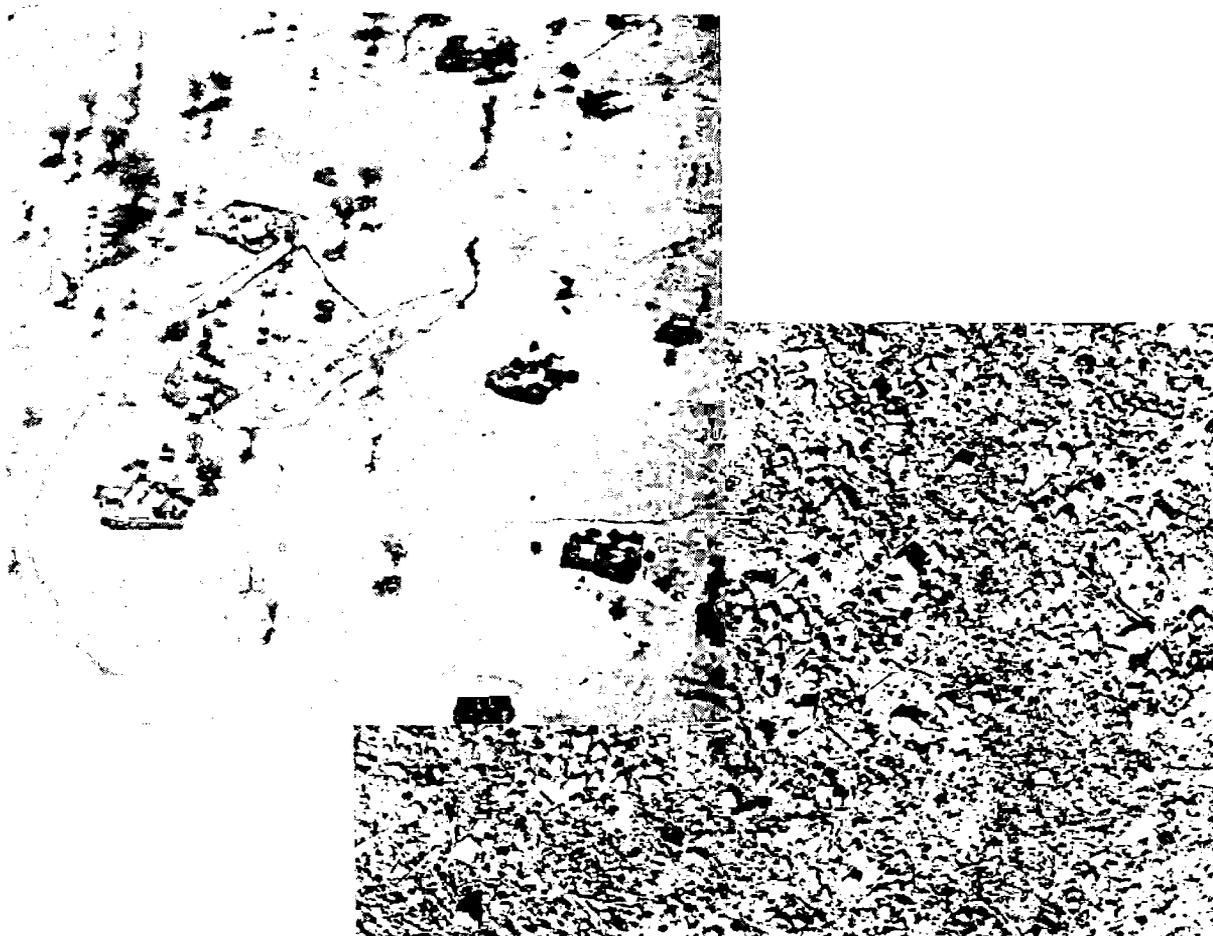


ORSTOM

CNES

PROGRAMME  
D'EVALUATION PRELIMINAIRE  
SPOT



PEPS 183

RECHERCHE D'UNE METHODE  
DE PROSPECTION ARCHEOLOGIQUE  
A PARTIR DE LA SIGNATURE  
RADIOMETRIQUE ET STRUCTURALE  
DES ASPECTS DE SURFACE  
AU CAMEROUN SEPTENTRIONAL

RAPPORT FINAL

ORSTOM

CNES

Institut Français de Recherches  
pour le Développement  
en Coopération

Centre National  
d'Etudes Spatiales

Programme d'Evaluation Préliminaire Spot

**PEPS 183**

**RECHERCHE D'UNE METHODE  
DE PROSPECTION ARCHEOLOGIQUE  
A PARTIR DE LA SIGNATURE  
RADIOMETRIQUE ET STRUCTURALE  
DES ASPECTS DE SURFACE  
AU CAMEROUN SEPTENTRIONAL**

**RAPPORT FINAL**

**1989**

Présenté par Yveline PONCET

Avec la collaboration de

Christine TRIBOULET,  
Alain MARLIAC et Alain BEAUDOU

**ORSTOM**

LIA/Téledétection - Département MAA - Département SDU

**Reproduction interdite, ne pas citer  
sans l'autorisation des auteurs.**

Unité de Télédétection du Laboratoire  
d'Informatique Appliquée de l'ORSTOM  
Unité de Recherche 3J du Département MAA de  
l'ORSTOM.  
Laboratoire d'Archéologie Tropicale et  
d'Anthropologie Historique de l'ORSTOM.

