graffitis sur

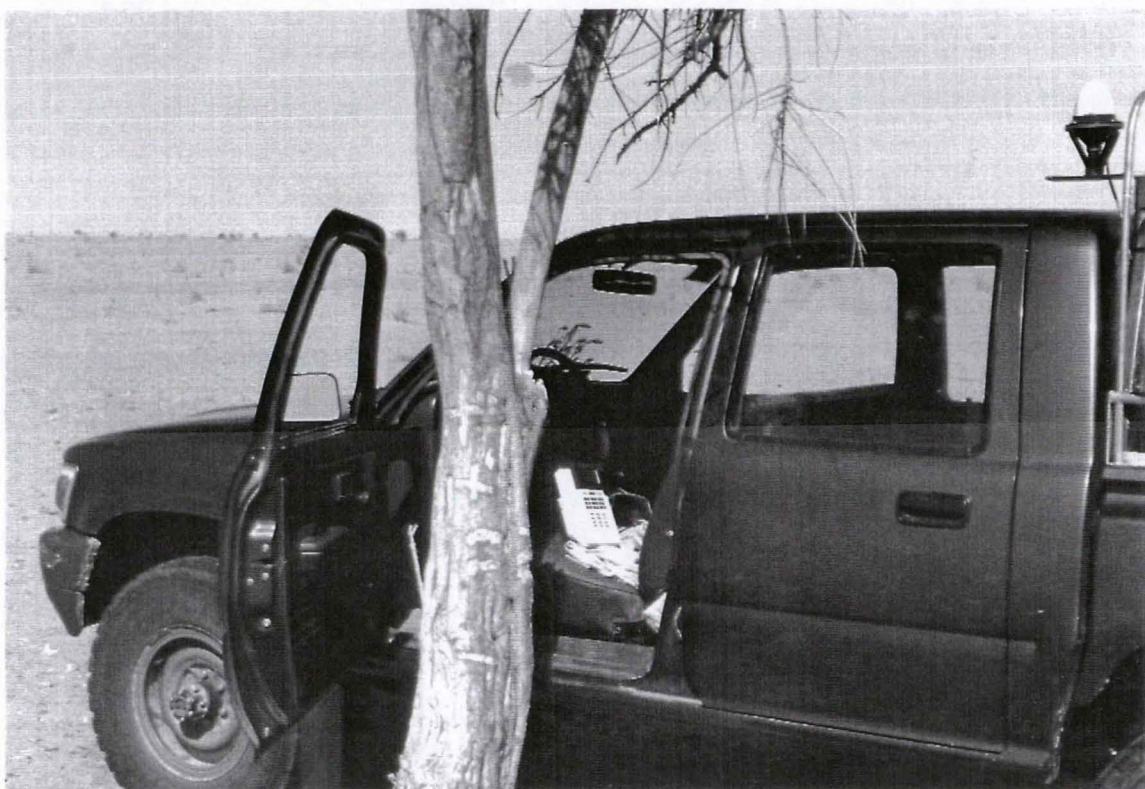


Photo 10 : Dispositif de collecte de données géoréférencées sur les marques de bétail
dans le Bahr-El-Ghazal.
(Photo YOSKO, Mai 1992).



Photos: 11 et 12 : *Maerua crassifolia* "marqués". Les parties lisses des arbres sont indifféremment marquées (tronc, branches secondaires, racines déchaussées)
(Photo YOSKO, Février 1991).



Photo 13 : *Balanites aegyptiaca* marqué aux abords d'un puit pastoral toubou
(Photo YOSKO, Mai 1991).



Photo 14 : *Acacia nilotica* portant une marque toubou
(Photo YOSKO, Février 1991).



Photo 15 : Graffiti montrant une ardoise sur un *Sclerocaria birrea*
(Photo YOSKO, Mai 1991).



Photo 16 : Graffiti montrant une étoile
(Photo YOSKO, Mai 1991).

des individus isolés de *Lannea acida* et *Adansonia digitata*, deux autres essences à tronc lisse (photo 16).

En exploitant ces deux caractéristiques pour l'inscription de marques, les Toubous font de chaque *Maerua crassifolia* un révélateur potentiel dans l'espace comme dans le temps d'information sur les structures sociales. A ce titre, il devient un outil de lecture des processus d'occupation et d'exploitation de l'espace pastoral.

PELISSIER (1980) concluait ainsi son article sur "L'arbre dans les paysages agraires de l'Afrique Noire" : **"la lecture du manteau végétal ne rend pas seulement compte d'une composition essentielle du paysage : utilisée comme un révélateur, elle livre des explications d'une richesse singulière sur la nature des sociétés rurales et sur les différenciations de l'espace qu'elles ont réalisées."** L'arbre n'est-il pas le support d'une science extrêmement prometteuse, la dendrochronologie? Son apport pour l'archéologie et la préhistoire est inestimable (DIAGNE, 1988).

Il convient de s'interroger maintenant sur le principe et le système de collecte de la méthode.

2.2.2 Pertinence de l'outil de lecture

Toutes les données recueillies sont consignées dans les tableaux 2.1 à 2.9. Dans la lecture de ces tableaux, les chiffres donnés par le compteur peuvent prêter à confusion ; en effet, nos itinéraires étant des pistes, le retour ne se fait pas nécessairement sur les mêmes traces. Les références de chaque arbre y sont classées par ordre de latitude croissante ce qui entraîne des décalages dans les kilométrages. Plus de 1 600 km ont été parcourus au cours desquels quelque 185 marques ont été géoréférencées. Pour les 800 premiers kilomètres, 119 arbres ont été observés, dont 85 portaient une inscription de marque.

La répartition d'arbres marqués s'établit comme suit : 75 *Maerua crassifolia*, 8 *Balanites aegyptiaca* et 2 *Acacia nilotica*. Le critère retenu s'est révélé être un bon indicateur : 78% de *Maerua crassifolia* observés sur la base de ce critère portaient l'inscription de marque. Le maillage des *Maerua*

crassifolia est plus serré le long des berges du Bahr-el-Ghazal que sur les plateaux sableux. Cela s'explique par le fait que le Bahr-el-Ghazal offre une densité et une diversité en peuplements ligneux plus importantes. L'attrait qu'ont les Toubous pour le *Maerua crassifolia* relègue les inscriptions de marque sur *Balanites aegyptiaca* et *Acacia nilotica* à un fait marginal lié à l'environnement immédiat des puits pastoraux. Autour des puits, certains abreuvoirs cimentés portaient l'inscription de marque (tableau 2.8).

Au total, 222 signes représentant des marques ont été repertoriés, soit une moyenne de 2,6 marques par arbre.

Tableau 2.1: Marques observées sur l'axe Moussoro/Saf
(24-26 mai 1992)

No	Nom	Coord.	No Compteur	Km	Marques
			Compteur Départ 29708		
1	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°46'85"N 16°28'69"E	29723	15	π III ↕
2	--	13°48'27"N 16°29'16"E	29726	18	N III
3	--	13°54'16"N 16°28'01"E	29738	30	Λ + Λ
4	--	14°02'08"N 16°30'60"E	29756	48	Λ
5	--	14°05'20"N 16°33'42"E	29763	55	π
6	--	14°05'78"N 16°34'05"E	29765	57	Λ
7	--	14°05'78"N 16°34'05"E	29765	57	Λ II
8	--	14°09'15"N 16°35'07"E	29773	65	N
9	--	14°10'02"N 16°35'40"E	29965	256	Λ
10	--	14°11'43"N 16°36'70"E	29779	71	+ N ⊥ II
11	--	14°13'96"N 16°41'06"E	29788	79	Λ
12	--	14°19'54"N 16°47'77"E	29808	99	Λ # II
13	--	14°22'68"N 16°52'13"E	29923	214	Λ π π
14	--	14°22'96"N 16°52'43"E	29818	109	~ Λ Δ II
15	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	14°23'49"N 16°52'86"E	29819	110	Σ
16	--	14°23'49"N 16°52'86"E	29819	110	Λ γ
17	--	14°23'49"N 16°52'86"E	29819	110	N III
18	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°27'35"N 16°55'03"E	29914	205	N II
19	--	14°27'35"N 16°55'03"E	29914	205	Λ Λ
220	--	14°27'35"N 16°55'03"E	29914	205	N
21	--	14°31'06"N 17°00'07"E	29840	131	Λ
22	--	14°31'35"N 17°00'13"E	29900	191	+
23	--	14°32'25"N 17°00'94"E	29843	134	II Λ M
24	--	14°32'96"N 17°01'06"E	29845	136	M
25	--	14°33'11"N 17°01'33"E	29895	186	Λ III Λ
26	--	14°33'30"N 17°01'48"E	29846	137	□ N ^ Λ
27	--	14°34'85"N 17°03'16"E	29850	141	Λ Λ Λ
28	--	14°35'97"N 17°04'15"E	29888	179	Λ
29	--	14°35'97"N 17°04'11"E	29888	179	Λ
30	--	14°36'74"N 17°06'19"E	29865	156	γ ~ Λ Λ Λ
31	--	14°36'74"N 17°06'19"E	29865	156	Λ π III M ~

Tableau 2.2: Marques observées sur l'axe Moussoro/Grantesi
(26 mai 1992)

No	Nom	Coord	No Compteur	Km	Marques
			Compteur départ 30044		
32	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°40'03"N 16°30'71"E	30047	3	^
33	-"-	13°41'09"N 16°31'05"E	30048	4	M $\overline{\Pi}$
34	-"-	13°41'70"N 16°31'22"E	30048	4	^ + ^ $\overline{\Pi}$
35	-"-	13°45'02"N 16°33'68"E	30057	13	^ $\overline{\Pi}$
36	-"-	13°45'59"N 16°34'24"E	30059	15	^
37	-"-	13°45'90"N 16°34'48"E	30060	16	^ +
38	-"-	13°45'90"N 16°34'48"E	30060	16	^
39	-"-	13°46'37"N 16°34'66"E	30060	16	
40	-"-	13°47'28"N 16°34'92"E	30062	18	$\overline{\Pi}$ ^ m $\overline{\Pi}$
41	-"-	13°47'32"N 16°34'96"E	30062	18	N
42	-"-	13°48'46"N 16°34'92"E	30065	21	^
43	-"-	13°54'58"N 16°38'70"E	30129	119	" ^ ^ + # N m X
44	-"-	13°54'90"N 16°38'10"E	30081	37	
45	-"-	13°54'90"N 16°38'10"E	30081	37	N ^

Tableau 2.3: Marques observées sur l'axe Moussoro/Mougnira
(27 mai 1992)

No	Nom	Coord.	No Compteur	Km	Marques
			Compteur départ 30167		
46	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°40'37"N 16°31'68"E	30172	5	Y ^ A II
47	--	13°41'15"N 16°33'16"E	30175	8	h II ↓ N ^
48	--	13°41'77"N 16°33'68"E	30177	10	# II
49	--	13°43'17"N 16°34'85"E	30179	12	N
50	--	13°42'75"N 16°35'63"E	30180	13	↓
51	--	13°42'75"N 16°35'63"E	30180	13	Π
52	--	13°42'80"N 16°35'30"E	30180	13	M ^ + II N
53	--	13°42'78"N 16°35'30"E	30180	13	II Y N A
54	--	13°43'78"N 16°40'88"E	30192	25	N II
55	--	13°43'92"N 16°43'50"E	30197	30	+ II
56	--	13°44'09"N 16°44'07"E	30198	31	h Π
57	--	13°45'64"N 16°48'21"E	30206	39	II
58	--	13°45'74"N 16°48'84"E	30206	39	X ^ A → h N + A
59	--	13°45'72"N 16°48'36"E	30206	39	Y X
60	--	13°45'72"N 16°48'36"E	30206	39	II + N A h
61	--	13°47'11"N 16°51'24"E	30212	45	h II
62	--	13°47'17"N 16°51'62"E	30213	46	M m A
63	--	13°47'39"N 16°54'05"E	30217	50	II
64	--	13°47'80"N 16°55'53"E	30220	53	A A A
65	--	13°48'00"N 16°56'89"E	30223	56	X Π M N III A
66	--	13°48'02"N 16°56'89"E	30223	56	N
67	--	13°48'65"N 16°58'15"E	30226	59	M A II
68	--	13°49'16"N 16°59'57"E	30229	62	M II
69	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	13°48'81"N 17°01'64"E	30233	66	A N
70	--	13°48'81"N 17°01'64"E	30233	66	Π h A + A N
71	<u>Acacia</u> <u>nilotica</u>	13°48'81"N 17°01'64"E	30233	66	h A N
72	--	13°48'81"N 17°01'64"E	30233	66	+
73	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	13°48'81"N 17°01'64"E	30233	66	M Π II

Tableau 2.4: Marques observées sur l'axe Mougaira/Biguel
(27-28 mai et 11-12 octobre 1992)

No	Nom	Coord.	No compteur	Km	Marques
			Compteur départ 30246		
74	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°11'13"N 17°20'64"E	30298	52	+
75	-"-	14°15'29"N 17°35'13"E	30339	93	Λ
76	-"-	14°15'29"N 17°35'13"E	30339	93	M + Λ N Λ
77	-"-	14°15'25"N 17°35'13"E	30339	93	Λ N + II
78	-"-	14°15'27"N 17°35'36"E	30339	93	λ
79	-"-	14°15'39"N 17°35'76"E	30344	98	λ ≡
80	-"-	14°17'80"N 17°27'60"E	36073		M Λ
81	-"-	14°14'65"N 17°34'52"E	36088		+ λ T λ II N
82	-"-	14°15'42"N 17°35'63"E	36094		Λ λ
83	-"-	14°09'16"N 17°36'81"E	36110		Λ M N + λ
84	-"-	14°08'40"N 17°36'77"E	36111		Λ N
85	-"-	14°04'51"N 17°37'46"E	36118		λ II Λ N Λ III 8 " * I
86	-"-	14°16'18"N 17°30'12"E	36154		M Λ Λ λ
87	-"-	14°16'97"N 17°27'32"E	36159		M - λ II + λ - II III
88	-"-	14°17'20"N 17°26'06"E	36161		M +

**Tableau 2.5: Marques observées sur l'axe Biguel/Mougnira
(28 mai 1992)**

No	Nom	Coord.	No compteur	Km	Marques
			Compteur départ 30345		
89	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°15'20"N 17°33'19"E	30349	4	π II
90	---	14°15'20"N 17°33'19"E	30349	4	Λ Λ + ~
91	---	14°15'40"N 17°31'52"E	30352	7	+ II
92	---	14°15'40"N 17°31'52"E	30352	7	M Λ
93	---	14°01'39"N 17°15'85"E	30388	43	+ Λ M
94	<u>Balanites</u> <u>aegyptiaca</u>	13°54'61"N 17°11'45"E	30413	68	+ m Λ

**Tableau 2.6: Marques observées sur l'axe Moussoro/Koal/Saf
(8-9 octobre 1992)**

N°	Nom	Coord.	N° Compteur	Km	Marques
			Compteur Départ: 35501		
01	<u>Balanites</u> <u>aegyptiaca</u>	13°52'33"N 16°25'30"E	35527	26	N A II
95	"-	13°54'33"N 16°28'30"E	35527	26	th
96	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°59'27"N 16°27'49"E	35543	42	^
97	"-	14°00'50"N 16°26'98"E	35548	47	^ N II
98	"-	14°09'36"N 16°26'12"E	35565	64	^
99	"-	14°23'26"N 16°26'18"E	35595	94	N Y ^ + A S A
100	"-	14°29'37"N 16°27'79"E	35605	104	M A -I
101	"-	14°29'51"N 16°28'00"E	35605	104	-I II N M
102	"-	14°29'86"N 16°28'08"E	35606	105	+ -I M II
103	"-	14°30'67"N 16°28'26"E	35608	107	^ -I N A II"
104	"-	14°31'31"N 16°29'29"E	35608	107	N ^ II
105	"-	14°32'29"N 16°29'29"E	35611	110	+ th N A -I -I
106	"-	14°32'95"N 16°29'88"E	35613	112	+ A II
107	"-	14°33'09"N 16°30'20"E	35613	112	A II III
108	"-	14°33'89"N 16°30'42"E	35615	114	π
109	"-	14°36'83"N 16°36'28"E	35627	126	-I II N ^
110	"-	14°36'83"N 16°36'28"E	35627	126	^
111	"-	14°36'69"N 16°41'24"E	35636	135	N π Y A II A -I III
112	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°36'69"N 16°47'45"E	35636	135	N m -I \
113	"-	14°36'55"N 16°43'77"E	35640	139	/ \ ^
114	"-	14°36'51"N 16°44'14"E	35641	140	+ A th III N
115	"-	14°36'64"N 16°57'23"E	35665	164	M II A ^ A -I

**Tableau 2.7: Marques observées sur l'axe Mougira/Isilit/Biguel
(11-13 novembre 1992)**

N°	Nom	Coord.	N° Compteur	Km	Marques
			Compteur Départ 38183		
116	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°48'40"N 17°07'70"E	38188	5	⎯ ⊣
117	--	13°48'22"N 17°08'63"E	38190	7	⋈ X
118	--	13°48'12"N 17°11'31"E	38195	12	m +
119	--	13°48'58"N 17°11'93"E	38196	13	⊣
120	--	13°48'24"N 17°14'16"E	38201	18	⤴
121	--	13°47'65"N 17°18'94"E	38210	27	m.
122	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	13°52'55"N 17°19'45"E	38224	41	∧ ⎯ ^ ⋈
123	--	13°52'55"N 17°19'45"E	38224	41	⋈ ⎯
124	--	13°52'55"N 17°19'45"E	38224	41	⋈ ⎯ M N
125	--	13°52'55"N 17°19'45"E	38224	41	⋈
126	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°52'55"N 17°19'45"E	38224	41	⋈ M ⋈ ^
127	--	13°52'47"N 17°20'72"E	38226	43	∧ ⎯ ⊣ ⊣
128	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	13°52'14"N 17°22'25"E	38229	46	⤴ ⋈ ⋈
129	--	13°52'14"N 17°22'25"E	38229	46	Δ ⋈
130	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°58'08"N 17°20'44"E	38241	58	⋈ ^ X "
131	--	14°00'27"N 17°21'27"E	38245	62	M ⎯ ^
132	--	14°05'27"N 17°24'06"E	38256	73	⤴ + m ⊣ ^
18VII	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°08'95"N 17°25'80"E	38256	83	⤴
133	Piquet Balanites	14°12'92"N 17°29'51"E	38279	96	" ⋈ +
134	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°15'00"N 17°24'06"E	38292	109	⎯ ^ ⋈
135	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	14°14'85"N 17°23'97"E	38292	109	⋈ ^ ⋈
136	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°13'17"N 17°25'96"E	38297	114	⋈ ⋈ ⋈ ⊣
137	--	14°14'16"N 17°32'89"E	38310	127	⋈ ^ ⊣
138	--	14°14'99"N 17°35'56"E	38316	133	⋈
139	--	14°12'35"N 17°33'34"E	38323	140	⋈
140	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	14°02'63"N 17°28'97"E	38372	189	⋈ ^ ⋈ ^ ⋈ +
141	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	14°01'86"N 17°29'11"E	38373	190	∧ ⋈
142	--	13°52'84"N 17°29'26"E	38381	198	⋈ ⋈ ⊣
143	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	13°52'51"N 17°29'98"E	38391	208	+ ^ ⎯ m
144	<u>Maerua</u> <u>crassifolia</u>	13°50'42"N 17°31'06"E	38395	212	⋈ X ⋈ ^ ⎯
145	<u>Acacia</u> <u>tortilis</u>	13°45'93"N 17°28'94"E	38429	246	+ ⤴
146	<u>Balanites</u> <u>egyptiaca</u>	13°47'59"N 17°26'98"E	38434	251	N ^
147	--	13°47'59"N 17°26'98"E	38434	251	X ⋈ ⋈
148	--	13°47'59"N 17°26'98"E	38434	251	m
149	--	13°47'59"N 17°26'98"E	38434	251	⋈ +

**Tableau 2.8: Marques observées sur l'axe Mognira/Guisser/Moussoro
(14 novembre 1992)**

N°	Nom	Coord.	N° Compteur	Km	Marques
			départ 38461		
150	Abreuvoir sud	13°46'46"N 16°54'42"E	38497	36	sw ^ ^ NM
151	Abreuvoir est	13°46'46"N 16°54'42"E	38497	36	IN ^
152	Abreuvoir ouest	13°46'46"N 16°54'46"E	38497	36	⌈
153	Acacia nilotica	13°44'83"N 16°50'71"E	38505	44	+ γ
154	Balanites aegyptiaca	13°44'83"N 16°50'71"E	38505	44	γ
155	Balanites aegyptiaca	13°44'83"N 16°50'71"E	38505	44	γ
156	Maerua crassifolia	13°43'20"N 16°46'66"E	38513	52	^ ⌈ + Δ 7

**Tableau 2.9: Marques observées sur l'axe Dourgoula-Nga/Homoudj/Arak/
Grantesi
(16-18 novembre 1992)**

N°	Nom	Coord.	N° Compteur	Km	Marques
			Départ 38867		
157	Maerua crassifolia	14°26'86"N 16°50'61"E	38874	7	△ // // + ^
158	-"-	14°26'65"N 16°53'32"E	38874	7	△ ▢ ^ ^ ^ ^ N H
159	-"-	14°29'10"N 16°50'61"E	38881	14	△ ^ ^ // △ ▢
160	-"-	14°29'10"N 16°50'61"E	38881	14	// ^ ▢
161	-"-	14°31'30"N 16°51'16"E	38893	26	^
162	-"-	14°31'18"N 16°50'42"E	38894	27	M N
163	-"-	14°30'05"N 16°50'13"E	38895	28	△ // ▢ ^ + ^ // ▢ N ^ // # ^
164	-"-	14°30'82"N 16°49'14"E	38897	30	N ^ // ^ ^ N
165	-"-	14°30'83"N 16°49'03"E	38897	30	^ ^ # //
166	-"-	14°30'47"N 16°47'61"E	38904	37	X ^ // ▢ // ^ IN
167	-"-	14°33'82"N 16°47'28"E	38911	44	+ ^
168	-"-	14°36'26"N 16°45'69"E	38917	50	M + ^ //
169	-"-	14°37'80"N 16°45'25"E	38920	53	^ IX #
170	-"-	14°39'85"N 16°44'08"E	38925	58	// ^ N ^
171	Maerua crassifolia	14°41'45"N 16°45'02"E	38929	62	N
172	Maerua crassifolia	14°40'64"N 16°43'33"E	38932	65	N
173	-"-	14°40'24"N 16°42'79"E	38934	67	^ //
174	-"-	14°38'34"N 16°39'65"E	38941	74	N //
175	-"-	14°37'78"N 16°38'84"E	38943	76	△ X ^ ^ ^ ^
176	-"-	14°37'96"N 16°37'22"E	38946	79	N
177	-"-	14°42'40"N 16°32'25"E	-	-	^ ^ + // N # //
178	-"-	14°45'81"N 16°25'16"E	38982	115	#
179	-"-	14°45'81"N 16°25'16"E	38983	116	+ ^ //
180	-"-	14°46'81"N 16°25'21"E	38984	117	// ^ M
181	-"-	14°46'90"N 16°25'20"E	38984	117	N
182	-"-	14°37'37"N 17°03'19"E	39078	211	^ ▢ // \
183	-"-	14°15'02"N 16°51'13"E	39137	270	+ ^ //
184	-"-	14°07'39"N 16°59'89"E	39163	296	^ // ^ ▢
185	-"-	14°00'02"N 16°48'01"E	39201	334	^ + M ▢ N // ^ // ^ //

2.3 Les marques de bétail chez les Toubous du Bahr-el-Ghazal

2.3.1 Le dromadaire dans l'étude des marques

L'étude chronologique des représentations rupestres dans le domaine Toubou montre que l'apparition du dromadaire est tardive et coïncide avec la dernière phase de l'âge pastoral du Tibesti de HUARD.

En se fondant sur les types de harnachement chamelier¹ LHOTE (1953) soutient avec réserve que le dromadaire de l'Ennedi et du Tibesti serait venu de l'est, c'est-à-dire du Soudan. Son adoption a constitué une révolution dans le pastoralisme Toubou et les nomades noirs du Sahara ont rapidement acquis la maîtrise technique de cet élevage, et développé une culture pastorale très originale dans la région.

Les marques du bétail sont les signes distinctifs des clans dont ils soulignent l'identité. Ils seront appréhendés à partir des marques sur l'animal, puisque BAROIN (1972) a mis en évidence la pertinence de cette démarche (photo 17 et 18).

Les clans toubous du Bahr-el-Ghazal actuellement recensés ne possèdent pas tous un blason spécifique, mais nous rapportons ici ceux qui ont pu être recensés avec l'indication de leur emplacement sur l'animal (figure 2.2).

1. MONOD (1967, 1968) a consacré deux articles à ce fait culturel pour proposer une division géographique du Sahara en Maure, Berbère, Touareg et Toubou.,



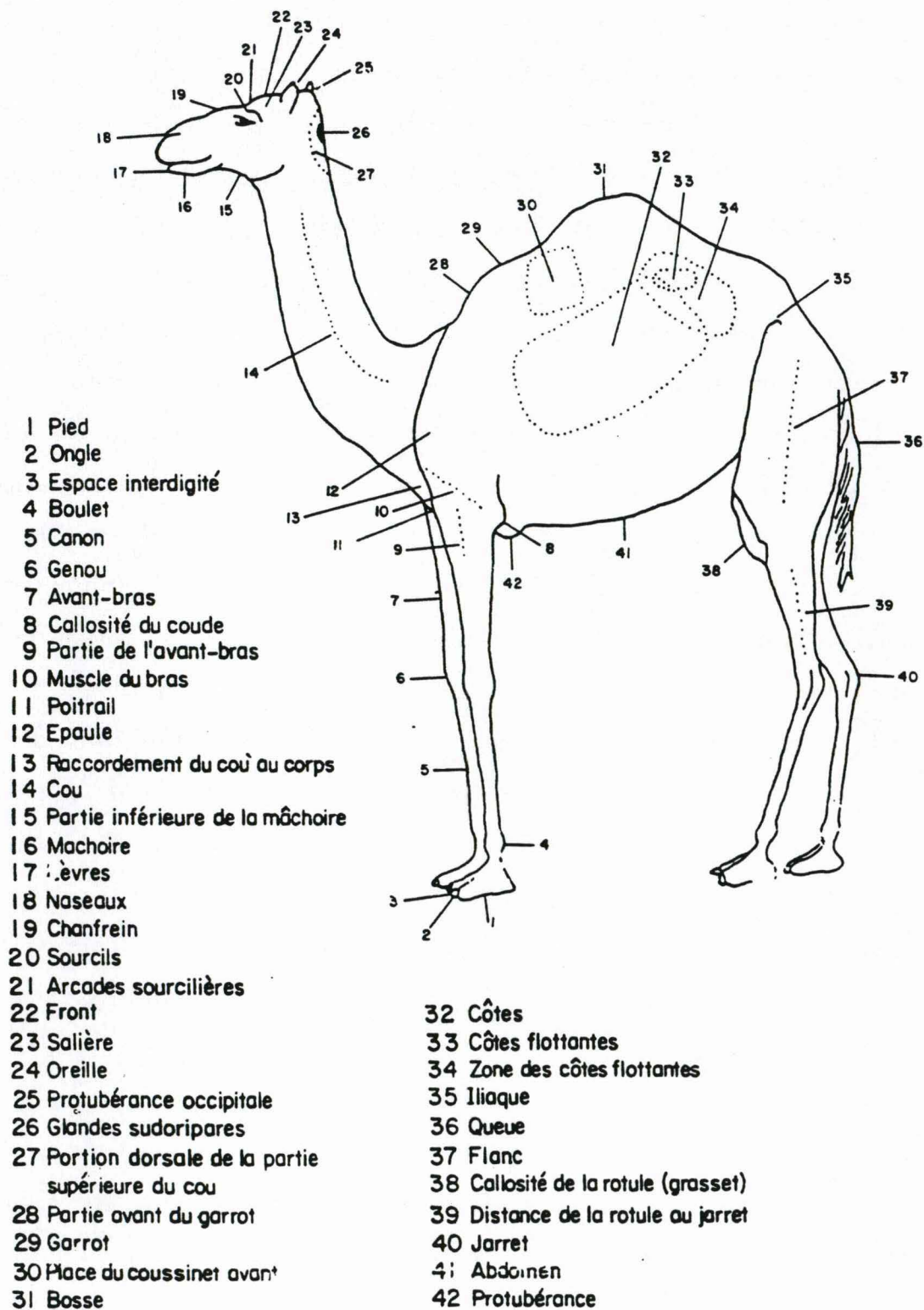
Photo 17 : Dromadaires boudoula (*kréda*) au repos
(Photo YOSKO, Mai 1991).



Photo 18 : Bahr-el-Ghazal sud, par la marque qu'il porte, ce dromadaire est un indice de la présence des *Sounna* (*Kréda*) autour de ce puits.
Marque à comparer avec celle de la photo 14.
(Photo YOSKO, Mai 1991).



Photo 19 : Tout *Maerua crassifolia* qui meurt, est une "page" de l'histoire éthno-territoriale toubou qui est perdue.
(Photo YOSKO, Mai 1991).



**Figure 2.2: Dénominations des régions corporelles du dromadaire
(extrait de MUKASA-MUGERWA, 1985)**

2.3.2 Signification du clan toubou

La compréhension de la nature et de la signification du clan sont un préalable à l'étude des marques qui en tracent l'extension territoriale.

Le clan toubou a suscité l'intérêt de nombreux auteurs (REQUIN, 1935 ; DAGNAC, 1939 ; SCHNEIDER, 1939 ; ARBAUMONT, 1954 ; CHAPELLE, 1957 rééd. 1982, 1965 ; RUFFIE & DUCOS, 1960). Il s'agissait pour eux d'étudier d'une part le clan toubou tant chez les *Teda* que chez les *Daza* afin de comprendre l'organisation sociale et élucider les rapports *Teda-Daza* (y compris les *Kréda*) qui parlent, rappelons-le, deux langues de la même famille : le **Tedega** et le **Dazaga** relativement proches l'une de l'autre, et, d'autre part, leurs relations avec leurs voisins sahariens, arabes et touaregs. La définition qu'en donne CHAPELLE (op. cit.) résume sans doute le mieux cette notion de clan toubou : **c'est un ensemble d'hommes et de femmes libres et indépendants, dispersés dans l'espace mais unis par le sang, c'est-à-dire se réclamant d'un ancêtre commun**. Il y a entre les membres d'un clan des obligations d'entraide, d'assistance, d'hospitalité. Pour chaque Toubou, sa filiation paternelle et sa filiation maternelle indiquent ses clans d'origines. C'est dans le cadre très dispersé et varié de ces clans que le Toubou mène sa vie sociale.

Les descriptions de LE ROUVREUR (1962, rééd. 1989) et de BURON *et al.* (1992) sur les marques de bétail des populations du Tchad laissent admettre l'existence, à l'échelle du bassin, d'un fond commun de *marques de bétail*. Nous avons mis en évidence que ce fond commun, véritable système graphique, permet à chaque clan ou groupe de clans d'adopter un ou plusieurs symboles géométriques qui tiennent lieu de *marque*. L'ensemble est un vocabulaire assez confus, la distinction de "termes" reposant sur les critères suivants : l'emplacement, l'orientation et accessoirement l'appellation locale.

2.3.2.1 Le rôle des marques

Les marques de bétail soulignent la forte cohésion sociale et l'identité du clan à travers sa prédilection pour l'élevage camelin.

Tableau 2.10: Marques de bétail de la tribu Merema

			Appellation	Emplacement
Marques tribales		A	Aritourkone	Tiers moyen encolure droit
		IE	Orkoub	Tiers antérieur encolure gauche
Marques claniques	Abdougouma et Hedjeria	I	Taizew (galal)	Tiers moyen encolure gauche
		†	N'Gli	Avant bras gauche
	Kindja	人	Taizew Tchiyi-fartra (naar)	Tiers moyen encolure gauche (bord cranio-dorsal de l'épaule gauche)
	Lechibiya	Σ	Osson-Nga (forkera-nga)	Milieu thorax gauche
		IIIh	Tchaka	Joue droite
	Maïzena	l	Djebé	Fesse gauche
		"	Tamrata	Encolure droit
	Tchou-Wiya	#	Cherett	Joue droite
		/	Herizil	Entre le nez et l'oeil droit
	Tireyma	M	Dridrin yarka touzo	Cuisse droite
		人	NGli Bourrouw	Fesse gauche
	Wacha-Nga	///	Agraa	Tiers moyen encolure droit
		人	Yissi	Entre l'oeil et la narine droite

Tableau 2.11: Marques de bétail de la tribu *Sagarda*

Marques tribales		Appellation	Emplacement	
Marques claniques	Abbaa	7\	Koulou-Nga	Cuisse gauche
		Δ	Merey-Nga	Pointe fesse gauche
			Kalamiya	Sous l'oreille droite
		/	Agassi Kora	Milieu du thorax gauche
	Arimia	Y	Lamalif tayou	Tiers moyen encolure gauche
			gagara	Bord cranio-dorsal de l'épaule gauche
		^	N'Gli guiri	Cuisse gauche
	Brachiria		Kangana-nga	Tiers avant encolure droit
		IC	Orkoub	Tiers avant encolure gauche
		/	Nei	Arcade zygomatique droite
		⌒	Agra-nga	Tiers avant encolure droit
	Baragara	⊥	N'Gli Bourouw	Fesse gauche
		/	Agassi	Milieu du thorax gauche
	Bettia	^	Djillye-nga	Milieu du thorax droit
		/	Agassi	Milieu du thorax gauche
	Bourdouguaia	/	Guirti-ra	Nuque droite
		^	Djillye-nga	Milieu du thorax droit
		⌒	Orkoub guiniye	Tiers moyen encolure gauche
	Mallaa		Kangana	Tiers avant encolure droit
		⊥	Chill	Sous l'oeil gauche
	Obodjia	/	Agassi	Milieu thorax gauche
		⌒	Chougnei-nga	Tiers avant encolure gauche
	Ordia	^	Djillye-nga	Milieu thorax droit
			Kangana	Tiers avant encolure droit
		^	N'Gli bourouw	Fesse gauche
	Souloumba	Δ	Daal	Bras gauche
	Sounia	⌒	Naar	Omoplate gauche
		⌒	Chougnei-nga	Tiers avant encolure gauche
	Tourda	Y	Mellifi	Tiers avant encolure droit
		2	Door	Genou droit
	Yoo-ria	XI	Laiyane	Tiers moyen encolure droit
		^	Moudjou-nga	Omoplate gauche interieur

Tableau 2.12: Marques de bétail de la tribu *Chonokora*

		Appelation		Emplacement
Marques tribales		Inexistantes		
Marques claniques	Bora-agraa	—	N'Gli bourouw	Fesse gauche
	Dallaya		Chi-tchoua	De part et d'autre de l'oreille gauche
		+	Torfo taillou	Tiers avant encolure gauche
	Kirda	^	Chougnei-nga	Tiers avant encolure gauche
		^	Koulou-nga Tcher	Cuisse gauche
	Yorda Barsa Mallima		Chi-Tchoua	De part et d'autre de l'oreille gauche
			Kallanga	De part et d'autre de l'oreille gauche
	Orta Mouchoudja		Kalla	Tiers avant encolure gauche
		()	Merei-ngaye	Fesse gauche
	Molkia	+	Torfo taillou	Tiers avant encolure gauche
			Chi-Tchoua	De part et d'autre de l'oreille gauche
		^	Fourkey-nga	Omoplate droite
		^	Léchiour	Joue droite
	N'Glema	↑	Keira-nga	Omoplate droite
			Goudoura-nga	Auge
			Kelenguia	Tiers moyen encolure droit
	Togora	^	Chewé	Tiers moyen encolure droit
	Yria	M	Dridrin	Milieu cuisse droite
		N	Dridrin	Tiers moyen encolure gauche

Tableau 2.13: Marques de bétail de la tribu *Bria*

			Appelation	Emplacement
Marques tribales		+	Torfo taillou	Tiers avant encolure gauche
			Chi-Tchoua	De part et d'autre de l'oreille gauche
			Kalla-nga	De part et d'autre de l'oeil droit
Marques claniques	Abbatouguia		Kelergui	Tiers inférieur de l'abdomen gauche
		≡	Kalla-nga Warba	Joue droite
	Alhadja et Dakrima		Taizew (galal)	Tiers moyen encolure droite
	Bouchy	8	Lamalif	Encolure droite
		≡	Orkou	Fesse gauche
	Bichimilea	Δ	Merey-nga	Fesse gauche
		7/8	Koulou-nga	Cuisse droite
	Gaduirma	≡	Kirchi	Cuisse gauche
	Haggia	≡	Cherett	Joue droite
		^	Wassal	Fesse droite
	Kagra-nga	⋈	Chougnei-nga	Tiers avant encolure droite
	Mimaa (Dazima)	N	Dridrin Kichou	Milieu du thorax gauche
			Kangana	Tiers antérieur encolure droite
	Nouma		Taizew	Tiers moyen encolure gauche
	Tindjiria		Kalla agouzou	Bord antérieur du bras gauche
		≡	Orkoub	Tiers antérieur encolure gauche
	Welliya		Eneguir	Tiers moyen encolure gauche
			Kalamiya Tchou	Joue gauche

Tableau 2.14: Marques de bétail de la tribu *Dirguima*

			Appellation	Emplacement
Marques tribales			Doudou-a	Trois scissures sur l'oreille gauche
			Lassi	Lambeau de peau pendant a la base de l'oeil gauche
Marques claniques	Acha	∩	Owourou Tchou	Tiers moyen encolure droite et gauche
		/	Tchiguiri	De l'angle de la mandibule au milieu du nez droit
	Boltia	∧	Yissi	Entre l'oeil et la narine droite
		IE	Orkoub	Tiers avant encolure gauche
		E	Orkoub	Milieu thorax gauche
		T	Sot	Fesse gauche
	- Djounoufou - Kalama - Yacouma - Maria	HI	Kirchi	Cuisse gauche
		I	Guirguilé-nga	Garrot
		N	Dridrin Djessou	Côté cranio-supérieur de l'avant-bras droit
	Erba	∧	Chougnei-nga	Tiers avant encolure droite
		∧	Koulou-nga Tcher	Cuisse gauche
	Kourra	II	Kalla-nga	De part et d'autre de l'oeil droit
		∧	Koulou-nga	Cuisse gauche
	Mima	Δ	Merey-nga	Fesse gauche
		II	Kalamiya	Sous l'oreille gauche
		/	Agassi Kora	Milieu thorax gauche
	Moussoura	γ	Lamalif	Tiers moyen encolure droite
	Salma	سالم	Salma	Tiers moyen encolure ou cuisse gauche
	Tarasseya	IE	Orkoub	Tiers avant encolure gauche
		E	Orkoub	Milieu thorax gauche
		T	Sot	Fesse gauche

Tableau 2.15: Marques de bétail des tribus *Gourda* et *Koutoura*

			Appellation	Emplacement
Marques tribales		+	Torfo	Cuisse gauche
		卐	Biri	Tiers avant encolure gauche
		//\	Tchiguira	De chaque coté du nez le coté gauche est renforcé d'un petit trait coté
		70	Door	Bord supérieur du genou gauche
Marques claniques		△	Daal	Bras droit
		/	Agassy	Milieu thorax droit
			Koulamiya	Sous l'oreille gauche
		"	Tamrata	Tiers moyen encolure droite
			Taizew	Tiers moyen encolure gauche
		"	Tamrata	Tiers moyen encolure gauche
		П	Orkoub Guiny	Tiers moyen encolure gauche
		er>	Djarma	Tiers moyen encolure droite

Tableau 2.16: Marques de bétail des tribus *Kreda*

TRIBUS	MARQUES	APPELATION	EMPLACEMENT
Boudoula	ن	Owourou	Tiers moyen encolure droit
Djaraa	حرو	Djaraou	Tiers moyen encolure droit
Sounna	سس	Sounda	Tiers moyen encolure droit
Yorda	N	Dridrin	Joue droite
Y ria	N	Dridrin	Tiers moyen encolure gauche
	M	Dridrin	Tiers moyen encolure gauche
	^	Lechiour	Joue droite

Nos enquêtes (Tableaux 2.10 à 2.16), s'appuyant aux travaux de BAROIN (op. cit.) et de HAGENBUCHER (1979), font ressortir l'existence de deux types de marques :

- Les marques générales de la tribu : ARI (singulier) ou ARIA (pluriel) ; chaque élément de la tribu l'applique sur ses animaux. En guise d'illustration, prenons le cas de la tribu *Merema* : ARITOURKONE et ORKOUB (tableau 2.10) sont ses deux marques générales. Par conséquent, tout dromadaire frappé de la marque ARITOURKONE sur l'encolure côté droit et de la marque ORKOUB sur l'encolure côté gauche est une propriété *Merema*.

- Les marques spécifiques : WASSAL (singulier) ou WASSALA (pluriel). Elles soulignent en fait l'identité d'un clan par rapport à la tribu. Les *Merema* du clan *Wachaa-Nga* appliquent en plus des deux marques générales de la tribu la marque AGRAA sur l'encolure côté droit et la marque YISSI entre le nez et l'oeil droit.

C'est là que s'expriment concrètement les devoirs de l'individu vis-à-vis des membres du clan. Un dromadaire égaré, s'il est frappé de ces quatre marques, n'importe quel *Wachaa-Nga* le récupère, l'entretient et le restitue au propriétaire. Tout en soulignant l'identité d'un clan, elles restent assez ouvertes et incluent les marques des clans maternels ou des ancêtres.

A côté de ces deux types de marques, qui sont des symboles géométriques, il faut noter l'inscription possible en arabe du nom de la tribu (*Sounda, Djaraw, Djerma*) ou du chef de la tribu (Chef HAMIT) en lieu et place tantôt de la marque générale (*Sounda, Djaraw*), tantôt de la marque spécifique d'un clan (généralement la chefferie).

Il s'agit là d'un fait culturel récent qui traduit l'influence grandissante de l'islam sur ces populations. Il constitue un élément d'enrichissement du fond commun des marques du bétail dans le bassin du Tchad.

Un fait important élucidé par nos enquêtes est la forte corrélation entre la prééminence de l'élevage camelin, l'effectif de la tribu et le nombre de blasons spécifiques. Chez les chameliers *daza*, les *Chonokora* et les *Sagarda*, numériquement plus importants que les *Merema*, possèdent plus de blasons spécifiques. Par contre chez les *Kréda*, ce sont les *Bria* suivis des *Gourda* qui affichent un nombre significatif de blasons spécifiques.

Si l'inscription et l'appellation des marques sont très précises, plusieurs recoupements sur l'emplacement de celles-ci sur les différentes parties de l'animal prêtent à confusion. Les informations recueillies par nos enquêteurs sont souvent contradictoires (côté gauche ou côté droit). Par conséquent, l'emplacement des marques consigné sur les tableaux 2.10 à 2.16 est très indicatif.

Vue sous l'angle des marques, la distinction entre *Daza* et *Kréda* ne repose pas sur de solides fondements : les *Dirguima* du clan *Mima* (tableau 2.14) ont les mêmes blasons spécifiques que les *Sagarda* du clan *Abba* (tableau 2.11). Entre ces deux clans, pourtant issus d'entités distinctes, les devoirs réciproques d'entraide s'imposent.

Même si cela n'a pas été approfondi dans le cadre de cette étude, il faut souligner que s'agissant des petits ruminants, et accessoirement des bovins et des ânes, *Kréda* et *Daza* utilisent des marques qu'on peut classer en trois types : entailles ou simples déchirures de longueur variable sur les bords inférieurs ou supérieurs ou à l'extrémité de l'oreille ; des fentes plus ou moins profondes en V qui arrachent un morceau triangulaire de l'oreille ; et enfin des trous ronds sur le pavillon de l'oreille. Ces types de marquages sont assez plastiques ; on les retrouve chez les Peuls (DUPIRE, 1953) et même en Europe (CABANEL-LEDUC, 1975), où l'élevage a conservé une certaine originalité et obéit aux pratiques ancestrales.

2.4 Les processus d'occupation et d'exploitation de l'espace:

L'interprétation des marques

2.4.1 Le clan, matrice des "champs sociaux" chez les Toubous

C'est encore le clan qui permet d'appréhender convenablement l'horizon du nomade toubou, comme le définit CHAPELLE (1980): "L'homme est lié aux siens et à son troupeau, mais n'est pas lié à tel ou tel point de l'espace qu'il parcourt. Il connaît les limites de son domaine familial, et il sait aussi ce qu'il y a dans cet horizon, qui y vit, qui s'y meut. Il a des attaches lointaines et une grande aptitude à s'informer des nouvelles extérieures".

Les repères spatiaux les plus importants, et en particulier les puits, s'identifient aux clans. Le puits n'est pas seulement un trou creusé dans le sol pour extraire de l'eau, c'est un patrimoine familial ou clanique qui se transmet de génération en génération. De ce fait, il devient un créneau par lequel l'individu

s'approprier l'accès et le prélèvement quasi exclusif des ressources pastorales d'une zone. Les puits, repères spatiaux, aideraient à circonscrire pour chaque toubou une sorte de "champ social", concept emprunté aux géographes de l'ORSTOM (BERNUS, 1968). Ainsi, par le clan auquel il appartient, chaque toubou acquiert dès sa naissance un "champ social" originel défini à partir d'un certain nombre de repères spatiaux. Que survienne un événement important (mariage, alliance, guerre, calamités), et la configuration du "champ social" originel se modifie. Le clan, structure sociale de base, caractérisé par un blason spécifique, constitue l'unité élémentaire de base du champ social. Ainsi, un ensemble de repères sociaux (puits) reconnus comme étant le patrimoine d'un clan constitue un champ social.

Avant de s'interroger sur les conséquences de la prise en compte de ce concept sur les problèmes d'accès et de prélèvement des ressources pastorales, il convient de l'illustrer de façon concrète et de le discuter. Un certain nombre de puits ont été visités et leurs coordonnées géographiques relevées au positionneur satellite GPS Magellan 100 (tableau 2.17). Leur répartition couvre assez bien la zone d'étude des marques. Parallèlement, l'appartenance clanique et tribale des puits visités a été établie par des enquêtes sur le terrain et auprès des notables *kréda* et *daza* à Moussoro ou ailleurs. Grâce au logiciel ILWIS, acquis dans le cadre du Programme Ecologie Pastorale (PEP, voir Introduction)² et qui est un système d'information géographique (SIG), une représentation spatiale des "champs sociaux" a été élaborée (carte de la figure 2.3). Cette représentation, inspirée de la technique du plus proche voisin, appelle **très vite un commentaire** : elle est approximative comme le montre la rigidité des limites entre champs sociaux. 48 points géoréférencés sont sans doute insuffisants pour délimiter des unités sur une superficie de l'ordre du degré carré. Au regard de la répartition de l'ensemble des points d'eau répertoriés par les services hydrauliques (carte de la figure 2.4), notre essai de spatialisation des "champs sociaux" pourrait être sensiblement amélioré, même si les données des services hydrauliques incluent les

2. Dans le chapitre 4, nous reviendrons en détail sur la méthode utilisée.

"puits" effectivement et virtuellement hors d'usage. Ce n'est pas tant la démarche qui est en cause mais le faible effectif des repères spatiaux. L'enquête sur le terrain et auprès des notables n'est pas non plus un outil parfaitement objectif ; elle est pourtant extrêmement importante pour définir les "champs sociaux". En effet, sur un total de 48 repères, hormis les trois cures salées et la ville de Moussoro qui présentent un statut particulier, 15 puits n'ont pas d'attribution précise,

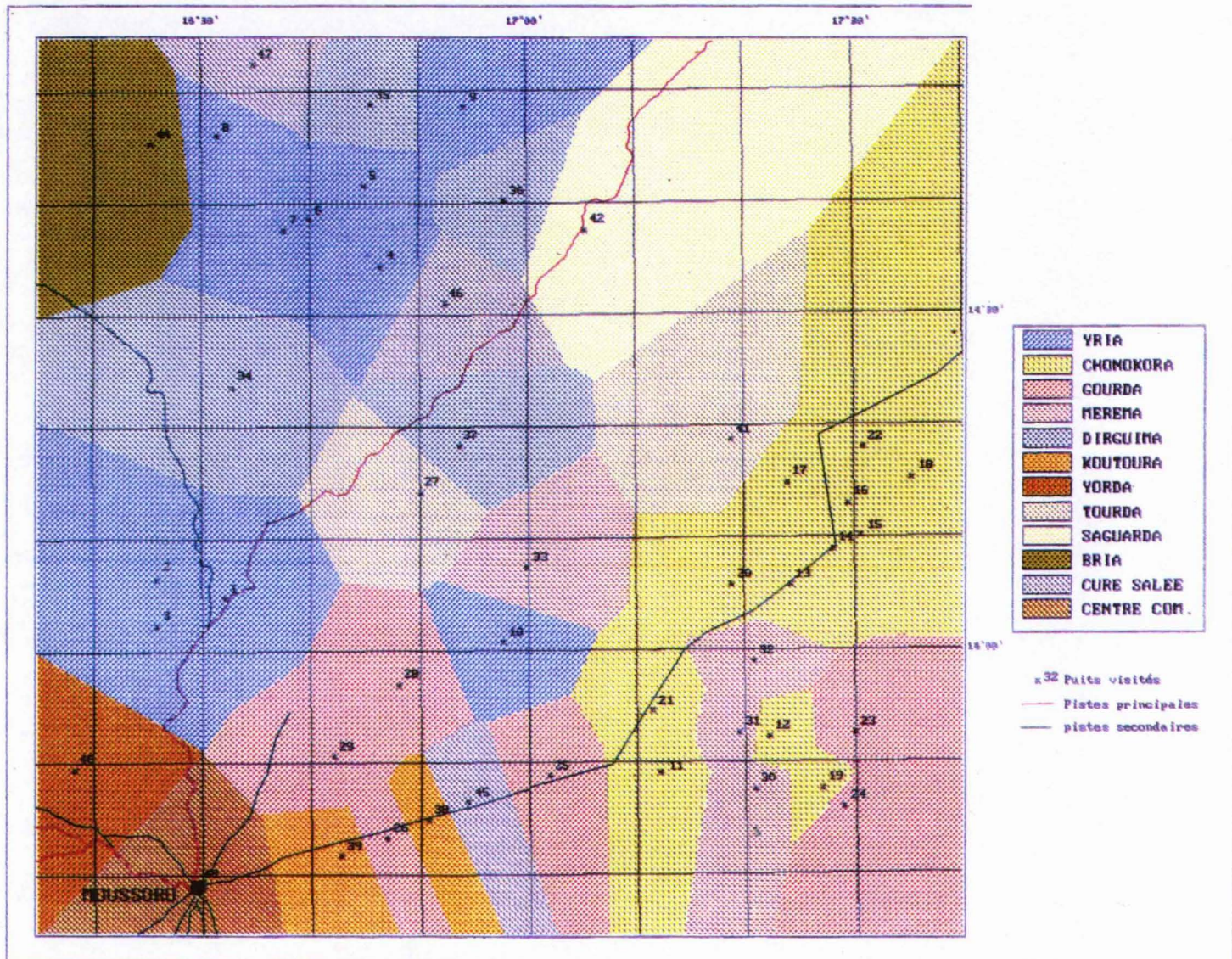


Figure 2.3: Carte des champs sociaux dans le Bahr-el-Ghazal

du fait que l'enquête a fourni des réponses vagues et parfois contradictoires. Cela représente 31% de l'effectif global. Ce pourcentage énorme tient à plusieurs

raisons : selon la période où l'on visite les puits, les interlocuteurs rencontrés et les informations fournies ne sont pas identiques. Ces contradictions s'expliquent par l'esprit de dissimulation qui caractérise les Toubous, et aux rapports pas toujours sereins qui existent entre ces nomades et les agents de l'Etat.

Le cas le plus édifiant est celui du puits de Kedjikedji ($14^{\circ}18'65''\text{N}$ et $17^{\circ}18'83''\text{E}$), répertorié selon l'enquête comme appartenant aux *Tourda (Daza)* sans spécification clanique. Il s'agit en réalité d'un puits qui appartient aux *Gonokoya*, un clan *Boudoula (Kréda)*, mais, devant la pression des *Tourda* et pour des raisons politiques et stratégiques, les *Gonokoya* ont dû abandonner ce puits depuis une décennie. Le contexte politique ayant entre temps changé, ils viennent de le récupérer, comme nous l'avons constaté en février 1993.

Tableau 2.17: Quelques repères des champs sociaux dans le Bahr-el-Gazal

N°	NOM DES PUIITS	COORDONNEES	TRIBUS
01	OULEY-NGA (Puits cimenté)	14°04'78"N 16°32'18"E	YRIA
02	BOURKOURI (Puits cimenté)	14°06'48"N 16°25'79"E	YRIA
03	CHAGARA (Puits cimenté)	14°02'22"N 16°25'83"E	YRIA
04	IYI-BOU (Puits cimenté)	14°34'18"N 16°46'46"E	YRIA
05	AGRAA-NGA (Puits cimenté)	14°41'45"N 16°45'02"E	YRIA
06	TCHEKEY (Puits cimenté)	14°38'54"N 16°39'97"E	YRIA
07	DJOGOCHILLA (Puits traditionnel)	14°37'53"N 16°37'58"E	YRIA
08	BIR TCHAO ARKIMA-NGA (Puits Traditionnel)	14°45'99"N 16°31'51"E	YRIA
09	OUAMI (Puits cimenté)	14°48'51"N 16°54'35"E	YRIA
10	ABAL (Puits cimenté)	14°00'80"N 16°57'75"E	YRIA
11	EBERAYE (Puits cimenté)	13°49'04"N 17°12'10"E	CHONOKORA
12	GONOU-NGA (Puits cimenté)	13°52'14"N 17°22'25"E	CHONOKORA
13	DJAWOLI (Puits cimenté)	14°05'77"N 17°24'24"E	CHONOKORA
14	TCHOULOUK (Puits cimenté)	15°08'95"N 17°28'12"E	CHONOKORA
15	FIRI (Puits cimenté)	14°10'17"N 17°30'61"E	CHONOKORA
16	WOGOURDA-NGA (Puits cimenté)	14°12'92"N 17°29'51"E	CHONOKORA
17	HORODOUN (Puits cimenté)	14°14'85"N 17°23'97"E	CHONOKORA
18	BIGUEL (Puits cimenté)	14°15'29"N 17°35'34"E	CHONOKORA

**Tableau 2.18: Quelques repères des champs sociaux dans le Bahr-el-Gazal
(suite)**

19	AKOURBAYE (Puits cimenté)	13°47'59"N 17°26'98"E	CHONOKORA
20	TCHOROGUI (Puits cimenté)	14°05'77"N 17°18'83"E	CHONOKORA
21	MOUGNIRA (Puits cimenté)	13°54'61"N 17°11'45"E	CHONOKORA
22	SEKETE (Puits cimenté)	14°17'95"N 17°30'81"E	CHONOKORA
23	TCHRO-GA-NGA (Puits traditionnel)	13°52'51"N 17°29'98"E	GOURDA
24	CHOLOUF (Puits traditionnel)	13°45'93"N 17°28'94"E	GOURDA
25	ANIRAFUKE (Puits traditionnel)	13°48'81"N 17°01'84"E	GOURDA
26	GUISSERI TCHI-TCHOUMOU (Puits Cimenté)	13°43'26"N 16°46'91"E	GOURDA
27	KOUDJINIYE (Puits cimenté)	14°14'06"N 16°50'15"E	GOURDA
28	GOUFOUR (Puits cimenté)	13°56'94"N 16°48'07"E	GOURDA
29	GRANNTESI (Puits cimenté)	13°50'56"N 16°42'09"E	GOURDA
30	ISLIT (Puits cimenté)	13°47'49"N 17°20'86"E	MEREMA
31	KEDJEMOU-NGA (Puits cimenté)	13°52'55"N 17°19'45"E	MEREMA
32	YI-GUEY (Puits cimenté)	13°58'94"N 17°20'83"E	MEREMA
33	OTOUK (Puits cimenté)	14°07'39"N 16°59'89"E	MEREMA
34	DOURGOULA-NGA (Puits cimenté)	14°23'47"N 16°32'86"E	DIRGUIMA
35	KILINGUA YESKIA (Puits cimenté abandonné)	14°48'77"N 16°45'71"E	MEREMA
36	TCHORGA-NGA	14°40'12"N 16°57'98"E	MEREMA
37	GONTRAYE (P.C. eteint, puits traditionnel)	14°18'21"N 16°53'79"E	MEREMA.

**Tableau 2.19: Quelques repères des champs sociaux dans le Bahr-el-Gazal
(suite et fin)**

38	GUISSER (Puits cimenté)	13°44'83"N 16°50'71"E	KOUTOURA
39	DAAR (Puits traditionnel)	13°41'72"N 16°42'80"E	KOUTOURA
40	IREMELE (Puits cimenté)	13°49'45"N 16°18'21"E	YORDA
41	KEDJIKEDJI (Puits cimenté)	14°18'65"N 17°18'83"E	TOURDA
42	SAF (Puits cimenté)	14°37'44"N 17°05'43"E	SAGARDA
43	BIR TCHAO TEFOUMOU-NGA (Puits cimenté)	14°43'84"N 16°27'30"E	BRIA
44	GARA (Puits cimenté)	14°45'28"N 16°25'28"E	BAIA
45	ALERIT (Puits cimenté, cure salée)	13°46'46"N 16°54'42"E	Cure salée
46	HOMOUDJ (Puits cimenté)	14°30'97"N 16°52'51"E	Cure Salée
47	ARAK (Puits cimenté)	14°52'33"N 16°34'83"E	
48	MOUSSORO (Résidence secteur vétérinaire)	13°39'25"N 16°29'66"E	Centre commercial

En raison du caractère permanent et localisé des gisements de natron, les cures salées³ attirent des nomades de tous les horizons et deviennent une sorte de "zone franche", d'où leur statut spécifique. Dans le Bahr-el-Ghazal, l'accès aux cures salées est libre. Certains conduisent l'ensemble du troupeau à la cure et y séjournent quelques semaines, de préférence en saison pluvieuse. Les bêtes s'abreuvent directement dans les mares où le natron est dissous. D'autres attendent la saison sèche, période durant laquelle l'évaporation favorise la remontée saline, pour venir ramasser le natron sous forme de poudre. En principe, ce prélèvement n'est soumis à aucune loi⁴. Ailleurs, dans le Borkou (nord du

3. L'importance de la cure salée dans la conduite de l'élevage chez les Toubous sera développée dans le chapitre 4.

4. Depuis quelques années, la cure salée de Grantessi située en zone *Gourda* (*Kréda*) est au coeur d'une spéculation entretenue par l'administration avec la

Tchad) par exemple, les caravanes arabes qui viennent chercher le natron payent une taxe aux chefs traditionnels et à la commune de Faya-Largeau.

2.4.2 Lecture de marques et espace pastoral

Ce sont surtout les spécialistes en sciences sociales qui ont les premiers souligné l'intérêt sociologique de l'étude des marques sur les animaux. ROBERSTON-SMITH (*in* DUPIRE, 1954) avait tenté d'utiliser ces marques pour retracer les routes de migration des pasteurs. CHAPELLE (*op. cit.*) affirmait, s'agissant du cas Toubou : **"Comme les marques d'un clan se transmettent sans grand changement d'une génération à l'autre, leur pérennité constitue un moyen d'enquête sur les tribus d'une région."** BAROIN (1972) s'est inspiré de cette approche pour établir la relation de dominance entre *Daza* et *Azza* du Niger.

Pour ce qui concerne notre étude, le système de collecte a été conçu pour permettre l'usage, au niveau de la démarche, des méthodes statistiques multidimensionnelles appliquées en écologie (GODRON *et al.*, 1969 ; LACOSTE & ROUX, 1971 ; BROCCARD *et al.*, 1977 ; DAGNELIE, 1977 ; DEBUSSCHE *et al.*, 1979 ; DAGET & GODRON, 1984 ; LEBART *et al.*, 1982) et de la graphie (NDIAYE & LAKE, 1987) dans l'analyse de données. Finalement, étant donné le très faible nombre de séries d'observations, c'est la matrice ordonnable de BERTIN qui a été utilisée.

La matrice construite était de n lignes de différents clans et de j colonnes représentant les marques. Notre schéma théorique de l'analyse de données a été très vite confronté à un écueil de taille, à savoir : la difficulté de lecture de marques. Trois raisons peuvent être invoquées : l'incertitude de succession des marques, l'incohérence dans la technique de marquage et la graphie dissemblable de certaines marques.

bienveillance de la chefferie traditionnelle ; une taxe est perçue par charge de dromadaire.

- L'incertitude de succession de marques : sur le même tronc, plusieurs marques frappent à la fois le champ visuel du lecteur. Même s'il arrive que les marques les plus récentes se distinguent des autres, le temps et les intempéries ont tendance à gommer le signe le plus perceptible de la succession. Un exemple, la marque N inscrite quatre fois signifie-t-elle autant de clans dans la matrice? L'incohérence de la technique de marquage : ne disposant pas d'un attirail éprouvé pour le réaliser, les marques sont faites à main levée à l'aide d'un couteau et de manière disparate. Les marques s'interfèrent fréquemment compliquant le fil de succession et sont difficiles à dissocier.
- La graphie dissemblable de certaines marques : la précision n'étant pas le souci primordial de ces "artistes", des interprétations aléatoires et erronées peuvent découler d'une simple confusion. Même pour l'oeil le plus exercé, certaines marques, qui ont chacune un sens et un emplacement précis, peuvent prêter à confusion.

Comme on peut le constater, cette difficulté de lecture n'autorise pas une interprétation d'ensemble basée sur un tableau de données ou de la matrice ordonnable de Bertin. Pour contourner cet écueil, nous avons orienté notre interprétation vers deux axes : l'entourage immédiat du puits et les cures salées.

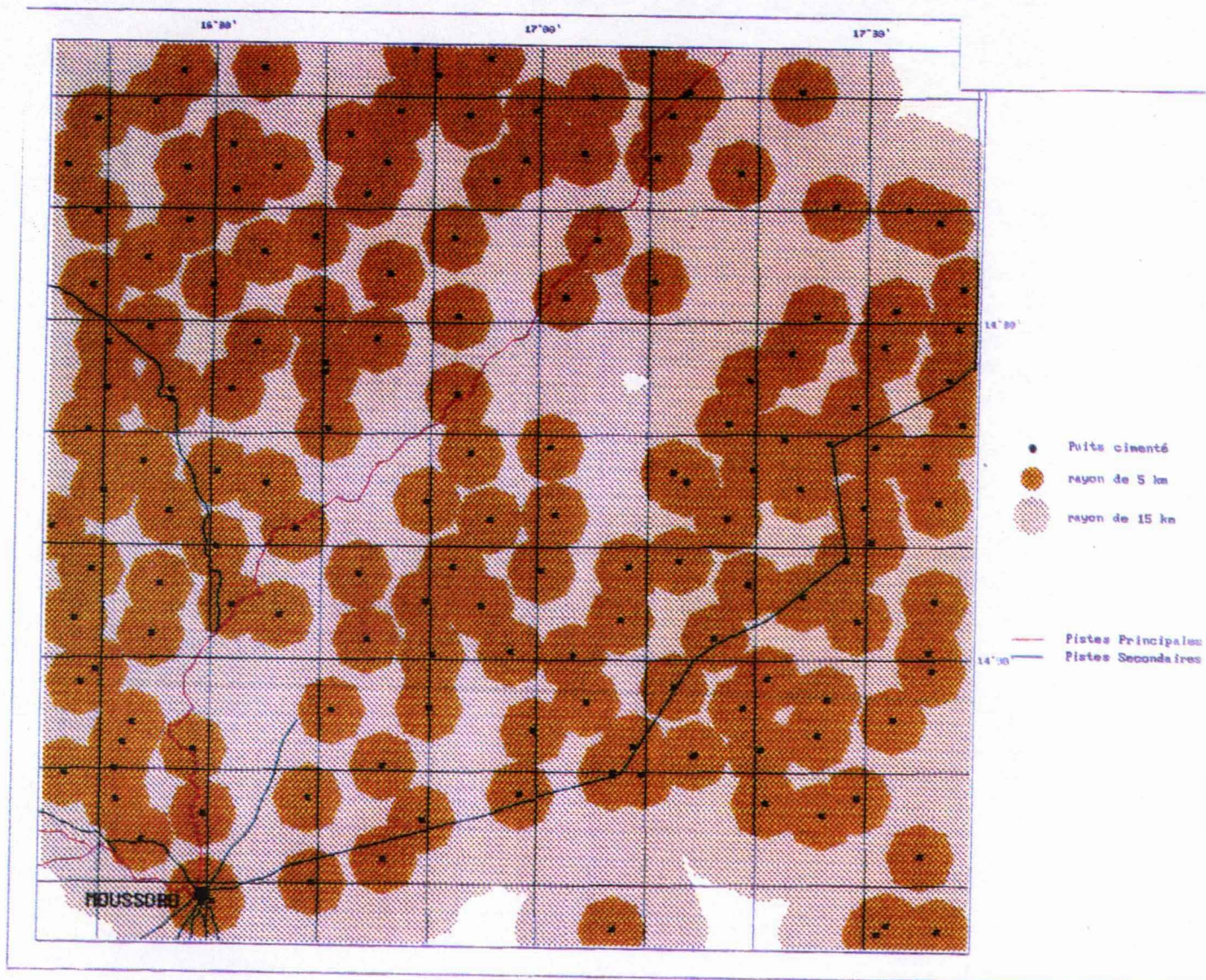


Figure 2.4: Répartition des puits cimentés dans les champs sociaux de Bahr-el-Ghazal

2.4.2.1 L'entourage des puits

Les puits étant par définition une portion du "champ social", les marques recueillies dans son environnement immédiat aideraient à reconstituer les processus d'occupation de l'espace et l'utilisation des ressources pastorales. Pour ce faire, nous analyserons les situations typiques de quelques puits.

■ Dourgoula-Nga

Fief de la chefferie de la tribu Duirgima ; le puits ($14^{\circ}23'47''\text{N}$ et $16^{\circ}32'86''\text{E}$) appartient au clan *Achaa*. Aucune de ses marques (tableau 2.1, arbres n° 15 à 17) ne correspondent à celles du clan *Achaa* (tableau 2.14). La marque (Lamalif) pourrait laisser supposer au sein de la tribu que le clan *Noussoura* peut y accéder tout comme le clan *Bouchy* des *Bria* (tableau 2.13). En somme, sur la base de l'interprétation des marques, le puits de Dourgoula-Nga, qui appartient au clan *Achaa* par le jeu des alliances est fréquenté par d'autres clans *kréda*, notamment les *Noussoura* et les *Mima*.

■ Saf

Le puits Saf ($14^{\circ}37'44''\text{N}$ et $17^{\circ}05'43''\text{E}$) appartient au sagarda *Bachiria* (tableau 2.11). Aucune des marques relevées (tableau 2.1, arbres n° 28 à 31) ne se rapporte directement au clan *Bachiria*. Les arbres 30 et 31 portent l'une des marques générales des Sagarda. On note aussi la marque des *Merema*.

■ Anirafouké

Ce puits ($13^{\circ}48'81''\text{N}$ et $17^{\circ}01'84''\text{E}$) est répertorié comme appartenant aux *Gourda* du clan *Arsara* (tableau 2.15). Aucun des arbres (tableau 2.3, arbres n° 69 à 73) ne porte spécifiquement des marques *arsara*. Les arbres 70, 71 et 72 portent la marque générale des *Gourda*. Le numéro 70 signale l'indice d'une présence *Merema* () sans que l'on sache exactement le clan.

■ Biguel

Ce puits ($14^{\circ}15'29''\text{N}$ et $17^{\circ}35'34''\text{E}$) appartient aux *Chonokora* du clan *Kirda* (tableau 2.12). L'unique marque répertoriée (tableau 2.4, arbre n° 78) correspond à l'une des deux marques spécifiques du clan. L'interprétation s'avère

délicate étant donné que les *Dirguima* du clan *Erba* (tableau 2.14) et les *Bria* du clan *Kagra-Nga* (tableau 2.13) et même les *Sargada* des clans *Obodjia* et *Sounia* (tableau 2.11) utilisent cette marque.

■ Kedjemou-Nga

Ce puits (13°52'55"N et 17°19'45"E) appartient aux *Merema* du clan *Maizena* qui détient par ailleurs la chefferie de la tribu (tableau 2.10). Tous les arbres (tableau 2.8, arbres n° 122 à 126) comportent la marque générale des *Merema*, ce qui confirme l'appartenance tribale du puits. Par contre aucune des marques ne renvoie aux marques spécifiques des *Maizena*. Une bonne partie des marques spécifiques des 8 clans *merema* y figurent. On peut penser que tous les *Merema* ont accès à ce puits par où transite la suite du chef de la tribu.

■ Outouk

Ce puits (14°07'39"N et 16°59'89"E) appartient aux *Merema* du clan *Wacha-Nga*. Les marques relevées (tableau 2.9, arbre n° 184) illustrent parfaitement l'appartenance du puits à ce clan. En effet, y figurent les deux marques générales des *Merema*, doublées de celles du clan (tableau 2.10).

2.4.2.2 Les cures salées

Les cures salées constituent un lieu de grands rassemblements. Tous ceux qui y séjournent ont tendance à signifier leur passage par leurs marques. Nous présenterons les quatre plus importantes.

■ Arak

Cette cure (14°52'33"N et 16°34'83"E) a subi de plein fouet les sécheresses de 1974/75 et de 1983/84. La densité ligneuse est très faible et le *Maerua*

crassifolia a pratiquement disparu. Arak est un chapelet de trois puits cimentés ; quelques *Balanites aegyptiaca* existent encore autour ; malheureusement aucun ne porte des marques.

■ Koal

Dans cette cure ($14^{\circ}23'69''\text{N}$ et $16^{\circ}26'18''\text{E}$), deux puits cimentés sont côte à côte, un peu à l'écart du parc de vaccination. Au moment des grands rassemblements, une dizaine de puisards traditionnels sont creusés. Seul un vieux *Maerua crassifolia*, à la limite de la mutilation et couché, porte des marques (tableau 2.6, arbre n°99). On dénombre plusieurs dizaines de marques difficilement déchiffrables ; nous en avons relevé quelques-unes. On retrouve pêle-mêle les marques *kréda* et *daza*.

■ Alerit

Ici ($13^{\circ}46'46''\text{N}$ et $16^{\circ}54'52''\text{E}$), à défaut d'arbres, ce sont les abreuvoirs qui portent des marques (tableau 2.8, arbres n°150 à 152). Sur l'abreuvoir sud (n°150), on note la marque des *Kréda Souna*, éléments méridionaux qui dépassent rarement le 14° parallèle ! Dans le même abreuvoir, les *Kréda Yria*, *Souna* et *Daza Merema*, *Sargada* se succèdent sans que l'on sache les clans concernés. L'abreuvoir ouest est apparemment réservé aux *Kréda Gourda* et celui de l'est aux *Kréda Yria*.

■ Homoudj

A l'emplacement de cette cure ($14^{\circ}30'97''\text{N}$ et $16^{\circ}52'51''\text{E}$), la marque générale des *Sargada* domine (tableau IX, arbres n°159 à 166). Sont-ils plus nombreux à séjourner autour de Homoudj ? Pêle-mêle toutes les marques sont

représentées sans qu'il soit possible de faire la part entre les différents clans *Kréda* et *Daza*.

2.5 Conclusion

Il est évident que cette approche n'apporte pas une réponse toute faite au délicat problème de l'ethno-territorialité, au demeurant incontournable dans les stratégies de gestion et d'aménagement de l'espace pastoral. Nos recherches sur les marques, dans l'état actuel des choses, donnent des indices qui demanderaient à être approfondis en augmentant les séries d'observation et en s'investissant encore davantage auprès des Toubous. Nos investigations ne font que commencer. L'étude des marques et de leurs rapports avec l'espace laisse entrevoir une certaine cohérence d'ensemble dans le sillage duquel peut s'insérer une démarche scientifique avec toute sa rigueur.

Dans le cas spécifique du Bahr-el-Ghazal, on ne saurait trop recommander cette approche car le temps joue contre. En effet, le *Maerua crassifolia* régresse et sa régénération n'offre aucune perspective réjouissante. En deux ans de terrain, nous n'avons pas observé la moindre fructification de cette espèce. Les vieux sujets disparaissent, lentement mais sûrement, emportant avec eux leur "trésor" de marques. Plus que jamais, la terrible phrase du sage HAMPATE BA trouve tout son sens : **"En Afrique, tout vieillard qui meurt est une bibliothèque qui brûle"** (photo 19).

Chapitre 3

LES PRINCIPAUX SYSTEMES D'ÉLEVAGE DU BAHR-EL-GHAZAL

3.1 Introduction

Le pastoralisme peut être appréhendé d'abord comme une forme d'interaction et d'équilibre entre les phénomènes naturels et socio-économiques, fondée sur l'utilisation maximale des ressources naturelles, en recourant à des moyens essentiellement biologiques, l'analyse de systèmes d'élevage du point de vue essentiellement zootechnique n'est pas pertinente.

Il convient d'analyser les lois sur lesquelles reposait l'activité pastorale à l'époque passée de son plein épanouissement, et surtout l'organisation du système de production matérielle, dans la mesure où celui-ci déterminait en grande partie les aspects de la vie sociale chez les pasteurs.

L'étude des systèmes d'élevage peut être abordée à travers la théorie du principe de dispersion des nomades, considéré comme loi générale et fondamentale du fonctionnement de la société nomade (MASANOV, 1990), condition première de la production économique normale, déterminant de façon décisive tous les aspects de la vie sociale.

3.2 Aperçu sur la démographie des Toubous du Bahr-el-Ghazal

L'ensemble des *Kréda* et des *Daza* peuple la sous-préfecture de Moussoro (Bahr-el-Ghazal), qui fait actuellement partie de la préfecture du Kanem, et a été autrefois autonome. L'évolution démographique de cette sous-préfecture, peuplée en majorité de Toubous, a été suivie depuis très longtemps. On estime, d'après CHAPELLE (1957), RIM (1992) et nos propres analyses, le nombre d'habitants, à :

en 1911	14 000	(<i>Kréda</i> et <i>Daza</i>)
en 1930	20 000	"
en 1953	52 000	"
en 1957	61 000	"
en 1993	90 000	"

Cette population semble donc avoir quadruplé en quarante-cinq ans et sextuplé en soixante-dix ans. Il est incontestable que les recensements ont été de plus en plus précis et les déclarations de plus en plus sincères, mais cela n'explique que partiellement des écarts de cette importance ; il est certain que l'on se trouve en présence d'un élan démographique supérieur à celui des autres Toubous et des populations voisines. En 1930, les *Kréda* représentaient le sixième des Toubous, ils en constituent déjà, en 1957, le quart. JOUBERT (1937) notait trois cantons *kréda* (Karda, Yria-Naharia, Yorda-Djaraa) et un canton *daza* (Kécherda). Pour la même circonscription, on totalise actuellement neuf cantons *kréda* et quatre cantons *daza*.

Ce phénomène s'accompagne d'un accroissement très important des troupeaux, et, les recensements de CHAPELLE en 1957 montrent que, sur 70 000 km², le cheptel s'élève à :

5 300 dromadaires,
3 500 chevaux,

10 400 ânes,
182 000 bovins,
125 000 moutons et chèvres,

soit un nombre moyen de 5 têtes de bétail par habitant, chiffre le plus élevé dans l'ensemble du domaine toubou. Ce sont là les chiffres déclarés, qui servent de base à l'impôt, mais le Service de l'élevage du Tchad estime au double les chiffres réels. Les survols aériens d'août 1991 donnent les chiffres suivants :

68 000 dromadaires,
8 000 chevaux,
8 300 ânes.
600 000 bovins,
883 000 petits ruminants,

ce qui équivaut à 566 800 UBT, soit une densité moyenne de 9,45 au km² qui correspond à une charge de 10,5 UBT.ha⁻¹.an⁻¹.

3.3 Données démographiques

Les données que nous interprétons proviennent des recensements de CLANET (1975, 1991).

3.3.1 Les *Kréda*

Les *Yria* : 58 campements pour 9 060 personnes

- pasteurs-nomades ne faisant pas de cultures : 14 campements, soit 27 % de l'ensemble. Vivant en permanence sous tente, nomadisant pendant la saison sèche, les bergers conduisent les animaux en transhumance dès les

premières tornades au sud du 13° parallèle. Les gens nomadisent avec les animaux en saison des pluies. Deux cures de natron sont faites sous la conduite de bergers, une en saison des pluies et l'autre à la fin de la saison sèche.

- pasteurs-nomades faisant les mêmes déplacements, mais pratiquant la culture du mil sous pluie : 28 campements soit 54 % de l'ensemble.
- pasteurs-nomades aux mouvements identiques mais ne faisant pas de transhumance vers le sud, ayant parfois des paillotes près de leurs champs : 7 campements soit 12 %
- sédentaires vivant dans les habitations fixes, pratiquant des cultures dans les alentours de leur lieu de résidence, ayant des activités artisanales ou de cueillettes développées, élevant du petit bétail ou de grands ruminants sans les emmener en cure salée à une époque précise : 4 campements (soit 7 %).

Les *Yorda* : 57 campements pour 8 043 personnes. On retrouve les mêmes situations que chez les *Yria*, dans les proportions suivantes :

0 % ; 49 % ; 44 % ; 7 % soit respectivement 27, 24 et 4 campements.

Les *Gourda* : 46 campements pour 6 680 personnes. On retrouve les mêmes situations pastorales dans les proportions suivantes :

2 % ; 62 % ; 32 % ; 14 % ; soit respectivement 1, 23, 14 et 6 campements.

Les *Bria* : 337 campements pour 4 021 personnes (identiques aux précédents) :

13 % ; 74 % ; 11 % ; 0 % ; soit respectivement 5, 24 et 8 campements.

Les *Dirguima* : 37 campements pour 4 534 personnes (identiques aux précédents) :

5 % ; 59 % ; 30 % ; 6 % ; soit respectivement 2, 22, 11 et 2 campements.

Les *Boudoula* : 25 campements pour 3 359 personnes (identiques aux précédents) :

44 % ; 48 % ; 8 % ; soit respectivement 12, 11 et 2 campements.

Les *Djaraa* : 28 campements pour 2 844 personnes (identiques aux précédents) :

8 % ; 43 % ; 27 % ; 22 % ; soit respectivement 2, 12, 8 et 6 campements.

Les *Sounda* : 52 campements pour 5 428 personnes (tous les Sounda font de l'agriculture sous pluie).

- pasteurs-nomades vivant sous tente, pratiquant des cultures de mil, nomadisant avec les animaux, effectuant une transhumance vers le sud à la fin de la saison sèche et deux cures salées avant et après la saison des pluies : 25 campements soit 48 %.
- pasteurs vivant sous tente ou dans des paillotes, pratiquant des cultures de mil, faisant parfois une transhumance vers le sud et une très courte nomadisation vers les puits natronnés. Ces mouvements n'étant conduits que par des bergers : 25 campements soit 48 % de l'ensemble.
- sédentaires habitant dans des paillotes fixes, pratiquant des cultures variées, faisant une petite cure salée avec le bétail sans que la population se déplace : 2 campements soit 4 %.

Les *Djarara* : 29 campements pour 2 393 personnes (identiques aux précédents) :

31 % ; 56 % ; 13 % ; soit respectivement 9, 17 et 3 campements.

3.3.2 Les *Daza*

Les *Merema* : 25 campements pour 1 989 personnes.

- pasteurs ne pratiquant aucune culture, vivant sous la tente en permanence et nomadisant tout le long de l'année ; ils font faire deux cures salées à leurs animaux dans le **Sourrou** vers les grandes mares du sillon du bahr-el-Ghazal et de ses méandres : 22 campements soit 88 % des **Daza**.
- pasteurs-nomades aux déplacements et au mode de vie identiques aux précédents mais pratiquant une agriculture de mil sous pluie, 1 campement soit 4 % des **Daza**
- sédentaires habitant dans des paillotes et ne possédant que du petit bétail ; ils ont des activités agricoles variées et, en particulier, se livrent à l'artisanat : 2 campements soit 8 %.

Les *Sagarda* : 28 campements pour 1 818 personnes (les situations pastorales sont identiques).

- 98 % ; 0 % ; 2 % soit respectivement 27, 0 et 1 campements.

Les *Chonokora* : 31 campements pour 3 132 personnes. Les situations pastorales sont les mêmes que celles des deux tribus précédentes.

- 97 % ; 0 % ; 3 % ; soit respectivement 30, 0 et 1 campements.

Les *Ankorda* : 96 campements pour 5 975 personnes (identiques aux précédents) :

- 4 % ; 14 % ; 82 % ; soit respectivement 4, 12 et 79 campements (trois avaient changé de canton en 1973).

3.4 Analyse typologique : situation pastorale

3.4.1 Les deux grands type de pastoralisme toubou

Deux grands groupes de pasteurs se dégagent selon qu'il vivent en :

nomades toute l'année en effectuant des mouvements cycliques ;
semi-nomades une partie de l'année.

L'habitation de ces deux groupes, les tentes pour les nomades et les paillottes pour les agro-pasteurs, est faite à partir d'éléments végétaux prélevés sur place. La tente toubou comprend la natte tressée à partir de feuilles d'*Hyphanea thebaica* étalée sur des piquets en racine d'*Acacia tortilis*. Le toit de chaume des paillottes est fait avec la paille du Petit Mil fixé sur une charpente faite de branches d'*Acacia* spp. et de *Balanites aegyptiaca*.

3.4.1.1 Groupe 1 : nomades complets

Ces pasteurs possèdent un cheptel camelin ou bovin important ; ils se déplacent plus de quatre fois durant la saison sèche. Ils vivent avec leurs animaux sous tente tout au long de l'année et se déplacent dès les premières tornades avec les animaux et l'ensemble de la tente vers les mares. Deux fois par an, les animaux sont conduits par des bergers en cure salée (lieux pouvant être différents pour les bovins et les dromadaires). Ils ne font aucune culture.

3.4.1.2 Groupe 2 : semi-nomades

Les pasteurs qui constituent ce groupe restent à proximité de leurs puits dans des tentes même en saison des pluies. Ils envoient les animaux en transhumance et en cures salées, sous la conduite de bergers, nomadisant en saison sèche au cours de 3 à 4 déplacements, à proximité de leur puits. Ils ne possèdent que des bovins, avec un ou deux dromadaires de transport et vivent toute l'année dans des huttes, ou seulement en saison des pluies (les tentes ne faisant qu'accompagner les animaux dans des courtes transhumances pouvant mener ou non vers un puits natronné), ils ne déplacent pas leurs animaux pour la seconde cure salée mais vont ramasser du natron avec de petites caravanes. Ils pratiquant la culture de Mil sous pluie. Ils peuvent avoir des troupeaux de dromadaires, conduits par des bergers, éloignés du campement. Ils correspondent à deux systèmes pastoraux que nous allons décrire.

■ Les pasteurs aux mouvements cycliques

Les mouvements que nous décrirons sont ceux des campements qui situent cette tribu dans la catégorie des pasteurs aux mouvements cycliques. Nous avons choisi la tribu des *Yria* car elle est la plus étalée en latitude et que par suite de son étirement selon deux axes, elle a des campements à l'est et à l'ouest de la sous-préfecture de Moussoro.

Durant l'année, les mouvements des *Yria*, comme ceux des autres *Kréda*, ont deux buts : utiliser les pailles sèches ou aller à la recherche des pacages verts en saison des pluies.

- Les mouvements de saison sèche sont de peu d'ampleur dans un rayon de 5 à 40 km. Les éleveurs changent de pâturages suivant l'état de la couverture végétale, le nombre de troupeaux qui s'abreuvent au puits et la variété des pacages qu'ils exploitent. Au fur et à mesure que la saison sèche s'avance, les campements se divisent et s'éparpillent afin de profiter

au mieux des quelques lieux encore appétables et des puits qui donnent de l'eau plus lentement.

- Les mouvements au cours de la saison des pluies : dès que les premières pluies sont signalées, les éleveurs envoient leurs animaux vers les averses méridionales.

Cette transhumance dans l'**Eka** peut durer plusieurs semaines. Le travail de convoyage est dur ; constamment il faut ramener et diriger les animaux en prenant garde aux champs que l'on côtoie. A cela s'ajoute l'éreintant travail de l'exhaure : puisage et d'abreuvement des bêtes (photo 18 du chapitre précédent). Cela cesse dès que l'on dévale la dernière dune de **Harrou**. L'**Eka** était vert depuis quelques semaines. Les flaques d'eau sont vite envahies par les animaux.

Vers juillet, après un séjour de deux mois dans les régions méridionales, où l'on change de pâturage tous les deux ou trois jours et où les bêtes engraisser, le groupe peut décider de ramener les troupeaux vers **Foorsh** . Le retour s'effectue en quelques jours car il y a de l'herbe et de l'eau partout.

Dans le **Foorsh** ou le **Harrou** , les gens qui étaient restés sur place ont fini d'enclôre les champs et ont démonté les tentes, prêts au départ dès le retour des troupeaux. A ce moment, les bergers aident leurs parents à consolider les haies d'épineux autour des parcelles près desquelles les gens âgés, qui resteront pour garder les champs, dressent de petites tentes.

Les campements au complet partent vers les zones de cure salée dans le **Foorsh** où il y a de nombreuses mares et peu de cultures. On se regroupe par clan, afin d'assurer une surveillance plus étroite des animaux. Tous les soirs le tambour résonne et les jeunes dansent.

A partir d'août et pendant quarante jours, à tour de rôle, les jeunes hommes du campement convoyent les troupeaux dans l'ouaddi natronné de Gabay (**Foorsh**). C'est une mare où les *Yria* s'estiment chez eux, et ils le font sentir aux utilisateurs passagers des autres tribus. Au bout de quarante jours, tous troupeaux

et bergers reviennent progressivement auprès des tentes des anciens près des champs. Quelques jours plus tard, chaque famille effectue sa récolte.

Pendant cette période bénie où les femmes remplissent les greniers à Mil, où le lait est abondant, chaque jour on célèbre un mariage. Il en est ainsi chaque année, mais c'est une période de courte durée (environ deux mois). Dès le mois de décembre, les mares sont tarées et il faut migrer vers les puits et les pâturages de saison sèche.

■ Les pasteurs à mouvements acycliques

Sans lieu d'attache fixe, les mouvements s'effectuent dans des limites très fluctuantes au sein des aires de nomadisation. En saison sèche, ce groupe évolue dans des champs sociaux tels que nous les avons définis dans le chapitre précédent et dont les repères spatio-temporels sont de nature écologique : qualité et disponibilité des pâturages. Pour un élément de ce groupe, chacun des puits du champ social a la même probabilité d'être exploité. L'autre caractéristique importante de ce mouvement acyclique est l'extrême flexibilité de la taille du campement imposée par divers choix (écologiques, sociaux, nature et composition du troupeau). Il y a un rapport entre l'élevage camelin et les mouvements cycliques des *Sagarda*, *Chonokora* et de certains *Meremna* et *Kréda*.

Dès que s'installe la saison des pluies, par une sorte de mouvement centrifuge, ce groupe s'éloigne des mares abondantes et boueuses du **Sourrou** et du **Footsh** vers le **Soulla**. Mais ce type de mouvement concerne également certains *Yria*, *Gourda* ou *Boudoula* ayant d'imposants troupeaux bovins et dont les zones d'occupation se confondent avec ceux qui ont un mouvement cyclique.

3.4.2 Les agro-pasteurs

Ils ne quittent jamais leurs villages de paillotes durant l'année (photo 20). Au cours de la saison sèche les troupeaux n'effectuent que des allées et venues quotidiennes aux alentours des villages pour aller aux pâturages.



Photo 20 : Village de paillottes au Bahr-el-Ghazal
(Photo POISSONET, 1989)

En saison des pluies, les déplacements ne changent pas, il n'y a aucune transhumance véritable. Les villages se contentent d'éloigner les animaux des terrains de culture quand le Mil commence à pousser, afin d'alléger la surveillance. Cela n'excède jamais trois kilomètres. Cette micro-nomadisation est conduite par de jeunes couples qui accompagnent les animaux alors que la majorité de la population reste dans les villages à proximité des champs de céréales.

Après les récoltes, les *Ankorda* emmènent leurs troupeaux vers des puits natronnés. Les cures salées ne durent jamais plus de quinze jours. Pendant les

mois secs, les éleveurs conduisent quelquefois leurs animaux sur ces puits mais le plus souvent ils vont eux-mêmes chercher du natron.

3.5 Production pastorale : objectifs et caractéristiques

CHAPELLE (1963) donne les chiffres suivants pour la tente, c'est-à-dire l'unité élémentaire du campement :

- 2 à 5 personnes par tente ; plus de 50 % des familles appartiennent à la fourchette de 2 ou 3 enfants par tente. La densité humaine par tente est de 50 % pour 3 à 5 personnes, 34 % pour 1 à 2 personnes, 11 % pour 6 personnes et 5 % pour plus de 6 personnes
- 36 % des tentes ont moins de 30 têtes de bovins ; 44 % en ont 30 ; 16 % des tentes ont 60 têtes de bovins, 4 % en ont plus de 60.

Les finalités de la production pastorale visent trois objectifs, décrits par BOURGEOT (1993).

- La reproduction biologique du troupeau associée à la reproduction humaine qui suppose une taille minimale du troupeau de survie se situant entre 15 et 20 têtes de bovins.
- La reproduction familiale, c'est-à-dire celle qui assure l'autonomie de la production suppose une taille minimale d'un troupeau est alors de 40 à 50 têtes de bovins.
- La reproduction sociale, celle qui consiste à assurer les systèmes de dons et de prêts, la reproduction des rapports de clientèle, l'élargissement des rapports de prestige personnel. Pour cette vie sociale, la taille du troupeau se situe autour d'une centaine de têtes.

Trente années séparent l'étude de CHAPELLE de celle de BOURGEOT. La situation a beaucoup évolué, mais les fondements de la production pastorale restent constants : en 1963 comme en 1993, on constate que 20 % des tentes assurent parfaitement leur autonomie de production familiale et s'orientent vers la reproduction sociale, qui est l'idéal des pasteurs.

3.6 Dominantes pathologiques

Dans le Bahr-el-Ghazal, les précipitations sont faibles et irrégulières, les écarts de températures importants, et la sécheresse de l'air est intense. Les conditions climatiques ne paraissent pas, à priori, favorables à l'activité des parasites ou à la survie des hôtes intermédiaires. Néanmoins, les parasites subsistent en présence d'une certaine humidité dans les bas-fonds au voisinage des puits. En outre, le parasitisme croît brusquement en saison des pluies lorsque les conditions de chaleur et d'humidité sont optimales.

Les recherches menées par le laboratoire de Farcha (GRABER, 1959 ; GRABER & THOME, 1964 ; GRABER & SERVICE, 1964 ; GRUVEL & BALIS, 1964 ; GRUVEL & GRABER, 1965 ; GRUVEL, 1966 ; GRABER *et al.*, 1967 ; GRABER & TABO, 1968) montrent que les parasites sont fort nombreux et touchent à la fois les camelins, les bovins, les petits ruminants, les équins et les ânes. Le plus souvent il s'agit de polyparasitisme : helminthiases et trypanosomiasés. GRABER & TABO (1968) ont mis en évidence que le bétail nomade semble moins parasité que le bétail sédentaire.

3.7 Conclusion

La pertinence du système pastoral du Bahr-el-Ghazal et sa capacité à se sortir des contraintes climatiques et écologiques les plus sévères ont été mises en évidence par GILG (1963) et CLANET (op. cit.). La prééminence, de part et

d'autre du 14° parallèle, des dromadaires (au nord) et des bovins (au sud) traduit le rôle que jouent les facteurs écologiques sur le type de cheptel dominant. Les petits ruminants, bien que répartis dans l'ensemble de l'aire d'occupation du système, sont considérés comme un élevage d'appoint et interviennent peu sur la reproduction du système. Par exemple la dot, la compensation d'un meurtre, les droits d'héritage se règlent toujours en têtes de dromadaires ou de bovins.

Le troupeau, véritable concept, est au centre du système pastoral. En effet, l'effectif d'un troupeau est considéré comme une donnée stratégique. Le troupeau que les Toubous du Bahr-el-Ghazal appellent "foussou" désigne un ensemble d'animaux qui va au pâturage, qu'on abreuve régulièrement. Il équivaut à un temps de travail, à une production et il remplit des fonctions précises. Les pasteurs ne déclarent jamais l'effectif réel de leur cheptel au premier enquêteur venu, comme est tenu de le faire le fonctionnaire à propos du contenu de son compte bancaire. Le campement "ni" qui nomadise peut s'entendre dire qu'il comprend 5 ou 10 troupeaux ("foussa") selon l'importance du campement. Chaque tente a un "foussou" pour la reproduction du système. C'est à partir de méthodes discrètes et indirectes (nombre d'heures passées au puits, quantité d'eau tirée pour l'abreuvement, production laitière) qu'on peut appréhender l'effectif réel d'un campement. C'est, à mon avis, la voie à explorer dans le processus de l'analyse de la capacité de charge et des scénarios d'aménagement en rapport avec le système pastoral du Bahr-el-Ghazal.

Chapitre 4

PRÉSENTATION DU SYSTEME PASTORAL DES TOUBOUS DU BAHR-EL-GHAZAL

Introduction

Les peuples pasteurs possèdent chacun une culture propre, une langue et un art qui leur assurent une connaissance approfondie du milieu physique et des ressources naturelles que peut leur offrir ce dernier. Pour GALATY & ARONSON (1982) la "culture" pastorale peut être considérée comme **"un ensemble de postulats symboliques et idéologiques sur les systèmes économiques, politiques et écologiques que mettent rationnellement en application les pasteurs"** pour exercer les activités d'élevage.

Aujourd'hui, un certain nombre de piliers qui faisaient la force du pastoralisme saharien sont révolus :

- le rezzou, mode important d'acquisition de biens matériels, esclaves et cheptel, a disparu ;
- les déplacements du nomade se voient de plus en plus contrôlés et sa liberté est même souvent menacée.

Il n'en demeure pas moins que le pastoralisme apparaît comme le système le plus accompli et le plus remarquable d'adaptation aux contraintes d'un milieu naturel hostile. Ce système peut être le point de départ d'une modélisation qui aiderait à en analyser le fonctionnement. Les modèles écologiques destinés à schématiser le fonctionnement des écosystèmes stationnels sont relativement nombreux, mais si l'on essaie de les appliquer aux systèmes pastoraux, leurs limites apparaissent très rapidement. En effet, la plupart des modèles utilisés pour l'étude des systèmes pastoraux ont été du type "à compartiments" fondés sur le principe de conservation de l'énergie et de la matière dans tous les flux du système (HANNON, 1973 ; FINN, 1976). Ils aboutissent à d'énormes systèmes d'équations qui finissent par être babéliques. (INNIS *et al.*, 1978). L'écologue reste insatisfait pour les raisons suivantes :

- la limite qui sépare le système de son environnement est très arbitraire, alors que cette limite doit être caractérisée judicieusement ;
- ces modèles n'ont pas pu être couramment utilisés pour la gestion des ressources ;
- ils apparaissent intéressants au moment de leur construction (parce qu'ils obligent à envisager des synthèses nécessaires) mais leur intérêt décroît à partir de la phase opérationnelle (parce que leurs résultats sont trop éloignés de la réalité) ;
- les critères de choix des variables et des flux qui doivent être inclus dans le modèle restent assez flous, parce que les objectifs ne sont pas toujours suffisamment bien définis, et parce que ces objectifs ne déterminent pas directement le choix des variables et des flux ;
- ces modèles exigent la connaissance des flux, mais ceux-ci ne peuvent pas être tous mesurés sur le terrain ; en conséquence, le modèle inclut

seulement les flux mesurables, qui ne sont pas toujours les plus importants ;

- la philosophie mécaniste qui justifie implicitement le choix de ce type de modèles "essaie de réduire chaque processus à des lois physico-chimiques de base", et néglige les problèmes sociologiques et ethniques ;
- ces modèles sont conçus pour traiter des systèmes supposés homogènes, à l'échelle de la station écologique, alors que les territoires observés sont toujours plus ou moins hétérogènes et constituent des "paysages".

La gestion par les pasteurs intègre des ensembles d'éco-systèmes très divers, qui peuvent même appartenir à plusieurs zones biogéographiques et les modèles originaux doivent analyser le fonctionnement spatial de la gestion et du comportement pastoral autant que leurs aspects temporels. Les "tenseurs écologiques" proposés par GODRON (1984) permettent de contourner les écueils évoqués plus haut. Ils présentent deux caractères importants : la prise en compte directe de l'hétérogénéité du territoire (en combinant plusieurs unités écologiques nettement distinctes) et du temps, en ce sens que les variations des phénomènes observés au cours du temps sont prises en compte explicitement dans les fichiers initiaux. A cela, il faut ajouter la capacité qu'ont les "tenseurs" à intégrer directement les modèles empiriques des pasteurs c'est-à-dire la prise en compte des notions locales de temps et d'espace pour l'appréciation des ressources naturelles. Les modèles empiriques sont ainsi décalqués sur les modes effectifs de raisonnement des gestionnaires de l'espace, en accordant une large place à la réflexion.

4.1 Interrelations entre les facteurs de la production du système pastoral du Bahr-el-Ghazal

4.1.1 Les données : étude bibliographique et critique

La littérature consacrée au pastoralisme impressionne par son abondance. Répétitive, descriptive et très sectorielle, elle souligne la nécessité de bien gérer ce milieu de plus en plus fragilisé ; elle a cependant rarement engendré une approche systémique. Pourtant, sous réserve de quelques difficultés inhérentes à la nature des écosystèmes (GODRON, 1973, 1984), il existe des modèles écologiques applicables au pastoralisme.

Lors des deux missions d'études pour la création d'un ranch dans la région du Bahr-el-Ghazal (O.C.R.S.¹, 1960 ; GILLET, 1961b), les vétérinaires de l'I.E.M.V.T.² avaient remarqué que les animaux les plus représentatifs du cheptel tchadien se localisaient entre le 13ème et le 15ème parallèle, de part et d'autre du Bahr-el-Ghazal, cet ancien défluent du Lac Tchad.

Malgré la turbulence manifeste (JOUBERT, 1935, 1937) des éleveurs toubou (*Kréda* et *Daza*), cette région a été étudiée, aux points de vue zootechnique, ethnographique, agrostologique, hydrogéologique. Il faut mentionner en particulier les études archéologiques (CLAUSTRE, 1982) et paléontologiques (COPPENS, 1966). Cette riche et abondante littérature nous a fourni une partie des éléments nécessaires à la réalisation du présent travail.