Photographies: Y.Poncet, C.Triboulet,  
IGN, Spot-Image  
Dactylographie: Y.Poncet, H.Giannitrapani et  
F.Séverin  
Mise en page, montage: Y.Poncet

Reproduction multigraphiée: Atelier de Reprographie  
de l'ORSTOM à Bondy.

**Avril 1989**

ORSTOM  
70-74 route d'Aulnay 93140 - BONDY  
(1) 48 47 31 95

Photographies de couverture:

Vue aérienne oblique, région de Bogo, janvier 1988  
Gros plan du pavage de tessons sur le site  
archéologique de Mongossi.

## SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE	
LE DEROULEMENT DES OPERATIONS: L'HISTOIRE DE PEPS 183	3
1.1. LES ORIGINES DU PROGRAMME, 1983-1985	3
<i>Des travaux archéologiques convergents</i>	3
<i>L'appel d'offre du programme PEPS</i>	5
<i>Le contenu du projet</i>	6
1.2. LE DEMARRAGE DU PROGRAMME, 1986-1987	11
<i>Un calendrier modifié, des images décevantes</i>	13
<i>Le terrain sans les images</i>	15
<i>Un fonctionnement réduit</i>	16

1.3. LA POURSUITE DU PROGRAMME, 1987-1988	17
1.4. BILAN	20
DEUXIEME PARTIE	
POUR UNE GEO-ARCHEOLOGIE: LES ESPACES ET LE TEMPS	23
2.1. UNE DESCRIPTION DU MILIEU REGIONAL	25
<i>Les Monts Mandara</i>	28
<i>La plaine du Diamaré</i>	29
<i>La plaine de Kalfou</i>	31
<i>La plaine de débordement du Logone</i>	31
<i>Les activités humaines</i>	31
2.2. LE PEUPEMENT DANS LE TEMPS LONG	36
<i>Archéologie et paysages</i>	36
<i>Le peuplement ancien</i>	36
<i>Les données initiales de l'archéologie</i>	37
<i>La visibilité des indicateurs archéologiques...</i>	39
<i>... qu'il faut maintenant interpréter</i>	42
2.3. LES THEMES ETUDIES	44
<i>Les constructions modernes et récentes</i>	46
<i>Les sites archéologiques</i>	48

<i>Les haies défensives</i>	49
<i>Les parcs arborés à Acacia albida</i>	50
<i>Le sorgho de culture pluviale</i>	53
<i>Le coton</i>	53
<i>Le sorgho muskwari</i>	54
<i>Les hardé</i>	55
<i>Les jachères</i>	58
<i>Les forêts et les friches</i>	58
2.4. LES PAYSAGES	61
<i>Les paysages du Nord-Cameroun</i>	61
<i>La notion de paysage</i>	63
TROISIEME PARTIE	
QUESTIONS DE METHODE	
3.1. THEMES ET IMAGES	67
<i>L'hétérogénéité radiométrique des thèmes</i>	69
<i>Les mesures radiométriques sur le terrain</i>	71
<i>Les valeurs radiométriques sur l'image</i>	72
3.2. DES INFORMATIONS NOUVELLES GRACE AUX IMAGES SPOT	82
<i>Des mises à jour</i>	84
<i>Les structures régionales</i>	85

3.3. LA GESTION DE L'HETEROGENEITE RADIOMETRIQUE: DE L'IMAGE AU PAYSAGE	86
<i>La gestion de l'hétérogénéité</i>	87
<i>Une description morphologique des paysages</i>	88
3.4. LA DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DES PAYSAGES TELLE QU'APPLIQUEE AU NORD-CAMEROUN: PRINCIPES ET EXEMPLES	90
<i>Vu du sol et vu du ciel: la diversité de l'organisation des milieux sur le terrain et sur image</i>	90
<i>La description de l'organisation des milieux sur le terrain</i>	96
<i>Un langage spécifique</i>	96
<i>Quelques définitions simplifiées</i>	98
<i>La quantification: juxtapositions et intergrades</i>	100
<i>L'échelle de description</i>	101
<i>Quelques exemples</i>	102
<i>La partition des paysages en vue de leur description</i>	102
<i>L'identification des corps naturels</i>	102
3.5. TROIS PARCS A ALBIDA: DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE	105
3.6. TROIS AIRES HARDE: DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE	119
3.7. L'UTILISATION DE CES DESCRIPTIONS: A SUIVRE...	123
CONCLUSION	125
LE ZONAGE ISOPHENE	127
LES FICHES DESCRIPTIVES DE LA VEGETATION	129
BIBLIOGRAPHIE	