Nous avons utilisé un cadre géographique (maille de 1/4 de degré carré, soit environ 300 000 ha) pour :

1. Organisation Commune des Régions Sahariennes

2. Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux, devenu CIRAD-EMVT

- passer au crible certaines méthodes et techniques de traitement de données (analyse multidimensionnelle, matrice ordonnable de BERTIN), relevant du domaine de l'écologie, de l'hydrogéologie, de la zootechnie, de la socio-économie, pour identifier les facteurs prépondérants et leurs interrelations qui sous-tendent la production du système pastoral ;
- intégrer les études pour en faire des références de base aux programmes futurs ;
- préparer un dispositif d'observations régulières, première étape de la modélisation orientée vers les décisions d'aménagement.

L'essentiel des observations et études de terrain que nous utilisons ici a été réalisé durant l'année 1963-1964, donc avant la grande sécheresse de 1974. L'Atlas de potentialités pastorales du Tchad de l'E.M.V.T., publié en 1986, fait état d'une réactualisation postérieure à cette sécheresse. C'est la raison pour laquelle notre étude s'en est peu inspirée.

4.1.2 Origine des données brutes : les cartes thématiques à diverses échelles

Notre démarche s'appuie sur les cartes qui accompagnent les travaux consultés. En effet, par la perception rapide de l'information qu'elles permettent, les cartes autorisent la construction d'une "matrice d'interprétation" à partir d'une matrice exhaustive (BERTIN, 1977). Il n'est pas vraiment utile de décrire ces cartes dans le détail. Le lecteur intéressé pourra se référer à la bibliographie. Les principaux thèmes développés sont :

- Répartition spatio-temporelle des tribus *Kréda* et *Kecherda* en août-septembre et novembre 1963 (CHAPELLE, 1965, 1/400 000).

- Nomadisation des éleveurs *Kréda* et *Daza* (*Kecherda*) en août-septembre et novembre 1963 (CHAPELLE, op. cit.). Si en 1990, l'apport des sédentaires dans le fonctionnement des processus du système paraît une donnée incontournable, en 1963, ils ne représentaient que 1/10 de la population nomade. D'ailleurs, Haddad et affranchis sont recensés comme des éléments propres à chaque tribu nomade. S'agissant des Kanembous, leur implantation est postérieure à l'occupation française. Au moment de l'étude, ils sont principalement localisés dans quelques ouaddis au sud de Moussoro où ils pratiquent une agriculture d'auto-suffisance.
- Répartition de l'effectif bovin en 1963 (d'après TACHER *in* LEVIF, 1966 1/1 000 000). Depuis 1953, la région est régulièrement suivie par les vétérinaires, ce qui suppose qu'ils en ont une bonne connaissance. On ne saurait douter de la fiabilité de la carte de densité établie en 1963 à partir des rapports d'activités du secteur vétérinaire de Moussoro ; en effet, même si les éleveurs ne déclarent jamais la totalité de leurs animaux, ses chiffres expriment la réalité vécue par les vétérinaires durant la campagne antiseptique au cours de laquelle toutes les bêtes ont été vaccinées.
- Minéralisation de l'eau en 1963-64 (SCHNEIDER, 1966, 1/2 000 000).
- Profondeur de la nappe phréatique en 1963-64 (SCHNEIDER, op. cit.)
Les deux cartes ont été dressées suite aux nombreuses missions de Schneider et coll. sur le terrain, entre avril 1963 et décembre 1964. Le nombre de sites visités est insuffisant pour donner une idée exacte des caractéristiques chimiques de l'eau et de la profondeur des nappes. Cependant, ces cartes fournissent une approximation qu'on ne saurait négliger.
- Ensembles pastoraux du Kanem et du Lac (GASTON, 1967, 1/500 000).
S'agissant plus particulièrement de la partie centrale du Kanem qui

englobe les 2/3 de notre zone d'investigation, elle reprend les résultats de l'étude agrostologique réalisée par GASTON en août 1964, qui ont été complétés en 1966. Cette carte exprime la répartition de 28 unités de végétation.

4.1.3 Élaboration du tableau de données

Les techniques de traitement exigent que les données soient présentées dans des tableaux bien ordonnés. L'utilisation d'un cadre géographique dont les références sont connues permet d'y arriver. En effet, toutes les informations peuvent lui être associées quels que soient l'échelle et le schéma choisis.

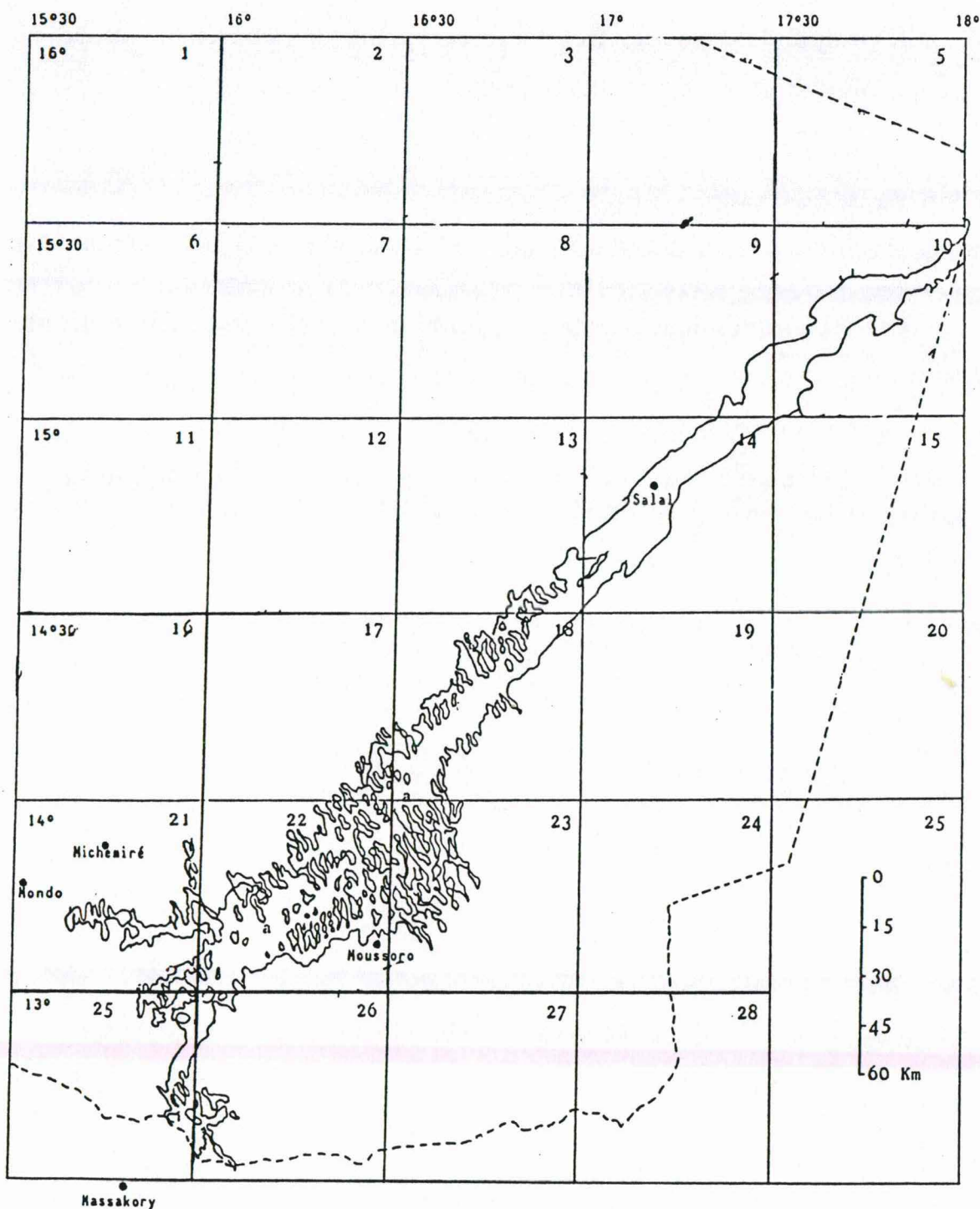


Figure 4.1: Cartographie des "individus" représentant les 28 carrés de la région du Bahr-el-Ghazal

4.1.3.1 Les "individus"

L'individu se définit comme l'entité de base sur laquelle toutes les observations ont été faites. Sur le terrain, c'est un carré dont les références sont connues (figure 4.1). C'est ainsi que pour couvrir l'ensemble de la zone, 28 carrés ont été retenus, dont 18 de 300 000 ha et les 10 autres entre 90 000 et 294 000 ha. L'idée d'avoir un ordre de grandeur facilement manipulable des variables socio-économiques, zootechniques, hydrogéologiques, a beaucoup pesé pour le choix d'une unité standard de 300 000 ha. Pour autant, la prise en compte de la diversité spatiale de l'écosystème pâturé (GODRON, 1971) n'a pas été sacrifiée.

4.1.3.2 Les variables

Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive. Dans ce qui suit, nous présentons une série de variables qu'il était possible d'extraire des données brutes décrites ci-dessus. Chaque variable quantifiée est associée à chacun des 28 carrés.

■ Diversité tribale en 1963 (X1)

CHAPELLE (1965) a pu inventorier et cartographier la répartition de 13 tribus nomades. Sur le terrain, cette répartition obéit à des règles très précises : alliance, potentialités du milieu, désir de sécurité...

■ Nombre de campements nomades en août-septembre 1963 (X2)

Le campement est pris ici dans le sens de groupes de tentes qui se déplacent ensemble. Il comprend en moyenne 160 personnes. Ce paramètre permet d'apprécier la pression humaine et animale.

■ Nombre de campements nomades en novembre 1963 (X3).

Associé à X1 et X2, ce paramètre aide à saisir la dynamique de l'occupation de l'espace.

■ Mouvements du gros bétail (cheptel nomade) en 1963 (X4)

Ils traduisent les principaux axes de transhumance à court ou long rayon d'action inventoriés sur chaque carré. Ils renseignent sur les modalités d'utilisation de l'espace, en rapport avec l'état des ressources fourragères et hydriques.

■ Disponible fourrager (indice) en 1963 (X5)

Il y a toujours une étroite relation entre les mouvements du bétail et les ressources fourragères. Le bilan des départs et des arrivées enregistrés, pendant une période connue, sur un site, est lié à l'état du disponible fourrager en ce lieu. C'est ainsi qu'à partir des cartes de nomadisation de CHAPELLE (op. cit.), nous avons établi une échelle de variation du bilan. Six classes ont été retenues :

> 30	très bon
10 à 20	bon
0 à 10	moyen
10 à 0	faible
0 à -10	très faible
< -10	nul à très faible

■ Production du cheptel bovin (X6)

Des informations sur les caractéristiques zootechniques et la structure du troupeau ainsi qu'une approximation sur la répartition spatiale du cheptel bovin

sont fournies par CHAPELLE (op. cit.) et LEVIF (1966). En appliquant un taux de productivité pondérale annuel établi par GOFFINGS et coll. (1976), rapporté à chaque carré, ce paramètre nous donne le nombre de kg de viande produit par ha et par an.

■ Protéines animales (X7)

Ce paramètre utilise les données de X6. S'agissant de la production laitière, nous avons appliqué les résultats de BERTAUDIERE et coll. (1979), recueillis sur des troupeaux peuls et arabes du Chari-Baguirmi et du Mayo-Kebbi (Tchad) sur la base d'un coefficient utilisé par COSSINS (1985) sur des troupeaux borana (Ethiopie). Exprimé en kg de protéine animale.ha⁻¹.an⁻¹, ce paramètre renseigne sur la production du système pastoral.

■ Nombre de puits (X8)

Les rapports du B.R.G.M.³ (1958-65) que nous avons consultés fournissent un inventaire complet des puits (cimentés et traditionnels) avec leurs coordonnées. C'est ainsi que nous avons pu systématiquement compter les puits par carré. En l'absence d'écoulement superficiel dans la zone, l'utilisation des pâturages est étroitement liée à l'accès aux eaux souterraines.

■ Minéralisation de l'eau (X9) et profondeur de la nappe phréatique (X10)

Près de 650 puits d'eau (puits cimentés et puisards traditionnels) ont été recensés sur l'ensemble de la zone. Ainsi que nous le signalions plus haut, le nombre des puits visités pour effectuer les mesures est trop faible pour refléter de façon précise le degré de minéralisation et la profondeur de la nappe, carré par

3. Bureau de Recherches Géologiques et Minières à Paris

carré. Afin de contourner cet écueil, les données ont été regroupées autour des valeurs suivantes :

0,25, 1,75 et 4,50 g.l⁻¹ pour X9 ;

5, 1,5 et 30 m pour X10.

■ **Biomasse totale pour (X11), Unité fourragère optimale (X12)
et Charge (X13)**

Les données de base sont celles de GASTON (1964, 1966). A partir de la biomasse totale en kg MS.ha⁻¹.an⁻¹ (X11), des coefficients (POISSONET, 1990) ont été affectés pour déterminer les unités fourragères optimales (X12) et la charge en nombre d'hectares par UBT et par an (X13). Il n'est pas facile de travailler avec 28 unités de végétation (GASTON, 1967). C'est ainsi qu'un regroupement a été opéré pour aboutir à 6 formations ou unités écologiques qui seront caractérisées plus loin.

4.1.3.3 Le tableau des données

C'est un tableau à double entrée où les lignes représentent les 28 carrés et les colonnes les 13 variables. CHAPELLE, de même que LEVIF, situe la limite nord de l'élevage bovin autour du parallèle 15°30. C'est ce qui explique l'absence de données pour les variables X1 à X7 dans les 5 premiers carrés. Les résultats sont donnés dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1: Les données

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
1								4	0,25	5	270	178	17
2								11	1,75	15	282	186	16
3								2	4,50	5	250	165	19
4								2	1,75	5	250	165	19
5								1	0,25	5	258	170	18
6	0	0	0	0	0	3,31	0,78	23	0,25	15	450	300	10
7	0	0	0	0	0	1,50	0,35	9	0,25	30	450	300	10
8	2	2	5	17	1	1,33	0,31	9	1,75	5	420	250	12
9	3	2	6	11	-2	1,80	0,42	11	4,50	5	408	272	11
10	2	3	1	8	1	0,50	0,12	2	4,50	5	656	434	7
11	0	0	0	0	0	8,84	2,08	48	0,25	15	450	300	10
12	2	1	2	1	-1	10,20	2,41	28	0,25	30	480	317	9
13	7	12	9	31	-2	21,00	4,94	40	1,75	30	632	417	7
14	6	39	14	45	20	12,00	2,84	24	4,50	5	721	476	6
15	2	0	4	6	-4	7,28	1,71	11	4,50	5	700	450	7
16	1	0	2	1	-1	21,85	5,14	58	0,25	15	665	439	7
17	9	18	30	28	-1	25,75	6,06	54	1,75	15	706	465	6
18	11	90	41	111	44	29,93	7,04	37	1,75	15	788	520	6
19	5	3	19	43	-16	20,39	4,80	24	4,50	5	700	450	7
20	3	0	4	5	-2	4,97	1,17	11	1,75	5	700	450	7
21	2	1	45	10	-3	33,82	7,95	6	1,75	5	726	479	6
22	11	79	52	91	40	35,84	8,43	50	1,75	15	830	548	5
23	9	92	41	147	64	31,26	7,35	71	1,75	15	738	487	6
24	8	3	36	53	-26	21,72	5,11	21	1,75	15	700	450	7
25	1	3	21	17	3	17,09	4,02	2	0,25	5	732	483	6
26	6	4	41	83	-33	32,82	7,72	28	0,25	5	720	475	6
27	5	3	46	92	-7	26,16	6,15	29	0,25	5	700	450	7
28	4	0	16	34	8	15,65	3,68	29	1,75	5	700	450	7

4.1.4 Traitement et analyse des données

Il existe des méthodes éprouvées pour étudier la distribution des variables prises séparément dans le domaine agronomique (DAGNELIE, 1975). Cependant, il nous paraît intéressant de faire remarquer que le modèle log-normal, qui a été utilisé avec succès (DAGET, 1968 ; GODRON, 1968 ; POISSONET, 1979) pour caractériser la végétation prairiale, rend bien compte de la forme de la distribution de la plupart de nos variables (figure 4.2).

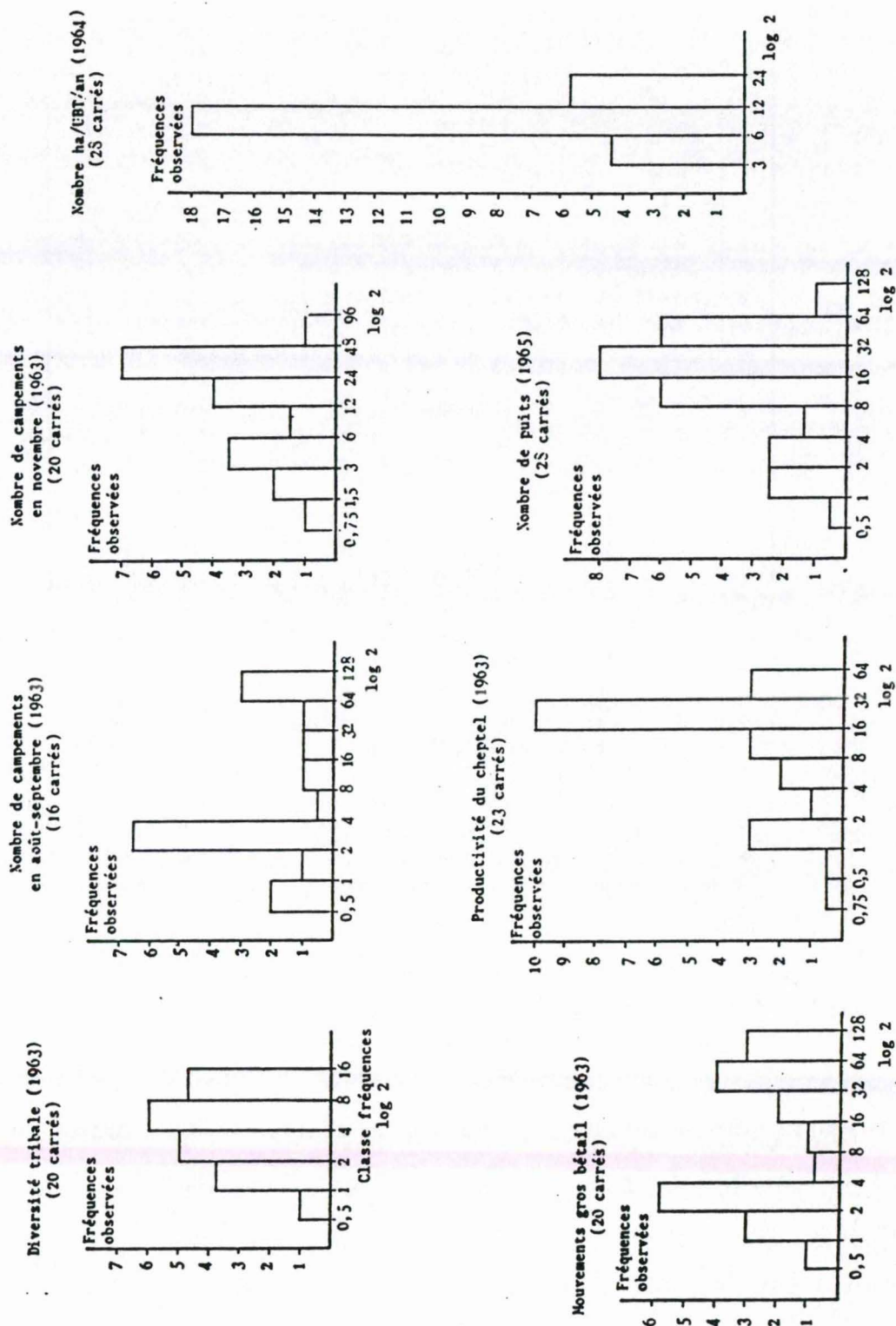


Figure 4.2: Distribution des données (en classe de progression géométrique) obtenues pour quelques descripteurs du système pastoral du Bahr-el-Ghazal

Certaines variables présentent une distribution bimodale. C'est le cas des campements (groupés autour du Bahr-el-Ghazal) et des mouvements du gros bétail (faibles amplitudes) en saison des pluies, qui éclatent pour se déployer sur les plateaux sableux, entraînant une amplitude plus grande des mouvements en saison sèche. S'agissant des puits, la distribution tend à prouver qu'à l'échelle du Bahr-el-Ghazal, il y a des zones bien pourvues et d'autres non, probablement en rapport avec la profondeur de la nappe et du degré de minéralisation de l'eau.

La redondance entre variables du système est mise en évidence à l'aide de régressions linéaires simples. Quelques équations sont données ci-dessous (pour la signification des termes X1 à X13 dans les équations, se reporter au paragraphe précédent).

$$X1 = 3,81 X3 + 2,48 \quad R = 0,73$$

$$X1 = 6,47 X2 + 15,43 \quad R = 0,76$$

$$X2 = 0,34 X3 + 13,62 \quad R = 0,56$$

X2 et X3 sont faiblement corrélés, comme le montre l'allure de la distribution (figure 4.3). La bonne corrélation de X1 avec X2 et X3 suppose que, même si la diversité tribale aide à comprendre, elle n'est pas un critère fondamental dans la répartition spatiale des éleveurs *Kréda* et *Daza*.

$$X4 - 6,50 X5 + 0,7 \quad R = 0,54$$

Bien que présentant la même allure dans le modèle de distribution, les 2 variables sont faiblement corrélées. Une des explications est que X5, qui est un indice traduisant un bilan entre arrivées et départs des mouvements de gros bétail, repose sur des approximations.

$$X8 = 2,2 X9 - 0,02 \quad R = 0,21$$

$$X8 = 7,10 X10 + 0,18 \quad R = 0,43$$

$$X9 = 4,32 X10 - 1,90 \quad R = 0,36$$

Ces mauvaises corrélations traduisent l'imprécision des données hydrologiques. En effet, il devrait y avoir une relation entre le nombre de puits et la profondeur de la nappe, d'une part, et le degré de minéralisation de l'eau, d'autre part.

4.1.4.1 Les tables de contingences entre variables du système pastoral

Le tableau des données (tableau 4.3) pourrait se prêter au traitement statistique à l'aide des méthodes factorielles (DAGNELIE, 1977 ; LACOSTE & ROUX, 1972 ; LEBART *et al.*, 1982). La faiblesse de nos séries d'observations et l'imprécision de certaines variables nous empêchent de penser que les résultats de l'analyse factorielle seraient fiables. Il est moins risqué de construire les tables de contingence entre variables du système prises deux à deux qui permettent d'examiner les relations directes entre les observations recueillies. GODRON (1990) les rattache aux méthodes analytiques (DAGET & GODRON, 1984).

En guise d'illustration, nous étudions les relations entre deux des variables les plus pertinentes du système : la répartition spatiale des campements en août-septembre 1963 et en novembre 1963 (tableau 4.2).

Tableau 4.2: Profil d'ensemble

Descripteur 2	Campement août-septembre, qui offre 2,32 binons, pour 11 classes														
Code	1	2	3	4	12	18	39	79	90	92					
	TOTAL										23				
Profil d'ensemble	7	2	2	5	1	1	1	1	1	1					
Descripteur 3	Campement novembre, qui offre 2,93 binons pour 17 classes														
Code	1	2	4	5	6	9	14	16	19	21	30	41	46	52	
	TOTAL														23
Profil d'ensemble	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Ce tableau donne, pour chaque descripteur, le nombre total d'observations, les classes et le nombre d'observations obtenues pour chacune des classes.

La table de contingence (tableau 4.3) montre qu'un nombre élevé de campements s'observe en août-septembre et en novembre. En effet, le mois de novembre est le début de la saison sèche, et beaucoup d'éleveurs pratiquent l'agriculture pluviale en cultivant le mil, en particulier au sud et à l'ouest de Moussoro. Ils en profitent pour faire la moisson et fumer les champs. Les fractions chamelières et celles qui évoluent au nord de Moussoro se replient dès la fin de l'hivernage⁴ vers les marges sahariennes, d'où ce parallélisme entre les campements en août/septembre et novembre.

4. Dans les régions tropicales d'expression française, on appelle "hivernage" la saison des pluies

Tableau 4.3: Exemple de table de contingence entre deux descripteurs

NOMBRE DE CAMPEMENTS RECENSES EN AOÛT/SEPTEMBRE													
N O M B R E D E C A M P E M E N T S R E C E N S E S E N N O V E M B R E	Codes	0	1	2	3	4	12	18	39	79	90	92	Total
	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	36	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	41	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3
	43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	46	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	52	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Total		7	2	2	5	1	1	1	1	1	1	1	23

4.1.4.2 La matrice ordonnable

La référence de base des méthodes de traitement graphique reste l'ouvrage de BERTIN (1977). Au Tchad, GILG (1972) s'est servi de la matrice ordonnable

pour la reconnaissance et la délimitation régionale des structures agraires. En phytosociologie, N'DIAYE & LAKE (1987) ont comparé les classements d'associations végétales obtenus grâce à la technique statistique du test de similitude aux classements que suggère la matrice ordonnable. Les auteurs concluent à "l'efficiencia" de la matrice ordonnable, dès lors que les besoins de classement raisonné des données, dont les variables peuvent être en relation, se manifestent, corroborant ainsi les remarques émises par BROCCARD *et al.* (1977).

Nous exposerons le principe et la procédure décrits par LAKE (1977) avant d'examiner les résultats obtenus.

L'instrumentation de la matrice ordonnable implique :

- une information cohérente formalisée dans un tableau à double entrée ; ce tableau, dans ses dimensions X et Y, énonce les modalités de l'objet et du caractère étudié, de sorte que la notation, puis la visualisation des relations XY soient réalisables en une dimension inconnue Z ;
- une image en Z ayant deux propriétés essentielles : l'exactitude du graphique qui fonde la possibilité de perception synoptique de l'information, une structure démontable qui autorise une reconstruction ordonnée de l'image par permutations successives des colonnes et des lignes qui la composent ;
- la lecture et l'interprétation de la nouvelle image obtenue en Z, c'est-à-dire la formulation du sens des regroupements obtenus en X et en Y.

Le tableau et l'image ainsi obtenus ou "matrice zéro" permettront de voir simultanément le détail et la globalité des données devenues alors comparables, ordonnables et classifiables.

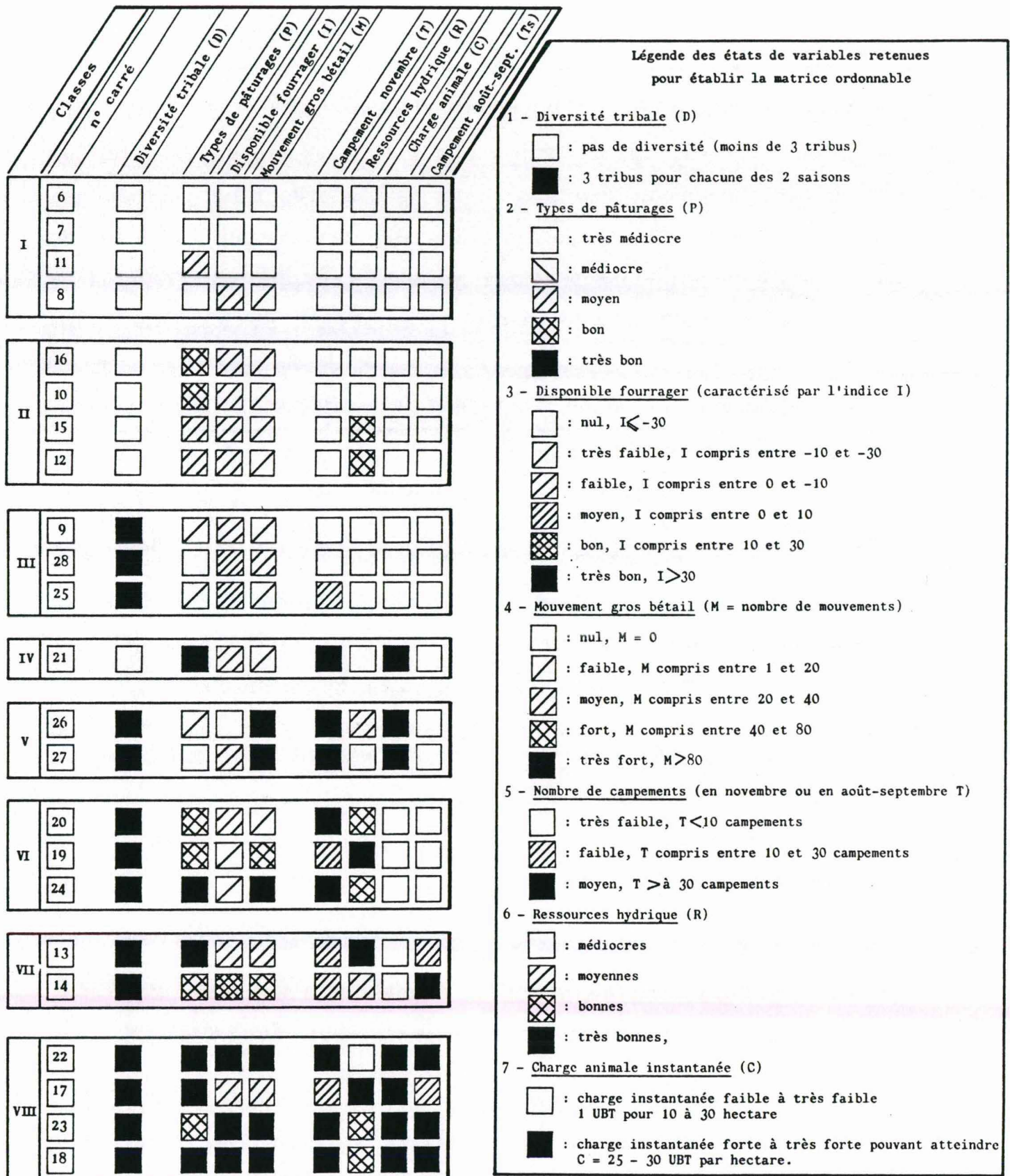


Figure 4.3: Matrice ordonnable de Bertin

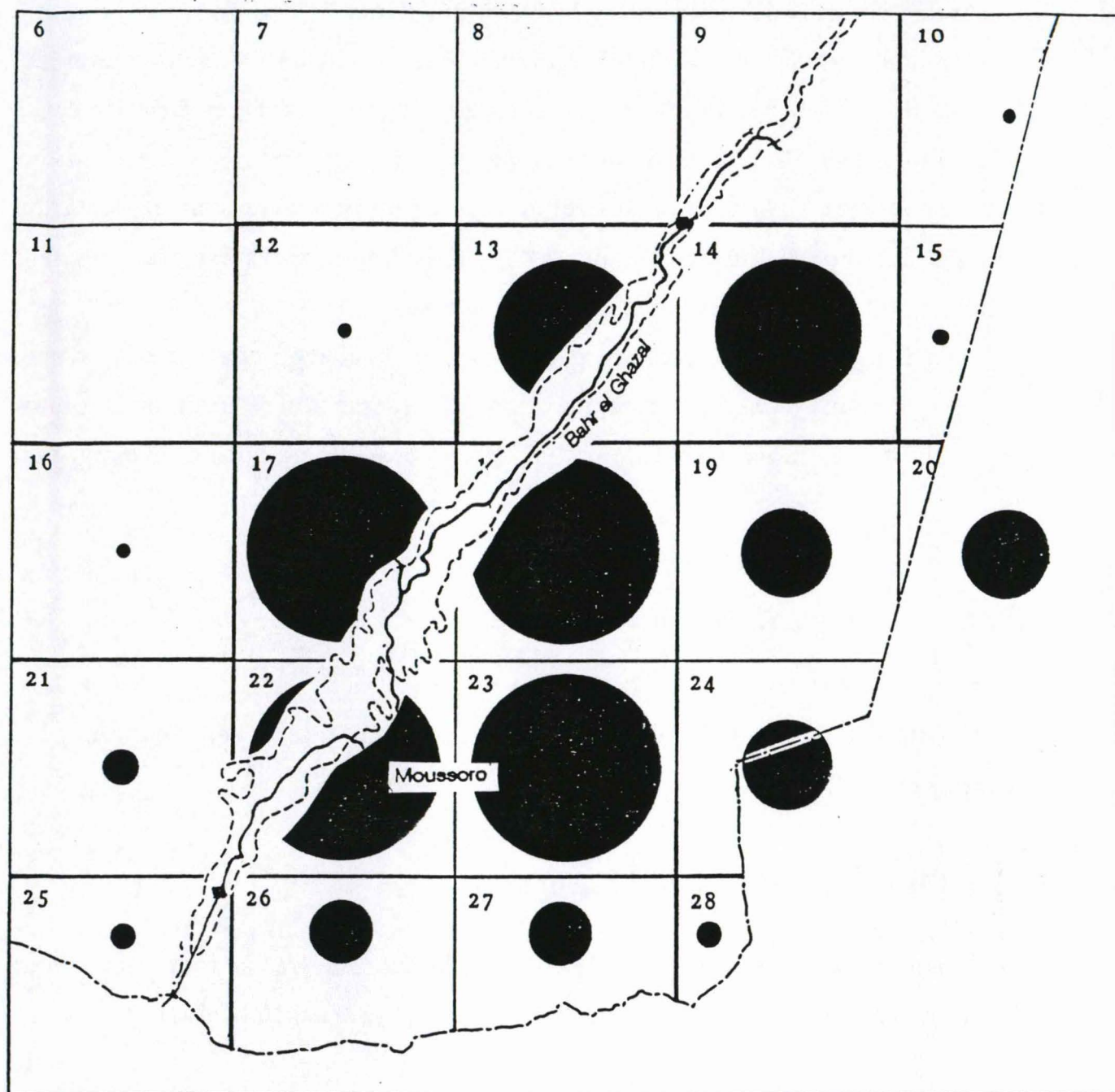


Figure 4.4: Cartographie des classes de la matrice ordonnable de Bertin dans le sillon du Bahr-el-Ghazal

La grosseur des cercles traduit l'importance des ressources pastorales, l'intensité de leur exploitation et la diversité du milieu. Les plus gros sont localisés sur le sillon du Bahr-el-Ghazal (**Sourrou**) et les unités de paysage qui l'entourent immédiatement (**Foorsh**)

Après diverses permutations au niveau des lignes et colonnes, la figure 4.3 donne la matrice qui nous semble correctement et définitivement ordonnée. Grossièrement, 8 classes peuvent être dégagées et cartographiées à partir de 23 carrés (figure 4.4). Bien que, cas par cas, des nuances apparaissent, il est curieux de remarquer que l'abondance des ressources va de pair avec leur exploitation maximale. La répartition des ressources les plus importantes est pratiquement calquée sur celle du Bahr-el-Ghazal et ses méandres.

La permutation de la matrice peut paraître inachevée pour un oeil averti, mais ce que nous recherchons ce n'est pas la finesse du résultat mais plutôt "l'applicabilité" de la matrice ordonnable, qui a constitué un outil d'investigation fiable.

4.1.5 Discussion : L'intérêt de l'approche

L'utilisation d'un cadre géographique présente un intérêt certain qu'on peut regrouper en 3 rubriques :

4.1.5.1 Elaboration d'un tableau de données

Cette élaboration, qui est le préalable nécessaire à tout traitement statistique, a été possible malgré le faible nombre des séries d'observations.

4.1.5.2 Confrontation des informations

Les travaux consultés n'avaient a priori aucune comptabilité quant aux objectifs, et les données ont été recueillies selon des échelles et des schémas divers. Elles ont cependant pu être confrontées.

4.1.5.3 Traduction cartographique des résultats

L'information recueillie dans le tableau des données est directe, à la fois globale et détaillée. La traduction cartographique au moyen de la matrice ordonnable est des plus aisée. Les carrés 17, 18, 22 et 23 qui auraient pu être différenciés et hiérarchisés ne l'ont pas été, de même que les carrés 13 et 14. Ce sont là des résultats que les cartes de travail ne mettaient pas en évidence.

4.1.5.4 Les limites

Comme toute approche, la méthode adoptée a ses limites.

- **La quantification de l'information :** L'élaboration du tableau de données n'a pas toujours été viable. La traduction, par exemple, en terme de fertilité du sol des travaux de PIAS et coll. (1960, 1961) a abouti à des résultats fort décevants. En effet, la relation entre le pH et l'azote (%) d'une part et le phosphore (%) d'autre part (Anonyme, 1974) n'a permis d'avoir que 2 classes (2 groupes de carrés) en dépit de l'évidente hétérogénéité des sols. Nous avons préféré alors négliger cette variable.
- **Le problème de l'échelle :** Ramener toutes les informations recueillies à diverses échelles à une unité spatiale de 300 000 ha, comme nous l'avons fait ne rend pas compte de la complexité du système. Il est utile d'avoir diverses unités spatiales pour que les données socio-économiques, écologiques, zootechniques... aient un sens.
- **La prise en compte du temps :** Le tableau ne prend pas suffisamment en compte la cinématique des variables retenues pour étudier le système.

4.2 L'approche systémique du Programme Ecologie Pastorale (PEP)

Une première étude des interrelations entre les éléments du système pastoral toubou, nous a conduit (YOSKO *et al.* 1991) à élaborer un programme de recherche pour initier une approche systémique plus large du pastoralisme dans le Bahr-el-Ghazal. Entre temps, un programme de recherche sur l'écologie des parcours a été mis en place dans le cadre du Projet National Elevage, avec l'appui d'une équipe d'écologues néerlandais.

La région du Bahr-el-Ghazal constitue la partie septentrionale de la Zone d'Organisation Pastorale (ZOP) dans laquelle intervient le Programme Ecologie Pastorale (PEP). L'équipe du PEP (SCHOLTE *et al.* 1992) a mis au point une méthode qui s'inscrit dans une démarche systémique. Le processus repose sur les points que nous allons examiner un à un.

4.2.1 Les outils de recueils et d'analyse de données

4.2.1.1 Système d'information géographique

Un Système d'information géographique (SIG) est au coeur de notre approche. Le système choisi est ILWIS (Integrated Land and Water Information System) développé pour des ordinateurs personnels par l'ITC⁵ (ITC 1990, 1992 a et b) et qui était installé en octobre 1991 au Service d'agropastoralisme du Laboratoire de Farcha : ILWIS combine les caractéristiques d'un SIG, et d'un système de traitement des images. Le matériel ("hardware") du système est composé d'un ordinateur personnel (IBM compatible, 386) avec un lecteur de bandes, deux écrans, dont un en couleur, une imprimante en couleur et une table de digitalisation.

5. Institut international de levés aérospatiaux à Enschede, Pays-Bas

4.2.1.2 Entrées dans le système d'information géographique

Les entrées dans le SIG sont effectuées :

- par la table de digitalisation :
 - des données géographiques avec lesquelles les cartes de bases sont préparées (points, lignes) ;
 - des cartes, et leur interprétation (spatiocartes) : unité de paysage (polygones) ;
 - la digitalisation des cartes existantes (pédologiques, etc.).
- par le clavier (l'option tableaux d'ILWIS) et les unités de disques :
 - support texte avec les données géographiques ;
 - données pluviométriques ;
 - les points d'eau (sauf l'eau de surface) ;
 - observations (relevés et autres) sur le terrain.
- par le lecteur des bandes (tape streamer) et l'unité de disque :
 - images satellitaires Landsat TM (sur chaque bande il y a 3 canaux).

4.2.1.3 Analyse des données

Interpolation : Avec l'option "From Points" d'ILWIS, des cartes de précipitations ont été préparées, à partir des données de 14 stations pluviométriques. Deux méthodes d'interpolation devraient être utilisées à cause d'une très grande hétérogénéité des données (ITC 1990). Dans le nord de la région, une quasi-absence des stations pluviométriques nous a obligé à entrer les données de quelques stations distantes de plus de 500 km.

Calcul : Tous les points d'eau indiqués par le Bureau de l'Eau sont entrés dans ILWIS. Avec l'option "Distance", la distance de chaque pixel avec le point d'eau le plus proche est calculée.

Traitement : Option "Level slicing". Cette option est utilisée pour calculer numériquement, pour chaque image satellitaire, le pourcentage de recouvrement d'un aspect spécifique (par exemple, les types de dépressions, caractérisés par leur couleur blanche, grise, ou noire, ce qui correspond respectivement à la salinité, une surface dénudée et des sols lourds).

Intégration : L'une des caractéristiques principales d'un SIG est la possibilité d'intégrer plusieurs des types d'informations qui sont disponibles dans la base des données. Le cas le plus courant est l'intégration des données géographiques, disponibles dans les "cartes de base", avant la sortie.

4.2.1.4 "Spatiocartes"

Une spatiocarte se caractérise par la combinaison de l'information satellitaire et de l'information topographique, dont les coordonnées géographiques (en degré dans notre cas) sont les plus importantes. La combinaison des canaux 1, 2 et 3 de Landsat TM de janvier 1987 a donné le contraste le plus significatif et forme la base de tirage des images. Nous avons utilisé les images satellitaires pour la reconnaissance du milieu et la stratification de la région afin de planifier les observations au sol. L'interprétation des spatiocartes forme la base de la carte de paysages et la carte pastorale. Les spatiocartes réalisées facilitent l'orientation grâce à leur compatibilité avec les cartes topographiques (même échelle, même format) et la possibilité d'intégrer directement les coordonnées géographiques obtenues avec un positionneur satellite.

■ Inventaire des ressources pastorales

L'approche de l'inventaire suit, dans ses grandes lignes, la méthode décrite dans le manuel de BREMAN & DE RIDDER (1991). Pour l'ensemble de la région étudiée (90 000 km²), l'évaluation consiste en la préparation d'une carte des unités de paysages basée sur des caractéristiques géomorphologiques et pédologiques. Un des paramètres principaux à estimer était le taux d'infiltration de l'eau pour chacune des unités (CASENAVE & VALENTIN, 1989). BREMAN & DE RIDDER (op. cit.) donnent l'information avec laquelle la production primaire peut être calculée.

Pour vérifier cette évaluation théorique, nous avons réalisé 100 relevés phytoécologiques avec l'équipe du PEP dans les unités principales au cours des mois de septembre à novembre 1991. Chaque relevé consiste en une description globale d'une surface de 1 ha ainsi qu'une détermination de la biomasse dans 10 à 30 carrés de 1 m², suivant l'homogénéité de la végétation (tableau 4.4). Un minimum de 3 relevés est fait dans chaque unité principale dont l'ensemble représente 70-80 % de la surface totale. Pour chaque relevé, des échantillons de la végétation sont pris, principalement pour déterminer la matière sèche et le taux d'azote (tableau 4.5). Ensuite des caractéristiques géomorphologiques et pédologiques sont enregistrées.

Au moment de la réalisation des relevés certaines unités de paysage étaient déjà exploitées ; c'est la raison pour laquelle certains relevés ne contiennent pas la liste des plantes herbacées ni leur contribution à la biomasse totale.

Les spatio-cartes qui ont été utilisées dans l'inventaire des ressources donnaient seulement les grands ensembles ; c'est donc sur eux que les relevés ont été distribués. L'intégration ultérieure, faite au laboratoire, des données cartographiques liées à la pédologie et à l'hydrologie a permis de découper certaines de ces unités trop hétérogènes en de nouvelles unités plus pertinentes, mais elles peuvent n'avoir pas été échantillonnées. Par ailleurs, les vallées et les lits de défluent n'ont pas fait l'objet de relevés. Enfin, 27 des 101 relevés qui couvrent l'ensemble de la ZOP ne concernent pas directement notre dition.

Tableau 4.4: Relevé de la végétation herbacée n° 63
Contributions spécifiques masse

Espèces	Placeaux									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	47	2	15	20	25	30	30	39	33	29
CT	0	0	2	0	20	3	0	1	2	1
CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ET	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LM	30	5	48	45	55	65	70	60	60	70
SG	20	93	35	35	0	2	0	0	5	0
SA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Espèces	Placeaux									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CT	23	22	20	15	0	10	15	20	15	30
CI	6	30	15	0	0	0	3	0	0	45
ET	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
LM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	47	40	65	50	42	25	80	45	35	10
SA	24	0	0	35	58	65	2	35	50	15
	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0

AA : *Aristida adscensionis* ; B : *Brachiaria xantholeuca* ; CT : *Corchorus tridens* ; CI : *Cassia obtusifolia* ; ET : *Eragrostis tremula* ; LM : *Leucas martinicensis* ; SG : *Schoenefeldia gracilis* ; SA : *Sida alba*

Analyse de la biomasse

	Placeaux									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MVH	537	430	575	637	975	465	825	660	395	650
MSH	510.5	403.5	548.5	610.5	948.5	438.5	798.5	633.5	368.5	623.5
MVL	26.5	26.5	40	26.5	123	35	26.5	30	52	32
MSL	0	0	13.5	0	96.5	8.5	0	3.5	25.5	5.5
MST	510.5	403.5	562	610.5	1045	447	798.5	637	394	629

Espèces	Placeaux									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MVH	1118	825	1130	708	805	575	760	575	590	430
MSH	1080	798.5	1103.5	681.5	778.5	548.5	733.5	548.5	563.5	403.5
MVL	30.5	275	128	26.5	26.5	26.5	65	26.5	26.5	545
MSL	6.5	248.5	101.5	0	0	0	38.5	0	0	518.5
MST	1087.5	1047	1205	681.5	778.5	548.5	772	548.5	563.5	922

MV : masse verte ; MS : masse sèche ; H : Graminées ; L : Légumineuses ; T : total

Tableau 4.5: Productivité primaire dans la station du relevé n° 63

m ± tα s en grammes de MS par mètre carré au 1° octobre 1991	
Biomasse herbacée	638,1 ± tα 187,94
Biomasse des légumineuses	53,33 ± tα 124,78

Par ailleurs, l'apport fourrager constitué par les arbres a fait l'objet d'analyse particulières. Pour chaque essence présente dans la station, nous avons dénombré les individus par classe de dimensions ; ainsi l'exemple du tableau 4.6 montre qu'il y a 4 pieds de *Combretum glutinosum* dont le houppier (la couronne) a un diamètre compris entre 1 et 2 m et que leur recouvrement est de 0.07 %. L'accessibilité pour le pâturage a fait l'objet d'une estimation particulière par diamètre et par classe de hauteur, chacune de celle-ci correspondant à la consommation potentielle d'une partie des animaux :

- 3 : fraction inférieure à 3 mètres et accessible aux dromadaires
- 2 : fraction inférieure à 2 mètres et accessible aux bovins
- 1.5 : fraction inférieure à 1,5 mètre et accessible aux moutons et aux chèvres

enfin, la masse de feuillage accessibles par ces animaux a été évaluée, ainsi que la quantité de fruits disponibles au moment des observations. Le tableau 4.6 montre que les dromadaires peuvent atteindre 58 kg.ha⁻¹ de feuilles de *Combretum glutinosum* et seulement 1 de *Calotropis procera*.

**Tableau 4.6: Analyse fourragère de la strate arborée
relevé 71**

NOM: Calotropis procera				
diamètre	0,50	1,50	3,50	7,50
nombre	23			
recouvrement	4,52E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
accessibilité				
3	1			
2	1			
1,50	1			
Feuilles acc. kg/ha				
3	1,08E+0			
2	1,08E+0			
1,50	1,08E+0			
Fruits				
NOM: Combretum glutinosum				
diamètre	0,50	1,50	3,50	7,50
nombre	2	4	11	4
recouvrement	3,93E-5	7,07E-4	1,06E-2	1,77E-2
accessibilité				
3	1	0,90	0,90	0,80
2	1	0,70	0,70	0,60
1,50	1	0,40	0,40	0,35
Feuilles acc. kg/ha				
3	5,84E+1			
2	4,45E+1			
1,50	2,58E+1			
Fruits				
NOM: Sclerocarya birrea				
diamètre	0,50	1,50	3,50	7,50
nombre			1	1
recouvrement	0,00E+0	0,00E+0	9,62E-4	4,42E-
accessibilité				
3			0	0,15
2			0	0
1,50			0	0
Feuilles acc. kg/ha				
3	1,59E+0			
2	0,00E+0			
1,50	0,00E+0			
Fruits				

37 essences d'arbres ont ainsi été abordées avec un nombre d'individus très variable de quelques unités à plusieurs centaines ; ce sont :

Acacia laeta R.BR.

Acacia seyal DEL.

Acacia senegal (L.) WILLD.

Acacia tortilis raddiana (SAVI) BRENAN

Anogeissus leiocarpus (DC) GUILL. & PERROTT.

Balanites aegyptiaca (L.) DEL.

Bauhinia rufescens LMK.

Boscia senegalensis (PERS.) LMK.

Brachiaria ramosa (L.) STAPF

Cadaba farinosa FORSK.

Cadaba glandulosa FORSK.

Calotropis procera (AIT.) AIT.f.

Capparis decidua (FORSK.) EDGEW.

Capparis tomentosa LMK.

Combretum aculeatum VENT.

Combretum glutinosum PERR.

Combretum micranthum G.DON

Combretum nigricans LEPR.

Commiphora africana (A.RICH.) ENGL.

Cordia sinensis LMK.

Dalbergia melanoxylon GUILL. & PERR.

Dichrostachys cinerea (L.) WIGHT & ARN.

Faidherbia albida (DEL.) CHEV.

Grewia flavescens JUSS.

Grewia venusta FRES.

Grewia villosa WILLD.

Guiera senegalensis GMEL.

Hyphaene thebaica (L.) MART.

Lannea acida A.RICH.

Lannea humilis (OLIV.) ENGL.

Leptadenia hastata (PERS.) DECNE.

Leptadenia pyrotechnica (FORSK.) DECNE.

Maerua crassifolia FORSK.

Piliostigma reticulatum (DC.) HOCHST.

Salvadora persica L.

Sclerocarya birrea (A.RICH.) HOCHST.

Ziziphus mauritiana LMK.

■ Production primaire

L'évaluation de la production primaire est basée sur quelques cartes clés :

- Cartes des précipitations : trois cartes nous intéressent :

- carte de la probabilité d'occurrence d'une année humide, c'est-à-dire présentant des précipitations supérieures à la moyenne ;
- carte de la probabilité d'occurrence d'une année sèche, c'est-à-dire dont la pluviosité est dépassée 9 fois sur 10 ;
- carte des années pendant lesquelles les observations étaient faites (1991, 1992).

- Cartes des unités de paysage : les spatiocartes sont interprétées principalement à partir des critères géomorphologiques et physiographiques. Cette interprétation est digitalisée, intégrée avec

l'information obtenue par "level slicing" et l'information topographique. L'ensemble des cartes forme la base de la carte pastorale, dont la légende exprime l'évaluation de la production primaire.

- Carte des points d'eau : elle montre la répartition des puits (mais pas des mares, l'eau de surface n'étant pas géoréférencée) qui déterminent effectivement la distribution du bétail pendant la saison sèche.

■ Inventaire de l'exploitation : l'utilisation des pâturages

Des survols aériens ont été réalisés par le Resource Inventory & Management (RIM), en utilisant la technique bien établie des Vols Systématiques de Reconnaissance (VSR). Ces enquêtes sont complétées par un suivi au sol des principaux paramètres quantifiés. Ces survols reflètent la situation en pleine saison pluvieuse (août 1991) et la situation en saison sèche (février 1993). Ils permettent d'évaluer :

- la densité et la répartition du cheptel, des campements et des habitations villageoises dans la zone d'étude ;
- l'étendue et la répartition des cultures ;
- estimer le recouvrement des arbres et arbustes.

■ Observations régulières et données quantitatives

Des informations quantitatives sont aussi obtenues par les observations régulières sur le terrain et par des enquêtes informelles. Elles constituent des éléments à partir desquels cette image instantanée de la distribution du cheptel est interprétée et extrapolée pour d'autres périodes de l'année.

■ Enquêtes sur les déplacements spatio-temporels

En reportant sur une carte des renseignements de type :

- où étiez-vous pendant le mois de?
- combien de temps y êtes-vous restés ?
- où vous êtes-vous rendus par la suite ?
- combien de temps y êtes-vous restés ?

on peut connaître les similitudes et les variations de déplacements des groupes d'éleveurs.

■ Tenue d'un agenda journalier

Des informateurs par tribu ont été choisis. A chacun est confié un agenda journalier pour recueillir les informations (en français ou en arabe) sur les déplacements, les lieux fréquentés, les éclatements ou les rassemblements, les décisions et leurs motivations, les contacts avec les groupes sédentaires et les activités agricoles.

4.2.1.5 Analyse de la capacité de charge

L'inventaire des ressources pastorales n'est pas une finalité. Il s'inscrit comme une étape du processus.

Avant de s'attaquer aux contraintes de l'exploitation d'un pâturage, il est important de bien cerner les processus qui concourent à la définition du bilan de sa production. Ce bilan repose sur la confrontation de la productivité théorique avec les résultats de terrain. Le Programme Ecologie Pastorale, en s'inspirant des travaux de BREMAN & DE RIDDER (op. cit.), a défini une approche qui permet d'évaluer la productivité des pâturages naturels. Sur le terrain, les paramètres clés de la production primaire ont été évalués et la biomasse et le taux d'azote par unité de paysage établis. Parallèlement, l'inventaire des ressources a permis

d'élaborer pour la région du Bahr-el-Ghazal une carte écologique pastorale. Avec 29 unités distinguées et décrites, elle constitue la base de l'analyse de la capacité de charge. Cette confrontation entre niveau théorique et niveau pratique sera à la base de la confrontation entre la production des pâturages et les données de survols aériens sur la répartition du cheptel, c'est-à-dire l'analyse de la capacité de charge.

Cette démarche dans la confrontation "productivité théorique et production réelle" est développée dans les lignes qui suivent.

Elle s'appuie sur deux points fondamentaux :

- **la cartographie physiographique** : le paysage de la zone à étudier est partagé en unités de paysages, dont chacun représente par ces aspects physiques une potentialité pastorale.
- **l'établissement d'une légende** pour la carte contenant des indices sur la capacité de charge pour des années moyennes et médiocres. Cette légende est basée sur un cadre théorique des aspects fonctionnels et productifs de l'élevage, en combinaison avec des relevés phytoécologiques de la région étudiée. Il s'agit d'une confrontation entre la disponibilité des ressources fourragères, quantité et qualité, déterminée par les ressources naturelles et les besoins alimentaires des animaux pour atteindre un certain niveau de production. Cette confrontation aboutit à une estimation de la capacité de charge.

4.2.1.6 Autres documents utilisés

Les cartes d'isohyètes : la dition est également stratifiée en unités climatiques selon des isohyètes sur la base de la pluviosité moyenne. Les unités écologiques pastorales sont la combinaison des unités de paysage et des unités climatiques. .

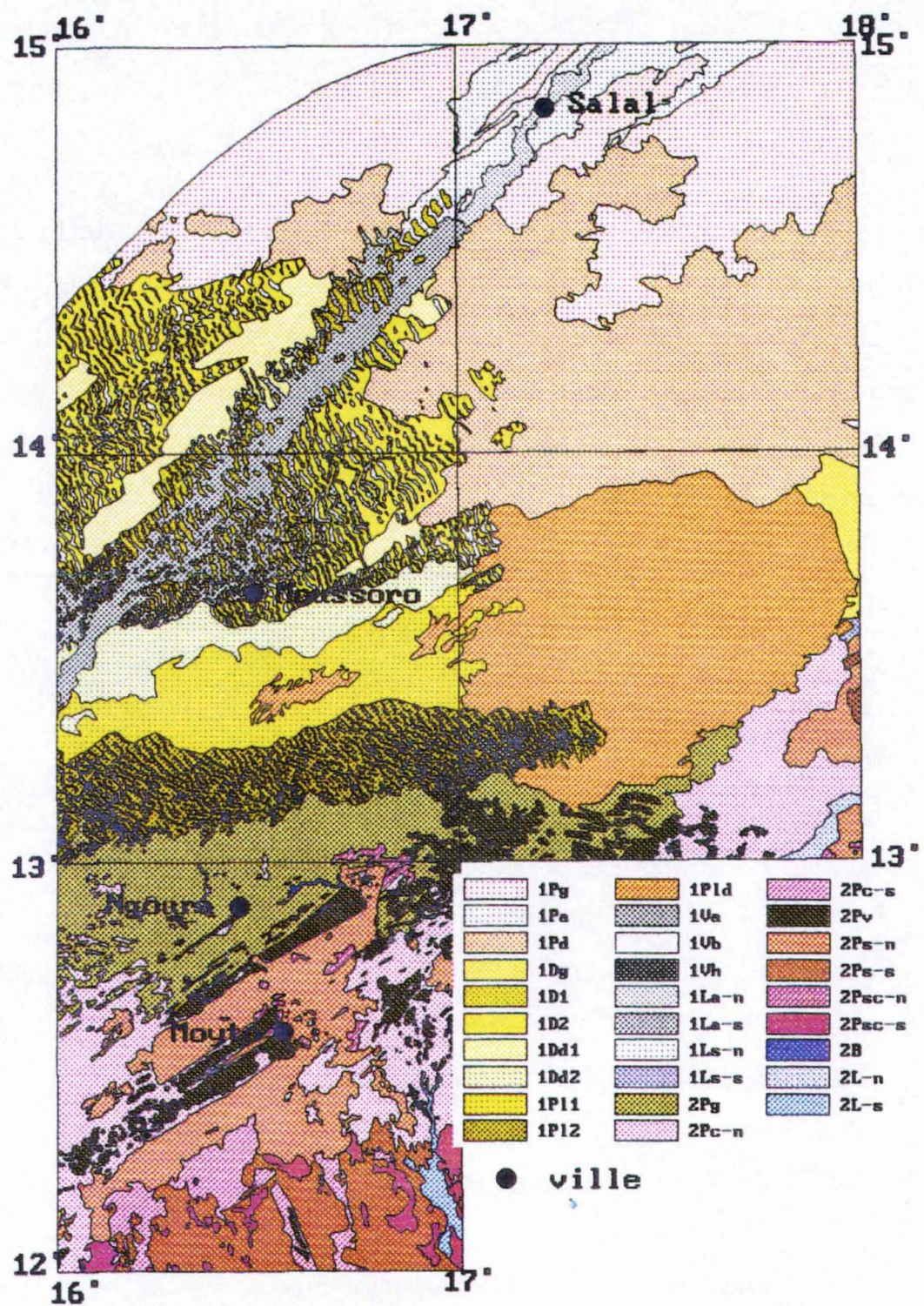


Figure 4.5: Carte des unité de paysage du Bahr-el-Ghazal

4.2.2 Les unités de paysage

4.2.2.1 Principes de classification

La région étudiée (la dition) est stratifiée en unités de paysage homogènes en ce qui concerne leurs propriétés vis-à-vis du bilan de l'eau (infiltration, ruissellement, drainage) et du bilan de l'azote (fixation, minéralisation).

La carte de la figure 4.5 définit 29 unités de paysage. Cinq de ces unités occupent une superficie négligeable à l'échelle régionale. Il s'agit des unités 1LS-n et 1LS-s, 2B, 2L-n et 2L-s sur la carte. Dans l'analyse de la capacité de charge, elles ne sont pas prises en considération. GASTON (1967), pour la même région, décrit 13 grands ensembles pastoraux qui donnent, avec leurs variantes, 28 unités de pâturages.

La définition de la légende des unités de paysage est une combinaison de chiffres et de lettres. Les chiffres correspondent à l'ensemble défini à partir des critères géologiques et climatologiques.

1 : ENSEMBLE SABLONNEUX DU NORD (continental terminal)

2 : ENSEMBLE FLUVIO-LACUSTRE DU CENTRE

Les lettres qui suivent immédiatement les chiffres correspondent aux critères physiographiques et géomorphologiques. Pour les unités zonales il y a :

P : Plaines

Pd : Plaines avec des micro-dépressions

D : Dunes

Dd : Dunes avec des micro-dépressions

Pl : Plateaux

Pld : Plateaux avec des micro-dépressions

V : Vallées et dépressions de > 500m

Pour les unités azonales : Cours d'eau et plaines associés

B : Bourrelets et bas-fonds

L : Lits des grands cours d'eau et plaines associées

Les lettres placées en indice des unités zonales et azonales correspondent soit aux critères pédologiques :

- a : alcalis/salé, très claire (bleu sur les images satellitaires). Aussi des dépressions gris/bleu
- b : surface très claire, ce qui s'exprime en cas de dépressions par une surface blanche
- c : complexe de glacis et des vertisols (mares)
- g : général dans le cas de l'ensemble 2
- s : sablonneux
- v : caractéristiques verticales,

soit aux caractéristiques de l'utilisation des terres et/ou de la végétation

c (avant a) : terres cultivées

h : présence de palmiers doum (*Hyphaene thebaica*).

Les unités zonales constituent les éléments de grands ensembles définis par des critères géologiques. Les unités azonales se superposent aux unités zonales et, de ce fait, n'obéissent pas à la classification par grands ensembles. Le chapitre 5 montrera comment ces unités de paysage sont regroupées en "unités ressources".

Les principales unités de paysage sont décrites selon les critères suivants : type de sol, texture, sensibilité à la surexploitation et type de végétation dominant.

4.2.2.2 Les plaines du nord

■ 1Pg : plaines typiques du nord, plates à quasi-plates

Sols bruns subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable : 92 %

Fertilité faible

Sensibilité à la surexploitation : faible, mais forte réduction de la strate ligneuse à cause des sécheresses successives ; légère dégradation réversible

Végétation Relevés : 21, 25, 28, 30, 32, 33
Espèces dominantes herbacées : *Aristida mutabilis*, *Aristida adscensionis*, *Cenchrus biflorus*, *Dactyloctenium aegyptium* ; la strate ligneuse est composée de : *Acacia tortilis*, *Maerua crassifolia* et *Balanites aegyptiaca*. Toutefois, leur densité reste très faible ($< 1 \text{ arbre.ha}^{-1}$).

Cette végétation comporte en outre les espèces suivantes :

<i>Cenchrus prieurii</i>	<i>Indigofera sesquijuga</i>
<i>Cleome gynandra</i>	<i>Sesamum alatum</i>
<i>Enteropogon prieurii</i>	<i>Tragus berteronianus</i>
<i>Eragrostis pilosa</i>	<i>Tragus racemosus</i>
<i>Gisekia pharnacioides</i>	<i>Tribulus terrestris</i>
<i>Indigofera hochstetteri</i>	

Sur 85 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 63,7 g.m⁻² ; elle varie de 337 g.m⁻² à 8,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 35,19.

■ 1Pa : plaines typiques du nord, plates à quasi-plates

Sols isohumiques et bruns subarides à 70 % et halomorphes à structure modifiée à 30 %

Texture du sol taux de sable de 92 % dans les premiers et de 54 % dans les derniers

Fertilité basse

Sensibilité à la surexploitation : faible, avec une forte réduction de la strate ligneuse à cause des sécheresses. Légère dégradation, tendance réversible

Végétation Relevés : 31, 29
La strate herbueuse, quasi-inexistante, est caractérisée par *Aristida adscensionis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Gisekia pharnacioides*, *Indigofera hirsuta*
La strate ligneuse comprend *Maerua crassifolia*, *Acacia tortilis*, densité très faible ($< 1\%$)
Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>
<i>Enteropogon prierii</i>	<i>Indigofera sesquijuga</i>
<i>Eragrostis densa</i>	<i>Tragus berteronianus</i>

Sur 20 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 63,4 g.m²; elle varie de 104 g.m² à 39 g.m² avec une erreur standard de 18,17.

■ **1Pd** : plaines avec des micro-dépressions (<500m), quasi-plates

Sols isohumiques et subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable de 92 %

Fertilité basse

Sensibilité à la surexploitation : faible à moyenne, forte réduction de la strate ligneuse à cause des sécheresses.

Végétation Relevés : 20, 22, 24, 27, 34, 36, 38, 43

La partie septentrionale de cette unité est localement dominée par *Panicum turgidum*. Sur les images satellitaires, nous n'avons pas pu distinguer cette sous-unité dont les limites fluctuent en fonction de la pluviosité dans la période antérieure. Il a été observé en 1991, une bande de 200 m de touffes de *Panicum turgidum* sèches entourait l'unité à la limite septentrionale. A la limite sud de cette unité, dans la région de Moussoro-Mougnira, une forte colonisation de cette Graminée vivace pouvait être observée.

Dans les dépressions, les espèces suivantes dominent : *Cassia nigricans*, *Cymbopogon proximus*; ailleurs *Aristida adscensionis*, *Cenchrus biflorus*, *Tephrosia purpurea*, *Indigofera hirsuta*.

Les caractéristiques de la strate ligneuse sont *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis*. Hors des dépressions, les mêmes espèces, complétées par *Commiphora quadricincta*, *Ziziphus mauritiana*, *Maerua crassifolia*, *Leptadenia pyrotechnica*

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Heliotropium baclei</i>
<i>Aristida mutabilis</i>	<i>Indigofera aspera</i>
<i>Aristida stipoides</i>	<i>Indigofera colutea</i>
<i>Brachiaria deflexa</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>
<i>Cassia sp.</i>	<i>Indigofera sesquijuga</i>
<i>Cenchrus prieurii</i>	<i>Mollugo nudicaulis</i>
<i>Chrozophora plicata</i>	<i>Panicum turgidum</i>
<i>Cleome gynandra</i>	<i>Polygala irregularis</i>
<i>Cleome viscosa</i>	<i>Schoenefeldia gracilis</i>
<i>Dactyloctenium</i>	<i>Sesamum alatum</i>
<i>aegyptium</i>	<i>Tephrosia linearis</i>
<i>Enteropogon prieurii</i>	<i>Tragus berteronianus</i>
<i>Eragrostis densa</i>	<i>Tragus racemosus</i>
<i>Geigeria alata</i>	<i>Tribulus terrestris</i>

Sur 124 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 570 g.m⁻² ; elle varie de 155 g.m⁻² à 1 g.m⁻² avec une erreur standard de 21,36.

Eau de surface reste dans les dépressions pendant une période assez limitée.

4.2.2.3 Les dunes

■ **1 Dg** : dunes ondulées basses au Batha (GOZ)

Sols isohumiques et bruns subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable 92 %

Fertilité faible

Sensibilité à la **surexploitation** : faible, mais forte réduction de la strate ligneuse à cause des sécheresses.

Végétation Relevés : 42, 44, 46
 Densité très homogène d'annuelles : *Cenchrus biflorus*
 Fimbristylis hispidula.
 Les espèces ligneuses dominantes sont : *Acacia senegal*,
 Balanites aegyptiaca.
 Sur 50 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 236,7 g.m⁻² ; elle varie de 693,5 g.m⁻² à 4,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 135,1.

Eau de surface restreinte aux environs des lits du Batha.

■ **1 D 1 : dunes ondulées**

Sols	isohumiques ou bruns subarides
Texture du sol	sablonneuse, taux de sable 92 %
Fertilité	faible
Sensibilité à la	surexploitation : faible
Végétation	Relevés : 10, 12 La végétation était entièrement broutée au moment des relevés ; la strate ligneuse est dominée par : <i>Leptadenia pyrotechnica</i> et <i>Balanites aegyptiaca</i> en densité très faible et accessoirement par <i>Acacia tortilis</i>, <i>Salvadora persica</i>.
Eau de surface	restreinte aux dépressions et au lit du Bahr-el-Ghazal

■ **1 D 2 : dunes vallonnées à quasi-plates**

Sols	isohumiques et bruns subarides
Texture du sol	sablonneux, taux de sable 92 %
Fertilité	faible
Sensibilité à la	surexploitation : faible ; malgré la forte exploitation, l'unité est encore dans un état réversible.
Végétation	Relevés : 15, 18, 19, 47, 48, 49, 51 Les espèces herbacées dominantes sont : <i>Aristida adscensionis</i>, <i>Tragus racemosus</i>, <i>Cenchrus biflorus</i>, <i>Indigofera hirsuta</i>

Les espèces ligneuses : *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Leptadenia pyrotechnica*.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Aerva javanica</i>	<i>Gisekia pharnacioides</i>
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>
<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Monsonia senegalensis</i>
<i>Aristida mutabilis</i>	<i>Polygala irregularis</i>
<i>Cleome gynandra</i>	<i>Tephrosia purpurea</i>
<i>Ctenium elegans</i>	<i>Tragus berteronianus</i>
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	<i>Tragus racemosus</i>
<i>Eragrostis densa</i>	<i>Tribulus terrestris</i>

Sur 65 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 74,2 g.m⁻² ; elle varie de 220 g.m⁻² à 11,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 41,86.

Eau de surface restreinte aux dépressions dans le Bahr-el-Ghazal

■ 1Dd1 : dunes ondulées

Sols isohumiques et bruns subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable 92 %

Fertilité faible

Sensibilité à la surexploitation : faible

Végétation Relevés : 13, 17, 53

La végétation était totalement broutée au moment des relevés

Espèces ligneuses dominantes dans les dépressions : *Commiphora africana*, dominant à l'ouest du Bahr-el-

Ghazal, souvent alterné avec *Hyphaene thebaica* et *Acacia nilotica*.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Gisekia pharnacioides</i>
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>
<i>Cyperus jemicus</i>	<i>Mollugo nudicaulis</i>
<i>Dactyloctenium</i>	<i>Tribulus terrestris</i>
<i>aegyptium</i>	

Sur 19 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 58,2 g.m⁻²; elle varie de 132,5 g.m⁻² à 22,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 24,09.

Eau de surface en saison pluvieuse uniquement

■ 1Dd2 : dunes ondulées à quasi-plates

Sols isohumiques et bruns subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable : 92 %

Fertilité faible

Sensibilité à la surexploitation : faible

Végétation Relevés : 4, 5, 6, 7, 8, 39, 41, 57, 59, 61,
Espèces dominantes herbacées : *Alysicarpus ovalifolius*,
Aristida adscensionis.
Espèces ligneuses : *Leptadenia pyrotechnica*, *Balanites*
aegyptiaca.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Brachiaria deflexa</i>	<i>Dactyloctenium</i>
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>aegyptium</i>
<i>Cleome gynandra</i>	<i>Eragrostis densa</i>
<i>Ctenium elegans</i>	<i>Gisekia pharnacioides</i>

Indigofera aspera

Polygala irregularis

Indigofera hochstetteri

Tragus berteronianus

Leptadenia pyrotechnica

Tribulus terrestris

Sur 86 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 61,4 g.m⁻²; elle varie de 159 g.m⁻² à 7,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 21,41.

Eau de surface restreinte aux dépressions.

4.2.2.4 Les plateaux

■ 1 P 1 1 : plateaux sans dépressions, quasi-plats

Sols isohumiques et bruns subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable 92 %

Fertilité faible

Sensibilité à la **surexploitation** : faible à moyenne ; par endroits assez dégradé

Végétation Relevés : 9, 11, 14
Espèces dominantes herbacées : *Alysicarpus ovalifolius*,
Cenchrus biflorus.

Espèces ligneuses dominantes : *Balanites aegyptiaca*,
Acacia senegal, *Leptadenia pyrotechnica*

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

Aristida adscensionis

Dactyloctenium

Aristida mutabilis

aegyptium

Cenchrus ciliaris

Eragrostis densa

Sur 34 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 89,1 g.m⁻²; elle varie de 136 g.m⁻² à 28 g.m⁻² avec une erreur standard de 13,47.

■ **1 P 1 2 : plateaux avec (grandes) dépressions ondulées**

Sols isohumiques et bruns subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable 92 %

Fertilité faible

Sensibilité à la **surexploitation** : faible à moyenne

Végétation Relevés : 35, 37

Espèces dominantes herbacées : *Alysicarpus ovalifolius*, *Cenchrus biflorus*, *Aristida adscensionis* en densité extrêmement faible.

Espèces ligneuses dominantes sont : *Leptadenia pyrotechnica* et *Acacia tortilis* (localement)

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

Alysicarpus ovalifolius

Dactyloctenium

Aristida adscensionis

aegyptium

Cenchrus biflorus

Sur 21 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 95,3 g.m⁻²; elle varie de 202 g.m⁻² à 0 g.m⁻² avec une erreur standard de 20,76.

Eau de surface dans les dépressions

**■ 1P1a : plateaux ondulés à quasi-plats avec des dépressions
de 500 à 1 000 m**

Sols isohumiques et bruns subarides

Texture du sol sablonneuse, taux de sable : 92 %

Fertilité faible

Sensibilité à la surexploitation : faible

Végétation Relevés : 16, 56, 60

La strate herbeuse montre une faible densité des Légumineuses annuelles (*Indigofera* spp.) et une dominance des Graminées annuelles à cycle court : *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Aristida adscensionis*.

La strate ligneuse est dominée par *Leptadenia pyrotechnica*, avec localement des formations d'*Acacia tortilis*.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Glinus lotoides</i>
<i>Cenchrus prieurii</i>	<i>Heliotropium baclei</i>
<i>Cleome viscosa</i>	<i>Limeum viscosum</i>
<i>Cyperus sp.</i>	<i>Sesamum alatum</i>
<i>Dactyloctenium</i>	<i>Tragus berteronianus</i>
<i>aegyptium</i>	<i>Tribulus terrestris</i>
<i>Eragrostis densa</i>	<i>Zornia glochidiata</i>

Sur 41 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 158 g.m²; elle varie de 318,5 g.m² à 43 g.m² avec une erreur standard de 59,30.

Eau de surface en saison pluvieuse dans les dépressions.

4.2.2.5 Vallées et dépressions

■ 1Va : Dépressions présentant une surface bleu/gris sur les spatio-cartes

Sols	vertisols à nodules calcaires et argiles noires tropicales (30 %) et halomorphes (70 %) et non lessivés à alcalis ou salés à alcalis
Texture du sol	respectivement 22 % et 54 % de sable
Fertilité	faible, mais c'est surtout le taux d'alcalinité élevé qui empêche la production végétale
Sensibilité à la	surexploitation : moyenne
Végétation	faible densité d'espèces herbacées à base d'annuelles

■ 1Vb : Dépressions quasi-plates présentant une surface blanche sur les spatio-cartes

Sols	vertisols (5 %) à nodules calcaires rares, argiles noires tropicales et halomorphes (95 %) et salins
Texture du sol	taux de sable : 54 %
Fertilité	la salinité empêche toute production végétale.
Sensibilité à la	surexploitation : faible
Végétation	pas de végétation

■ 1Vh : Dépressions quasi-plates

Sols	vertisols à nodules calcaires rares, familles sur alluvions lacustres. Argiles noires tropicales et sols halomorphes et non lessivés à alcalis ou salés à alcalis
Texture du sol	22 % de sable dans les vertisols et 57 % dans les sols halomorphes
Fertilité	moyenne
Sensibilité à la	surexploitation : moyenne ; localement on note une réduction des ligneux à cause de l'exploitation de bois. Dégradation réversible .
Végétation	dominée par des formations à <i>Hyphaene thebaica</i> (Doum), localement aussi <i>Acacia nilotica</i> . La densité des herbacées est très limité.

4.2.2.6 Les lits des défluents

■ 1La-n : lit du Bahr-el-Ghazal Nord

Sols	vertisols et argiles noires tropicales et halomorphes ou salins
Texture du sol	taux de sable 22 %
Fertilité	faible à moyenne, faible production à cause du taux élevé de la salinité.
Sensibilité à la	surexploitation : moyenne

Végétation strate herbeuse quasi-inexistante. Dans des mares temporaires, régulièrement une densité des Graminées vivaces (*Cenchrus ciliaris* au nord, *Sporobulus* sp.) et des *Cyperaceae* peuvent être observés; la densité des Graminées annuelles est très limitée. La valeur pastorale de cette unité se limite aux ligneux.

La strate ligneuse : *Maerua crassifolia* domine avec *Salvadora persica* et *Cordia sinensis*. *Acacia nilotica* dans les dépressions de plus en plus rares du sud au nord.

■ 1 La-s : lit du Bahr-el-Ghazal Sud

Sols vertisols et argiles noires tropicales et sols halomorphes ou salins

Texture du sol taux de sable 22 %

Fertilité faible à moyenne

Sensibilité à la surexploitation : faible à moyenne; on observe une dégradation réversible résultant de l'exploitation du bois, elle est irréversible localement

Végétation Strate herbeuse quasi-inexistante. Dans des mares temporaires, régulièrement un densité des Graminées vivaces (*Sporobulus* sp.) et des *Cyperaceae* peut être observé. Les relevés écologiques de GASTON (op. cit.) signalaient *Echinochloa* sp., la densité des Graminées annuelles est très limitée. La valeur pastorale de cette unité se limite aux ligneux

Strate ligneuse : *Maerua crassifolia*, *Salvadora persica*, et *Cordia sinensis*. *Acacia nilotica* dans les dépressions,

de plus en plus rares du sud au nord. Autour de Massakory, c'est surtout *Acacia tortilis* qui domine.

4.2.2.7 Plaines argileuses

■ 2Pg : plaines aux sols hydromorphes, quasi-plat

Sols	isohumiques et bruns subarides et Vertisols à nodules calcaires rares, familles sur alluvions fluvio-lacustres argileuses, argiles noires tropicales.										
Texture du sol	sablonneuse avec un taux de sable 92 % pour les sols isohumiques et argileuse, avec un taux de sable 22 % pour les sols salés										
Fertilité	faible à moyenne										
Végétation	Relevés : 62, 64, 65, 66, 81 Espèces dominantes herbacées : <i>Schoenefeldia gracilis</i>, <i>Eragrostis tremula</i>, <i>Zornia glochidiata</i>. Espèces ligneuses principales : <i>Acacia senegal</i>, <i>Balanites aegyptiaca</i>, <i>Combretum glutinosum</i>, <i>Lannea humilis</i>, <i>Sclerocarya birrea</i>. Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes : <table><tbody><tr><td><i>Aristida adscensionis</i></td><td><i>Indigofera senegalensis</i></td></tr><tr><td><i>Cassia mimosoides</i></td><td><i>Loudetia togoensis</i></td></tr><tr><td><i>Cassia obtusifolia</i></td><td><i>Piliostigma reticulatum</i></td></tr><tr><td><i>Chaetacme aristata</i></td><td><i>Polygala irregularis</i></td></tr><tr><td><i>Cyperus jeminicus</i></td><td></td></tr></tbody></table> Sur 55 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 189 g.m⁻²; elle varie de 404 g.m⁻² à 23,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 72,50.	<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Indigofera senegalensis</i>	<i>Cassia mimosoides</i>	<i>Loudetia togoensis</i>	<i>Cassia obtusifolia</i>	<i>Piliostigma reticulatum</i>	<i>Chaetacme aristata</i>	<i>Polygala irregularis</i>	<i>Cyperus jeminicus</i>	
<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Indigofera senegalensis</i>										
<i>Cassia mimosoides</i>	<i>Loudetia togoensis</i>										
<i>Cassia obtusifolia</i>	<i>Piliostigma reticulatum</i>										
<i>Chaetacme aristata</i>	<i>Polygala irregularis</i>										
<i>Cyperus jeminicus</i>											

■ **2PC-n** : complexe des dépressions, plaines argileuses et
glacis, quasi-plates à ondulées

Sols	vertisols et argiles noires tropicales et halomorphes, les sols à structure modifiée sols non-lessivés à alcalis ou salés à alcalis																														
Texture du sol	les vertisols argileux ont un taux de sable de 22 % ; les sols salés ont un taux de sable de 41 %																														
Fertilité	moyenne																														
Sensibilité à la	surexploitation : moyenne à élevée, localement dégradation irréversible																														
Végétation	Relevés : 40, 50, 52, 54, 67 Espèces dominantes herbacées : <i>Dactyloctenium aegyptium</i>, <i>Eragrostis tremula</i>, <i>Zornia glochidiata</i> Espèces ligneuses : <i>Balanites aegyptiaca</i>, <i>Acacia senegal</i>. Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes : <table> <tbody> <tr> <td><i>Alysicarpus ovalifolius</i></td><td><i>Heliotropium baclei</i></td></tr> <tr> <td><i>Aristida adscensionis</i></td><td><i>Indigofera aspera</i></td></tr> <tr> <td><i>Aristida mutabilis</i></td><td><i>Indigofera colutea</i></td></tr> <tr> <td><i>Cassia nigricans</i></td><td><i>Indigofera diphylla</i></td></tr> <tr> <td><i>Cenchrus biflorus</i></td><td><i>Indigofera hochstetteri</i></td></tr> <tr> <td><i>Cenchrus prieurii</i></td><td><i>Indigofera senegalensis</i></td></tr> <tr> <td><i>Cleome viscosa</i></td><td><i>Indigofera sesquijuga</i></td></tr> <tr> <td><i>Ctenium elegans</i></td><td><i>Leptadenia pyrotechnica</i></td></tr> <tr> <td><i>Cucumis melo</i></td><td><i>Leucas martinicens</i></td></tr> <tr> <td><i>Cyperus rotundus</i></td><td><i>Mollugo nudicaulis</i></td></tr> <tr> <td><i>Cyperus sp.</i></td><td><i>Panicum laetum</i></td></tr> <tr> <td><i>Enteropogon prieurii</i></td><td><i>Polycarpaea linearifoli</i></td></tr> <tr> <td><i>Eragrostis densa</i></td><td><i>Pulicaria incisa</i></td></tr> <tr> <td><i>Geigeria alata</i></td><td><i>Schoenefeldia gracilis</i></td></tr> <tr> <td><i>Gisekia pharnacioides</i></td><td><i>Spermacoce radiata</i></td></tr> </tbody> </table>	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Heliotropium baclei</i>	<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Indigofera aspera</i>	<i>Aristida mutabilis</i>	<i>Indigofera colutea</i>	<i>Cassia nigricans</i>	<i>Indigofera diphylla</i>	<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>	<i>Cenchrus prieurii</i>	<i>Indigofera senegalensis</i>	<i>Cleome viscosa</i>	<i>Indigofera sesquijuga</i>	<i>Ctenium elegans</i>	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	<i>Cucumis melo</i>	<i>Leucas martinicens</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Mollugo nudicaulis</i>	<i>Cyperus sp.</i>	<i>Panicum laetum</i>	<i>Enteropogon prieurii</i>	<i>Polycarpaea linearifoli</i>	<i>Eragrostis densa</i>	<i>Pulicaria incisa</i>	<i>Geigeria alata</i>	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	<i>Gisekia pharnacioides</i>	<i>Spermacoce radiata</i>
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Heliotropium baclei</i>																														
<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Indigofera aspera</i>																														
<i>Aristida mutabilis</i>	<i>Indigofera colutea</i>																														
<i>Cassia nigricans</i>	<i>Indigofera diphylla</i>																														
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>																														
<i>Cenchrus prieurii</i>	<i>Indigofera senegalensis</i>																														
<i>Cleome viscosa</i>	<i>Indigofera sesquijuga</i>																														
<i>Ctenium elegans</i>	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>																														
<i>Cucumis melo</i>	<i>Leucas martinicens</i>																														
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Mollugo nudicaulis</i>																														
<i>Cyperus sp.</i>	<i>Panicum laetum</i>																														
<i>Enteropogon prieurii</i>	<i>Polycarpaea linearifoli</i>																														
<i>Eragrostis densa</i>	<i>Pulicaria incisa</i>																														
<i>Geigeria alata</i>	<i>Schoenefeldia gracilis</i>																														
<i>Gisekia pharnacioides</i>	<i>Spermacoce radiata</i>																														

Sur 82 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 211,3 g.m⁻² ; elle varie de 743,5 g.m⁻² à 2,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 123,55.

■ **2Pc-s : complexe des dépressions, plaines argileuses et glacis, quasi-plates à ondulées**

Sols Vertisols et argiles noires tropicales et halomorphes non-lessivés à alcalis ou salés à alcalis

Texture du sol argileuse, taux de sable 22 % pour les vertisols et avec un taux de sable 41 % pour les autres

Fertilité moyenne

Sensibilité à la **surexploitation** : moyenne à élevée. Localement dégradation irréversible

Végétation Relevés : 99, 101
Espèces dominantes herbacées : *Zornia glochidiata*,
Brachiaria xantholeuca.
Espèces ligneuses principales : *Boscia senegalensis*,
Acacia senegal.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

Alysicarpus ovalifolius

Cenchrus biflorus

Asparagus flagellaris

Schoenefeldia gracilis

Cassia obtusifolia

Spermacoce radiata

Sur 20 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 118,5 g.m⁻² ; elle varie de 228 g.m⁻² à 44 g.m⁻² avec une erreur standard de 50,01.

■ **2Pv** : plaines plates à vertisols

Sols	Vertisols à nodules calcaires rares appartenant à la familles des sols sur alluvions fluvio-lacustres argileuses. Argiles noires tropicales
Texture du sol	argileuse avec un taux de sable de 22 %
Fertilité	relativement élevée
Sensibilité à la	surexploitation : moyenne (surtout à la culture) Forte réduction de la strate ligneuse à cause de la sécheresse et des cultures de "berbéré" (sorgho de décrue)
Végétation	Dominance d' <i>Acacia seyal</i> malgré sa très faible densité (<1 %) sur des grandes plaines. En bordure des plaines cette densité peut atteindre 50 %. <i>Acacia nilotica</i> est l'arbre dominant dans les mares. La production de cette unité reste inférieure à celle des unités voisines. Toutefois, les récoltes de sorgho de décrue, cultivé pendant les années de précipitations moyenne ou supérieure, semblent être supérieures à la production des pâturages naturels. Des précipitations de 500 à 700 mm.an ⁻¹ semblent être la limite au-dessous de laquelle la production des sols argileux est inférieure à celle des sols sablonneux, à cause d'une mauvaise infiltration de l'eau et de l'évapotranspiration.

■ **2Ps-n** : plaines sablonneuses nord, quasi-plates

Sols	isohumides et bruns subarides
-------------	-------------------------------

Texture du sol	sablonneuse, taux de sable 92 %
Fertilité	faible
Sensibilité à la	surexploitation : faible, localement faible à moyenne
Végétation	Relevés : 68, 69, 71, 73 Espèces dominantes herbacées : <i>Schoenefeldia gracilis</i>, <i>Eragrostis tremula</i>, <i>Fimbristylis hispidula</i>. Espèces ligneuses principales : <i>Sclerocarya birrea</i>, <i>Acacia senegal</i>.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Gisekia pharnacioides</i>
<i>Asparagus flagellaris</i>	<i>Indigofera senegalensis</i>
<i>Blepharis linariifolia</i>	<i>Leucas martinicensis</i>
<i>Cassia mimosoides</i>	<i>Panicum laetum</i>
<i>Cassia obtusifolia</i>	<i>Polycarpaea linearifolia</i>
<i>Cenchrus biflorus</i>	<i>Pulicaria incisa</i>
<i>Centotheca lappacea</i>	<i>Spermacoce radiata</i>
<i>Chaetacme aristata</i>	<i>Tephrosia bracteolata</i>
<i>Enteropogon prierii</i>	<i>Tephrosia linearis</i>
<i>Eragrostis densa</i>	<i>Zornia glochidiata</i>
<i>Euphorbia hirta</i>	

Sur 46 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 244,9 g.m⁻² ; elle varie de 584 g.m⁻² à 73,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 101,9.

**■ 2Ps—s : plaines sablonneuses sud, quasi-plates,
localement ondulées**

Sols	isohumiques et bruns subarides
Texture du sol	sablonneuse, taux de sable 92 %

Fertilité	faible
Sensibilité à la	surexploitation : moyenne
Végétation	Relevés : 75, 77, 79 Espèces dominantes herbacées : <i>Schoenefeldia gracilis</i>, <i>Brachiaria deflexa</i>. La strate ligneuse est dominée par <i>Sclerocarya birrea</i> et par <i>Anogeissus leiocarpus</i>, <i>Balanites aegyptiaca</i>, <i>Piliostigma reticulatum</i>.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Leucas martinicensis</i>
<i>Brachiaria deflexa</i>	<i>Mollugo nudicaulis</i>
<i>Corchorus trilocularis</i>	<i>Panicum turgidum</i>
<i>Cyperus sp.</i>	<i>Polycarpaea linearifolia</i>
<i>Enteropogon prieurii</i>	<i>Sida alba</i>
<i>Eragrostis densa</i>	<i>Spermacoce radiata</i>
<i>Euphorbia hirta</i>	<i>Zornia glochidiata</i>
<i>Leptactina senegambica</i>	

Sur 44 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 190,9 g.m⁻²; elle varie de 630,5 g.m⁻² à 18,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 81,82.

■ 2Psc-n : plaines sablonneuses nord

Sols	isohumiques et bruns subarides
Texture du sol	sablonneuse, taux de sable 92 %
Fertilité	faible
Sensibilité à la	surexploitation : faible

localement dégradée de façon irréversible ce qui a résulté la formation des glacis

Végétation

Relevés : 93, 95, 97

La strate herbeuse est dominée par des Graminées annuelles mais souvent aussi par des Dicotylédones à germination lente, qui ont une valeur fourragère médiocre : *Alysicarpus ovalifolius*, *Cenchrus biflorus*.

Parmi les ligneux, citons *Boscia senegalensis* et *Calotropis procera* qui sont les ligneux dominants et *Capparis decidua*, *Hyphaene thebaica*, *Acacia senegal*, *Sclerocarya birrea*.

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Enteropogon prieurii</i>
<i>Cenchrus prieurii</i>	<i>Eragrostis densa</i>
<i>Citrullus lanatus</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>
<i>Dactyloctenium</i>	<i>Schoenefeldia gracilis</i>
<i>aegyptium</i>	<i>Zornia glochidiata</i>

Sur 30 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 130,1 g.m⁻² ; elle varie de 271 g.m⁻² à 38 g.m⁻² avec une erreur standard de 45,03.

■ 2Psc-s : plaines sablonneuses sud

Sols	isohumiques et bruns subarides
Texture du sol	sablonneuse, taux de sable : 92 %
Fertilité	faible
Végétation	Relevés : 85, 87, 89, 91

Espèces dominantes herbacées : *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Alysicarpus ovalifolius*

Espèces ligneuses principales : *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*

Cette végétation comporte on outre les espèces suivantes :

Aristida adscensionis

Eragrostis densa

Citrullus lanatus

Euphorbia hirta

Cyperus rotundus

Schoenefeldia gracilis

Enteropogon prierii

Tribulus terrestris

Sur 40 échantillons mesurés, la biomasse moyenne est de 127,9 g.m⁻² ; elle varie de 242 g.m⁻² à 11,5 g.m⁻² avec une erreur standard de 45,71.

4.2.3 Estimation de la production végétale : démarche et résultats partiels

4.2.3.1 Principes de l'estimation

Pour chaque unité écologique pastorale, la production primaire par unité de surface peut être estimée à l'aide de formules proposées par BRENMAN & DE RIDDER (op. cit.). Ces calculs ont été effectués à Farcha par SCHOLTE *et al.* (op. cit.) pour le PEP et avec l'aide de la DHV. Il faut distinguer deux cas :

1. Si l'infiltration annuelle, estimée en fonction de la pluviosité, dans une unité de paysage, est inférieure à 250 mm.an⁻¹, la disponibilité de l'eau est le facteur le plus limitant pour la production végétale. La biomasse aérienne maximale est alors calculée à partir d'une équation semi-empirique décrivant la relation entre la disponibilité de l'eau et la production de matière sèche. La qualité de la biomasse produite (exprimée en terme de taux d'azote) est déduite d'une relation générale entre l'infiltration et le taux d'azote de la biomasse aérienne.

2. Si l'infiltration excède 250 mm.an^{-1} , la disponibilité des éléments nutritifs, notamment de l'azote, est le facteur le plus limitant pour la production végétale. La quantité d'azote dans la biomasse aérienne est estimée à partir d'une formule semi-empirique qui tient compte de l'infiltration de l'eau et de l'intensité de l'exploitation. La biomasse aérienne est déduite de la quantité d'azote qu'elle contient.

A ce point de l'analyse, les résultats des calculs, basés sur des considérations théoriques, doivent être éprouvés en les confrontant aux données expérimentales déterminées sur les unités écologiques pastorales. Il s'agit ici d'une comparaison des valeurs estimées et mesurées, pour la biomasse aérienne et pour le taux d'azote. En cas de différence entre les deux valeurs, une analyse est nécessaire pour déterminer si elle résulte des conditions de l'année de l'échantillonnage ou bien de suppositions imprécises (par exemple en ce qui concerne le ruissellement, à la suite d'une dégradation physique du sol).

Si la cause des différences est comprise, les estimations originales peuvent être utilisées, ou les calculs recommencés en utilisant des paramètres corrigés.

La production des pâturages naturels par unité de surface doit ensuite être traduite en fourrage disponible, en tenant compte de la superficie de chaque unité écologique pastorale. Il faut corriger les superficies "physiques" par :

- les superficies consacrées à l'agriculture, c'est-à-dire les champs ;
- les superficies des mares ;
- les superficies qui ne peuvent pas être exploitées par les animaux par manque d'eau d'abreuvement.

La quantité et la qualité de la biomasse produite sont traduites en fourrage disponible, en tenant compte du mode d'exploitation dans la situation actuelle, i.e. ou bien en saison des pluies, ou bien en saison sèche. En saison sèche, la quantité et la qualité de fourrage disponible sont plus faibles à cause des pertes en paille (feuilles qui tombent, fourmis, termites, etc.).

Cette étape aboutit à la disponibilité fourragère actuelle (quantité et qualité) des pâturages naturels, au cours de chaque saison d'exploitation.

Les espèces ligneuses peuvent contribuer à la disponibilité fourragère : la production annuelle des ligneux est estimée en se basant sur la densité par unité écologique pastorale, qui permet une estimation de la production foliaire. La production totale de feuilles broutables peut être déduite de cette valeur. Ce fourrage aérien doit être ajouté aux ressources fourragères de saison sèche.

Les superficies cultivées produisent des sous-produits agricoles, comme la paille de mil, les fanes d'arachides, de niébé, de haricots, etc., qui peuvent également servir comme source de fourrage pour les animaux. Pour chaque unité écologique pastorale. La combinaison des estimations des productions et des superficies des cultures aboutit à une estimation de la disponibilité (quantité et qualité) de sous-produits agricoles, qui peuvent être ajoutées aux ressources fourragères de saison sèche.

Les ressources fourragères sont comparées aux besoins alimentaires des animaux, pour déterminer la production animale (en $\text{kg.UBT}^{-1}.\text{an}^{-1}$) (pour la saison des pluies et pour la saison sèche) et aussi la production secondaire (kg de viande et kg de lait).

Les résultats partiels que nous présentons dans les lignes qui suivent, sur l'analyse de la capacité de charge, nous permettent de reprendre le détail des points évoqués ci-dessus.

4.2.3.2 L'infiltration

Rares sont les sols qui permettent une infiltration complète de l'eau des pluies. Les sols limoneux ou argileux empêchent l'infiltration de l'eau des pluies, qui ruisselle sur la surface et est ainsi perdue pour la végétation. La quantité de l'eau qui est effectivement disponible pour les plantes dépend donc des pluies et de leur infiltration. Dans l'analyse de la production des pâturages, cette infiltration joue un rôle primordial. Ce sont le couvert végétal, l'activité faunique, le microrelief et, surtout, le type de croûte qui déterminent l'infiltration de l'eau

des pluies. CASENAVE & VALENTIN (op. cit.) ont développé une méthode permettant d'identifier ces facteurs qui, ensemble, définissent ce qu'ils appellent les états de surface.

A partir des caractéristiques pédologiques des relevés de chaque unité de paysage, des états de surface sont définis. Ils seront la base de l'estimation de l'infiltration. Les éléments pris en considération sont, d'après CASENAVE & VALENTIN (op. cit.) :

1. Les plaques nues : ce sont des surfaces de quelques mètres carrés plus ou moins dénudées. Le pourcentage de la surface totale des plages est estimé.
2. Le sol nu : il s'agit de la surface totale qui n'est pas couverte par la végétation.
3. **Ki** : coefficient d'infiltration pour l'ensemble du protocole = somme des lames infiltrées/somme des hauteurs de pluie de toutes les averses, en % (CASENAVE & VALENTIN, op. cit.). Parmi les données de ces auteurs, nous avons pris systématiquement les chiffres les plus élevés dans les intervalles indiqués. Les chiffres utilisés en cas de croûte de dessiccation sont systématiquement trop faibles. L'estimation de la couverture végétale, indiquée par CASENAVE & VALENTIN n'est liée à aucune période. C'est la raison pour laquelle les chiffres appliqués concernent une couverture végétale supérieure à 50 %, même quand nous avons estimé une couverture plus basse. Il y a une différence entre les valeurs données par BREMAN & DE RIDDER (op. cit.) et CASENAVE & VALENTIN (op. cit.). Ces derniers se basent sur des superficies d'un mètre carré, alors que les premiers s'appuient sur des superficies d'au moins quelques dizaines de mètres carrés.

4. **K_r** : coefficient de ruissellement d'une unité de paysage, c'est-à-dire la fraction de la pluie qui est perdue pour la région. Il est basé sur l'extrapolation du coefficient d'infiltration jusqu'au niveau des unités cartographiées (avec l'aide du tableau II.13 de BREMAN & DE RIDDER). Nous avons pris comme coefficient des surfaces des aires à concentration de 0.10 (superficie des écoulements/superficie totale). ESSELINK (1990) estime qu'une telle correction n'est pas nécessaire, à cause de la superficie réduite des zones qui reçoivent le ruissellement.

Selon nos observations, la majeure partie du ruissellement est redistribué localement dans les bas-fonds des secteurs concernés et reste donc disponible pour la croissance de la végétation. Ces bas-fonds forment une part indispensable de l'environnement et sont souvent la seule source de végétation en saison sèche.

Le résultat de l'infiltration dans chaque unité de paysages est donné dans le tableau 4.7. A l'aide des chiffres de la pluviosité, P50 (année moyenne) et P10 (années sèches) et le pourcentage de l'infiltration (I), la quantité de l'eau qui s'infiltré est calculée pour une année moyenne et une année sèche.

R : superficie avec ruissellement (%)

IH : superficie avec une infiltration homogène (%)

A : superficie avec un apport de ruissellement (%).

Les relevés ayant servi à la détermination de l'infiltration concernent 17 unités sur les 24 retenues pour l'ensemble de la région. L'infiltration des autres unités a été établie par extrapolation. Le facteur I des unités des dépressions et de la vallée du Bahr-el-Ghazal est choisi de façon arbitraire.

Les dunes, les plateaux et les plaines sableuses présentent une infiltration homogène sur toute leur superficie et n'ont pas d'apport par ruissellement. Dans la vallée du Bahr-el-Ghazal, seulement 23 % de la superficie présente une infiltration homogène.

Le tableau 4.8 utilise des paramètres du sol, comme le taux de sable et la profondeur, pour déterminer la profondeur du sol qui est mouillée. La quantité d'azote disponible dans une année sèche (F10/50) est calculée en fonction de ce facteur.

Tableau 4.7: L'infiltration dans les différentes unités de paysage

Unité de paysage	P 50	P 10	I %	I P50	I P10	R	IH	A	N° de relevé
1Pg	192	109	.9	173	98	8	92	0	21,25,26,28,30,32,33,
1Pa	177	102	.85	150	87	5	95	0	29,31
			.70	124	71				
1Pd	249	141	1.25	311	176				20,22,23,24,27,34,36,38,43,45
			.85	212	120	20	77	3	
1Dc	245	142	.95	233	135	20	80	0	40
1DG	285	156	.95	271	148	20	78	2	42,44,46
1D1	294	169	.90	265	152	40	60	0	53
1D2	284	160	.90	256	144	20	72	8	8,15,18,19,47,48,49,51,55,
1Dd1	279	156	1.0	279	156				13,17,
			.85	237	133	25	75	0	
1Dd2	330	204	1.0	230	204				4,5,6,7,41,57,59,61
			.85	281	173	14	86	0	
1Pl1	342	208	.90	308	187	0	100	0	9,16,37,
1Pl2	360	231	.90	324	208	0	100	0	
1Pld	315	184	1.25	381	230				
			.85	268	156	0	100	0	
1Va	280	160	1.25	350	200				
			.70	196	112				
1Vb	291	166	1.25	364	208				
			.70	204	116				
1Vh	360	232	1.25	450	290				
			.70	252	162				
1La-n	169	96	1.25	211	120				
			.70	118	67				
1La-s	293	168	1.25	366	210	70	23	7	
			.70	205	118				

Tableau 4.8: Paramètres d'infiltration et d'humidification des sols

Unité de paysage	TS	HUM	Prof	A	Pe	I p50	I p10	Pr p50	Pr p10	F10 50
1Pg	92	.067	>2	.95	0	173	98	86	24	.43
1Pa	92	.067	>2	.95	0	150	87	67	15	.28
	54	.253	>2	.29	0	124	71	14	.50	.04
1Pd	22	.410	>2	.18	0	311	176	4	2	.44
	92	.067	>2	.95	0	212	120	118	42	.69
1Dc	96	.048	>2	1.14	0	233	135	163	65	.77
1Dg	92	.067	>2	.95	0	271	148	167	65	.76
1D1	92	.067	>2	.95	0	265	152	162	69	.78
1D2	92	.067	>2	.95	0	256	144	154	62	.77
1Dd1	22	.410	>2	.18	0	279	156	33	14	.41
	92	.067	>2	.95	0	237	133	139	53	.78
1Dd2	22	.410	>2	.18	0	230	204	25	21	.84
	92	.067	>2	.95	0	281	173	175	86	.79
1Pl1	92	.067	>2	.95	0	308	187	197	97	.78
1Pl2	92	.067	>2	.95	0	324	208	211	115	.81
1Pld	22	.410	>2	.18	0	381	230	49	25	.52
	92	.067	>2	.95	0	268	156	163	72	.78
1Va	22	.410	>2	.18	0	350	200	44	21	.47
	54	.253	>2	.29	0	196	112	32	11	.34
1Vb	22	.410	>2	.18	0	364	208	46	22	.47
	54	.253	>2	.29	0	204	116	34	12	.35
1Vh	22	.410	>2	.18	0	450	290	60	50	.97
	54	.253	>2	.29	0	252	162	46	23	.51
1La-n	22	.410	>2	.18	0	211	120	22	8	.36
	54	.253	>2	.29	0	118	67	12	?	?
1La-s	22	.410	>2	.18	0	366	210	46	22	.47
	54	.253	>2	.29	0	205	118	34	12	.36

Unité de paysage	TS	HUM pF	Prof	A	Pe p 50	Pe p 10	I p50	I p10	prh p50	prh p10	F10 /50
2Pg	92	.067	>2	.95	0	0	319	213	207	119	.82
2Pc-n	22	.417	>2	.19	0	0	548	374	79	50	.91
	92	.067	>2	.95	16	0	350	239	232	140	.87
	41	.317	>2	.22	0	0	131	90	12	4	.34
2Pc-s	22	.41	>2	.19	0	0	666	480	98	68	.91
	92	.067	>2	.95	68	0	426	307	295	197	.99
	41	.317	>2	.22	0	0	160	115	17	9	.51
2Pv	22	.41	>2	.19	0	0	221	150	25	13	.53
2Ps-n	92	.067	>2	.95	42	0	388	267	264	164	.92
2Ps-s	92	.067	>2	.95	73	0	432	315	300	203	1
2Psc-n	92	.067	>2	.95	4	0	332	220	217	125	.83
2psc-s	92	.067	>2	.95	51	0	401	287	274	180	.96

Un certain nombre de paramètres et de formules, présentés ci-après, interviennent :

TS : taux de sable

Hum pF2.5 : humidité du sol à la capacité de champ, c'est-à-dire à une certaine saturation

Prof : profondeur du sol en cm ; dans presque tous les cas, la profondeur considérée dépasse 2 m ce qui est largement supérieur à la profondeur d'enracinement des herbacées annuelles

A : variable dépendant de l'humidité du sol à la capacité de champ (nécessaire pour le calcul de la profondeur d'humidification)

Pe : percolation. En fonction de l'infiltration et du facteur Hum, il existe des cas, notamment sur des sables dans les régions où la pluviosité dépasse 500 mm, où le sol est mouillé sur une profondeur de plus de 2 m ; dans ce cas il y aura percolation, c'est-à-dire que l'eau qui s'infiltre ne sera pas disponible pour des Graminées annuelles

Prp50 : profondeur d'humidification du sol dans les années moyennes, elle est basée sur la formule

$$prh = A (I-69) / 1.15$$

Prp10 : profondeur d'humidification du sol dans les années sèches (même formule que ci-dessus)

F10/50 : fraction d'azote disponible dans une année sèche en fonction de sa disponibilité dans une année moyenne.

La fraction d'azote (F10/50) est très variable au sein d'une même unité de paysage. Généralement, elle est supérieure à 30 %.

4.2.3.3 Estimation théorique du taux d'azote par unité de paysage

Le tableau 4.9 présente les valeurs finales de l'estimation théorique. Les "intrants" sont notamment les chiffres d'infiltration et, exceptionnellement, la percolation. Afin de calculer la production dans les années sèches, la valeur de F10/50 est appliquée.

■ Paramètres et formules utilisés

- f** : part de la quantité moyenne d'azote dans la biomasse aérienne de la strate herbacée qui se perd annuellement. Cette valeur, extrêmement difficile à déterminer sur le terrain, a été obtenue à partir de la figure II.4 de BREMAN & DE RIDDER, selon la formule $Y = 0.00021 \times 0.27$, qui donne le rapport entre f et la pluviosité
- B P50** : biomasse aérienne de la strate herbacée à la fin de la saison de croissance (en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), pour une année moyenne
- Nb P50** : quantité d'azote dans la biomasse aérienne de la strate herbacée, calculée selon : $\text{Nb} = 0.0083 (I - \text{Pe}) / (f - 0.13)$
- Nb P10** : $\text{Nb P50} * \text{F10/50}$ (voir tableau 4.8)

La biomasse de la strate herbacée ne dépasse pas $900 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ en année sèche, ayant une pluviosité moyenne de $300 \text{ mm} \cdot \text{an}^{-1}$. La fraction azotée de la biomasse herbacée, bien que très variable d'une unité à l'autre, est très sensible à la pluviosité et décroît fortement en année sèche.

Tableau 4.9: Résultats du calcul théorique du taux d'azote (TA) et de la biomasse (B) dans la végétation herbeuse

Unité de paysage	f	Nb P50	Nb P10	TA P50	TA P10	B p50	B p10
1Pg	.310	8.9	3.8	13.4	19.6	661	195
1Pa	.307	7.9	2.21	15.9	21.9	495	101
		5.9	0.22	19.4	22.8	306	9
1Pd	.322	13.4	5.9	8.4	12.4	1599	479
		11.9	8.2	12.6	18.1	944	451
1Dg	.330	11.3	8.5	9.8	14.7	1154	580
1D1	.332	10.9	8.5	9.9	15.4	1103	549
1D2	.330	10.6	8.2	10.5	15.9	1011	518
1Dd1	.329	11.7	4.8	9	13.6	1295	355
		12.7	9.9	11.3	17.0	1125	583
1Dd2	.339	8.8	7.4	8.2	11.4	1075	648
		11.2	8.8	10.1	14.4	1101	611
1Pl1	.342	12.1	9.4	9	13.4	1341	699
1Pl2	.346	12.4	10.1	8.6	11.7	1457	865
1Pld	.336	15.3	7.9	7.1	10.2	2176	776
		10.7	8.4	10.1	15.9	1058	527
1Va	.329	14.6	6.8	7.6	11.2	1929	611
		8.2	2.8	13.6	20.4	828	186
1Vb	.331	15.0	7.1	7.3	10.8	2072	658
		11.2	3.9	12.6	20.2	886	193
1Vh	.346	17.3	16.8	6.5	8.4	2665	2001
		9.7	4.9	10.9	15.2	892	325
1La-n	.305	10.1	3.6	10.8	16	937	226
		5.3	0	20.2	22.8	263	0
1La-s	.331	15.1	7.2	7.3	10.8	2080	666
		11.3	4.1	12.6	20.2	893	201

4.2.3.4 L'estimation de la biomasse herbacée et du taux d'azote (mesures de terrain)

Tableau 4.10: Biomasse et quantité d'azote dans la végétation par unité de paysage

N° rel	Unité de paysage	Biomasse Herb ± std kg/ha	Biomasse Legum ± std kg/ha	N herb kg/ha	N leg kg/ha	N tot kg/ha	Pluvio 1991 mm/an	Pluvio moyen. mm/an
4	1Dd2	271 ± 240	395 ± 269	1.2	3.1	4.3	324	341
5	1Dd2	588 ± 299	331 ± 282	2.5	3.6	6.1	331	346
6	1Dd2	470 ± 211	258 ± 195	1.8	2.1	3.9	323	345
7	1Dd2	237 ± 72	460 ± 69	1.4	7.4	8.7	222	334
8	1D2	265 ± 187	0	2.6	0	2.6	116	289
9	1P11	714 ± 163	230 ± 54	3.9	2.9	6.8	246	341
11	1P12	845 ± 209	52 ± 53	3.4	0.6	4.0	297	355
13	1Dd1	318 ± 67	21 ± 45	4.1	0.3	4.4	163	307
14	1P12	625 ± 216	232 ± 109	3.5	2.9	6.4	313	360
15	1D2	364 ± 240	0	1.2	0	1.2	177	315
16	1P1d	654 ± 178	39 ± 31	3.1	0.4	3.4	259	342
17	1Dd1	525 ± 212	286 ± 146	6.5	5.5	12.0	64	265
18	1D2	822 ± 285	2.4 ± 8.5	2.7	-	-	160	304
19	1D2	289 ± 81	64 ± 31	2.5	1.1	3.5	37	247
20	1Pd	594 ± 425	55 ± 64	2.5	0.2	2.6	134	295
21	1Pg	263 ± 135	156 ± 43	3.0	3.5	6.5	5	227
22	1Pd	726 ± 324	89 ± 67	2.8	1.0	3.8	66	271
23	1Pd	441 ± 142	116 ± 49	5.4	2.3	7.7	9	231
24	1Pd	226 ± 209	230 ± 93	1.4	1.7	3.0	9	231

**Tableau 4.11: Biomasse et quantité d'azote dans la végétation par unité de paysage
(suite)**

N° rel	Unité de paysage	Biomasse Herb ± std kg/ha	Biomasse Legum ± std kg/ha	N herb kg/ha	N leg kg/ha	N tot kg/ha	Pluvio 1991 mm/an	Pluvio moyen. mm/an
25	1Pg	592 ± 351	270 ± 98	4.5	5.6	10.0		205
26	1Pg	692 ± 929	611 ± 332	4.2	6.3	10.5		212
27	1Pd	315 ± 164	176 ± 72	3.3	8.3	11.6		212
28	1Pg	275 ± 110	388 ± 95	6.5	10.0	16.5		199
29	1Pa	75 ± 67	437 ± 96	1.1	7.6	8.7		209
30	1Pg	417 ± 74	13 ± 5	8.0	-	-		186
31	1Pa	611 ± 209	145 ± 24	5.9	2.9	8.8		196
32	1Pg	236 ± 93	7 ± 5	1.6	-	-		185
33	1Pg	50 ± 49	245 ± 53	0.3	2.5	2.8		216
34	1Pd	78 ± 53	688 ± 200	1.3	10.1	11.4		208

Tableau 4.12: Biomasse et importance relative des Légumineuses par unité de paysage

N° rel	unité de paysage	Biomasse Herb ± std kg/ha	Biomasse Legum ± std kg/ha	Biomasse Total	L	N Herb. g/kg	N Legum. g/kg
4	1Dd2	271 ± 240	395 ± 269	666	0.59	4.4	7.8
5	1Dd2	588 ± 299	331 ± 282	919	0.36	4.2	10.9
6	1Dd2	470 ± 211	258 ± 195	728	0.35	3.8	8.1
7	1Dd2	237 ± 72	460 ± 69	697	0.66	5.9	16.1
8	1D2	265 ± 187	0	265		9.8	
9	1Pl1	714 ± 163	230 ± 54	944	0.24	5.5	12.6
11	1Pl2	845 ± 209	52 ± 53	897	0.06	4.0	11.5
13	1Dd1	318 ± 67	21 ± 45	339	0.06	12.9	14.3
14	1Pl2	625 ± 216	232 ± 109	857	0.27	5.6	12.5
15	1D2	364 ± 240	0	364		3.3	
16	1Pld	654 ± 178	39 ± 31	693	0.06	4.7	10.3
17	1Dd1	525 ± 212	286 ± 146	811	0.35	12.4	19.2
18	1D2	822 ± 285	2.4 ± 8.5	824	0.003	3.3	
19	1D2	289 ± 81	64 ± 31	353	0.18	8.7	17.2
20	1Pd	594 ± 425	55 ± 64	649	0.08	4.2	3.6
21	1Pg	263 ± 135	156 ± 43	419	0.37	11.4	22.4
22	1Pd	726 ± 324	89 ± 67	815	0.11	3.9	11.2
23	1Pd	441 ± 142	116 ± 49	557	0.21	12.2	19.8
24	1Pd	226 ± 209	230 ± 93	456	0.50	6.2	7.4
25	1Pg	592 ± 351	270 ± 98	862	0.31	7.6	20.7
26	1Pg	692 ± 929	611 ± 332	1303	0.47	4.8	10.3
27	1Pd	315 ± 164	176 ± 72	491	0.36	10.5	47.2
28	1Pg	275 ± 110	388 ± 95	663	0.58	23.6	25.8
29	1Pa	75 ± 67	437 ± 96	512	0.85	14.7	17.4
30	1Pg	417 ± 74	13 ± 5	430	0.03	19.2	
31	1Pa	611 ± 209	145 ± 24	756	0.19	9.7	20.0
32	1Pg	236 ± 93	7 ± 5	243	0.03	6.8	
33	1Pg	50 ± 49	245 ± 53	295	0.83	6.0	10.2
34	1Pd	78 ± 53	688 ± 200	766	0.90	16.7	14.7

**Tableau 4.13: Biomasse et importance relative des Légumineuses par unité de paysage
(suite)**

N° de rel.	Unité de pays.	Biomasse Herb ± std kg/ha	Biomasse Legum ± std kg/ha	Biomasse Total	L	N Herbacé g/kg	N Legum. g/kg
35	1Pl2	786 ± 126	99 ± 59	885	0.11	4.0	10.1
36	1Pd	274 ± 201	4 ± 5	278	0.014	10.6	
37	1Pl1	97 ± 43	1022 ± 387	1119	0.91	8.2	11.7
38	1Pd	335 ± 164	11 ± 9	346	0.03	12.2	18.2
39	1Dd2	499 ± 83	27 ± 25	526	0.05	4.0	3.7
41	1Dd2	283 ± 58	3 ± 9.5	286	0.01	8.8	
42	1Dg	2154 ± 650	28 ± 45	2182	0.013	6.5	10.7
43	1Pd	454 ± 175	183 ± 59	637	0.29	9.0	12.6
44	1Dg	1885 ± 1716	3 ± 10	1888	0.002	6.1	
45	1Pd	545 ± 85	7 ± 21	552	0.013	4.0	4.3
46	1Dg	3171 ± 980	21 ± 64	3192	0.007	6.1	6.7
47	1D2	431 ± 135	3 ± 12	434	0.007	8.1	6.7
56	1Pld	2152 ± 388	1.7 ± 4.5	2154	0.0008	9.2	
60	1Pld	1604 ± 501	37 ± 49	1641	0.023	6.2	10.8
61	1Dd2	399 ± 95	52 ± 42	451	0.12	9.3	11.5
62	2Pg	1282 ± 305	134 ± 111	1416	0.09	6.5	8.2
63	2Pg	723 ± 266	20 ± 38	743	0.03	8.3	10.0
64	2Pg	730 ± 175	245 ± 20	975	0.25	9.7	11.8
65	2Pg	1217 ± 700	545 ± 796	1762	0.31	10.8	13.4
66	2Pg	480 ± 603	564 ± 284	1044	0.54	11.7	17.2

■ Biomasse herbacée

Les tableaux 4.10 et 4.12 résument les résultats des mesures de terrains et d'analyses bromatologiques réalisées au laboratoire d'analyse de Farcha. Il s'agit successivement de la biomasse :

- des espèces herbacées non Légumineuses.
- des Légumineuses,
- et de l'ensemble des espèces herbacées

ainsi que leur taux d'azote. Le pourcentage de l'importance relative des Légumineuses en raison de leur teneur élevée en azote est également déterminé.

Les herbacées autres que les Légumineuses contribuent pour une part très significative à l'apport en azote des unités de plaines, de plateaux et de dunes sableuses. Dans certaines de ces unités, la contribution des Légumineuses est quelquefois nulle.

Dans 18 % de cas seulement, la contribution des Légumineuses atteint ou dépasse la moitié de la biomasse totale. Cela confirme l'importance des autres herbacées (Graminées surtout) dans le disponible fourrager des unités.

■ Biomasse ligneuse

Son estimation, pour les 3 classes d'animaux (camelins, bovins et petits ruminants) est consignée dans le tableau 4.14. Sa disponibilité est estimée en supposant que, pour les petits ruminants, seule la biomasse ligneuse inférieure à 1,5 m est disponible ; toute celle qui est située entre 0 et 2 m l'est pour les bovins, et les camelins peuvent atteindre tout ce qui est inférieur à 3 m.

34 % des relevés ne contiennent pratiquement pas de Mimosées, mais 6 % des relevés sont constitués exclusivement d'espèces de cette famille.

**Tableau 4.14: Biomasse foliaire des ligneux
(mesure de terrain)**

N°rel	Unité paysage	Biomasse Legumineuse				Biomasse Autres ligneux			
4	1Dd2	0	0	0		31.5	25.2	22.0	
5	1Dd2	0	0	0		2.9	2.9	2.9	
6	1Dd2	0	0	0		39.6	18.9	10.2	
7	1Dd2	0	0	0		122.0	95.4	72.6	
8	1D2	2.1	1.6	0		34.6	24.2	17.0	
9	1Pl1	0	0	0		47.2	27.6	14.9	
10	1La	3.6	1.5	0		3.7	3.0	2.9	
11	1Pl2	7.9	5.7	3.4		17.5	13.8	8.2	
12	1La	2.3	2.3	1.3		49.4	49.4	49.4	
13	1Dd1	2.9	2.4	1.0		6.8	5.1	3.3	
14	1Pl2	2.3	2.3	2.3		14.6	10.7	8.4	
15	1D2	0.4	0.4	0.4		23.4	7.0	14.3	
16	1Pld	36.7	18.5	21.5		1.2	1.1	1.0	
17	1Dd1	0.1	0.02	0		9.5	5.6	2.5	
18	1D2	0.42	0.42	0.42		16.9	15.6	14.2	
19	1D2	19.4	12.2	5.8		3.6	2.4	0.4	
20	1Pd								
21	1Pg	0	0	0		2.7	1.7	0.8	
22	1Pd	0	0	0		8.7	6.8	5.8	
23	1Pd	1.6	0	0		2.4	1.8	1.4	
24	1Pd								
25	1Pg	0	0	0		0.42	0.42	0.38	
26	1Pg								
27	1Pd	0	0	0		2.7	2.4	1.1	
28	1Pg								
29	1Pa	1.1	0	0		0	0	0	
30	1Pg								
31	1Pa	0.42	0.42	0.42		5.7	5.7	5.7	
32	1Pg								
33	1Pg	0	0	0		4.6	4.2	2.8	
34	1Pd	0.42	0.38	0.21		0	0	0	

**Tableau 4.15: Biomasse foliaire des ligneux
(suite)**

N° rel	Unité paysage	Biomasse Legumineuse				Biomasse Autres ligneux			
35	1Pl2	0	0	0		40.0	321.8	0	
36	1Pd								
37	1Pl1	0	0	0		0.09	0.09	0.09	
38	1Pd	0	0	0		2.3	2.3	1.6	
39	1Pd2	0	0	0		82.1	64.2	42.2	
41	1Dd2	3.2	2.7	1.8		12.4	9.3	5.7	
42	1Dg	1.1	0.76	0.59		0	0	0	
43	1Pd	3.2	2.5	1.4		7.3	6.3	4.3	
44	1Dg								
45	1Pd	8.5	5.3	1.1		10.3	7.7	4.6	
46	1Dg								
47	1D2	4.0	3.2	1.9		15.3	11.9	8.0	
48	1D2								
49	1D2	37.1	26.5	13.3		14.2	89.1	46.2	
51	1D2								
53	1Dd1	13.8	9.5	3.2		14.7	11.4		
56	1Pld	1.6	0.58	0.37					
57	1Dd2	4.2	3.3	1.9		106.1	68.8	27.0	
59	1Dd2	0.09	0.09	0.09		120.4	96.44	56.69	
60	1Pld	6.7	3.2	2.2		2.9	1.1	0.46	
61	1Dd2	0	0	0		180.0	142.0	81.4	
62	2Pg	0.47	0.39	0.26		5.3	3.8	1.6	
63	2Pg	0	0	0		11.2	7.3	4.1	
64	2Pg	21.3	15.6	5.3		12.7	7.1	2.9	
65	2Pg								
66	2Pg	0	0	0		37.0	24.4	15.5	

4.2.4 Interprétation théorique de la capacité de charge

Le calcul de la capacité de charge a été exécuté à Farcha, avec le logiciel ILWIS. L'élaboration des tenseurs (chapitre 5) nous a conduit à confronter les résultats donnés par ce logiciel et les estimations obtenues par enquêtes ou observations sur le terrain. Il est alors apparu des écarts importants, et il sera nécessaire de revoir en détail toutes les étapes des divers calculs effectués pour en

trouver l'explication et y remédier. Nous présentons ici les résultats provisoires pour montrer le type de renseignement que donne ce logiciel.

Les chiffres obtenus dans les tableaux précédents ne permettent pas de déduire directement la capacité de charge. Cette biomasse brute obtenue doit être transformée en biomasse consommable et disponible. Pour cela, des corrections sont appliquées à la biomasse brute en fonction de l'exploitation. Ces corrections se rapportent à la qualité et à la disponibilité. Les résultats de cette interprétation sont consignés dans le tableau 4.16.

Tableau 4.16: Capacité de charge des unités de paysage dans le Bahr-el-Ghazal

U	CP50	Cp10	CS50	CS10	B50	B10	B50P	B50S	B10p	B10s	Es	Ep	BE50	BE10	UBT 50	UBT 10	Tot50	Tot10
1	1	1	1	1	661	195	330,50	231,35	97,50	68,25	0,10	0,90	320,59	94,58	0,14	0,04	58545,20	16727,20
2	1	1	1	1	495	101	247,50	173,25	50,50	35,35	0,10	0,90	240,08	48,99	0,11	0,02	2242,26	249,14
3	1	1	1	1	306	9	153,00	107,10	4,50	3,15	0,10	0,90	148,41	4,37	0,07	0,00		
4	1	1	1	1	1599	479	799,50	559,65	239,50	167,65	0,40	0,60	703,56	210,76	0,31	0,09	28239,19	10373,58
5	1	1	0,95	1	944	451	472,00	314,31	225,50	157,85	0,40	0,60	408,92	198,44	0,18	0,09		
6	1	1	0,64	1	1154	580	577,00	258,94	290,00	203,00	0,30	0,70	481,58	263,90	0,21	0,12	6183,43	3533,40
7	1	1	0,65	1	1103	549	551,50	252,59	274,50	192,15	0,10	0,90	521,61	266,27	0,23	0,12	22470,88	11723,52
8	1	1	0,72	1	1011	518	505,50	256,44	259,00	181,30	0,10	0,90	480,59	251,23	0,21	0,11	10508,61	5504,51
9	1	1	0,56	1	1295	355	647,50	252,69	177,50	124,25	0,10	0,90	608,02	172,18	0,27	0,08	33321,62	13067,30
10	1	1	0,81	1	1125	583	562,50	318,27	291,50	204,05	0,10	0,90	538,08	282,76	0,24	0,12		
11	1	1	0,47	0,82	1075	648	537,50	176,65	324,00	185,98	0,30	0,70	429,24	282,59	0,19	0,12	2642,84	1626,36
12	1	1	0,68	1	1101	611	550,50	262,31	305,50	213,85	0,30	0,70	464,04	278,01	0,20	0,12		
13	1	1	0,56	1	1341	699	670,50	261,66	349,50	244,65	0,30	0,70	547,85	318,05	0,24	0,14	7631,28	4451,58
14	1	1	0,51	0,86	1457	865	728,50	259,62	432,50	259,37	0,40	0,60	540,95	363,25	0,24	0,16	29714,40	19809,60
15	1	1	0,34	0,69	2176	776	1088,00	261,23	388,00	187,27	0,30	0,70	839,97	327,78	0,37	0,14	40396,03	16760,05
16	1	1	0,68	1	1058	527	529,00	252,06	263,50	184,45	0,30	0,70	445,92	239,79	0,20	0,11		
17	1	1	0,40	0,79	1929	611	964,50	270,57	305,50	169,80	0,10	0,90	895,11	291,93	0,39	0,13	19655,52	6142,35
18	1	1	1	1	828	186	414,00	289,80	93,00	65,10	0,10	0,90	401,58	90,21	0,18	0,04		
19	1	1	0,37	0,75	2072	658	1036,00	264,70	329,00	172,73	0,10	0,90	958,87	313,37	0,42	0,14	27766,59	14566,08
20	1	1	0,96	1	886	193	443,00	297,04	96,50	67,55	0,10	0,90	428,40	93,61	0,19	0,04		
21	0,88	1	0,28	0,49	2665	2001	1165,94	263,50	1000,50	344,22	0,40	0,60	804,96	737,99	0,35	0,32	28990,70	21600,91
22	1	1	0,76	1	892	325	446,00	238,61	162,50	113,75	0,40	0,60	363,05	143,00	0,16	0,06		
23	1	1	0,75	1	937	226	468,50	245,96	113,00	79,10	0,10	0,90	446,25	109,61	0,20	0,05	3971,76	763,80
24	1	1	1	1	263	0	131,50	92,05	0,00	0,00	0,10	0,90	127,56	0,00	0,06	0,00		
25	1	1	0,37	0,75	2080	666	1040,00	265,72	333,00	174,83	0,10	0,90	962,57	317,18	0,42	0,14	7962,60	2388,78
26	1	1	0,96	1	893	201	446,50	299,39	100,50	70,35	0,10	0,90	431,79	97,49	0,19	0,04		
27	0	0,63	0,56	0,97	1315	763	657,50	256,59	381,50	258,74	0,50	0,50	457,04	320,12	0,20	0,14	6619,60	4633,72
28	1	1	0,41	0,53	1433	922	716,50	203,48	461,00	172,10	0,80	0,20	306,08	229,88	0,13	0,10	2154,90	3016,86
29	0,88	1	0,28	0,44	357	83	156,19	35,30	41,50	12,84	0,80	0,20	59,48	18,57	0,03	0,01		
30	0,86	1	0,28	0,34	3918	3143	1689,64	379,85	1571,50	374,29	0,80	0,20	641,81	613,73	0,28	0,27	11439,45	10676,82
31	1	1	0,34	0,53	1638	1256	819,00	194,75	628,00	233,96	0,80	0,20	319,60	312,76	0,14	0,14		
32	0,88	0,99	0,28	0,33	567	190	248,06	56,06	94,05	22,15	0,80	0,20	94,46	36,53	0,04	0,02		
33	0,50	0,55	0,12	0,14	1009	377	252,25	41,50	103,68	18,41	0,70	0,30	104,72	43,99	0,05	0,02	3519,25	1407,78
34	1	1	0,47	0,81	1579	1106	789,50	261,90	553,00	312,04	0,80	0,20	367,42	360,23	0,16	0,16	10382,24	10382,24
35	0,49	0,49	0,11	0,11	1633	1306	398,04	64,01	318,34	51,20	0,80	0,20	130,82	104,62	0,06	0,05	1019,76	849,80
36	1	1	0,41	0,53	1336	816	668,00	193,31	408,00	152,31	0,80	0,20	288,24	203,45	0,13	0,09	2533,05	1753,65
37	0,50	0,53	0,12	0,13	1549	1120	387,25	63,70	294,00	50,37	0,80	0,20	128,41	99,10	0,06	0,04	2853,42	1902,28

U = Unité de paysage avec : 1 = 1Pg, 2 = 1Pa, 3 = 1Pd, 5 = 1Dg, 6 = 1Dl, 7 = 1D2, 8 = 1Dd1, 9 = 1Dd2, 10 = 1PL1,
 11 = 1PL2, 12 = 1PLd, 13 = 1Va, 14 = 1Vb, 15 = 1Vh, 16 = 1La-n, 17 = 1La-s, 20 = 2Pg, 23 = 2PC-n, 24 = 2PC-s,
 26 = 2PV 27 = 2Ps-n, 28 = 2Ps-s, 29 = 2PSc-n, 30 = 2PSc-s

4.2.4.1 Paramètres du calcul

■ Facteurs de correction "disponibilité"

Facteurs de correction "disponibilité" pour la qualité de la biomasse + disponible (cf. BREMAN & DE RIDDER, tabl.II.23) :

- CP 50** : correction dans une année moyenne, basée sur la qualité à la fin de la saison pluvieuse
- Cp 10** : correction dans une année sèche, basée sur la qualité à la fin de la saison pluvieuse
- CS 50** : correction dans une année moyenne, basée sur la qualité à la fin de la saison sèche
- Cs 10** : correction dans une année sèche, basée sur la qualité à la fin de la saison sèche

Au-dessus du 13ème parallèle, la qualité de la production végétale n'est pas liée à la pluviosité ; elle est presque constante. Par contre, la disponibilité en année moyenne varie selon les unités et reste assez constante en année sèche pour les unités septentrionales. Au sud, où généralement les risques de feux de brousse sont fréquents, la disponibilité décroît ; CS tend vers 0,1 dans certains cas.

- B50** : biomasse produite dans une année moyenne (résultats déduits du tableau 4.9)
- B10** : biomasse produite dans une année sèche (résultats déduits du tableau 4.9)

■ Facteurs de correction "biomasse consommable" :

- B50P** : biomasse dans une année moyenne, qualité à la fin de la saison pluvieuse

- B50S** : biomasse dans une année moyenne, qualité à la fin de la saison sèche
- B10P** : biomasse dans une année sèche, qualité à la fin de la saison pluvieuse
- B10S** : biomasse dans une année sèche, qualité à la fin de la saison sèche

La biomasse absolue produite a une telle qualité (taux d'azote > 7,5 %) qu'elle peut être consommée complètement. Une correction a été faite aussi pour les pertes générales (c'est-à-dire 50 % lors de la saison pluvieuse, 65 % pour l'ensemble de l'année.

■ Facteurs de correction "exploitation"

Ce facteur indique la quantité de biomasse qui est consommée en saison sèche et en saison pluvieuse, respectivement :

- Es** : exploitation en saison sèche
- Ep** : exploitation en saison pluvieuse
- BE50** : quantité de biomasse dans une année moyenne, disponible sous le régime d'exploitation indiqué
- BE10** : quantité de biomasse dans une année sèche, disponible sous le régime d'exploitation indiqué

Le régime d'exploitation est lié à la superficie de l'unité de paysage et à la biomasse brute (tableau 4.9).

Les facteurs de correction liés à l'exploitation expriment les conditions générales de l'exploitation des pâturages en rapport avec leur disponibilité et l'accès à l'eau (puits et mares). Au nord du 13ème parallèle, les conditions d'exploitation en saison sèche sont sévères et **Es** varie entre 0,10 et 0,5 ; en saison pluvieuse, ces conditions sont plus favorables et des unités qui avaient un **Es** de 0,1 obtiennent alors un **Ep** de 0,9.

4.2.4.2 Résultats

■ Capacité de charge

Elle est basée sur une consommation journalière de 6,25 kg MS.UBT⁻¹

UBT50 : capacité de charge en UBT.ha⁻¹.an⁻¹, dans une année moyenne

UBT10 : capacité de charge en UBT.ha⁻¹.an⁻¹, dans une année sèche

■ Capacité de charge totale

Tot 50 : nombre des UBT dans une année moyenne

Tot 10 : nombre des UBT dans une année sèche

Trois remarques s'imposent: l'analyse se base sur la totalité de la production végétale. Toutefois il y a un certain nombre de facteurs qui ne sont pas inclus mais qui jouent un rôle important, à savoir :

- les superficies cultivées (elles peuvent être corrigées pour chaque unité de paysage),
- les feux de brousse,
- l'apport des ligneux (qui a été estimé mais n'est pas inclus dans l'analyse).

Discussion

Depuis les travaux de base de GASTON (1966, 1967), aucune étude de la production végétale sur l'ensemble de la zone n'a été réalisée. L'originalité des travaux effectués dans le cadre du PEP réside dans l'usage des spatio-cartes et

d'un système d'information géographique pour l'actualisation d'un certain nombre de paramètres.

Les données utilisées pour l'établissement de la capacité de charge demandent certainement des vérifications et des corrections, en particulier, le nombre de relevés en regard de la superficie des unités inventoriées est trop faible pour permettre une vérification des résultats théoriques et, de plus, ne couvrent pas toutes les unités cartographiées.

La production de biomasse calculée sur la base de l'infiltration, elle-même définie sur la base des travaux de BREMAN & RIDDER (op.cit.) et de CASENAVE & VALENTIN (op.cit.) n'est pas réaliste et demanderait à être éprouvée. Les superficies des unités de paysage tirées des résultats de la digitalisation sont loin de refléter la réalité. Au total, si le nombre d'UBT.ha⁻¹ pour une année sèche et une année moyenne s'avère compréhensible, le nombre total d'UBT pour les 24 unités de la région est certainement inférieur à la réalité ; en effet, les calculs donnent 371 800 UBT en année moyenne et 184 000 en année sèche, alors que les résultats des survols (RIM, 1992, 1993), plus vraisemblables, donnent 567 000 UBT pour août 1991 et 344 000 en février 1993. Il n'empêchent que, grâce à ce Programme, nous disposons, d'une base de données à partir de laquelle des études spécifiques peuvent être envisagées.

La phase de bilan qui est actuellement en cours de réalisation grâce au SIG permettra sans doute d'apporter les corrections nécessaires pour dresser un diagnostic sur les principales contraintes liées au milieu physique et envisager des solutions techniques telles que :

- l'élargissement de la superficie des pâturages,
- le contrôle de la capacité de charge par l'intermédiaire de groupements (campements ou villages)

Les essais de réintroduction de *Blepharis linariifolia* (BECK *et al.*, 1991) menés par le PEP avec l'appui des éleveurs et des agropasteurs dans différents secteurs de la ZOP, y compris le Bahr-el-Ghazal, montrent de réelles possibilités

techniques et économiques ; mais elle est délicate à mener à l'échelle de la région. En effet, les deux composantes du système du Bahr-el-Ghazal se chevauchent dans le temps et dans l'espace. En plus, c'est plutôt la taille du troupeau qui détermine les stratégies d'exploitation que l'état du milieu. Les unités de paysage telles qu'elles ont été définies ne correspondent pas à la perception réelle que se font les pasteurs de leur environnement. Comment envisager des solutions techniques dans le cas d'un campement au cours du cycle annuel sur plusieurs unités ? Pour être assimilée par les principaux intéressés, il faut que la démarche technique et les scénarios mis au point intègrent les réalités écologiques et économiques comme elles sont perçues et vécues par les pasteurs.

Chapitre 5

AMORCE DE MODÉLISATION DU SYSTEME PASTORAL DU BAHR-EL-GHAZAL

Les sciences [...] font essentiellement des modèles. Par modèle, on entend une construction mathématique qui, à l'aide de certaines interprétations verbales, décrits les phénomènes observés. La justification [...] réside uniquement et précisément dans le fait qu'il est censé fonctionner.

J. von Neumann

Introduction

Les éleveurs de la région du Bahr-el-Ghazal ont souvent été considérés comme réfractaires à toute innovation et incapables d'observer la moindre discipline. Ils n'en ont pas moins survécu à toutes les vicissitudes de l'histoire et surmonté des contraintes naturelles exceptionnellement dures pour réussir à maintenir leurs troupeaux. Ils optimisent les résultats les plus importants des activités de l'élevage (production laitière, accroissement numérique du cheptel), en prenant en compte les aléas probabilistes (épidémies, sécheresses, bouleversements politiques, rapports sociaux) en pratiquant un ordonnancement judicieux.

Cette optimisation extrêmement complexe se réalise selon un processus mental que nous devons comprendre pour saisir la rationalité profonde des

systèmes pastoraux et aider les éleveurs. Leurs connaissances sont une richesse essentielle et un support pour toute stratégie de gestion de l'espace pastoral.

Pour intégrer ces connaissances dans un programme de recherches, il faut choisir des méthodes qui respectent l'aspect systémique des problèmes et qui retrouvent l'esprit et la lettre des pratiques des éleveurs (GODRON, 1973). La solution la plus logique qui s'offre alors est de réaliser une image simplifiée du système pastoral qui en respecte l'essentiel, c'est-à-dire de construire un modèle de gestion. Il faut trouver un "modèle" très général pour raisonner utilement sur ce système très complexe (GODRON, op. cit.), et ce sont les tenseurs d'aménagement qui ont donné la solution la plus satisfaisante pour résoudre des problèmes analogues aux nôtres (GODRON *et al.*, 1982 ; BASTRENTA *et al.*, 1987 ; PILLET, 1981).

5.1 Principe des tenseurs

Une matrice est un tableau à deux dimensions, qui représente les transformations linéaires dans l'espace, et peut être traité à l'aide des méthodes du "calcul matriciel" (GILORMINI & HIRSCH, 1977). Dans le même ordre d'idées, un tenseur (BRILLOUIN, 1938) est un tableau à n dimensions qui se prête à des calculs rapides et puissants. Des tenseurs multidimensionnels sont utilisés pour analyser des problèmes théoriques complexes, en particulier en mécanique et en astronomie (surtout dans les théories de la relativité) ; nous emploierons ici principalement des tenseurs à trois dimensions obtenus par la superposition de plusieurs matrices dont les lignes et les colonnes auront des significations particulières : les colonnes sont affectées à la variable "temps" et les lignes à des paramètres écologiques, économiques ou sociologiques. Par exemple, la matrice des potentialités correspond à une "unité écologique", définie sur le terrain et cartographiée. L'ensemble des matrices superposables peut être comparé à un livre où chaque page est une matrice ; chaque élément du tenseur est

repéré par le numéro de sa page, de sa colonne et de sa ligne, selon des modalités qui seront explicitées dans le paragraphe 5.3.

La construction et le fonctionnement de modèles d'aménagement utilisant des tenseurs sont présentés par GODRON (1984, 1990). Dans notre cas :

- les premiers fichiers de base sont les "potentialités" des "unités écologiques" définies sur le terrain et cartographiées ; chacune des matrices de potentialités correspond à un type de milieu et à un mode de mise en valeur ;
- la durée des saisons est précisée, en première approximation pour une année moyenne ;
- les superficies occupées par toutes les "unités écologiques" sont indiquées dans le vecteur correspondant à l'année 1990 ;
- les nombres d'animaux présents à chaque saison dans chaque unité écologique sont enregistrés dans le tenseur des troupeaux.

Le fonctionnement du système pastoral est transcrit sous une forme simplifiée lisible directement tout en laissant la possibilité d'explicitier tous les détails si l'on veut vérifier les calculs.

La souplesse des tenseurs permet de modifier le modèle au fur et à mesure de l'évolution réelle de la mise en valeur du système pastoral. En particulier, il est possible de prendre en compte les principaux aléas, tels que le risque de sécheresse, l'irruption d'espèces nouvelles, les maladies du bétail, les déplacements des populations. La transhumance pratiquée par les éleveurs du Bahr-el-Ghazal est intégrée dans ce modèle, puisqu'il prend en compte l'hétérogénéité de l'espace pastoral et les déplacements du troupeau : notre approche se base sur le référentiel propre aux pasteurs toubous, c'est-à-dire sur leurs notions de ressources et de temps.

5.2 Eléments de base des tenseurs du Bahr-el-Ghazal

5.2.1 "Unités ressources"

Pour les pasteurs toubous, un milieu (au sens de GODRON *et al.*, 1964) est utilisé surtout comme une ressource (CHICHE *et al.*, 1991); pour eux, les phénomènes écologiques (les aléas climatiques par exemple) se situent à une assez grande échelle et couvrent plusieurs milieux. Leur domaine pastoral spécifique, le Bahr-el-Ghazal, correspond à une région naturelle (au sens de REYNAUD-BEAUVERIE, *in* GODRON & DAGET, 1974), et il est donc perçu comme comprenant en cinq types principaux de milieux, qui peuvent être nommés "unités ressources" :

- 1 - les pâturages de l'Eka,
- 2 - les pâturages de Sourrou,
- 3 - les pâturages du Harrou,
- 4 - les pâturages du Foorsh
- 5 - les pâturages du Soulla.

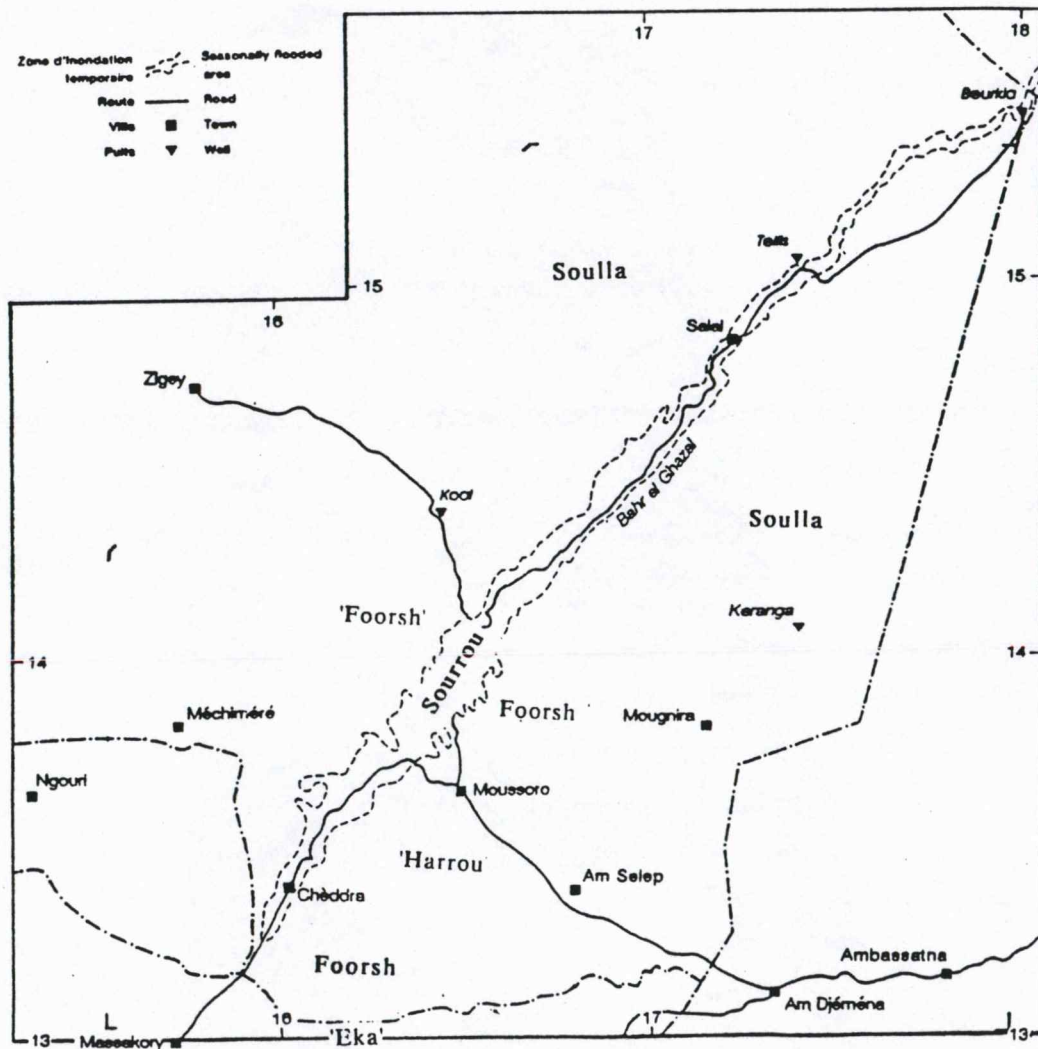


Figure 5.1: Situation des principales "unités ressources" du Bahr-el-Ghazal

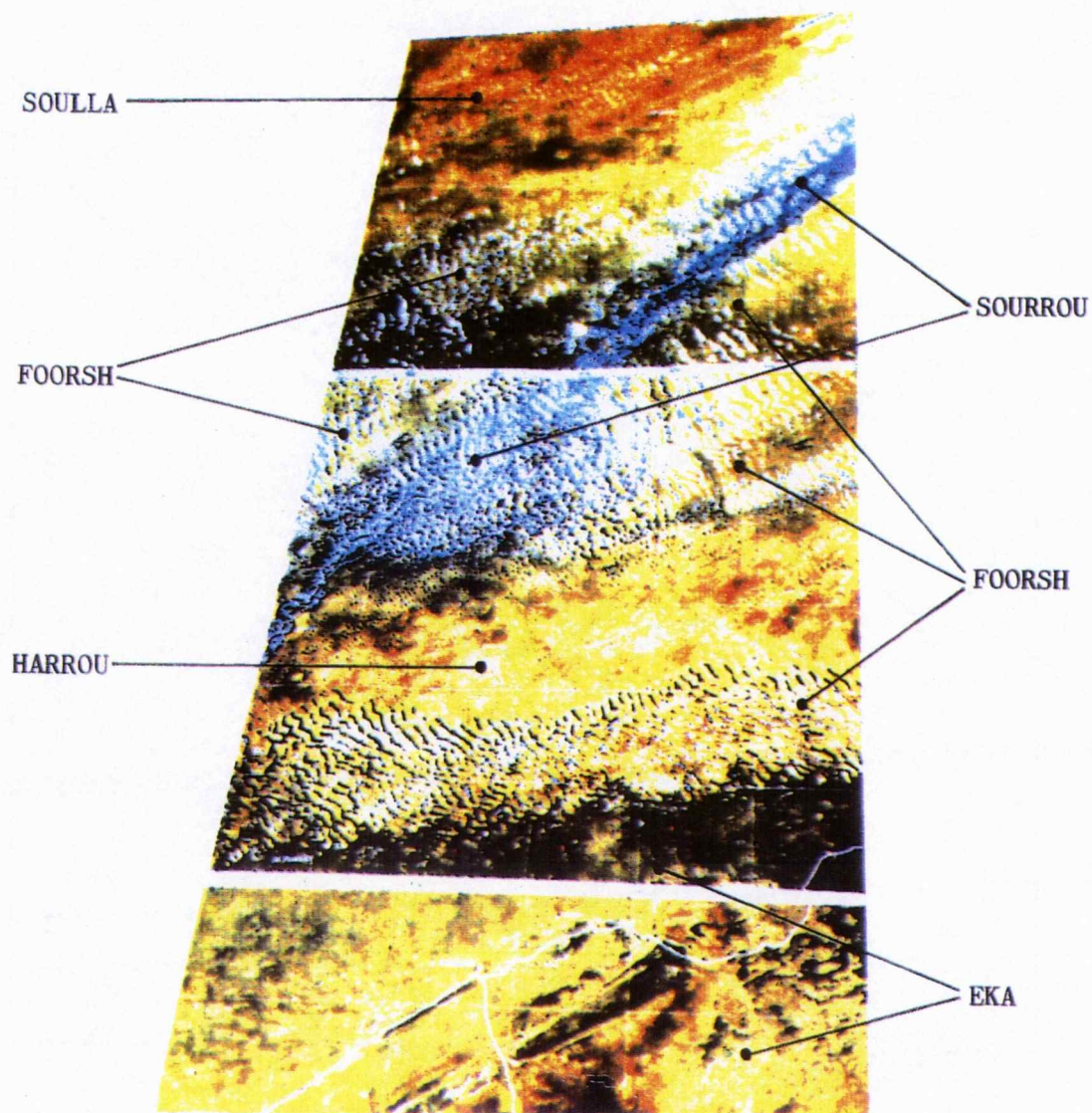


Figure 5.2: Le domaine pastoral des Toubous du Bahr-el-Ghazal
 Assemblage de spatio-cartes (Feuilles IGN et Landsat TM) par DHV-Consultants,
 1991
 (photo YOSKO, 1992)

Ce sont des "unités ressources" en un sens que nous allons essayer de définir : potentialités pastorales (eaux, cures salées, pâturages) que recèle un substrat lithologique homogène (vallées, plateaux sableux, plaines argileuses, dunes), en liaison avec les saisons pastorales.

Ce type d'unité spatiale pose, par rapport à l'écologie et à la biogéographie, un problème d'échelle et de contenu qui sera discuté. Mais on peut déjà noter que l'"unité ressource" ne coïncide pas avec l'unité paysagère élémentaire, le "géon" de RICHARD (1989). En revanche, elle s'apparente à la notion de paysage écologique de FORMAN & GODRON (1986) et à la zone de dendrodomie de BARRAL (1974).

La situation géographique des "unités ressources" est donnée par la figure 5.1, tandis que la figure 5.2 montre comment ces unités apparaissent dans les spatiocartes.

Les cinq "unités ressources" perçues par les Toubous peuvent être décrites de la manière suivante :

1. L'**Eka** désigne l'"unité ressource" de la grande plaine argileuse au sud du 13ème parallèle. Elle rassemble les "unités de paysage" 2Pg, 2PC-n, 2PC-s, 2PV, 2PS-n, 2PS-s, 2PSS-n, 2PSC-s de la carte de la figure 4.4.
2. Le **Sourrou** correspond à l'"unité ressource" de la vallée du Bahr-el-Ghazal et ses méandres ; en saison des pluies, cette unité est jalonnée de grandes mares à caractère permanent, comme Amatié, Kouma-ngaye, Déléba-Nga, Saf ; elle rassemble les "unités de paysage" 1La-n et 1La-s de la même carte.
3. Le **Harrou** est l'"unité ressource" des dunes remaniées et fortement dégradées au sud de Moussoro et rassemble les "unités de paysage" 1Pl1 et 1Dd2 de cette carte ; à partir de Moussoro, la partie du **Harrou** qui fait la transition avec le **Foorsh** est appelée **Chanaf** par les *Kréda*.

4. Le **Foorsh** désigne l'"unité ressource" de la zone caractérisée par le complexe dunes-dépressions qui prolonge longitudinalement le Bahr-el-Ghazal ; il rassemble les "unités de paysage" 1Dd1, Va, Vb, Vh, 1Pld, 1Pl2, 1D1 de la carte de la figure 4.4. Le **Foorsh** est très riche en gisements de natron, très apprécié des nomades autant que les pâturages ; en saison des pluies, cette unité offre une combinaison équilibrée des ressources recherchées : eau, pâturage et natron. L'importance et la qualité du natron permettent aux pasteurs de définir des sous-unités, les **Eregué** (pluriel **Araga**), en particulier : **Koal, Arak, Grantessi, Alerit**,... Les pasteurs ont remarqué que le natron stimule l'appétit des bêtes, facilite leur engraissement et améliore leur santé. En effet, par son effet purgatif, il aide, en saison des pluies, à éliminer bon nombre des parasites internes qui pullulent dans le tube digestif. En saison sèche, il permet d'augmenter l'indice de consommation des fourrages qui présentent souvent à l'état sec une valeur nutritive médiocre. Les analyses de teneur en éléments minéraux de la végétation des pâturages du Tchad de RICHARD & HEINIS (1985) mettent en évidence qu'en saison des pluies et en début de saison sèche, les Graminées, qui représentent la majeure partie de la ration des ruminants, ont des teneurs insuffisantes en phosphore, en cuivre et en zinc ; les ligneux, qui sont plus riches en éléments minéraux, ne suffisent pas pour compenser ces déficits. Les teneurs en calcium des Graminées sont, dans certains cas, à la limite de la carence. Ceci explique l'importance de la cure salée. Les secteurs de cure salée, tels que le **Foorsh**, sont bien alimentés en eau ; quand elle s'évapore, la cristallisation de plusieurs éléments chimiques fournis par la nappe phréatique se produit. Les analyses que le Laboratoire d'alimentation de l'EMVT, à Maisons-Alfort, a réalisées sur 8 échantillons de natron¹ montrent une richesse assez variable dans les divers éléments minéraux

1. Données en Annexe II ; deux d'entre elles proviennent du **Foorsh** et ont été faites à notre demande

majeurs et en oligo-éléments pour chaque cure salée. Cela se traduit par des saveurs spécifiques pour les quelles les animaux présentent des préférences régulières ; c'est d'ailleurs la raison pour la quelle les pasteurs conduisent toujours leurs troupeaux sur les mêmes cures salées.

5. Le **Soulla** caractérise l'"unité ressource" des vastes plateaux sableux qui s'étalent de part et d'autre de la vallée du Bahr-el-Ghazal, au nord du parallèle 14° 30' ; elle rassemble les unités de paysage 1Pg, 1Pa, 1Pd, 1Dg et 1D2. Cette appellation dérive de "soulli" qui signifie puits profond et peut-être considérée comme une sous-unité (Souli Nouma-nga = puits soulla appartenant au clan *Nouma-nga* des *Kréda Dirguima*). Un ensemble de plusieurs puits est nommé "soullia". Cette unité, actuellement fortement dégradée, est le domaine du dromadaire. Les ovins apprécient peu ces pâturages dégradés mais ils valorisent mieux que les caprins leurs ressources composées d'herbacées annuelles. Les ligneux ont un très faible densité ($< 1 \text{ arbre.ha}^{-1}$).

5.2.2 Saisons pastorales

On évoque souvent dans les marges sahélo-sahariennes un climat à saisons nettement tranchées : une courte saison de pluies de juillet à septembre et une longue saison sèche s'étendant sur le reste de l'année. En fait, le partage de l'année en saisons est beaucoup plus complexe. Pour les Toubous, le cycle annuel, ou **Saguassin**, comprend douze mois lunaires répartis en cinq saisons en retenant divers phénomènes atmosphériques et la phénologie de certains ligneux. Ce sont :

1. **Harchar** (mai-début juillet) : saison chaude et sèche. Les premières averses se déclenchent dans l'**Eka**. Dans les autres "unités ressource" il n'y a plus d'herbe. Les ligneux constituent un apport significatif dans

l'alimentation des animaux. Le *Commiphora africana*, véritable détecteur d'humidité, reverdit.

2. **N'gli** (mi-juillet - mi-septembre) : c'est la période la plus pluvieuse, correspondant à la remontée du front intertropical (FIT) vers le nord, jusqu'au 16ème parallèle. Les puits sont abandonnés au profit des mares. Les éleveurs parlent de **Inna** quand les eaux de ruissellement imprègnent tous les terrains, forçant tout le monde à se déplacer. Ce type de temps n'arrive pas régulièrement, chaque année apportant sa part d'aléas.
3. **Aoulaï** (mi-septembre - mi-novembre) : c'est la période des récoltes. Les pâturages pailleux arrivent à maturité. De grands rassemblements s'observent autour de quelques mares ayant un caractère permanent. Les chefs de famille se libèrent un peu ; on voyage quelquefois.
4. **Doussou** (mi-novembre - janvier) : c'est la saison froide, et le retour au puits. Les campements éclatent. C'est le retrait du front intertropical (FIT).
5. **Bourrou** (février-avril) : c'est la saison sèche. On recherche les puits présentant un bon débit. En effet, l'herbe se raréfie et le besoin en eau s'accroît chez les animaux.

La durée de ces saisons n'est pas la même partout dans les "unités ressourcess" du Bahr-el-Ghazal. Par exemple, la précocité de la saison du **Harchar** évolue en fonction du gradient sud/nord. Le volume des précipitations diminue également du sud vers le nord. Les Toubous tiennent pour une donnée permanente cette diversité spatio-temporelle des ressources pastorales et y voient un déterminisme divin.

5.3 Organisation du modèle

Rappelons qu'un "tenseur" à trois dimensions est un ensemble de matrices superposables, à l'image d'un livre, où chaque page serait une matrice. Dans notre cas, chacune des "pages" est consacrée à une "unité ressources", les colonnes sont affectées aux cinq saisons pastorales. Chaque paramètre de la description des "unité ressource" correspond à une ligne (tableau 5.1). Un élément du tenseur est ainsi repéré par 3 coordonnées : i page, j ligne et t colonne (qui représente souvent le temps) (figure 5.3).

Tableau 5.1: Les paramètres servant à la description des "unités ressources"

1	GRAMINOIDES (kg M.S. ha)
2	LEGUMINEUSES (kg M.S. ha)
3	CHARGE EN CAMELINS (n)
4	CHARGE EN BOVINS (n)
5	CHARGE EN OVINS (n)
6	CHARGE EN CAPRINS (n)
7	NOMBRE DE NAISSANCE DE CAMELINS (n)
8	NOMBRE DE NAISSANCE DE BOVINS (n)
9	NOMBRE DE NAISSANCE DE OVINS (n)
10	NOMBRE DE NAISSANCE DE CAPRINS (n)
11	NOMBRE DE CAMELINS EMIGRES (n)
12	NOMBRE DE BOVINS EMIGRES (n)
13	NOMBRE D'OVINS EMIGRES (n)
14	NOMBRE DE CAPRINS EMIGRES (n)
15	NOMBRE DE CAMELINS VENDUS (n)
16	NOMBRE DE BOVINS VENDUS (n)
17	NOMBRE D'OVINS VENDUS (n)
18	NOMBRE DE CAPRINS VENDUS (n)
19	CHARGE ANIMALE (UBT)
20	PRIX DE VENTE D'UN CAMELIN (1000 CFA)
21	PRIX DE VENTE D'UN BOVIN (1000 CFA)
22	PRIX DE VENTE D'UN OVIN (1000 CFA)
23	PRIX DE VENTE D'UN CAPRIN (1000 CFA)
24	TOTAL DES VENTES (1000 CFA)
25	DISPONIBLE FOURRAGER (U.F.)
26	CONSOMMATION DE FOURRAGE (U.F.)
27	BILAN FOURRAGER (U.F.)

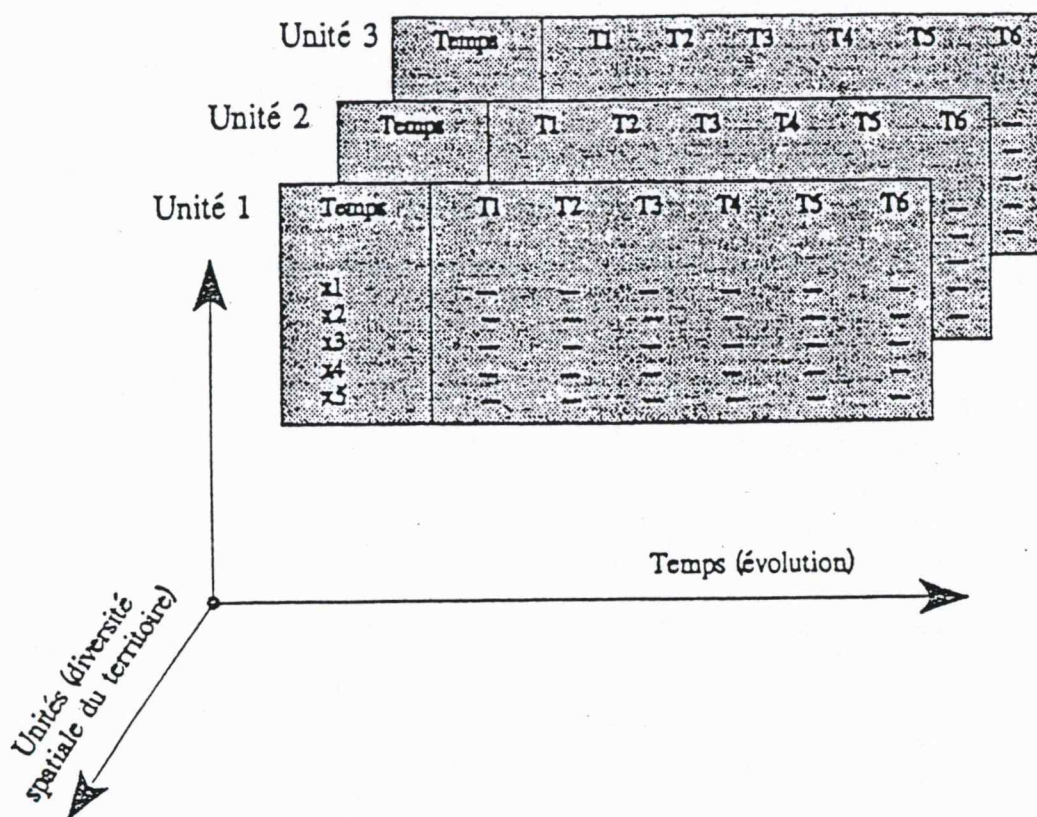


Figure 5.3: Organisation schématique d'un tenseur d'aménagement

Dans certains des cas où les tenseurs ont été appliqués, le modèle reposait sur l'évolution, au cours du temps, de la surface affectée à chaque unité d'utilisation du territoire ou du secteur écologique (GODRON *et al.*, 1982 ; BASTRENTA *et al.*, 1987 ; GODRON *et al.*, 1989).

Dans notre cas, c'est l'évolution dans le temps des troupeaux domestiques (bovins, ovins, caprins, camelins) qui est prise en considération, pour envisager les scénarios d'aménagement et de gestion dans les "unités ressources".

5.3.1 Fluctuations des troupeaux du Bahr-el-Ghazal

Pour envisager une représentation des fluctuations du troupeau à l'échelle régionale, il faut partir d'un effectif de base, obtenu soit par des dénombrements

directs, soit par des déductions indirectes ou par la technique des vols systématiques de reconnaissance. C'est cette dernière technique (photos 21 à 27) qui a été utilisée dans le Bahr-el-Ghazal. Elle présente plusieurs avantages :

- le traitement rapide des grandes étendues de territoires ; une intensité d'échantillonnage uniforme, indépendante de l'accessibilité du terrain ;
- des estimations objectives des populations de toutes les espèces animales (cheptel domestique et faune sauvage) ;
- une analyse rapide de l'information avec des résultats préliminaires disponibles quelques jours après la fin du travail sur le terrain, et des résultats définitifs en quelques mois ;
- une large gamme d'informations liées à l'agriculture, à l'environnement et aux campements pouvant être obtenue au même moment ;
- la dynamique saisonnière de la répartition et de l'abondance du cheptel peut être évaluée ;
- la répétition des survols dans le temps autorise des comparaisons faciles et une grande fiabilité avec les chiffres obtenus durant plusieurs périodes ;
- les données recueillies sont compatibles avec une large gamme d'informations supplémentaires, en particulier cartographiques, et peuvent être analysées ou évaluées en fonction de ces variables, une fois les études achevées.

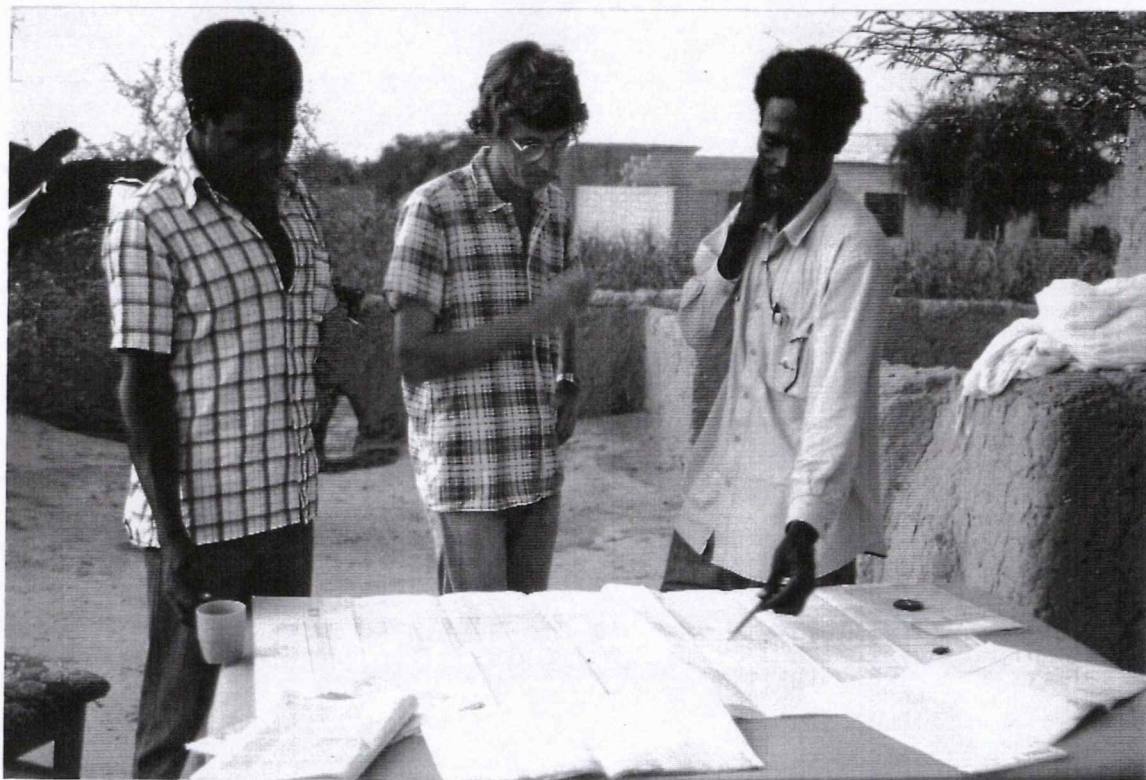


Photo 21 : Survols aériens à basse altitude.
Identification des itinéraires par l'équipe de suivi au sol.
(Photo YOSKO, Août 1991).

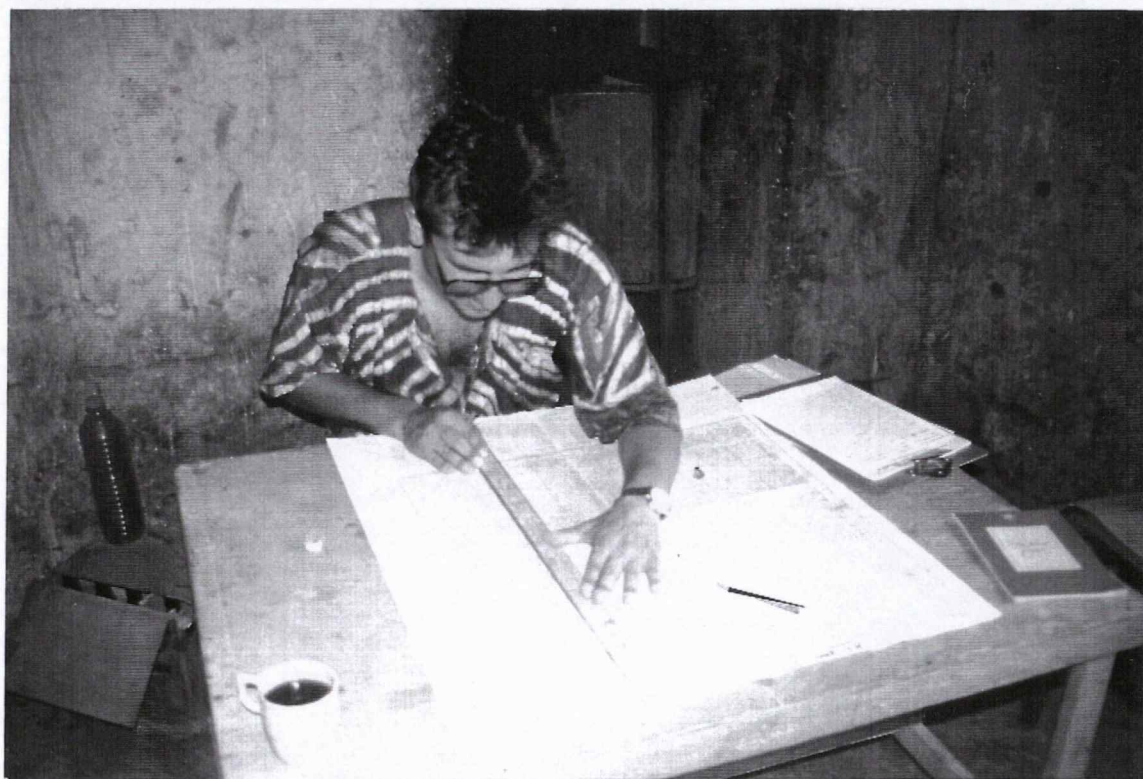


Photo 22 : Survols aériens à basse altitude.
Préparation des grilles à l'aide des cartes topographiques.
(Photo YOSKO, Août 1991)



Photo 23 : L'équipe des observateurs prête pour l'embarquement.
(Photo YOSKO, Août 1991).



Photo 24 : L'équipage de l'avion, un CESSNA 172, s'apprêtant à décoller.
(Photo YOSKO, Août 1991).

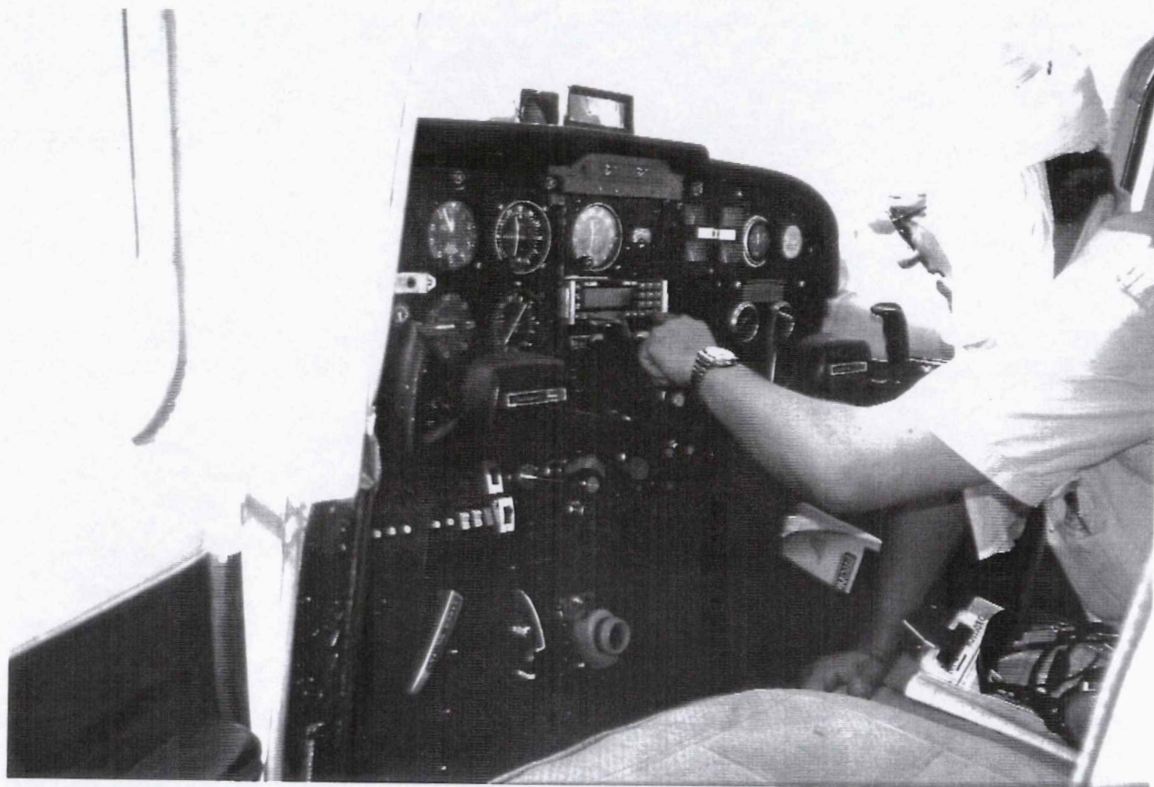


Photo 25 : L'observateur Avant, responsable de la planification du vol et de la navigation en pleine activité.
(Photo YOSKO, Août 1991).

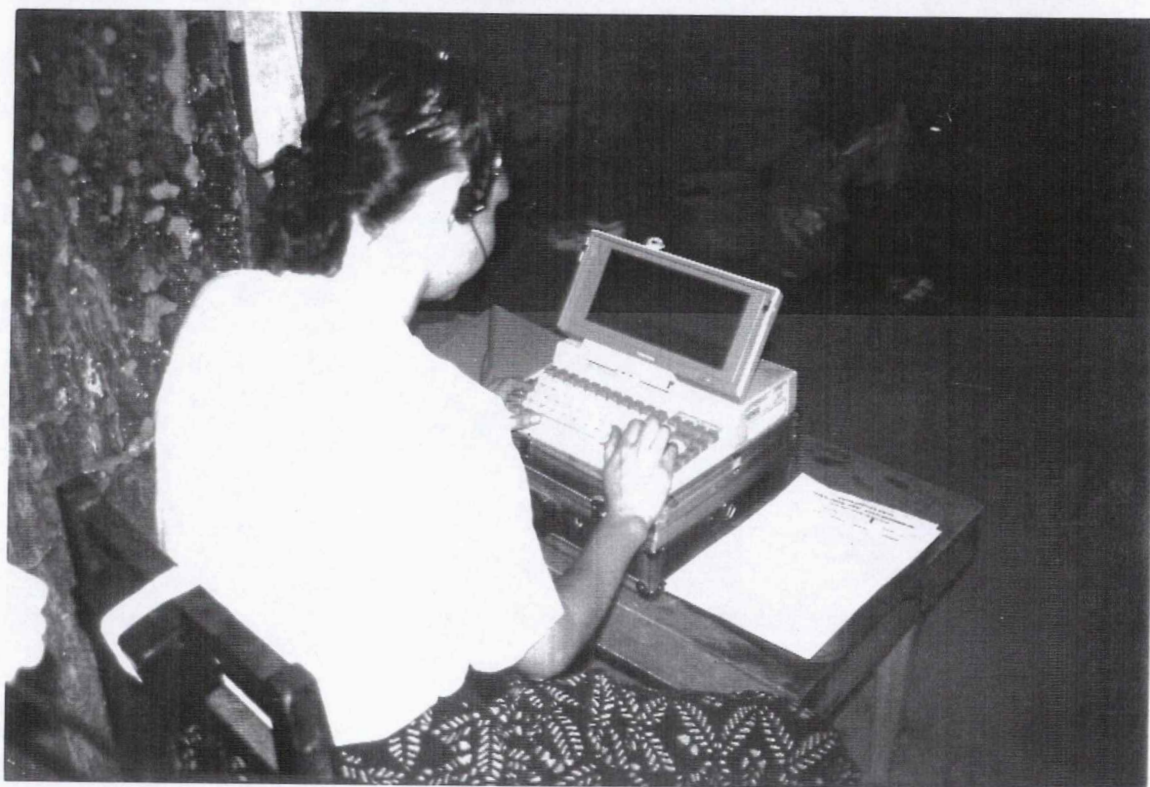


Photo 26 : Compilatrice de données au travail après une séance de survol.
(Photo YOSKO, Août 1991)



Photo 27 : Enquête au sol auprès des éleveurs
(collecte des données quantitatives)
(Photo YOSKO, Août 1991)

Les résultats globaux sont les suivants pour une superficie de 59 800 km² (tableau 5.2) déduites des cartes topographiques déjà utilisée pour l'élaboration des "spatiocartes".

Tableau 5.2: Comptages aériens du cheptel sur 59 000 km²

	Bovins	Caprins	Ovins	Camelins
N'gli 1991 (RIM 92)	600 000	360 000	330 000	70 000
Bourrou 1993 (RIM 93)	263 000	204 000	138 000	107 000

Les techniques associant des survols aériens et des enquêtes au sol sont basées sur un système d'échantillonnage ; les chiffres produits ainsi sont des estimations plutôt que des dénombrements absolus (RIM op. cit.), mais il est regrettable que les données "brutes" n'aient pu être mises à notre disposition pour être utilisées directement. Toutefois, puisque les taux d'échantillonnage sont connus (ce qui n'est le cas ni dans les dénombrements directs, ni dans les déductions indirectes), une erreur-type associée peut être calculée.

Les survols aériens permettent de suivre les fluctuations du troupeau dans la région. Or ces fluctuations rendent difficiles les actions des techniciens. Un modèle mathématique de reconstitution du troupeau bovin après une période de sécheresse a été proposés par TACHER (1975a et b).

Cependant, la réalité des fluctuations, sur le terrain, est difficile à saisir. En effet, au cours de chaque saison, il y a des entrées, des sorties, des naissances et le nombre d'animaux restants. A l'échelle de la région, il y a simultanément des mouvements de bétail entre les "unités ressources" et des migrations hors de la région. La figure 5.4 illustre la complexité des interrelations entre les "unités ressources".

Les grands axes de nomadisation dessinés par CHAPELLE (1963) sont fort utiles pour donner une idée des apports et des sorties dans chaque "unité ressources". Pour compléter ces renseignements, il nous faut formuler d'autres hypothèses de travail :

1. Les fluctuations des troupeaux sont considérées à l'échelle des saisons pastorales (**Harchar, N'gli, Aoulaï, Doussou, Bourrou**).
2. Les entrées, les sorties, les naissances et les animaux restants pour chaque unité ressources et par saison pastorale sont déduites des caractéristiques des troupeaux établies par LEVIF (1966), complétés par les registres de suivi des marchés à bétail (1988-1991), et par nos propres constatations.
3. Les effectifs par unité ressources sont déduits des cartes de répartition de catégories d'animaux dressées par RIM (op. cit.).

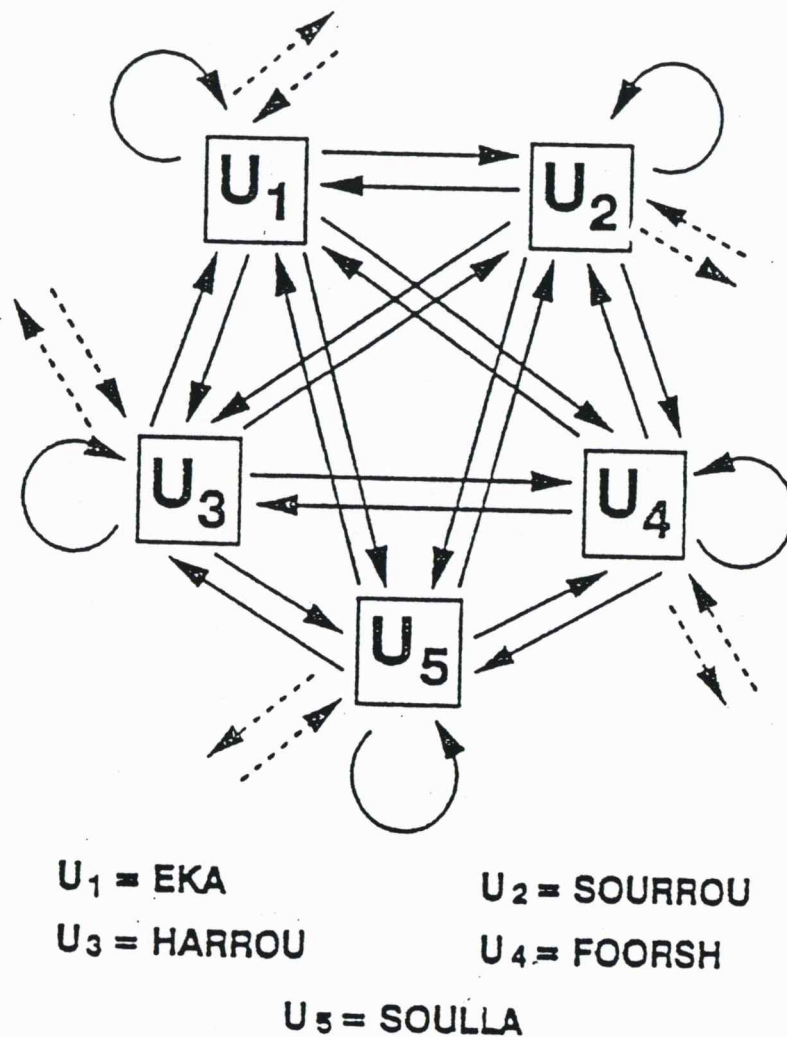


Figure 5.4: Chaîne de Markov illustrant le mouvement des troupeaux et les interdépendances entre les cinq "unités ressources" du le Bahr-el-Ghazal
Le territoire extérieur est considéré comme une sixième unité ressource

5.3.2 Élaboration du tenseur du troupeau

Les choix de l'éleveur reposent sur la connaissance du troupeau et sur celle de la végétation. Plus précisément, c'est la combinaison troupeau-végétation qui détermine les choix, et cette combinaison est suffisamment complexe pour mériter une modélisation. Nous allons retracer la démarche suivie, afin de montrer

comment la modélisation nous a aidé à corriger, par approximations successives, les résultats des observations réalisées sur le terrain et les estimations des paramètres ainsi qu'à préparer la prochaine campagne d'observations. C'est la confrontation de plusieurs types de résultats, obtenus par des voies indépendantes, qui fait ensuite apparaître des "discordances" capables de conduire à réviser les estimations initiales.

Le tenseur du troupeau a été construit en plusieurs étapes, étalées sur plus de deux années. Une première ébauche (en 1991 et nommée hypothèse 0) a fait apparaître les plus grossières lacunes de nos connaissances (c'est souvent le premier résultat utile d'une modélisation !). Les vols de reconnaissance (RIM, op. cit.) ont permis de construire une deuxième ébauche, nommée hypothèse 1, du tenseur du troupeau (tableau 5.3). La comparaison des résultats des tableaux 5.2 et 5.3 fait apparaître des discordances. Examinons-les en détails :

- en saison de **N'Gli** :
 - notre hypothèse donne 700 000 têtes de bovins pour l'ensemble de la zone, contre seulement 600 000 têtes recensées par 4 survols aériens parce que la totalité du territoire de la dition n'a pas été recouverte par ces survols.
- en saison **Doussou** :
 - nous expliquons l'écart de 8 000 camelins par la présence exceptionnelle des troupeaux de Bourkou dans la zone survolée mise en évidence par nos enquêtes sur le terrain en février 1993.
 - l'exès de 8 000 ovins dans les estimations par survols s'explique aussi par la présence exceptionnelle de troupeaux du Borkou et le reste des moutons peuls en repli vers le sud.

- le nombre de bovins présents dans l'**Eka** au cours des cinq saisons était, en année moyenne : 100 000, 40 000, 70 000, 80 000 et 130 000 têtes ; l'**Eka** n'est qu'une partie du Bahr-el-Ghazal, c'est pourquoi les effectifs en jeu ne représentent qu'une fraction des effectifs globaux réunis dans le paragraphe 3.1.

Il faut noter que la superficie concernée par le tenseur touche environ 90 000 km² dont 70 % sont couverts par les résultats des survols. Le reste, qui fait transition avec le Sahara, n'est exploité qu'accessoirement. L'importance de ces variations d'effectifs nous a conduit à compléter l'ébauche par une estimation des taux de naissances, de mortalité et des ventes de chaque type de bétail dans chaque saison et pour chaque unité, qui s'expriment par autant de tableaux, dont la structure est la même que celle du tableau 5.3.

Tableau 5.3: Effectifs du troupeau (hypothèse 1)

PATURAGES DE L'EKA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	30000	1000	5000	3000	5000
BOVINS	100000	40000	70000	80000	130000
OVINS	30000	60000	40000	40000	20000
CAPRINS	50000	60000	42000	50000	30000

PATURAGES DU SOURROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	15000	2000	7000	5000	10000
BOVINS	10000	150000	50000	35000	25000
OVINS	10000	50000	35000	40000	15000
CAPRINS	25000	50000	35000	80000	20000

PATURAGES DU HARROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	3000	2000	3000	2000	5000
BOVINS	10000	150000	100000	70000	30000
OVINS	5000	45000	20000	25000	15000
CAPRINS	10000	50000	20000	30000	20000

PATURAGES DU FOORSH

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	37000	15000	25000	35000	25000
BOVINS	60000	300000	400000	90000	70000
OVINS	30000	90000	60000	65000	30000
CAPRINS	25000	100000	60000	90000	50000

PATURAGES DU SOULLA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	70000	50000	30000	50000	50000
BOVINS	2000	60000	80000	25000	5000
OVINS	15000	100000	35000	35000	50000
CAPRINS	30000	100000	35000	50000	80000

ENSEMBLE DE LA REGION

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	155000	70000	70000	95000	95000
BOVINS	182000	700000	700000	300000	260000
OVINS	90000	345000	190000	205000	130000
CAPRINS	140000	360000	192000	300000	200000

Tableau 5.4: Nombre de naissances (hypothèse 1)

PATURAGES DE L'EKA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	300	100	50	90	0
BOVINS	20000	4000	2100	1600	6500
OVINS	3000	3000	16000	800	600
CAPRINS	10000	3000	25200	1500	600

PATURAGES DU SOURROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	150	200	70	150	0
BOVINS	2000	15000	1500	700	1250
OVINS	1000	2500	14000	800	450
CAPRINS	5000	2500	21000	2400	400

PATURAGES DU HARROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	30	200	30	60	0
BOVINS	2000	15000	3000	1400	1500
OVINS	500	2250	8000	500	450
CAPRINS	2000	2500	12000	900	400

PATURAGES DU FOORSH

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	370	1500	250	1050	0
BOVINS	12000	30000	12000	1800	3500
OVINS	3000	4500	24000	1300	900
CAPRINS	5000	5000	36000	2700	1000

PATURAGES DU SOULLA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	700	5000	300	1500	0
BOVINS	400	6000	2400	500	250
OVINS	1500	5000	14000	700	1500
CAPRINS	6000	5000	21000	1500	1600

Si des analyses démographiques avaient été réalisées, nous aurions pu les intégrer à cette étape du travail. Malheureusement, ce type de données n'est pas disponible actuellement au Bahr-el-Ghazal, aussi avons nous dû estimer les paramètres démographiques nécessaires à partir de nos observations personnelles sur le terrain.

On obtient ainsi de nouveaux tableaux dont le tableau 5.4 est un exemple relatif aux naissances ; sur ce tableau, dans le **Soulla**, les estimations des naissances sont, en saison **Bourrou**, pour les petits ruminants de 1 500 agneaux et 1 600 cabris (les deux chiffres en bas et à droite). Des estimations de la mortalité et des ventes ont aussi été effectuées. Ces estimations des taux de naissance et de mortalité tiennent compte des propositions données par le Direction de l'élevage qui découlent des observations faites lors des campagnes de caccination. Il faut noter qu'il s'agit de moyennes annuelles qui tamponnent les variations entre saisons dont l'analyse est une des préoccupations principales de l'analyse de la dynamique du troupeau dans le Bahr-el-Ghazal. Elles aboutissent à des résultats si manifestement faux qu'il est raisonnable de les remplacer par de nouvelles hypothèses.

Le réajustement de l'ensemble des effectifs et des taux de natalité (tableau 5.6) conduit à l'hypothèse n°2. Les calculs de modélisation conduisent ainsi à corriger des erreurs que le simple bon sens ne permettait pas de déceler, parce que les variations du troupeau au cours de l'année constituent un tourbillon qui rend difficile la reconstitution d'une image globale. C'est le deuxième type de résultat utile que donne la modélisation.

Toujours à partir du tableau 5.3, en comparant les naissances, les mortalités et les ventes, le bilan se traduit, par exemple, par un accroissement important du troupeau de bovins qui doublerait en quelques années, ce qui est excessif. Nous avons alors introduit un nouveau paramètre pour mieux suivre l'effectif du troupeau : les migrations hors de la région.

Le tableau 5.5 présente le résultat de ces modifications.

Tableau 5.5: Effectifs du troupeau (hypothèse 2)

PATURAGES DE L'EKA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	30000	1000	5000	3000	5000
BOVINS	200000	40000	40000	80000	130000
OVINS	30000	20000	40000	40000	80000
CAPRINS	50000	45000	60000	50000	45000

PATURAGES DU SOURROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	15000	2000	7000	5000	10000
BOVINS	10000	50000	40000	35000	25000
OVINS	70000	50000	35000	40000	15000
CAPRINS	70000	50000	70000	80000	40000

PATURAGES DU HARROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	3000	2000	3000	2000	5000
BOVINS	10000	60000	30000	70000	30000
OVINS	25000	35000	25000	25000	15000
CAPRINS	45000	50000	40000	35000	45000

PATURAGES DU FOORSH

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	37000	15000	25000	35000	25000
BOVINS	60000	110000	160000	90000	70000
OVINS	60000	70000	65000	65000	60000
CAPRINS	130000	100000	150000	90000	80000

PATURAGES DU SOULLA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	30000	60000	40000	50000	50000
BOVINS	2000	22000	25000	25000	10000
OVINS	20000	40000	45000	35000	10000
CAPRINS	50000	60000	40000	50000	60000

ENSEMBLE DE LA REGION

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	115000	80000	80000	95000	95000
BOVINS	282000	282000	295000	300000	265000
OVINS	205000	215000	210000	205000	180000
CAPRINS	345000	305000	360000	305000	270000

Tableau 5.6: Taux de natalité (hypothèse 2)

PATURAGES DE L'EKA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	.01	.10	.01	.03	.00
BOVINS	.20	.10	.03	.02	.05
OVINS	.10	.05	.40	.03	.02
CAPRINS	.20	.05	.50	.03	.02

PATURAGES DU SOURROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	.01	.10	.01	.03	.00
BOVINS	.20	.10	.03	.02	.05
OVINS	.10	.05	.40	.03	.02
CAPRINS	.20	.05	.50	.03	.02

PATURAGES DU HARROU

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	.01	.10	.01	.03	.00
BOVINS	.20	.10	.03	.02	.05
OVINS	.10	.05	.40	.03	.02
CAPRINS	.20	.05	.50	.03	.02

PATURAGES DU FOORSH

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	.01	.10	.01	.03	.00
BOVINS	.20	.10	.03	.02	.05
OVINS	.10	.05	.40	.03	.02
CAPRINS	.20	.05	.50	.03	.02

PATURAGES DU SOULLA

	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
CAMELINS	.01	.10	.01	.03	.00
BOVINS	.20	.10	.03	.02	.05
OVINS	.10	.05	.40	.03	.02
CAPRINS	.20	.05	.50	.03	.02

Le tableau 5.7 présente le bilan par espèce animale. Ainsi, en année et en saison moyennes, le Bahr-el-Ghazal a 317 000 chèvres qui donnent 278 800 cabris ; il en meurt 40 700, 126 800 sont vendus et 13 500 quittent la région ; l'effectif de caprins augmenterait, selon cette seconde série d'hypothèses, de 97 800 têtes. Ce chiffre est évidemment excessif, et il faudra trouver, en retournant sur le terrain, en quel point les observations et les estimations doivent être corrigées et complétées.

Tableau 5.7: Evolution du troupeau dans le cadre de l'hypothèse 2

CAMELINS

NOMBRE MOYEN D'ANIMAUX : 93000
TOTAL DES NAISSANCES : 12800
MORTALITE TOTALE : -5750
TOTAL DES VENTES : -4650
TOTAL DES MIGRATIONS : -800
BILAN DE L'EVOLUTION AU COURS D'UNE ANNEE : 1600

BOVINS

NOMBRE MOYEN D'ANIMAUX : 284800
TOTAL DES NAISSANCES : 112700
MORTALITE TOTALE : -37530
TOTAL DES VENTES : -56960
TOTAL DES MIGRATIONS : -2650
BILAN DE L'EVOLUTION AU COURS D'UNE ANNEE : 15560

OVINS

NOMBRE MOYEN D'ANIMAUX : 203000
TOTAL DES NAISSANCES : 125000
MORTALITE TOTALE : -26300
TOTAL DES VENTES : -60900
TOTAL DES MIGRATIONS : -3600
BILAN DE L'EVOLUTION AU COURS D'UNE ANNEE : 34200

CAPRINS

NOMBRE MOYEN D'ANIMAUX : 317000
TOTAL DES NAISSANCES : 278800
MORTALITE TOTALE : -40700
TOTAL DES VENTES : -126800
TOTAL DES MIGRATIONS : -13500
BILAN DE L'EVOLUTION AU COURS D'UNE ANNEE : 97800

L'étape suivante de la démarche a été la comparaison des ressources pastorales et des effectifs des animaux pour chaque unité et pour chaque saison.

- Les biomasses des graminéoïdes et des Légumineuses ont été calculées selon les méthodes de BREMAN (voir chapitre 3).
- Le taux de "disponibilité" indique, pour chaque saison et pour chaque unité, le pourcentage de la biomasse qui peut être utilisé par les animaux.
- Les coefficients de transformation de la biomasse utile en unités fourragères (UF) ont été estimés à 0,4 pour les graminéoïdes et à 0,6 pour les Légumineuses.
- Ces résultats multipliés par le recouvrement global de la végétation donnent le nombre d'unités fourragères disponible dans chaque unité, à chaque saison par unité de surface.

5.3.3 Le tenseur du bilan fourrager

Le tableau 5.8 résume les potentialités par unité ressource pour une année moyenne. Sur ce tableau, l'avant dernière ligne indique le nombre d'unité fourragère consommées par le troupeau et la dernière fait le bilan (fourrage disponible moins fourrage consommé).

L'étape suivante implique la prise en compte de la surface de chaque "unité ressource"; elle conduit à constater que les surfaces obtenues avec le logiciel ILWIS ne correspondent pas aux estimations obtenues par d'autres sources pour les 90 000 km² de la région. Nous avons donc utilisé des surfaces très approximatives concernant seulement une partie du territoire, et tous les résultats qui vont être maintenant présentés sont douteux, en raison des incertitudes qui entachent leurs prémisses. Il ne faudra prendre aucun d'eux au pied de la lettre et ils ne sont donnés ici que pour indiquer le type de raisonnement qui intervient à ce stade de la modélisation.

Tableau 5.8: Tenseur du pâturage du Bahr-el-Ghazal : pâturages de l'Eka

Saisons :	HARCHAR	N'GLI	AOULAI	DOUSSOU	BOURROU
1 GRAMINOIDES (t M.S.)	89200	356800	267600	178400	133800
2 LEGUMINEUSES (t M.S.)	22300	111500	66900	44600	31220
3 CHARGE EN CAMELINS (n)	30000	6011	36557	1449	2331
4 CHARGE EN BOVINS (n)	200000	240431	292459	38652	60604
5 CHARGE EN OVINS (n)	30000	120216	292459	19326	37295
6 CHARGE EN CAPRINS (n)	50000	270485	438689	24158	20978
7 NOMBRE DE NAISSANCES DE CAM	300	601	366	43	0
8 NOMBRE DE NAISSANCES DE BOV	40000	24043	8774	773	3030
9 NOMBRE DE NAISSANCES D'OVIN	3000	6011	116984	580	746
10 NOMBRE DE NAISSANCES DE CAP	10000	13524	219344	725	420
11 NOMBRE DE CAMELINS EMIGRES	0	60	0	0	0
12 NOMBRE DE BOVINS EMIGRES (n)	0	0	0	0	606
13 NOMBRE D'OVINS EMIGRES (n)	0	0	0	0	746
14 NOMBRE DE CAPRINS EMIGRES (	0	0	0	0	1049
15 NOMBRE DE CAMELINS VENDUS (	300	60	366	14	23
16 NOMBRE DE BOVINS VENDUS (n)	8000	9617	11698	1546	2424
17 NOMBRE D'OVINS VENDUS (n)	1800	7213	17548	1160	2238
18 NOMBRE DE CAPRINS VENDUS (n)	4000	21639	35095	1933	1678
19 CHARGE ANIMALE (UBT)	178000	213383	314393	32855	50581
20 PRIX DE VENTE D'UN CAMELIN	267600	200700	200700	223000	223000
21 PRIX DE VENTE D'UN BOVIN (1	111500	89200	133800	133800	111500
22 PRIX DE VENTE D'UN OVIN (10	17840	15610	13380	15610	15610
23 PRIX DE VENTE D'UN CAPRIN (	13380	8920	8920	11150	11150
24 TOTAL DES VENTES (1000 CFA)	236380	263140	490600	57980	75820
25 DISPONIBLE FOURRAGER (1000	13380	182860	115960	62440	31220
26 CONSOMMATION DE FOURRAGE (1	31220	40140	89200	4460	13380
27 BILAN FOURRAGER (1000 U.F.)	-17840	142720	26760	57980	17840

Examinons donc le cas de l'"unité ressource" Eka traduit par le tableau 5.8 :

- Le déficit fourrager en **Harchar** (le nombre négatif à gauche de la dernière ligne) pourrait traduire une surcharge des pâturages si ce résultat est confirmé lorsque les surfaces auront été mieux évaluées ; il peut s'expliquer par l'afflux massif des animaux dans cette unité à la fin de la saison sèche ; en effet, la densité ligneuse y est plus importante que sur les autres "unités ressources" et le gradient pluvial est tel qu'à la fin de la saison sèche la disponibilité fourragère en herbacées y est supérieure à celle des autres unités. Un autre argument en faveur de cet afflux est l'arrivée des premières tornades et la tentation de faire brouter aux animaux de l'herbe verte pendant quelques semaines.

- Dans les mêmes conditions, l'excédent de la saison **N'gli** pourrait s'expliquer parce qu'au cours de cette période de pluies dans la plaine argileuse, le bétail fuit la boue et les insectes hématophages qui infestent cette unité.
- L'excédent de l'**Aoulaï** paraît raisonnable parce que, avec la fin de la saison des pluies, les animaux peuvent revenir progressivement dans cette unité dont le sol s'est assaini. Donc, même si l'excédent du **N'gli** est confirmé, il correspond à une réserve d'herbe non consommée.
- Par contre les excédents apparents de **Doussou** et surtout de **Bourrou** sont presque certainement erronés ; en effet, au fur et à mesure que progresse la saison sèche, les disponibilités fourragères diminuent du fait de la pâture mais aussi des feux de brousse, du piétinement, du dessèchement. Ces distorsions montrent que les hypothèses réajustées ne sont pas suffisantes pour traduire l'état de la végétation dans l'**Eka** et qu'elles devront être corrigées par de nouvelles enquêtes de terrain.

A première vue, les ordres de grandeur qui interviennent dans l'établissement du bilan paraissent acceptables, et nous n'hésitons pas à dire que nous n'étions nullement certain d'atteindre ce résultat lorsque nous avons commencé les calculs. Il aurait été possible que des erreurs accumulées conduisent à des chiffres si dissemblables qu'aucun raisonnement ne paraisse envisageable. L'examen du bilan conduit surtout à prévoir un nouveau jeu d'hypothèses portant en particulier sur les migrations et sur l'état réel du disponible fourrager par saison et dans chaque unité. Bref, il nous faut repartir sur le terrain pour affiner les tenseurs grâce à des observations nouvelles plus ciblées et plus précises.

5.4 Conclusion

Le titre du chapitre précisait que nous n'envisagions qu'une "amorce" de modélisation du système pastoral ; les discussions faites ont montré que le modèle obtenu "fonctionne", ce qui en souligne l'intérêt. Ce fonctionnement met en évidence des anomalies et des distorsions que nous attribuons à l'hétérogénéité des données utilisées. Plusieurs années de travail seront nécessaires pour les contrôler et pour aboutir à l'élaboration d'un modèle reflétant exactement le fonctionnement de la société pastorelle toubou du Bahr-el-Ghazal.

Tel qu'il est, ce modèle et l'interprétation des valeurs obtenues nous enrichit d'une double expérience :

1. Le simple fait de commencer à construire un modèle oblige le chercheur à trouver une cohérence suffisamment forte entre les éléments qu'il a rassemblé pour leur permettre d'entrer dans une synthèse. Dans notre cas, la première ébauche du modèle en 1991 a orienté une grande partie du travail ultérieur. Aujourd'hui, le travail de modélisation réalisé jusqu'à maintenant montre que les informations qu'il est urgent d'obtenir concerne le "suivi" des déplacements des troupeaux et l'analyse des décisions prises par chaque groupe d'éleveur.
2. La modélisation nous a permis de déceler déjà de nombreuses imprécisions - et même des erreurs - dans les données réunies, dont certaines sont elles mêmes issues du fonctionnement de modèles. En effet, ces imprécisions et erreurs n'étaient pas visibles quand elles étaient regardées isolément ; il a suffi d'assembler les données pour voir que la synthèse était défectueuse et pour remettre en question les données elles-mêmes.

Nous savions, en commençant ce travail, qu'un modèle est une image simplifiée d'une réalité complexe où les interactions sont nombreuses, mais nous

avons appris qu'un modèle est aussi un ensemble d'hypothèse qu'il faut sans cesse corriger et compléter (JORGENSEN, 1988).

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le pastoralisme toubou a un substratum : le Tibesti. Les Toubous ont un riche et impressionnant patrimoine culturel : les gravures et les peintures rupestres en tracent le long cheminement. Redonner vie aux éléments les plus utiles de ce patrimoine c'est rendre un service inestimable à cette population de tradition orale où les jeunes ont seulement de vagues souvenirs de leur passé, au delà de quelques générations. Pourtant c'est toujours par rapport aux événements passés et aux expériences antérieures qu'agissent les Toubous quotidiennement.

Le système pastoral du Bahr-el-Ghazal est le plus représentatif de toutes les facettes du pastoralisme actuellement en vigueur dans le domaine toubou, à la fois par la population concernée et par le rapport têtes de bétail/habitant. Ayant ses origines probables dans les vallées humides bordant le Tibesti méridional, le système pastoral *kréda* est un judicieux compromis entre plusieurs contraintes : les problèmes écologiques et les aléas climatiques, les démographies humaine et animale, les besoins des animaux et les seuils de tolérance physiologique, les valeurs sociales, les contraintes politiques...

Contrairement à ce que pensent les décideurs politiques et les bailleurs de fonds qui taxent ce système d'archaïsme, il s'agit d'un véritable modèle de production régional, dont la logique repose sur une optimisation du prélèvement des ressources pastorales. Loin d'être autarcique, ce système est dynamique et très ouvert. De 1958 à 1966, le gouvernement tchadien, avec l'aide de la coopération française, a lancé un vaste programme de forage de puits pastoraux dans la région, appuyé par des campagnes de vaccinations obligatoires contre certaines zoonoses (peste et charbon).

L'importance de ces innovations a été bien perçue. Les résultats ont été spectaculaires et les Toubous ont pu les mesurer à leur juste valeur. En effet, le bétail a été soustrait aux épidémies qui surviennent régulièrement, et affranchi de la soif, pouvant alors accéder à des régions où la nappe phréatique est profonde (Soulla, par exemple) jusque là inutilisables quoique riches en pâturages. Ces innovations ont renforcé l'efficacité du système pastoral sans pour autant le changer. Actuellement, ces puits pastoraux sont parfaitement intégrés à la spatialisation toubou.

Les spécialistes en sciences humaines et en sciences sociales (GILG, 1963 ; TUBIANA, 1971, 1973, 1977, 1983 ; BAROIN, 1981b, c, 1984a, b, c) ont mis en évidence que rien de ce que pensent les décideurs ou les gestionnaires de l'espace n'échappe aux Toubous, qui ont une spatialisation qui leur est propre, règlementant l'accès aux ressources communes sur la base d'alliances et d'accords intertribaux ou interclaniques. Les pasteurs savent choisir des zones de pâturage les plus appropriées en fonction des saisons, en prenant quotidiennement leurs décisions en matière d'utilisation des ressources naturelles. L'utilisation des pâturages est modulée en fonction des paramètres spécifiques (la production laitière, la fécondité des femelles, etc.). Cette société pastorale tente de trouver des solutions originales aux nouveaux problèmes posés par la gestion des ressources appartenant à la communauté, alors que les animaux appartiennent à des individus ou à des familles, qui ne se soucient pas suffisamment des actions à mener pour assurer la pérennité des ressources pastorales dans un contexte où l'espace devient de plus en plus restreint. La caractéristique principale de cette stratégie est que personne n'investit sur la végétation ou sur l'amélioration du milieu.

Les interventions en milieu pastoral supposent l'intégration des pasteurs dans la société globale, et la mise en place d'un système administratif souple permettant aux pasteurs de renforcer la stabilité nationale, les incitant à contribuer au développement de l'économie nationale et à élever leur niveau de vie.

Dans le Bahr-el-Ghazal, la structure administrative actuelle est rigide. Ainsi les *Kréda* ont été exclusivement cantonnés dans la sous-préfecture de Moussoro alors que leur aire habituelle de nomadisation touche 4 préfectures : le Kanen, le Borkou-Ennedi-Tibesti, le Batha et le Chari-Baguirmi. Ce cadre administratif arbitraire a été doublé d'une loi réglementant le nomadisme (loi n° 4 du 31 octobre 1959). Les dispositions rigoureuses de cette loi sont, aux yeux des *Kréda*, provoquantes, inadmissibles, et par conséquent prêtent à la controverse. En effet, la loi tend à obliger les nomades à ne se déplacer que dans un cadre approuvé à l'avance par l'autorité administrative. En vertu de cette loi, n'importe quel nomade peut être jeté en prison. Ces dispositions sont la suite de certaines orientations prises pendant la période coloniale où le nomadisme était déjà perçu comme un problème général dans tout le nord du Tchad. Le Gouverneur Général Éboué, par un note circulaire confidentielle du 2 juin 1940 (COURTECUISSÉ *et al.*, 1971) se demandait comment il fallait contenir le nomadisme, à travers trois questions que nous reproduisons textuellement.

1. Les nomades obéissent-ils politiquement au principe de l'anarchie, ou sont-ils par nature assujettis, serait-ce avec une grande liberté d'allure, à des chefs ? En d'autres termes, les institutions politiques nomades comportent-elles l'absence de commandement, la loi tribale ou familiale s'imposant alors à tous, sans la pression d'une autorité ?
2. Etant donné que les nomades sont actuellement partout soumis à des chefs, quel est le caractère véritable du pouvoir des chefs ? Son origine, sa nature et son intensité ? Je parle ici des chefs de fraction, la fraction formant, semble-t-il, l'unité sociale et politique. Les chefs ont-ils une autorité propre ou ne sont-ils pas plutôt des représentants de la fraction ?
3. Que vaut en droit, en fait, le commandement des chefs supérieurs ? Le commandement des chefs locaux peut-il se prévaloir de la

coutume, est-il naturel, est-il efficace ? Le chef supérieur se fait-il obéir aisément ou doit-il recourir à la force ? L'usage de la force n'entraîne-t-il pas des excès ?

Dans le Bahr-el-Ghazal, des structures administratives calquées sur le modèle sédentaire ont été mises en place, et les structures sociales toubous sont sommées de s'y adapter (Annexe IV).

Il serait néfaste de perpétuer les clichés négatifs selon lesquels les Toubous sont des individualistes réfractaires à toute activité, indisciplinés et qu'il faut soumettre. Prenons plutôt appui sur la conclusion de CHAPELLE (1957) :

Les Toubous sont, dans la période actuelle, les plus capables et peut-être les seuls capables d'assurer le maintien d'une vie humaine dans cette zone saharienne, où ils sont établis depuis la préhistoire, et qui relie la Méditerranée à l'Afrique centrale. Ce désert ne nourrit qu'un petit nombre d'hommes, mais cette légère charge humaine lui est nécessaire pour ne pas devenir un désert pire. Grâce à ces hommes, le Sahara n'est pas vide. La survie du peuple toubou paraît donc indispensable dans ces régions, médiocrement équipées, peu prospectées, nullement exploitées jusqu'ici, mais stratégiquement essentielles.

Teda dans le Tibesti, *Bideyat* dans l'Ennedi, *Daza* au Borkou et au Kanem, *Kréda* dans le Bahr-el-Ghazal, Toubou nulle part. Envisageons l'unité du peuplement toubou autant que sa diversité. Même s'il ne se donne pas un nom d'ensemble dans son domaine écartelé entre plusieurs préfectures, cela n'est pas une raison pour nier l'entité toubou que le pastoralisme met en évidence.

La société toubou, en apparence anarchique, est soutenue par une très forte cohésion interne comme l'a démontré BAROIN (1985). C'est grâce à cette structure de l'organisation sociale que les Toubous, coincés entre les entités féodales du Kanem-Bornou, du Baguirmi et du Ouaddai au sud et par les arabes au nord, et soumis à des pressions de toutes sortes, ont pu se maintenir et faire preuve d'une certaine vitalité, même s'ils n'ont pas joué un grand rôle historique.

Aujourd'hui, sur toute l'aire où les Toubous dressent leur tentes de nattes et font paître leurs troupeaux, les équilibres écologique, économique, politique et social sont fragiles.

L'administrateur et les techniciens ignorent souvent le clan et la trame légère qui soutient la société toubou, mais ils exigent que chaque tente se fasse recenser avec un chef. Par la suite, cet homme, que chaque Toubou considère comme son égal, aura sur lui des privilèges exorbitants. Il se fera remettre l'impôt chaque année, obligera la tente à s'installer dans un certain rayon autour de la sienne, s'arrogera le droit de régler des contestations, d'enquêter sur des délits inconnus jusqu'alors, fera arrêter des gens qui ont placé en lui leur confiance en s'inscrivant dans son groupement. Et ce chef n'est même plus un conducteur de rezzou, ni un chef guerrier, c'est l'homme choisi par l'autorité et qui travaille pour elle.

Les Toubous sont fiers de leurs clans. Au lieu de les faire disparaître et de les confondre dans des groupements territoriaux hétérogènes, nous devons apprendre à les connaître et à en tenir compte. Si, par endroits, la chose paraît possible, il faudra fonder sur eux l'organisation du cadre administratif.

Certes, les Toubous ont le goût de l'indépendance et sont individualistes ; il ne faut donc pas essayer de forger à tout prix des tribus artificielles commandées par des chefs fantômes. Il serait nécessaire que l'administrateur parcoure les campements et prenne des contacts directs fréquents et répétés avec ses administrés. Il assistera à ces réunions qui se font à l'occasion des fêtes, des circoncisions, des mariages, des contestations et des conflits et au cours desquelles des hommes discutent longuement. Il aura la patience de tout entendre. Un jour ou l'autre, il sera appelé à donner son avis et il aura la surprise d'être écouté et suivi.

La société toubou fonctionne sur des principes démocratiques. Toutes les décisions importantes sont prises par consensus en ménageant autant que possible les susceptibilités. Les rixes, les meurtres, les vendettas naissent d'intérêts contraires, de querelles absurdes que personne n'a su trancher à temps. L'administrateur et le juge devront ne rien négliger pour apaiser ces différents,

non pas par des méthodes qui déterminent trop bien celui qui a tort et celui qui a raison et font naître la haine dans le coeur de la partie déboutée, mais à la mode toubou, en conciliant les points de vue, en provoquant la compensation et en utilisant le système des cadeaux qui transforme les rivaux en amis.

La chefferie est parfois un symbole moral et éthique nécessaire, mais il ne faut pas discréditer ce symbole par des mesures utilitaires et contraignantes de perception d'impôt, de louage d'animaux et de recherche de malfaiteurs. On développera le plus possible auprès des chefs le système des conseils, où les chefs de tente peuvent se faire entendre. Cette satisfaction d'amour-propre une fois reçue, ils acceptent plus facilement les mesures dont ils ont pu discuter.

Les Toubous aiment le bétail et sont fiers de voir prospérer leurs troupeaux. C'est un élément économique qui peut rendre cette société non seulement viable, mais prospère. L'État ne doit pas voir là seulement une recette de première importance pour ses douanes, mais une justification de la condition de nomade et d'éleveur, et une garantie pour la survie de cette condition.

Dans cette optique, le rôle du chercheur pastoraliste sera d'aider les décideurs et les techniciens à discuter des problèmes du pastoralisme de manière plus cohérente avec les pasteurs. A travers cet essai d'approche intégrée, il apparaît que les connaissances scientifiques et leur assemblage dans un modèle sont un outil que le chercheur peut mettre à la portée des personnes chargées de l'aménagement, pour aborder, avec les nomades eux-mêmes, une démarche commune.

BIBLIOGRAPHIE

Liste des travaux cités, de ceux qui ont été consultés et de quelques publications pertinentes

- ABADIE J., BARDEAU J. & COPPENS Y., 1959 - Une faune de vertébrés villafranchiens au Tchad, *C.R. Acad. Sci.* : 3328-3330.
- ABONNEN E. & RIOUX J.A., 1960 - Contribution à l'étude des Phlébotomes (DIPTERA-PSYCHODIDAE). In *Mission épidémiologique au Nord Tchad, PROHUZA, OCRS 1960* : 30-52.
- d'ALVERNY F., 1950 - Vestiges d'art rupestre au Tibesti Oriental, *J. Soc. Africanistes*, 20, 2 : 239-272.
- Anonyme, 1974 - Interprétation des analyses chimiques des sols, *In Memento de l'agronome*, Coll. tech. rurales, Minist. Coop., Paris : 85-92.
- Anonyme. 1989-1991 - *Suivi de marchés à bétail*, Bulletins mensuels, Projet CILSS/Direction de l'élevage et services vétérinaires, N'Djaména (Tchad).
- d'ARBAUMONT J., 1954 - Le Tibesti et le domaine Têda-Daza, *Bull. IFAN*, 16, B, 3-4 : 255-360.
- AUGER P., BAUDRY J. & FOURNIER F., 1992 - *Hiérarchies et échelle en Ecologie*, ACCT, Ministère de l'Environnement, Paris, 300 p.
- AUTHIER D., 1920 - L'éthnologie et l'anthropologie des Toubous -Tibesti méridional et Borkou , *L'Anthropologie*, 30 : 577-578.
- BAILLOUD G., 1960 - Les peintures rupestres archaïques de l'Ennedi (Tchad) *L'Anthropologie*, 64, 3-4.
- BARRAL H., 1974 - Mobilité et Cloisonnement chez les éleveurs du Nord de la Haute-Volta : les zones dites d'endrodomie pastorale, *Cah. ORSTOM*, Sér. Sci. Hum., 11, 2 : 127-135.
- BAROIN C., 1972 - Les Marques de bétail chez les Daza et les Azza du Niger, *Etudes nigériennes*, 29, C.N.R.S.H, Niamey, 296 p.
- BAROIN C., 1974 - Fêtes de la naissance et de l'imposition du nom chez les Azza du Manga (République du Niger), *Africa*, 54, 4 : 361-370.
- BAROIN C., 1975 - Techniques d'adoption en milieu animal (Daza du Niger), *L'homme et l'animal*, Coll. d'ethnozoologie, Paris : 493-495.
- BAROIN C., 1977 - Effets de la colonisation sur la société traditionnelle Daza (République du Niger), *Journal des Africanistes*, 47, 2 : 123-132.
- BAROIN C., 1981a - Les esclaves chez les Daza du Niger, *Itinérances*, II : 321-341.
- BAROIN C., 1981b - Ecologie et Organisation sociale : comparaison de trois sociétés sahariennes (toubou, touareg, maure), *Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée*, 32, 2 : 9-22.
- BAROIN C., 1981c - Y a-t-il une organisation territoriale toubou? *In Production pastorale et société*, *Bull. de l'équipe écologie et anthropologie des sociétés pastorales*, 9 : 49-51.
- BAROIN C., 1984a - Les droits sur le bétail et les rapports sociaux : le statut de la femme chez les Toubous du Niger (Daza, Kecherda). *In Production pastorale et sociétés*, *Bull. de l'équipe écologie et anthropologie des sociétés pastorales*, : 107-124.
- BAROIN C., 1984b - Organisation territoriale, organisation sociale : la logique du système Toubou, *Travaux du LAPMO* : 1-16.

- BAROIN C., 1984c - *Anarchie et cohésion sociales chez les Toubous : les Daza Kecherda (Niger)*, University Press, Cambridge et Edition de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
- BAROIN C., 1987 - Le système matrimonial *Daza* (Niger) : ses implications économiques et politiques, *Travaux du LAPMO* : 1-14.
- BAROIN C., 1988 - Dominant-Dominé : complémentarité des rôles et des attitudes entre pasteurs *Téda-Daza* du Niger et leurs forgerons, *Travaux du LAPMO* : 211-224.
- BAROIN C., 1989 - Le KAWAR, *Travaux du LAPMO* : 217-223.
- BAROIN C., 1990 - La mort chez les *Daza* du Niger, *Travaux du LAPMO* : 119-123.
- BASTRENTA B., HUBERT D. & GODRON M., 1987 - Gestion des terres à pâturages du Causse Méjean.- *Perspectives médit.*, 29 : 23-26.
- BAUDRY J., 1988 - Structure et fonctionnement écologique des paysages : cas de bocages, *Bull. Ecol.*, 19, 4 : 523-530.
- BERNUS E., 1967 - Cueillette et exploitation des ressources spontanées au Sahel nigérien par les Kel Tamasheg, *Cah. ORSTOM*, sér. Sci. Hum., 4, 1 : 31-51.
- BERNUS E., 1969 - Espace géographique et champ sociaux chez les Touaregs ILLABAKAN (République du Niger), *Etudes rurales*, 37-38-39 : 46-64.
- BERNUS E., 1981 - Points cardinaux : les critères de désignation chez les nomades touaregs, *Bull. des études africaines de l'Inalco*, 1, 2 : 100-105.
- BERNUS E., 1988 - La représentation de l'espace chez les Touaregs du Sahel, *MappeMonde* 88/3 : 1-5.
- BERTAUDIERE L. & QUEVAL R., 1979 - Etude de la répartition du lait entre le veau et l'éleveur et essai de complémentation alimentaire, *rapport annuel, sect. zoot. nutrition animale*, Labo. Farcha, N'Djamena : 63 p.
- BERTIN J., 1977 - *La graphie et le traitement graphique de l'information*, Flammarion, Paris : 277 p.
- BLANDIN P. & LAMOTTE M., 1988 - Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'écocomplexe, *Bull. Ecol.*, 19, 4 : 547-555.
- BONFIGLIOLI A.M., 1990 - Pastoralisme, agro-pastoralisme et retour : itinéraires sahéliens, *Cah. ORSTOM*, Sér. Sci. Hum., 26, 1-2 : 255-266.
- BONFIGLIOLI A.M., 1992 - Sociétés pastorales à la croisée des chemins, survie et développement du pastoralisme africain, *NOPA*, Projet UNICEF/BNUS, 130 p. + Annexes.
- BOUILLEZ M., 1913 - Notes sur les populations goranes, *L'Anthropologie*, 24 : 399-418.
- BOURGEOAT A., 1979 - Structure de classe, pouvoir politique et organisation en pays touareg. In *Le pastoralisme nomade : Production pastorale et société*, , University Press, Cambridge et Edition de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris : 141-153.
- BOURGEOAT A., 1993 - Etude des systèmes de productions animales (*Projet National Elevage, Tchad*), CIRAD/IEMVT, Maisons-Alfort, 127 p. .
- BOURGEOAT A. & GUILLAUME H., 1990 - Identité : parcours nomades - faits et représentations, *Etudes rurales*, 120 : 9-15.
- BOURGEOAT A., 1991 - L'identité touarègue : de l'aristocratie à la révolution, *Etudes rurales*, 120.
- BREMAN H. & DE RIDDER N., 1991 - *Manuel sur les pâturages des pays sahéliens*, Karthala, Paris.
- BRIGGS L.C., 1956 - Aperçu sur l'anthropologie des *Tédas*, *Bull. IFAN*, 18, B, 1-2 : 280-284.
- BROCARD M., PUMAIN D. & REY V., 1977 - Analyse de données : traitements visuels et mathématiques, *L'espace géographique*, 4 : 247-260.
- BRUNEAU DE MIRE Ph. & QUEZEL P., 1957a - La végétation des points d'eau permanents de la portion orientale du Sahara méridional, *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 4 : 632-644.
- BRUNEAU DE MIRE Ph. & QUEZEL P. 1957b - A propos de quelques vestiges d'une flore montagnarde africaine sur les sommets de l'Aïr et du Tibesti, *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 4, 3-4 : 152-156.
- BRUNEAU Ph. & QUEZEL P., 1959 - Sur quelques aspects de la flore résiduelle du Tibesti : les fumerolles du Toussidé et les lappiaz volcaniques culminaux de l'Emi Koussi, *Bull. Soc. Hist. Af. Nord*, 50 : 126-145.

- BRUNEAU DE MIRE Ph. & QUEZEL P., 1961 - Remarques taxonomiques et biogéographiques sur la flore des montagnes de la lisière méridionale du Sahara et plus spécialement du Tibesti et du Djebel Marra, *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 8, 45 : 110-133.
- BUREAU DE L'EAU - *Rapports d'activités sur l'implantation et la localisation des puits* FED, FAC et OCRS et puits traditionnels.
- BURON S. & GANDA, 1992 - Les feux des principales fractions Mahamid de la région d'Arada. In *Projet camelin de Biltine*, rapport de synthèse, oct. 1992, 94 p.
- CABANEL-LEDUC, 1975 - L'élevage et le marquage du mouton en l'île d'Ouessant (Finistère), *L'Homme et l'Animal*, 1er Colloque d'Ethno-zoologie : 543-552.
- CAMUS A. 1958 - *Eragrostis* nouveau du Tibesti. In *Mission Botanique au Tibesti, Mém. Inst. Rech. Sahar.*, 4.
- CAPOT-REY R., 1958 - Découvertes archéologiques au Borkou, *Trav. Inst. Rech. Sahar.*, 17 : 203-205.
- CAPOT-REY R., 1961 - Borkou et Ounianga. Etude de géographie régionale, *Mém. Inst. Rech. Sahar.*, 5, 182 p.
- CARMONZE J., 1970 - Salures globales et spécifiques des eaux du Lac Tchad, *Cah. ORSTOM*, ser. Géol., 2, 1 : 61-65.
- CARVALHO G. & GILLET H., 1960 - Catalogue raisonné et commenté des plantes de l'Ennedi, *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 7, 1-2-3 :
- CASENAVE A. & VALENTIN C., 1989 - *Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration*, Editions de L'ORSTOM, Bondy 230 p.
- CHAPELLE J., 1950a - Nomades du Sahara méridional : les Toubous, *Tropiques*, N.S., 318 : 29-38.
- CHAPELLE J., 1950b - Nomades du Sahara méridional : les Toubous, *Tropiques*, N.S., 319 : 16-24.
- CHAPELLE J., 1957 - *Nomades noirs du Sahara*, Paris, Plon, 449 p. (réed. 1982, L'Harmattan, Paris).
- CHAPELLE J., 1964 - Poteries ajourées de Djourab (Tchad), *Bull. SPF-CRS*, 8 : CLXXXIX-CXCI.
- CHAPELLE J., 1965 - *Etude ethnographique : les Kreda et Kecherda du Soro*. - Bibliothèque de l'EMVT, inédit.
- CHAPELLE J., 1980 - *Le peuple tchadien, ses racines, sa vie quotidienne*, L'Harmattan, Paris.
- CHEVALIER A., 1931 - Contribution à la flore du Borkou et du Tibesti, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 78 : 319-324.
- CHICHE J., BERTRAND J.P. & RAMDANE A., 1991 - L'appréciation des ressources par les pasteurs marocains, *C.R. 4ème Congrès International des Terres de Parcours*, AFP, Montpellier : 912-913.
- CLANET J.C., 1975a - Contribution à l'étude des groupes d'éleveurs du Kanem, *Annales de l'Université du Tchad*, série Lettres, Langues vivantes et Sciences humaines, 3 : 213-223.
- CLANET J.C., 1975b - *Les éleveurs de l'Ouest tchadien. La modalité des éleveurs du Kanem et leur réponse à la crise climatique de 1969-1973*, Université de ROUEN, 268 p.
- CLANET J.C., 1982 - L'insertion des aires pastorales dans les zones sédentaires du Tchad central. Bordeaux, *les Cahiers d'Outre-Mer*, 139 : 205-227.
- CLANET J.C., 1991 - Des éleveurs en quête de Sahel. Dans une aire de convergence pastorale, *Cahiers géographiques de Rouen*, 35 : 79-91.
- CLUSEAU R., ABADIE J. & SCHNEIDER J.-L., 1964a - Contribution à l'hydrogéologie du nord Kanem. Prospection par ondules électriques à l'est du Bahr-el-Ghazal entre les 14ème et 16ème parallèles, *Rapport inédit BRGM*, DS64A63.
- CLUSEAU R., ABADIE J. & SCHNEIDER J.-L., 1964b - Prospection électrique effectuée dans le cadre de la campagne des 116 forages, avril-juin 1963, novembre 1963, juin 1964, *Rapport inédit BRGM*, DS64A111.
- Collectif, 1984 - La Néolithisation au Sahara, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 14, 2 : 189-212.
- COSSINS N.J., 1985 - Productivité et potentialités des systèmes pastoraux sahéliens, *Bull. du CIPEA*, 21 : 11-16.
- COPPENS Y. - Le Tchadanthropus, *Anthropologie*, 70, 1-2 : 5-16.
- COPPENS Y., 1960a - Un Australopithecus au Sahara (Nord-Tchad), *Bull. Soc. Préhist. Fr.*, 57, 1960 11-12 : 745-748.

- COPPENS Y., 1960b - Le Quaternaire fossilière de Korotoro (Tchad) - Résultats d'une première mission. *C.R. Acad. Sci.*
- COPPENS Y., 1961a - Prises de dates pour les gisements paléontologiques, quaternaires et archéologiques découverts au cours d'une mission de deux mois dans le Nord-Tchad, *Bull. SPF-CRS* : 260-267.
- COPPENS Y., 1961b - Découverte d'un Australopithéciné dans le Villafranchien du Tchad. Séance du 12 juin 1961, *C.R. Acad. Sci.* : 3851- 3852.
- COPPENS Y., 1961c - Un Australopithèque au Sahara (Nord-Tchad), *C. R. Acad. Sci.*, 253 : 3851-3852.
- COPPENS Y., 1964 - *Homo Habilis* et les nouvelles découvertes d'Oldoway, *Bull. SPF-CRS*, 7 : 171-176.
- COPPENS Y., 1968 - Gisements paléontologiques et archéologiques découverts en 1961 dans le Nord du Tchad au cours d'une mission de trois mois, *Bull. IFAN*, 30, A, 2 : 790-801.
- COURTECUISSÉ L., CROQUEVIEILLE J., GROS R., LATRUFFE J., SERRE G., VOSSART J., 1971 - Quelques populations de la République du Tchad, *Doc. C.H.E.A.M.*
- COURTIN J., 1964a - Sites préhistoriques du Borkou (Nord Tchad) *Bull. SPF-CRS*, 6, : 128-131.
- COURTIN J., 1964b - Sites préhistoriques des environs de Largeau, Tchad, *Bull. SPF-CRS*, 5 : 108-109.
- COURTIN J. - Le Néolithique du Borkou (Nord-Tchad), *Anthropologie*, 70, 3-4 : 269-282.
- DAGET Ph., 1968 - Quelques remarques sur les distributions de fréquences spécifiques dans les phytocénoses, *Oecol. Plant.*, 3 : 299-312.
- DAGET Ph. & GODRON M., 1974 - *Vocabulaire d'écologie*. Hachette, Paris, 273 p.
- DAGET Ph. & GODRON M., 1984 - *L'analyse fréquentielle de la végétation*, Masson, Paris, 272 p.
- DAGNAC C., 1945 - Les traditions historiques des clans habitant actuellement le Tibesti, *Bull. Inst. Etudes Centrafricaines* : 7-31.
- DAGNELIE P., 1975 - *Théorie et méthodes statistiques*, Edit. Duculot, Gembloux, 2 vol., 2ème éd.
- DAGNELIE P., 1977 - *Analyse statistique à plusieurs variables*, Presses agronomiques de Gembloux (réimpression 1977) : 362 p.
- DEBUSSCHE M., GODRON M., LEPART J., ROMANE F., 1979 - Essai d'utilisation des matrices de transition ; impact des différents aménagements sur la végétation et sa dynamique, *Communications XIIème congrès intern. de Botanique*, 10 p.
- DESCAMPS C., 1986 - Cultures néolithiques et environnement : le cas du Sénégal occidental, *INQUA 1986 Dakar Symposium Changements globaux en Afrique* : 105-107.
- DIAGNE I., 1988 - L'arbre au service de l'archéologie : la Dendrochronologie, *Note de Biogéographie*, 3 : 48-55.
- DIGARD J.P., LANDAIS E., LHOSTE Ph., 1992 - Sociétés pastorales : quelques repères. Festival animalier international de Rambouillet. Colloque Relations Homme-Animal : 25-26.
- DHV, 1990 - Programme écologie pastorale - Propositions, *DHV Consultants*, Amersfoort (Pays-Bas), 32 p.
- DHV, 1991 - Atlas des spatiocartes de la zone d'organisation pastorale du Projet National Elevage. Images Landsat TM 1/200 000, 19 feuilles, *DHV consultants*, Amersfoort et Laboratoire de Farcha, N'Djaména.
- DOUDOUA B., ABDELKADRE S., SCHNEIDER J.L., 1989 - La précarité ou même l'absence d'alimentation de la nappe phréatique en zone Nord sahélienne du Tchad, résultat d'un quart de siècle de surveillance prézoométrique, *C.R. Acad. Sci.*, 309 : 493-496.
- DUPIRE M., 1954 - Contribution à l'étude des marques de propriété du bétail chez les pasteurs peuls, *Journal de la société des africanistes*, 24, 2 : 123-143.
- DUPONT B., 1970a - Distribution et nature des fonds du lac Tchad (nouvelles données), *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 9-42.
- DUPONT B. & DELAUNE M., 1970 - Etude de quelques coupes dans le Quaternaire récent du sud du Lac Tchad, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 49-60.
- DUPONT B. & DELIBRIAS G., 1970 - Datation par le carbone 14 d'un niveau sédimentaire de l'archipel du Lac Tchad, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 43-47.

- DURAND A. & LANG J., 1986 - Problèmes d'évaluation de l'aridité dans les paléoenvironnements : exemple du Kanemien (21000-13000 BP) au Tchad et au Niger, *INQUA/1966* Dakar Symposium : 123-126.
- DURAND A. & PARIS F., 1986 - Peuplements et climats holocènes de l'Azawagh (Niger Nord Occidental) : premiers résultats, *INQUA/1986*, Dakar Symposium : 127-130.
- DYSON-HUDSON R., 1982 - Les modèles indigènes temporels et spatiaux comme clé des études écologiques et anthropologiques. In *L'Avenir des peuples pasteurs*, ACIDI, Ottawa : 338-390.
- EHRlich A. & MANGUIN E., 1970 - Examen de quelques diatomites du Tibesti et du Bahr-el-Ghazal (Tchad), *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 153-157.
- ESSELINK P., 1990 - Analyse globale de la production fourragère dans la Préfecture du Batha, *PDR-Batha/SNV*, N'Djamena.
- ETIENNE A. & BERNARD, 1986 - Les problèmes du Quaternaire africain vus par la théorie astronomique des climats (faits établis et progrès souhaitables), *INQUA/1986* Dakar Symposium Changements globaux en Afrique : 31-34.
- FAURE H., 1970 - Introduction, *Cah. ORSTOM*, Sér. Écol., 2 : 5-8.
- FAURE H. & SERVANT M., 1970 - Evolution récente d'un bassin continental : le Tchad, *Cah. ORSTOM*, Sér. Écol., 2, 1 : 5-8.
- FORMAN R. & GODRON M., 1986 - *Landscape ecology*. Wiley and Sons, New York, 649 p.
- FINN J.T., 1976 - Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows, *J. Theor. Biol.*, 56 : 363-380.
- GALATY J. & ARONSON D., 1983 - Priorités de recherche et développement pastoral : que faire? In *L'avenir des peuples pasteurs*, CRDI, Ottawa : 17-27.
- GASTON A., 1966 - *Etude agrostologique du Kanem (Tchad)*, Étude agrostologique 11, IEMVT, Maisons Alfort, 176 p. + 1 carte coul. au 1/400 000.
- GASTON A., 1967 - *Etude agrostologique du Kanem au sud du 16ème parallèle et Préfecture du Lac (Tchad)*, Étude agrostologique 19, IEMVT, Maisons Alfort : 147 p. + 1 carte coul. au 1/500 000.
- GASTON A., 1981 - *La végétation du Tchad (nord-est et sud-est du lac Tchad) Évolution récente sous des influences climatiques et humaines*, Thèse, Univ. Paris XII, Paris, 333 p. + annexes
- GASTON A., 1991 - Évolution et perspective de l'étude des pâturages d'Afrique tropicale, *C.R. XVI Congr. Int. Herbages Nice*, AFFF, Versailles : 1567-1568.
- GASTON A., LO SEEN, D. & SECKA, Y., 1993 - Utilisation du krigeage pour spatialiser des indicateurs écologiques au Sahel, *Sécheresse*, 4, 2 : 130-131.
- GASTON A. & SECKA, Y., 1993 - La surveillance continue et la dynamique des écosystèmes pastoraux. Théorie et pratique, *C.R. IV^e Congr. Int. Terres à Pâturages*, AFP, Montpellier : 38-40.
- GILLET H., 1959 - Une mission scientifique dans l'Ennedi (Nord-Tchad), *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 6, 11 :
- GILLET H., 1960 - Etude des pâturages du Ranch de l'Ouadi- Rimé, *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 2, 11 : 158 p.
- GILLET H., 1961a - Pâturages naturels sahéliens. Le Ranch de l'Ouadi-Rimé (Tchad), *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 3, 10-11 : 210 p.
- GILLET H., 1961b - *Compte rendu d'une mission sur un emplacement proposé pour le Ranch de Kanem* (2ème version), IEMVT, N'Djamena : 34 p.
- GILG J.P., 1963 - Mobilité pastorale au Tchad occidental et central, *Cah. Études. Afr.*, 12, 3 : 491-510 + 2 cartes.
- GOFFINGS J.P. & DAMSOU M., 1976 - Inventaire qualitatif et quantitatif du cheptel tchadien. - Départ. Elevage, *SEDES* : 208.
- GODRON M., 1968 - Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale, *Oecol. Plant.*, 3 : 185-212.
- GODRON M., 1971 - Trois problèmes posés par l'extension des observations relatives à la production d'un écosystème forestier, *UNESCO*, 571-581.

- GODRON M., 1973 - Quelques réflexions sur les modèles écologiques applicables à l'aménagement du territoire. In *Analyse socio-économique de l'environnement. Problèmes de méthodes*, Mouton, Paris, 75-85.
- GODRON M., 1979 - Analyse partielle des liaisons interspécifiques entre espèces prises trois à trois, *Oecol. Plant.*, 14, 3 : 265-272.
- GODRON M., 1984 - *Ecologie de la végétation terrestre*, Masson, Paris, 195 p.
- GODRON M., 1990a - *Elaboration d'un tenseur d'aménagement*, Institut de Botanique, Montpellier, 9 p.
- GODRON M., 1990b - *Utilisation des tables de contingences entre descripteurs (pris deux à deux)*, Institut de Botanique, Montpellier, 4 p.
- GODRON M., 1990c - *Evolution des systèmes écologiques et périodicité*, Institut de Botanique, Montpellier, 6 p.
- GODRON M., GRANDJOUAN G., HEAULME A., LE FLOC'H E., POISSONET J. & WACQUANT J.P., 1964 - *Notice détaillée, carte phyto-écologique et carte de l'occupation des terres de Sologne*, CNRS, Montpellier : 192 p. + annexes.
- GODRON M., GUILLERM J.L., ROMANE F., SABATO-PIZINI, 1969 - Sur l'interprétation des matrices de corrélations en phytosociologie, *Oecol. Plant.*, 4 : 15-26.
- GODRON M. & KOOHAFKHAN A., 1982 - Un exemple de modélisation d'un territoire grâce à des tenseurs.- *Journées recherche-développement en milieu rural*, 18 : 1-14.
- GODRON M., LI T.X., SOSA-RAMIREZ J., 1989 - Applications des tenseurs de potentialités à l'aménagement : exemple du Mont Lozère (France), *Repères*, 2 : 1-9.
- GODRON M. & POISSONET J., 1990 - *Analyse des évolutions*, Institut de Botanique, Montpellier, 6 p.
- GRABER M., 1959a - La cytérocose bovine : l'importance dans les zones sahélienne d'élevage de la République du Tchad, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 12, 2 : 121-143.
- GRABER M., 1959b - Les parasites des animaux domestiques et sauvages de la République du Tchad. Régions du Kanem et du Bahr-El-Ghazal, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 12, 2 : 145-152.
- GRABER M. & THOME, M., 1964a - La cystérocose bovine en République du Tchad. Quelques réflexions sur la situation présente, l'étologie, le diagnostic, l'immunité et le traitement de cette zoonose, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 17, 3 : 441-466.
- GRABER M. & SERVICE, J., 1964b - Le teniasis des bovins et des ovins de la République du Tchad. Quelques données épidémiologiques intéressant les zones sahéliennes, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 17, 3 : 491-521.
- GRABER M. & TABO R., 1968 - La cystérocose bovine en milieu sédentaire et en milieu nomade, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 21, 1 : 79-83.
- GRABER M., TABO R., SERVICE, J., 1967 - Enquêtes sur les helminthes du dromadaire tchadien. Etude des strongyloses gastro-intestinales et de l'haemoncose à *Haemoncus longistipes*, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 20, 2 : 227-254.
- GRUVEL J., 1966 - Les glossines vectrices des trypanosomiasés au Tchad, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 19, 2 : 169-212.
- GRUVEL J. & BALIS J., 1965 - La trypanosomiasé à *Trypanosoma evansi* chez le dromadaire au Tchad et ses principaux vecteurs, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 18, 4 : 435-439.
- GRUVEL J. & GRADER M., 1965 - Quelques résultats d'enquêtes récentes sur la globidiose du dromadaire au Tchad, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 18, 4 : 423-428.
- GUERGEN L. & LAMAND M., 1978 - Les minéraux - Eléments minéraux majeurs. In : JARRIGE R. Édité., *Alimentation des ruminants*, INRA, Versailles : 129-142.
- HAGENBURGER-SACRIPANTI, F., 1979 - Note sur les alliances et les marques de bétail chez les arabes du Nord-Kanem (Tchad), *Cah. ORSTOM Sér. Sci. Hum.*, 16, 4 : 351-380.
- HANNON B., 1973 - The structure of ecosystem *J. Theor. Biol.*, 41 : 535-546.
- HERVIEU J., 1977 - Témoins paléoclimatiques et environnement préhistorique dans les massifs de Termit (Niger Oriental), *Cah. ORSTOM Sér. Géol.*, 9, 1/2 : 3-14.
- HOLL A., 1990 - Les formes du pastoralisme au Sahara néolithique (1000-3000 B.P.). In *Nomades et Sédentaires en Asie centrale. Apports de l'archéologie et de l'ethnographie*. Ed. du CNRS, Paris : 141-155.
- HUARD P., 1952a - Les gravures rupestres de Gonoa (Tibesti), *Tropiques*, oct. 1952.

- HUARD P., 1952b - Etat des recherches rupestres au Tchad, *Tropiques*, août 1952.
- HUARD P., 1953a - Les gravures rupestres d'Oudingueur (Tibesti), *Tropiques*, mars 1953.
- HUARD P., 1953b - Art rupestre au Tchad, *Enc. mens. Outre-mer, Afrique Equatoriale* : 313-317.
- HUARD P., 1953c - Gravures et peintures rupestres du Borkou, *Bull. Inst. Etudes Centrafricaines*, 6 : 149-177.
- HUARD P., 1955 - Populations anciennes du Tibesti, *Enc. mens. Outre-mer, Afrique Equatoriale* : 366-370.
- HUARD P., 1957 - Nouvelles gravures rupestres du Djado, de l'Afafi et du Tibesti, *Bull. IFAN*, 19, B, 1-2 : 184-223.
- HUARD P., 1959a - Le Tibesti des Chasseurs, *Notre Sahara*, 7 : 33-47.
- HUARD P., 1959b - Aspects Géographiques, *Notre Sahara*, 10 : 34-47.
- HUARD P., 1959c - L'âge pastoral au Tibesti I, *Notre Sahara*, 12 : 17-28.
- HUARD P., 1959d - Répertoire des stations rupestres du sahara oriental français (confins Nigero-Tchadien-Tibesti-Borkou- Ennedi), *Journal de la santé des Africanistes* 1959 : 42-76.
- HUARD P., 1959e - Préhistoire et Archéologie au Tchad, *Bull. Inst. Etudes Centrafricaines*, N.S., 17-18 : 5-20.
- HUARD P. - Nouvelles données Sero-Anthropologiques sur les *Téda* du Tibesti, *Notes et Documents* : 451-453.
- HUARD P. - Recherche sur les traits culturels des chasseurs anciens du Sahara centre-oriental et du Nil. : 21-89.
- HUARD P., 1960a - L'âge pastoral au Tibesti II, *Notre Sahara*, 14 juillet 1960.
- HUARD P., 1960b - Contribution à l'étude du cheval, du fer et du chameau au Sahara Oriental, *Bull. IFAN*, 22, B, 1-2 : 134-178.
- HUARD P., 1961a - Les figurations d'animaux à disques frontaux et attributs rituels au Sahara, *Bull. IFAN*, 22, B, 3-4 : 476-517.
- HUARD P., 1961b - Les groupes sanguins des *Téda* du Tibesti, *Bull. IFAN*, 23, B, 1-2 : 328-329.
- HUARD P., 1962 - Archéologie et Zoologie : Contribution à l'étude du singe au Sahara oriental et central, *Bull. IFAN*, 24, B, 1-2 : 86-104.
- HUARD P., 1964a - Nouvelle contribution à l'étude du fer au Sahara et au Tchad, *Bull. IFAN*, 26, B, 3-4 : 297-396.
- HUARD P., 1964b - Etat de recherches sur les rapports entre les cultures anciennes du Sahara tchadien, de Nubie et du Soudan, *Bibliotheca Orientalis*, 21, 5-6 : 282-289.
- HUARD P., BREAUD G. & MARIE MASSIP J., 1959 - Préhistoire de sites paléolithiques du Sahara central tchadien et oriental. Notes et Documents : 853-874, *Bull. I.F.A.N.*, 31, B, 3 :
- HUARD P. & CHARPIN M., 1960 - Contribution à l'étude anthropologique des *Tédas* du Tibesti. *Bull. IFAN*, 22, B, 1-2 : 179-200.
- HUARD P. & LAPATINSKY O., 1962 - Gravures rupestres de Gonoa et de Bardaï (Nord Tibesti), *Bull. SPF-CRS*, 59, 9-10 : 626-635.
- HUARD P. & Cnes BACQUIE & SCHEIBLING, 1963a - Matériaux pour l'étude de l'âge du fer au Djourab (Tchad) I. Toungou, *Bull. IFAN*, B : 435-442.
- HUARD P. & Cne BACQUIE, 1963b - Matériaux pour l'étude de l'âge du fer au Djourab (Tchad) II Maledinga, *Bull. IFAN*, B : 442-451.
- HUARD P. & MARIE MASSIP J., 1963c - Gravures rupestres du Tibesti méridional et du Borkou, *Bull. SPF-CRS*, 60, 7-8 : 468- 481.
- HUARD P. & MARIE MASSIP J., 1964a - Prises de dates, manuscrits déposés, *Bull. SPF-CRS*, 1 : 10-11.
- HUARD P. & MARIE MASSIP J., 1964b - Gravures rupestres de Ye Lulu Loga (confins négro-tchadien), *Bull. SPF-CRS*, 8, : CXCII-CXCVII.
- HUARD P. & Cne BACQUIE, 1964c - Un établissement islamique dans le désert tchadien : Ouogayi, *Bull. IFAN*, 26, B, 1-2 : 1-20.
- HUARD P. & LE MASSON C., 1964d - Peintures rupestres du Tibesti oriental et méridional, *Objets et Mondes*, 4, 4 : 237-262.
- HUARD P. & MARIE MASSIP J., 1966 - Nouveaux centres de peintures rupestres au Sahara Nigero-Tchadien, *Bull. IFAN*, 28, B, 1-2 : 44-81.

- INNIS G., NOY-MEIR I., GODRON M. & VAN DYNE G., 1978 - Total-System simulation models, in BREYMEYER A. & VAN DYNE G. Éd., *Grasslands, System analysis and man*. IBP 19, Univ. Press, Cambridge : 759-797.
- ITC, 1990 - *ILWIS (Integrated land and water information system), user's manual, version 1-2*, Enschede, 211 p.
- ITC, 1992 - *ILWIS, user's manual*, 3rd ed., Enschede, 2 vol.
- JOLEAUD L. & LOMBARD J., 1933 - Mammifères quaternaires d'Ounianga-Kébir (Tibesti sud-oriental), *C.R. Acad. Sci.*, 196 : 497-499.
- JORGENSEN, S., 1988 - *Fundamentals of ecological modeling*, Developments in environmental modeling 9, Elsevier, Amsterdam, 391 p.
- JOUBERT G., 1935 - Un vieux serviteur de la France : le Faki Naïm, Tchad 1935 : 37 : - Monographie ancienne In CHAPELLE J., *Kréda et Kecherda du Soro*, inéd. IEMVT, Maisons Alfort.
- JOUBERT G., 1937 - La subdivision de Moussoro. - Monographie ancienne : 34 p., In CHAPELLE J., *Kreda et Kecherda du Soro*, inédit. IEMVT, Maisons-Alfort.
- LACOSTE A. & ROUX M., 1971-72 - L'analyse multidimensionnelle en phyto-sociologie et écologie : application à des données de l'étage subalpin des Alpes-maritimes, *Oecol. Plant.*, 6 : 353-369 ; 7 : 125-126.
- LACRONIQUE, J.F., 1993 - Les modèles prévisionnels ont-ils toujours un avenir ? *Sécheresse* 2, 4 :
- LEBART L., MORINEAU A. & PENELON J.P., 1982 - *Traitement des données statistiques, méthodes et programmes*, Dunod, Paris (2ème édition) : 510 p.
- LECLERCQ M., MIRE P. de & RIOUX, J.A., 1960 - Liste sommaire des Tabamidae (Diptera) du Nord Tchad. In *Mission Epidémiologique au Nord Tchad. PROHUZA*, OCRS 1960 : 110-111.
- LE COEUR Ch., 1935a - Le Tibesti et les Têda une circonscription, *Journal de la société des africanistes.*, 5, 1 : 41-60.
- LE COEUR Ch., 1935b - Causeries sur le Tibesti, In Coll., *Gens du roc et du sable. Les Toubou*, ouvrage en hommage à Charles et Marguerite Le Coeur, Textes réunis par C. Baroin, CNRS, Paris : 265-271.
- LE COEUR Ch., 1935c - Notes sur le Tibesti, In Coll., *Gens du roc et du sable. Les Toubou*, ouvrages et hommage à Charles et Marguerite Le Coeur, textes réunis par C. Baroin, CNRS, Paris, : 273-277.
- LE COEUR Ch., 1937 - Les mapalia numides et leur survivance au sahara, *Hespéris*, 24 : 29-45.
- LE COEUR Ch., 1943 - Humour et mythologie, Notes africaines, *Bull. IFAN*, 19 : 4-5.
- LE COEUR Ch., 1945 - Un Toubou conciliateur de l'islam et du christianisme, *Trav. Inst. Rech. Sahar.*, 3 : 155-159. Rééd. in *Revue des études islamiques* : 85-88.
- LE COEUR Ch., 1950 - *Dictionnaire ethnographique têda*, Larose, Paris, Mém. IFAN, 9, 143 p.
- LE COEUR Ch., 1951 - Méthode et conclusions d'une enquête humaine au Sahara nigero-tchadien, *C.R. 1^o Conf. Int. Africanistes de l'ouest*, 2 : 374-381.
- LE COEUR Ch., 1953a - Le système des clans au Tibesti. In Mémorial Charles Le Coeur, *Etudes nigériennes*, 1 : 11-16.
- LE COEUR Ch., 1953b - Technique, art et point d'honneur d'après l'inventaire d'une collection toubou (Daza), *Etudes nigériennes*, 1 : 17-34.
- LE COEUR Ch., 1953c - L'honneur et le bon sens chez les Toubous du Sahara central, études des particularités de l'instinct humain dans une société spontanée, *Etudes nigériennes*, 1 : 35-56.
- LE COEUR Ch., 1969 - *Carnets de route 1933-1934*, CRNS, Paris.
- LE COEUR Ch., 1970 - Mission au Niger, juillet-décembre 1969, *Journal de la société des africanistes*, 40, 2 : 160-168.
- LE COEUR Ch. & M., 1944 - *Grammaire et textes têda-daza*, M. Le Coeur (éd.), Mém. IFAN n° 46, Larose, Paris, 394 p.
- LE COEUR M., 1952 - Compte rendu d'une mission au Niger, *Bull. IFAN*, 14, 3 : 1108-1110.
- LEFEUVRE J.C. & BARNAUD G., 1988 - Ecologie du paysage : mythe ou réalité ? *Bull. Ecol.* 19, 4 : 493-522.
- LELUBRE M., 1948 - Contribution à la préhistoire du Sahara. Les peintures rupestres de Dohone (Tibesti Nord-Oriental), *Bull. SPF-CRS*, 45 : 163-171.

- LE ROUVREUR A., 1962 - *Sahariens et Sahéliens du Tchad*, Paris, Berger-Levrault, 467 p., (réed. 1989, l'Harmattan, Paris, 470 p.).
- LEVIF J., 1966 - *Economie pastorale de la région de Moussoro (Tchad)*, IEMVT, Maisons-Alfort : 129 : + 1 carte 1/1 000 000.
- LHOTE H., 1952a - Varia sur la sandale et la marche chez les Touaregs, *Bull. IFAN*, 14, A, 2 : 516-522.
- LHOTE H., 1952b - Gravures, peintures et inscriptions rupestres du Kaouar, de l'Aïr et de Ladrar des IFRORAS, *Bull. IFAN*, 14, A, 4 : 1268-1340.
- LHOTE H., 1953 - Le cheval et le chameau dans les peintures et gravures rupestres du Sahara, *Bull. IFAN*, 15, A, 3 : 1138-1228.
- LHOTE H., 1970 - Le peuplement du Sahara néolithique d'après l'interprétation des gravures et des peintures rupestres, *J. Soc. Africanistes*, 40, 2 : 91-102.
- LHOTE H., 1987 - *Chameau et Dromadaire en Afrique du Nord et au Sahara, recherches sur leurs origines*. Groupe media International, Paris.
- LHOTE H. & HUARD P., 1965 - Gravures rupestres de l'Aïr, *Bull. IFAN*, 27, B, 3-4 : 445-471.
- LI T.X., GODRON M. & SOSA-RAMIREZ, 1988 - Phyto-écologie et potentialités forestières du Mont-Lozère (Parc national des Cévennes, France).- II^o Sémin. int. Réserves Biosphères Médit., Montseny, (Espagne), MAB-UNESCO : 137-155.
- LOPATINSKY O., 1968 - Armes Tedda, *Objets et Mondes*, 8, 3.
- LOPATINSKY O., 1970 - *Les Tedda du Tibesti et le problème de survie*, Thèse, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris
- MAGLIONE G., 1970 - Le gisement chloro-sulfaté sodique de l'île de Napal (Archipel du Lac Tchad), contribution à la connaissance du bassin tchadien, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 81-94.
- MAIRE N.P., 1986 - Paléoclimatologie du Sahara occidental et central pendant les deux derniers optima climatiques aux latitudes paratropicales, *INQUA/1986* Dakar, Symposium : 487-489.
- MAIRE R., 1943 - Contribution à l'étude de la flore des montagnes du Sahara Méridional, *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord* 34 : 134-141.
- MAIRE R., 1950 - *Etude sur la flore et la végétation du Tibesti*. Librairie Larose, Paris.
- MALEY J., 1981 - Etudes palynologiques dans le bassin du Tchad et paléoclimatologie de l'Afrique nord tropicale de 30 000 ans à l'époque actuelle, *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, 129 : 1-586.
- MALEY J., COHEN J., FAURE H., ROGNON P. & VINCENT P., 1970 - Quelques formations lacustres et fluviatiles associées à différentes phases du volcanisme au Tibesti, Nord du Tchad, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 127-152.
- MARRIOTT F. & WINT G., 1985 - Sampling and statistics in low level aerial survey, *Rapport au Centre International pour l'Elevage en Afrique (CIPEA)*, Addis Abeba.
- MASANOV N., 1990 - La dispersion comme loi générale de l'activité de la société nomade, In FRANCFORT H., *Nomades et Sédentaires en Asie Centrale, apport de l'archéologie et de l'ethnologie*, Ed. du CNRS, Paris : 93-203.
- MATARASSO, P. Édité. - 1990 - *Représentation, modélisation, développement*, Agropolis, Montpellier, 412 p.
- MATHEU J., 1968 - Nouvelles datations du Néolithique du Sahara algérien par la méthode du C 14, *Bull. IFAN*, 30, B, 2 : 439-443.
- MAUNY R., 1949 - Etat actuel de nos connaissances sur la préhistoire de la colonie du Niger, *Bull. IFAN* : 141-156.
- MAUNY R., 1952 - Essai sur l'histoire des métaux en Afrique Occidentale, *Bull. IFAN*, 14, A, 2 : 545-595.
- MAUNY R., 1956 - Préhistoire et Zoologie : la grande Faune éthiopienne du Nord-Ouest Africain du Paléolithique à nos jours, *Bull. IFAN*, 18, A, 1 : 246-279.
- MAUNY R., 1963 - Poteries engobées et peintes de tradition nilotique de la région de Koro-Toro (Tchad), *Bull. IFAN*, 25, B, 1-2 : 39-46.
- MAUNY R. & J. & M. GAUSSEN, 1968 - Commentaire sur la datation au carbone 14 de deux villages néolithiques du Sahara malien, *Bull. IFAN*, 30, B, 4 : 1317-1321.
- MONOD Th., 1951 - Note préliminaire sur quelques gravures rupestres de la région d'Aozou (Tibesti), 1^{ère} conférence Internationale des Africanistes de l'Ouest : 443-446.

- MONOD Th., 1967 - Notes sur le harnachement chamelier, *Bull. IFAN*, 30, B : 234-306 + planches.
- MONOD Th., 1968 - Les bases d'une division géographique du domaine saharien, *Bull. IFAN*, 30, B, 1 : 269-288.
- MOREL P.C. & VASSILIADES G., 1962 - Les Rhipécephalus du groupe sanguineus : espèces africaines (Acariens : Ixodoidea), *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 2, 15 : 343-386.
- MUKASA-MUGERWA, E., 1985 - La chameau (*Camelus dromaderius*) : Étude bibliographique, *Monogr. CIPEA*, 5 : 1-111.
- MUZZOLINI A., 1979 - Pluviaux sahariens et âge des eaux, *Bull. Soc. Mérid. Spél. Préh.*, 19 : 43-57.
- MUZZOLINI A., 1980a - Les datations au C 14 sur roches carbonatées en zone aride. Corrections à appliquer et incertitudes, *Trav. Lab. Anthr. Préh. Eth. Pays de la Médit. Occid.*, Aix-en-Provence : 1-17.
- MUZZOLINI A., 1980b - Précision des datations au C 14 des pluviaux holocènes sahariens : le point de vue de l'archéologue, *Rev. Archéométrie*, 4 : 77-85.
- MUZZOLINI A., 1980c - Article Boeuf (Préhistoire). In *Encycl. berbère*, cah. 27 : 1-16, déc., LAPEMO, Aix-en-Provence.
- MUZZOLINI A., 1980d - L'âge des peintures et gravures du Djebel Ouenat et le problème du Bos brachyceros au Sahara, *Trav. Inst. Art Préh.*, Univ. Toulouse-Mirail, 22, 347-371.
- MUZZOLINI A., 1981a - Essai de classification des peintures bovidiennes du Tassali, *Préhist. Ariégeoise*, 36 : 93-113.
- MUZZOLINI A., 1981b - La datation des premiers boeufs domestiques sur les figurations rupestres du Sahara central. La période bubaline, *Bull. Ass. Int. Et. Préh. Egypt. L'Egypte avant l'Histoire*, 3 : 15-38.
- MUZZOLINI A., 1981c - Les premiers boeufs domestiques au Sahara central. Les documents des fouilles, *Bull. Sté. Mérid. Spél. Préh.*, 21 : 19-34.
- MUZZOLINI A., 1981d - Les datations du Néolithique saharien et les problèmes du C 14, *Trav. Inst. Art Préh.* Univ. Toulouse-Mirail, 23 : 169-197.
- MUZZOLINI A., 1982a - Les climats sahariens durant l'Holocène et la fin du Pléistocène, *Trav. Labo. Anthr. Préh. et Ethnol. Pays Médit. Occid.* Aix-en-Provence, 2, 1-38.
- MUZZOLINI A., 1982b - Le vocabulaire zoologique relatif aux boeufs en Egypte, au Maghreb et au Sahara durant l'Holocène, *Bull. Ass. Int. Et. Préh. égypt.* L'Egypte avant l'Histoire, 4 : 21-39.
- MUZZOLINI A., 1982c - Une relecture de la littérature archéologique relative au Bos ibericus, *Bull. Sté. Mérid. Spél. Préh.*, 22 : 11-29.
- MUZZOLINI A., 1983a - Incertitudes sur les datations C 14 du Néolithique saharien, *Actes 21^e Congrès Préh. Sté Préh. Fr.*, sept. 1979, II : 207-218.
- MUZZOLINI A., 1983b - La préhistoire du boeuf dans le nord de l'Afrique durant l'Holocène, *Ethnozootechnie*, 32 : 16-36 et 193-195.
- MUZZOLINI A., 1983c - Les pluviométries durant les Humides holocènes au Sahara. Symposium Modifications de l'environnement à la fin du Pléistocène et pendant l'Holocène dans le bassin méditerranéen occidental, *Cahiers Ligures Préh. Protoh.*, 1985, NS, 2 : 163-179.
- MUZZOLINI A., 1983d - L'intensité des Humides holocènes sahariens : estimations maximalistes et estimations modérées. ACTT, CNRS et CRIAA, p.53-70, *Symposium Archéologie Africaine*, Bordeaux, sept. 1983.
- MUZZOLINI A., 1983e - Les types de boeufs domestiques dans l'Egypte ancienne, *Bull. Sté Mérid. Spél. et Préh.*, 23 : 55-75.
- MUZZOLINI A., 1983f - Les gravures et peintures rupestres de l'Acacus (Libye) : une revision de la classification et de la chronologie relative traditionnelle (en collab. avec Dr. KOLMER, H.). Préh. Ariégeoise, *Bull. Sté Préh. Ariège*, 38 : 165-186.
- MUZZOLINI A., 1984 - Les relations du Sahara néolithique avec les régions méditerranéennes ou nilotiques, *Mediterranea*, 14 : 26-33.
- MUZZOLINI A., 1985 (paru en 1989) - Les climats au Sahara et sur ses bordures, du Pléistocène final à l'Aride actuel, *Empuries Barcelona*, 47 : 8-27.
- MUZZOLINI A., 1987 - Tassili-Sud, Aïr oriental, Ténéré, Djado. La frontière orientale des écoles rupestres du Sahara central, *Ars Praehistorica*, 5-6 : 103-130.

- MUZZOLINI A., 1988 - Compte-rendu des Eléments de préhistoire de l'Afrique du Nord et du Sahara de F. Soleilhavoup, 1987, *Préh. Ariégeoise*, 43 : 239-241.
- MUZZOLINI A., 1989a - Les débuts de la domestication des animaux en Afrique : faits et problèmes. *In* Etat sauvage, apprivoisement, état domestique, *Ethnozootechnie*, 42 : 7-22.
- MUZZOLINI A., 1989b - La néolithisation du nord de l'Afrique et ses causes. *In* AURENCHE O. & CAUVIN J. Édité., *Néolithisations*, Maison de l'Orient méditerranéen (CNRS - Université Lyon 2), BAR Internat. Séries 516, Oxford : 145-186.
- MUZZOLINI A., 1989c - Pour des approches rationnelles et différenciées dans l'étude des divers centres mondiaux d'art rupestre préhistorique, *Espacio, Tiempo y Forma*, Univ. Nac. Educac.a Distancia, Fac. Georg. e Hist., S. I. Préh. y Arqueo : 15-47.
- MUZZOLINI A., 1992 - L'état actuel des études sur l'art rupestre saharien : pesanteurs et perspectives, *Ars Praehistorica*, 7-8 : 265-277.
- N'DIAYE P. & LAKE L., 1987 - Evaluation d'un traitement graphique des données d'inventaire floristique de l'embouchure du Saloum (Sénégal), *Note de biogéographie*, Dakar, 2 : 8-29.
- NOEL P., 1920 - Etude ethnographique et anthropologique sur les *Téda* du Tibesti.- *L'Anthropologie*, 30 : 115-135.
- NORTON G., 1978 - *Counting animals*. A series of handbooks on techniques in African wildlife ecology. Handbook n°1. African Wildlife Leadership Foundation, Nairobi, Kenya.
- O.C.R.S., 1960 - *Etude d'un Ranch au Kanem (Tchad)*, SCET- Coopération El 001 : 122 : + annexes.
- PASSEMARD, E. & SAINT FLORIS, H. De, 1935 - Les peintures rupestres l'Ennedi, *J. Soc. Africanistes*, 5, 1 : 97-112.
- PATTEN B. Édité., 1971 - *Systems analysis and simulation in ecology*, Acad. Press, N.Y., 604 p.
- PETIT J., 1958 - Une mission ethnographique et archéologique au Tibesti, *Trav. Inst. Rech. Sah.*, 17 : 219-220.
- PIAS J., 1960 - *Les sols du Moyen et Bas Logone, du Bas Chari, des régions riveraines du Lac Tchad et du Bahr-el-Ghazal*, ORSTOM-CRT, N'Djaména : 5 vol.
- PIAS J., 1970 - *Carte pédologique du Tchad*, Notice explicative n°41, ORSTOM, Paris, +2 cartes au 1/1 000 000.
- PIAS J. - Paléosols de la cuvette tchadienne, *Proc. 9th Int. Cong. Soils Sci.*, 4, paper 15.
- PIAS J. & GUICHARD E., 1960 - *Etude pédologique des rives du Lac Tchad de Djantilo à Bol et du sillon du Bahr-el-Ghazal de Massakory à Moussoro*, ORSTOM-CRT, N'Djaména, 177 p + 5 cartes coul. au 1/100 000.
- PIAS J. & BARBERY J., 1961 - *Etude pédologique du Ranch de l'Ouadi-Rimé*, ORSTOM-CRT, N'Djaména, 113 p. + 3 cartes.
- PIAS J. & BARBERY J., 1962 - *Etude pédologique du Ranch de l'Ouadi-Rimé (partie nord du ranch)*, ORSTOM-CRT, N'Djaména, 73 p. 4 cartes.
- PIAS J. & POISOT P., 1964 - *Note explicative, cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000*. feuilles de Bokoro, Guera, Mongo, ORSTOM, Paris. + cartes au 1/200 000.
- POISSONET J., 1979 - Equilibre et déséquilibre des phytocénoses herbacées, *CNRS-CEPE, Xème journée de Grenier de Thiex*, INRA : 463-468.
- POISSONET J., 1990 - *Inventaire des ressources agro-sylvo-pastorales (ASP) dans la Préfecture du Borkou-Ennedi-Tibesti*, Institut de Botanique, Montpellier, 35 p.
- PEP (Programme Ecologie pastorale), 1991 - *Rapport d'avancement*, Laboratoire de Farcha, N'Djaména.
- PEP (Programme Ecologie pastorale), 1992 - *Rapport d'avancement*, Laboratoire de Farcha, N'Djaména.
- QUEZEL P., 1957 - Plantes nouvelles du Tibesti, *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, 48 : 82-104.
- QUEZEL P., 1958 - Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Borkou et du Tibesti. *In* *Mission Botanique au Tibesti*, Université d'Alger, *Mém. Inst. Rech. Sah.*, 4, 357 p.
- QUEZEL P., 1959 - Nouvelle contribution à la flore du Tibesti, *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord.*, 50 : 19-33.
- QUEZEL P. & MOUNIER P., 1958 - Une spergulaire nouvelle du Tibesti, *Spergularia tibestica*, *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, 49 : 279-285.

- QUEZEL P. & MARTINEZ C., 1958 - Etude palynologique de deux diatomites du Borkou (Territoire du Tchad AEF), *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, 49 : 230-244.
- REQUIN Lt., 1935 - Les clans *Téda* du Tibesti, *Bull. Comité de l'Afrique française* : 55-59 et 259-264.
- RICHARD J.F., 1975 - Paysages, écosystèmes, environnement : une approche géographique de *l'espace géographique*, 2 : 81-92.
- RICHARD J.F., 1989 - *Le paysage - Un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux.* - Coll. *Initiations - Documentations techniques*, Édit. ORSTOM, 72 : 210 p. + annexes.
- RICHARD D. & HEIN V., 1985 - Les éléments minéraux dans les pâturages naturels. In *Elevage et potentialités pastorales sahéliennes. Synthèses cartographiques, Tchad*, IEMVT/CTA.
- RIM (Ressource Inventory and Management), 1987 - *Un refuge dans le Sahel*. Rapport au Ministère des Ressources Naturelles et de l'Elevage, République du Mali.
- RIM, 1992a - *Nigerian livestock resources (4 volumes)*. Rapport au Federal Department of Livestock and Pest Control Services, Abuja, Nigeria.
- RIM, 1992b - *Survols aériens à basse altitude du cheptel, des habitations humaines et des ressources pastorales dans la région du Bahr-el-Ghazal, Tchad, août 1991*, Laboratoire de Farcha, N'Djaména (Tchad), 75 p. + Annexes.
- RIM, 1993 - *Survols aériens à basse altitude du cheptel, des habitations humaines et des ressources pastorales dans la région du Bahr-el-Ghazal, Tchad, février 1993*, Laboratoire de Farcha, N'Djaména (Tchad), 114 p. + Annexes.
- RIOUX J.A., 1960a - Aspects du Nord-Tchad, *Rondibilis*, 5, 1 : 4-7.
- RIOUX J.A., 1960b - Contribution à l'étude des culicidés (Diptera-culicidae) au Nord du Tchad. In *Mission épidémiologique au Nord Tchad*. PROHUZA, OCS : 53-92.
- ROCHE M.A., 1970 - Evaluation des pertes du Lac Tchad par abandon superficiel et infiltration marginales, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 21 : 67-80.
- ROGON P., 1991 - Les sécheresses au Sahel replacées dans l'évolution climatique des vingt derniers millénaires, *Sécheresse*, 3 : 199-210.
- ROSET J.P., 1968 - *Quatre sépultures préislamiques dans la région de Zouar (Tibesti). Premières observations*, ORSTOM, Fort-Lamy, 62 p.
- ROSET J.P., 1971a - Nouvelles stations rupestres situées dans l'Est de l'Aïr (massif de Takolo Kouzet). *Comm. 7ème congrès de préh. et d'étude du quota*. Addis Abeba 6-12 déc. ORSTOM, N'Djaména.
- ROSET J.P., 1971b - Note préliminaire : l'étude des industries préhistoriques du Niger Oriental et leur contexte statigraphique, *Bull. de l'ASEQUA*, déc. 1971 : 9-18.
- ROSET J.P., 1971c - Art rupestre en Aïr, *Archeologia*, 39 : 24-31.
- ROSET J.P., 1973 - Une meule néolithique ornée du Ténéré (Sahara nigérien), *Archeologia*, 58 : 66-68.
- ROSET J.P., 1974 - Contribution à la connaissance des populations néolithiques et protohistoriques du Tibesti, *Cah. ORSTOM*, Sér. Sci. Hum., 11, 1 : 47-84.
- ROSET J.P., 1983 - Nouvelles données sur les problèmes de néolithisation du Sahara méridional : Aïr et Ténéré au Niger, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 13, 2 : 119-142.
- ROSET J.P., BROIN F. de, FAURE M., GAYET M., GUERIN C. & MOUCHET F., 1990 - La faune de TIN Ouaffadine et d'Adrar BOU 10, deux gisements archéologiques de l'Holocène ancien au Niger oriental, *Géodynamique*, 5, 1 : 67-89.
- RUFFIE J. & DUCOS, 1960 - Note sur l'hétérogénéité de certains clans toubous du Sahara Oriental. Importance de l'isolement géographique, *C.R. Acad. Sci.*, : 2762-2764.
- SAGNE J., 1950 - *L'Algérie pastorale, ses origines, sa formation, son passé, son présent, son avenir*. Imp. Fontana, Alger, 267 p.
- SCHNEIDER J., 1939 - Le Tibesti, *Bull. Soc. Recher. Congolaises*, 27 : 5-93.
- SCHNEIDER J.L., 1966a - Carte hydrogéologique de reconnaissance au 1/500 000. Feuille de Mao, notice explicative, *BRGM* : 11 p.
- SCHNEIDER J.L., 1966b - Carte hydrogéologique de reconnaissance au 1/500 000. Feuille de N'Djaména (ex. Fort-Lamy), notice explicative, *BRGM* : 13 p.
- SCHNEIDER J.L., 1969 - Evolution du dernier lacustre et peuplement préhistorique aux pays bas du Tchad, *Bull. IFAN*, 31, A : 259-263.

- SCHNEIDER J.L., 1991 - Les principaux événements hydroclimatiques en Afrique sahélo-saharienne depuis 1200 A.D, *C.R. Acad. Sci.*, 312 : 93-96.
- SCHNEIDER J.L. - Contribution des données isotopiques à la connaissance paléohydroclimatologique : le Pléistocène supérieur du Nord Kanem, *C.R. Acad. Sci.*
- SCHNEIDER J.L. & WOLFF J.-P., 1987 - *Actualisation des connaissances sur les ressources en eau souterraine de la République du Tchad*. 1ère partie : présentation générale et bibliographique : 44 p., 2ème partie : Synthèse des données hydrogéologiques et carte au 1/1 500 000, 105 p. + annexes.
- SCHOLTE P., YOSKO I. & BECK R., 1991 - La réintroduction de *Blepharis linariifolia*, *Programme Ecologie Pastorale*, Laboratoire de Farcha, N'Djamena, 6 p.
- SCHOLTE P., LOMAYE M. & YOSKO I., 1992 - *Apports de la télédétection et d'un système d'information géographique aux recherches du Programme Ecologie pastorale (Tchad)*. Séminaire atelier sur les applications de la télédétection au suivi et à la gestion des ressources pastorales au Sahel, Centre Agrhymet, Niamey, 9 p.
- SELIQUER Cne, 1945 - Eléments d'une étude archéologique des pays-bas du Tchad, *Bull. IFAN*, 7, 1-4 : 191-209.
- SERVANT M., 1970 - Données stratigraphiques sur le Quaternaire supérieur et récent au Nord-Est du Lac Tchad, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 95-114.
- SERVANT M., SERVANT-VILDARY, S. - L'environnement quaternaire du bassin du Tchad. Mission ORSTOM, LAPAZ, Bolivie : 133-162.
- SERVANT S., 1970 - Répartition des diatomées dans les séquences lacustres hologènes au Nord-Est du Lac Tchad, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 2, 1 : 115-126.
- SERVANT-VILDARY S., 1973 - Le Plio-Quaternaire ancien au Tchad : évolution des associations des diatomées, stratigraphie, paléoécologie, *Cah. ORSTOM*, Sér. Géol., 5, 2 : 169-216.
- STUTH J.W. & LYONS, B.G., 1993 - *Decision support system in the management of the grazing lands*, MAB series, UNESCO, Paris, 320 p.
- TACHER G., 1975a - Notes sur la démographie bovine du Sahel. I - Représentation et projection théorique du troupeau par un modèle mathématique, *Rev. Élev. Méd. Vét. pays Trop.*, 28, 4 : 547-569.
- TACHER G., 1975b - Notes sur la démographie bovine au Sahel. II - Représentation et projection théorique du troupeau par un modèle mathématique après une catastrophe.- *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 28 (4) : 571-595.
- TAUFFLIEB R. & FINELLE P., 1956 - Ecologie et Biologie des Tabanides d'Afrique Equatoriale Française, *Bull. Inst. Etudes Centrafricaines*, 12 : 209- 251.
- TREINEN F., 1975 - La nécropole de Nemra, région de Koro- Toro, Tchad, *W.A.J.A.*, 5 : 53-79.
- TREINEN-CLAUSTRE F., 1977 - Quatre vases peints protohistoriques du Nord-Tchad, *Objets et Mondes*, 17, 4 : 187-192.
- TREINEN-CLAUSTRE F., 1978a - Nouveaux éléments de datation absolue pour l'Age du Fer de la région de Koro-Toro (Nord du Tchad), *L'Anthropologie*, 82, 1 : 103-109.
- TREINEN-CLAUSTRE F., 1978b - Eisenzeitliche Fune aus dem Nord Tschad, in *Sahara-1000 Jahre zwischen Weide und Wüste*, Ausstellungskatalog, Köln : 330-333.
- TREINEN-CLAUSTRE F., 1981 - Les tombes de Namanamassou (Tibesti) et leur contexte céramique et lithique. Préhistoire Africaine, mélanges offerts au Doyen Lionel Balout, Recherches sur les grandes civilisations, synthèse 6, Paris, *A.D.P.F.* : 59-68.
- TREINEN-CLAUSTRE F., 1982 - *Sahara et Sahel à l'âge du Fer, Borkou, Tchad*, Société des africanistes, Musée de l'homme, Paris, 213 p.
- TRONCY, 1967 - Enquête sur la trypanosomiose des bovins du Kanem, *Rapport de Mission janv.-août-sept.*, IEMVT, Laboratoire de Farcha, Tchad
- TUBIANA M.J., 1960 - La Mission du Centre National de la Recherche Scientifique aux confins du Tchad, *Cahiers d'Etudes Africaines*, 1 : 115-120.
- TUBIANA M.J., 1969 - La pratique actuelle de la cueillette chez les Zaghawa du Tchad, *J. Agric. Trop. Bot. App.*, 16, 2-5 : 55-83.
- TUBIANA M.J., 1971 - Système pastoral et obligation de transhumer chez les Zaghawa, *Etudes Rurales*, 42 : 120-177.

- TUBIANA M.J., 1973 - Un peuple noir aux confins du Tchad et du Soudan : les Béri aujourd'hui, *Cahiers d'Outre-Mer*, 103 : 250-278.
- TUBIANA M.J., 1975 - Les éleveurs du sahel peuvent résister à la sécheresse, l'exemple de la tribu Zaghawa du Sud, *Croissance des Jeunes Nations*, 154-155 : 27-30.
- TUBIANA M.J., 1977 - Stratégies traditionnelles et modernes pour une utilisation des ressources en eau et en pâturage au nord Dar-Fur, *Rev. Fr. Etudes Politiques africaines*, mars : 74-84.
- TUBIANA M.J., 1983 - Réaction à la famine dans une société traditionnelle, *Le Mois en Afrique* : 265-274.
- TUBIANA M.J., 1987 - *Problèmes posés par l'arrivée massive des nomades dans une zone occupée par les sédentaires et par la naissance des groupements nouveaux : Batha, Tchad*, CNRS, Paris, 7 p.
- TUBIANA M.J. & TUBIANA J., 1975 - Tradition et développement au Soudan Occidental, *In Pastoralism in tropical Africa*, University Press, Oxford : 468-486.
- UNDERWOOD E.J., 1981 - *The mineral nutrition of livestock*, Farnham Royal, 2nd ed., CAB, 180 p.
- WALLISER B., 1977 - *Systèmes et modèles, introduction critique à l'analyse de système*, Le Seuil, Paris : 247 p.
- YOSKO I., 1989 - *Pâturages naturels sahéliens, Evolution et contrôle continu dans le cadre des systèmes d'élevage extensif au Kanem (Tchad) et au Ferlo (Sénégal)*, Mémoire Dipl. Aménagement Past., Univ. Cheikh A. DIOP, Dakar, 86 p. + 1 carte h.t. 1/400 000.
- YOSKO I., GASTON A., GODRON M. & POISSONET J., 1991 - Propositions de méthodes pour l'étude des relations entre les facteurs de la production dans un système pastoral sahélien du Tchad (région du Bahr-El-Ghazal), *C.R. 4^e Cong. Int. Terres de Parcours, Montpellier*, AFP, Montpellier : 769-771.
- YOSKO I., GODRON M. & POISSONET J., 1991 - Un modèle de gestion de l'espace pastoral dans la région du Bahr-el-Ghazal, *C.R. 4^e Congr. Int. Terres de Parcours, Montpellier*, AFP, Montpellier : 840-841.
- ZELTNER J.C., 1980 - *Pages d'histoire du Kanem, pays tchadien*. L'Harmattan, Paris, 278 p.

Travaux personnels

- SCHOLTE P., YOSKO I. & BECK R., 1991 - La réintroduction de *Blepharis linariifolia*, *Programme Ecologie Pastorale*, Laboratoire de Farcha, N'Djamena, 6 p.
- SCHOLTE P., LOMAYE M. & YOSKO I., 1992 - *Apports de la télédétection et d'un système d'information géographique aux recherches du Programme Ecologie pastorale (Tchad). Séminaire atelier sur les applications de la télédétection au suivi et à la gestion des ressources pastorales au Sahel*, Centre Agrhymet, Niamey, 9 p.
- YOSKO I., 1989 - *Pâturages naturels sahéliens, Evolution et contrôle continu dans le cadre des systèmes d'élevage extensif au Kanem (Tchad) et au Ferlo (Sénégal)*, Mémoire Dipl. Aménagement Past., Univ. Cheikh A. DIOP, Dakar, 86 p. + 1 carte h.t. 1/400 000.
- YOSKO I., 1990 - Essais méthodologique à partir des données bibliographiques pour l'étude des interrelations entre les facteurs de la production d'un système pastoral sahélien du tchad (Région du Bahr-el-Ghazal), *Notes de biogéographie*, Fac. Lettres, Dakar, sous presse, 36 p.
- YOSKO I., 1990 - Culture pastorale et gestion des parcours du Bahr-el-Ghazal (Tchad), Laboratoire de Farcha, N'Djamena, 10 p.
- YOSKO I., 1991 - *Application des tenseurs à l'étude des interrelations entre les facteurs de la production d'un système pastoral sahélien*, Laboratoire de Farcha, N'Djamena, 4 p.
- YOSKO I., GASTON A., GODRON M. & POISSONET J., 1991 - Propositions de méthodes pour l'étude des relations entre les facteurs de la production dans un système pastoral sahélien du

Tchad (région du Bahr-El-Ghazal), *C.R. 4 ° Cong. Int. Terres de Parcours, Montpellier*, AFP, Montpellier : 769-771.

YOSKO I., GODRON M. & POISSONET J., 1991 - Un modèle de gestion de l'espace pastoral dans la région du Bahr-el-Ghazal, *C.R. 4 ° Congr. Int. Terres de Parcours, Montpellier*, AFP, Montpellier : 840-841.

ANNEXES

ANNEXE I

Liste des espèces rencontrées

Acacia laeta R.BR.
Acacia nilotica (L.) WILLD.
Acacia senegal (L.) WILLD.
Acacia seyal DEL.
Acacia tortilis ssp. *raddiana* (SAVI) BRENAN
Adansonia digitata L.
Aerva javanica (BURM.f.) JUSS.
Alysicarpus ovalifolius (SCHUM. & THONN.) LEONARD
Anogeissus leiocarpus (DC) GUILL. & PERROTT.
Aristida adscensionis L.
Aristida mutabilis TRIN. & RUPR.
Aristida stipoides LMK.
Asparagus flagellaris (KUNTH.) BAK.
Balanites aegyptiaca (L.) DEL.
Bauhinia rufescens LMK.
Blepharis linariifolia PERS.
Boscia senegalensis (PERS.) LMK.
Brachiaria deflexa (SCHUM.) HUBB.
Brachiaria ramosa (L.) STAPF
Brachiaria xantholeuca (HACK.) STAPF
Cadaba farinosa FORSSK.
Cadaba glandulosa FORSSK.
Calotropis procera (AIT.) AIT.f.
Capparis corymbosa LMK.
Capparis decidua (FORSSK.) EDGEW.
Capparis tomentosa LMK.
Cassia mimosoides L.
Cassia nigricans VAHL.
Cassia obtusifolia L.

Cenchrus biflorus ROXB.
Cenchrus ciliaris L.
Cenchrus prieurii(KUNTH) M.
Centotheca lappacea (L.) DESV.
Chaetacme aristata E. MEY
Chrozophora plicata (VAHL) A.JUSS.
Chrozophora senegalensis (LMK.) A.JUSS.
Citrullus lanatus (THUNB.) MATSUMARA & NAKAI
Cleome gynandra L.
Cleome viscosa L.
Combretum aculeatum VENT.
Combretum glutinosum PERR.
Combretum micrantum G.DON
Combretum nigratum
Combretum nigricans LEPR.
Commiphora africana (A.RICH.) ENGL.
Commiphora quadricincta
Corchorus tridens L.
Corchorus trilocularis L.
Cordia sinensis LMK.
Cornulaca monocantha
Ctenium elegans KUNTH
Cucumis melo L.
Cymbopogon proximus HOCHST.
Cyperus jeminicus ROTTB.
Cyperus rotundus L.
Dactyloctenium aegyptium (L.) WILLD.
Dalbergia melanoxylon GUILL. & PERR.
Dichrostachis cineria (L.) WIGHT & ARN.
Enteropogon prieurii (KUNTH) CLAYTON
Eragrostis aegyptiaca (WILLD.) LINK.

Eragrostis densa WILLD.
Eragrostis gangetica (ROXB.) STEUD
Eragrostis pilosa (L.) P.B.
Eragrostis tremula HOCHST.
Euphorbia convolvuloides
Euphorbia forsskallii J.GAY
Euphorbia hirta L.
Euphorbia hyssopifolia
Faidherbia albida (DEL.) CHEV.
Farsetia stylosa R.BR.
Fimbristylis hispidula (VAHL) KUNTH
Geigeria alata (DC.) OLIV. & HIERN.
Gisekia pharnacioides L.
Glinus lotoides L.
Grewia flavescens JUSS.
Grewia mollis JUSS.
Grewia villosa WILLD.
Guiera senegalensis GMEL.
Heliotropium baclei DC. & A.DC.
Heliotropium ramosissimum (LEHM.) DC.
Hyphaene thebaica (L.) MART.
Indigofera aspera PERR.
Indigofera colutea (BURM.f.) MERRILL
Indigofera diphylla VENT.
Indigofera hirsuta L.
Indigofera hochstetteri BAK.
Indigofera purpurea
Indigofera senegalensis LMK.
Indigofera sesquijuga CHIOV.
Indigofera sessiliflora
Lannea acida A.RICH.

Lannea humilis (OLIV.) ENGL.
Leptactina senegambica HOOK.f.
Leptadenia hastata (PERS.) DECNE.
Leptadenia pyrotechnica (FORSSK.) DECNE.
Leucas martinicensis (JACQ.) R.BR.
Limeum viscosum (GAY) FENZL.
Loudetia togoensis (PILG.) HUBB.
Maerua crassifolia FORSSK.
Mollugo nudicaulis LMK.
Monsonia senegalensis GUILL. & PERR.
Panicum laetum KUNTH
Panicum turgidum FORSSK.
Pergularia tomentosa L.
Piliostigma reticulatum (DC.) HOCHST.
Polycarpaea linearifolia (DC.) DC.
Polygala irregularis BOISS.
Pulicaria incisa (LMK.) DC.
Salvadora persica L.
Schmidtia pappophora
Schoenefeldia gracilis KUNTH
Sclerocarya birrea (A.RICH.) HOCHST.
Sesamum alatum THONN.
Sida alba L.
Spermacoce radiata (DC.) SIEBER
Tephrosia bracteolata GUILL. & PERR.
Tephrosia linearis (WILLD.) PERS.
Tephrosia purpurea (L.) PERS.
Tephrosia uniflora PERS.
Tragus berteronianus SCHULT.
Tragus racemosus (L.) ALL.
Tribulus terrestris L.

Trichoneura mollis (KUNTH) EKMAN

Ziziphus mauritiana LMK.

Zornia glochidiata REICHB.

ANNEXE II

Résultats d'analyses d'échantillons de natron

CIRAD - EMVT
Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

Expéditeur : MR. IDRISS YOSKO
L.R.V.Z.
B.P. 433
N'DJAMENA
TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON; 09/92

Origine géographique : FAYA

N° d'analyse IEMVT : 034510 Date de réception : 27/04/1993	Résultats exprimés en :	
	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	23,34	0,00
Matière sèche (MS)	76,66	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	76,09	99,26
Matière organique	0,57	0,74
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	19,92	25,98
. Minéraux majeurs :		
Calcium	0,02	0,03
Phosphore	0,03	0,04
Magnésium	0,01	0,01
Potassium	0,00	0,00
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	2,5	3,3
Zinc	2,3	3,0
Manganèse	10,5	13,7
Fer	370	483
Sodium	226000	294808

Maisons-Alfort, le 11/05/1993
Le Chef du service Alimentation :



CIRAD - EMVT
Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

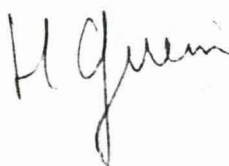
Expéditeur : MR. IDRIS YOSKO
L.R.V.Z.
B.P. 433
N'DJAMENA
TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON; 02/93

Origine géographique : GRAUNTESSI

N° d'analyse IEMVT : 034511	Résultats exprimés en :	
Date de réception : 27/04/1993	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	4,78	0,00
Matière sèche (MS)	95,22	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	83,23	87,41
Matière organique	11,99	12,59
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	26,22	27,54
. Minéraux majeurs :		
Calcium	1,56	1,64
Phosphore	0,10	0,11
Magnésium	4,66	4,89
Potassium	0,98	1,03
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	6,6	6,9
Zinc	16,3	17,1
Manganèse	317,5	333,4
Fer	4850	5093
Sodium	129500	136001

Maisons-Alfort, le 11/05/1993
Le Chef du service Alimentation :



CIRAD - EMVT
Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

Expéditeur : MR. IDRIS YOSKO
L.R.V.Z.
B.P. 433
N'DJAMENA
TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON; 02/93

Origine géographique : ANCHIRTE

N° d'analyse IEMVT : 034512 Date de réception : 27/04/1993	Résultats exprimés en :	
	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	5,17	0,00
Matière sèche (MS)	94,83	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	87,05	91,80
Matière organique	7,78	8,20
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	46,08	48,59
. Minéraux majeurs :		
Calcium	1,10	1,16
Phosphore	0,06	0,06
Magnésium	0,43	0,45
Potassium	0,49	0,52
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	5,4	5,7
Zinc	13,9	14,7
Manganèse	107,5	113,4
Fer	3600	3796
Sodium	120000	126542

Maisons-Alfort, le 11/05/1993
Le Chef du service Alimentation :

H. Guen

CIRAD - EMVT

Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

Expéditeur : TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON

Origine géographique : KOUBA

N° d'analyse IEMVT : 028387 Date de réception : 06/02/1987	Résultats exprimés en :	
	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	15,57	0,00
Matière sèche (MS)	84,43	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	82,74	98,00
Matière organique	1,69	2,00
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	36,10	42,76
. Minéraux majeurs :		
Calcium	0,07	0,08
Phosphore	0,01	0,01
Magnésium	0,06	0,07
Potassium	0,32	0,38
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	3,0	3,6
Zinc	20,0	23,7
Manganèse	38,1	45,1
Fer	1900	2250
Sodium	157500	186545

Maisons-Alfort, le 08/04/1993
Le Chef du service Alimentation :

CIRAD - EMVT

Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

Expéditeur : TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON

N° d'analyse IEMVT : 028103 Date de réception : 12/09/1986	Résultats exprimés en :	
	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	29,10	0,00
Matière sèche (MS)	70,90	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	70,14	98,93
Matière organique	0,76	1,07
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	0,32	0,45
. Minéraux majeurs :		
Calcium	0,03	0,04
Phosphore	0,01	0,01
Magnésium	0,01	0,01
Potassium	0,08	0,11
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	1,9	2,7
Zinc	1,4	2,0
Cobalt	12,00	16,93
Manganèse	2,0	2,8
Fer	39	55
Sodium	278000	392102

Maisons-Alfort, le 08/04/1993
Le Chef du service Alimentation :

CIRAD - EMVT

Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

Expéditeur : TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON

Origine géographique : BOGA SOLA

N° d'analyse IEMVT : 028388 Date de réception : 06/02/1987	Résultats exprimés en :	
	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	20,80	0,00
Matière sèche (MS)	79,20	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	76,29	96,33
Matière organique	2,91	3,67
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	2,44	3,08
. Minéraux majeurs :		
Calcium	0,14	0,18
Phosphore	0,02	0,03
Magnésium	0,28	0,35
Potassium	3,68	4,65
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	2,5	3,2
Zinc	5,6	7,1
Manganèse	25,8	32,6
Fer	8	10
Sodium	231900	292803

Maisons-Alfort, le 08/04/1993
Le Chef du service Alimentation :

CIRAD - EMVT
Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

Expéditeur : TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON

Origine géographique : BORKOU

N° d'analyse IEMVT : 028390 Date de réception : 06/02/1987	Résultats exprimés en :	
	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	27,62	0,00
Matière sèche (MS)	72,38	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	72,08	99,59
Matière organique	0,30	0,41
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	4,27	5,90
. Minéraux majeurs :		
Calcium	0,02	0,03
Phosphore	0,01	0,01
Magnésium	0,01	0,01
Potassium	0,06	0,08
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	1,8	2,5
Zinc	3,3	4,6
Manganèse	5,3	7,3
Fer	24	33
Sodium	247500	341945

Maisons-Alfort, le 08/04/1993
Le Chef du service Alimentation :

CIRAD - EMVT
Service d'alimentation

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE

Expéditeur : TCHAD

Nature de l'échantillon : NATRON

Origine géographique : NOKOU

N° d'analyse IEMVT : 028389 Date de réception : 06/02/1987	Résultats exprimés en :	
	p.100 du produit brut ou préséché	p.100 de la matière sèche
Humidité	25,43	0,00
Matière sèche (MS)	74,57	100,00
Cendres (= Matières minérales totales)	72,76	97,57
Matière organique	1,81	2,43
Insoluble chlorhydrique (~ silice)	1,25	1,68
. Minéraux majeurs :		
Calcium	0,12	0,16
Phosphore	0,02	0,03
Magnésium	0,07	0,09
Potassium	2,18	2,92
. Oligo-éléments :	p.p.m.	p.p.m.
Cuivre	1,9	2,5
Zinc	3,4	4,6
Manganèse	16,6	22,3
Fer	10	13
Sodium	248100	332708

Maisons-Alfort, le 08/04/1993
Le Chef du service Alimentation :

ANNEXE III

Formulaire de relevé utilisé dans les études de terrain

PROGRAMME ECOLOGIE PASTORALE

IMAGE N° 7		LOCALISATION:		DATE 06/10/91		N° 41	
LATITUDE: 13° 36' 42"		LONGITUDE: 16° 39' 05"		AUTEUR: IVPS			
				SURFACE: 1ha			
TERRAIN							
				UNITE			
GEOLOGIE: dépôt sédimentaire				POSITION TOPOGRAPHIQUE			
Surface avec Ruisselement 20 % Infiltration homogène 80 % Afflux %				plateau terrace			
				schmet fond de vallée			
				crête plaine			
Pente %				TOPOGRAPHIE PENTE			
Longueur: N.NE.E.SE.S.SW.W.NW				plat -			
microtopographie: buttes sous Leptadenia				quasi plat < 2%			
				ondulé 3 - 7%			
				valloné 8 - 13%			
				accidenté 14 - 25%			
				abrupt 25 - 55%			
montagneux > 55%							
SOLS ET EAUX							
EROSION			DRAINAGE	Source d'eau	Ruissel- lement	Infil- tration	
Type	Degré	Surface				Profon- deur:	Agent
-	t. faible		excessif				Fréquen- ce
nappe	faible	< 5%	bon	pluie			...
rigole		5 - 20%	moyen	afflux			fois
ravin	modérée	20 - 50%	imparfait	aquifère			par
éolienne	forte	50 - 75%	mauvais	irrigation			ans
	t. forte	> 75%					mois
							semaines
							lacs
							semaines
HOR	PROFONDEUR	TEXTURE	COULEUR	pH	HCL	PANACHURES	REMARQUES
I	0-20	125-710	7,5 YR 4/4	5,5			
II	20-70	125-710	7,5 YR 4/6	6,5			
III	>70	125-710	7,5 YR 4/6	6,5			
SALINITE: non légèrement					PROFONDEUR		NAPPE PHREATIQUE: (M)
ALKALINITE:							FEU DE BROUSSE
							Fréquence 1 2 3 5 8 10
							Surface:
							Traces: non

Recouvrement:

R: 1 ex
P: 2-20 ex
A: 20-100 ex
M: >100 exO2: 1-2%
O5: 2-5%
1: 5-15%3: 25-35%
4: 35-45%
5: 45-55%
etc

Etat Santé:

- - mauvaise
- - médiocre
□ raisonnable+ bon
++ très bon

Strate	Arbre	Arbu. H	Arbu. B	G.p	G.a	Herb.	Litière	Sol nu					
Surface M²	1ha	1ha	1ha	/	1ha	1ha	1ha	1ha					
Hauteur (dm)	10 m	5 m	4 m	/	5-50m	5-30m	—	—					
Recouvrement %	1%	<1%	4%	/	5%	3%	7%	80%					
	Nom de l'espèce	Strate	Rec	Etat Ph.	Etat Santé	nombre/ha					Fraction acc. (%)		
						T	0-1	1-2	2-5	5-10	3	2	1 1/2
1	<i>Leptadenia pyrotec.</i>	VI	O5	5	+	15		13	2				
2	<i>Acacia tortilis</i>	VII	O3	4	□	1				1			
3	<i>Balanites aegyptiaca</i>	VII	R	5	+	1				1			
4	<i>Acacia senegal</i>	VI	P	3	+	3		2	1				
5													
6	<i>Eragrostis sp.</i>	II-III	M	P									
7	<i>Aristida ads.</i>	-	O3	P									
8	<i>Dactyloctenium</i>	II	M	P									
9													
10	<i>Tragus Bert.</i>	II	O5	P									
11	<i>Bracharia sp.</i>	II	A	I									
12	<i>Tribulus terrestris</i>	II	O3	P									
13	<i>Gynnomandropsis</i>	II	M	P									
14													
15													
16													
17													
18													
19	<i>Leptadenia pyro</i>	1-2									100	90	60
20		2-5									80	60	40
	<i>Acacia senegal</i>	12									400	100	80
		2.5									100	80	50
									</				

Strate I	0 - 5 cm
Strate II	5 - 25 cm
Strate III	25 - 50 cm
Strate IV	50 cm - 1 m
Strate V	1 - 2 m
Strate VI	2 - 4 m
Strate VII	4 - 8 m
Strate VIII	8 - 16 m
Strate IX	16 - 32 m
Strate X	32 et plus

Etat phénologique:

Herbacées: V: Végétatif
E: Epiaison
Mo: Montaison
F: Floraison
Ma: Maturation
P: Paille

Ligneux:

1: nu
2: feuillaison
3: feuillus
4: floraison
5: fructification

ANNEXE IV

**Correspondance entre l'organisation administrative
et les structures réelles en milieu toubou
(extrait de CHAPELLE, 1963)**

Structures réelles	Appellations administratives			Remarques
	Canton	Kachimbet	Férik	
Tribu	X			La tribu groupe un certain nombre de clans. (Notion historique)
Clan		X		Le clan est la lignée patrilinéaire à laquelle l'individu appartient par son père. (Notion généalogique)
Famille			X	La famille est la parenté à l'intérieur de laquelle on ne peut en principe se marier. (Notion d'interdit) (1)
Remarques	Notion fausse de "territoire" réalité administrative Personne du chef bougoudi (le vieux)	Notion exacte de "grande famille" pas de réalité administrative pas de chef	Notion fausse de "village" réalité administrative Le férik a un chef ouatigidé (celui du papier)	(1) La correspondance entre famille interdite et férik n'est pas absolue et n'est que partielle, le domaine interdit s'étendant aussi à la parenté utérine.