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Cartes

Figure 1. Nord-Cameroun	12
Figure 2. Densités de population	26
Figure 3. La plaine du Diamaré	29
Figure 4. La plaine de Kalfou et le Bec de Canard	29
Figure 5. La plaine du Logone	30
Figure 6. Tableau: les calendriers agricoles	32

### Photographies de terrain

Figure 7. Le site archéologique de Kayam	41
Figure 8. La plaine des yaéré	41
Figure 9. Un exemple de construction récente	47
Figure 10. Une haie défensive	47
Figure 11. Le parc à <i>Acacia albida</i> de Balaza	51
Figure 12. Champ de sorgho muskwari à Mongossi	51
Figure 13. Hardé à Balaza	56
Figure 14. Hardé à Hardéo	56
Figure 15. Jachère à Balda	59
Figure 16. Aire forestière près de Mongossi	59
Figure 17. Tableau: Les thèmes et la stratification	62
Figure 18. Tableau: L'hétérogénéité des thèmes	70

### Représentation graphique des mesures radiométriques au sol

Figure 19. Site archéologique de Mongossi	73
Figure 20. Hardé de Mongossi	73
Figure 21. Forêt claire de Mongossi	74
Figure 22. Forêt claire de Laf	74
Figure 23. Sorgho muskwari à Mongossi	74
Figure 24. Hardé de Hosséré Goboré et hardé de Balaza	76

Figure 25. Scène entière 088-328, canal 2	76
Figure 26. Scène entière 088-329, canal 3	78
Figure 27. Région de Mongossi, fenêtre canal 1	78
Figure 28. Région de Mongossi, fenêtre canal 2	80
Figure 29. Région de Mongossi, fenêtre canal 3	81
Figure 30. Région de Mongossi, compositions colorées numériques (reproduction en noir et blanc)	83
Figure 31. Région de Mongossi, photographie aérienne	91
Figure 32. Le parc arboré de Kodek, photographie	107
Figure 33. Le parc arboré de Mindif, photographie	107
Figure 34. Le parc arboré de Maroua, photographie	112
<b>Graphes morphologiques</b>	
Figure 35. Le parc arboré de Kodek	115
Figure 36. Le parc arboré de Mindif (janvier)	116
Figure 37. Le parc arboré de Maroua	117
Figure 38. Le parc arboré de Mindif (octobre)	118
Figure 39. Le hardé de Hosséré Goboré	119
Figure 40. Le hardé de Djulungo	120
Figure 41. Le hardé de Balaza	121
Figure 42. La forêt de Mongossi	122

Les documents originaux en couleurs sont tous  
reproduits en noir et blanc.

## INTRODUCTION

Le présent rapport expose les résultats d'une opération d'investigation *géo-archéologique* par *télé-détection satellitaire*: mots-clés nouveaux, à la fois en ce qui concerne les objectifs thématiques et l'outil. La *géo-archéologie* n'est pas encore une approche très courante de la recherche et de l'analyse des vestiges matériels d'un passé sans textes. Mais elle est désormais couramment pratiquée sur des territoires au sein desquels la nature de chaque vestige compte moins que leur organisation en ensembles, les continuités et ruptures qu'ils traduisent, les relations possibles entre le passé et le présent. En Afrique au sud du Sahara, archéologues et historiens considèrent souvent que la continuité est perceptible, y compris au travers des indices de rupture, et (au moins en partie) analysable à travers les objets, les phénomènes, les attitudes du présent. Associant ces objets, phénomènes et attitudes aux espaces dans lesquels ils se sont déroulés et se déroulent, géographes, anthropologues, archéologues travaillent ensemble.

Jusqu'à une période récente (les années soixante-dix), les photographies aériennes leur étaient un outil commun, pour l'identification des objets significatifs présents à la surface de la Terre et pour la spatialisation. Sur la plupart des territoires intertropicaux qui sont nos lieux d'exercice habituels, et sur lesquels s'exerce principalement la *géo-archéologie*, les photographies aériennes sont souvent devenues inaccessibles, inexistantes ou périmées... Les thématiciens du présent et les thématiciens du passé se sont donc tournés tout naturellement vers les images satellitaires. Les pages qui suivent présentent l'histoire et les résultats d'une tentative.

Ce que l'on voit sur l'image satellitaire est une transcription de ce qui constitue, au sol, des

paysages: mieux que la vision du terrain depuis le sol, grâce au point de vue azimutal et à la dimension d'ordre régional; moins bien que la vision du terrain, puisqu'on n'y reconnaît pas chacun des *objets* constitutifs et explicatifs du paysage (arbres, pelouse, mur de pierres...). Or le passé de l'occupation humaine se manifeste, dans le monde rural des tropiques africains, par des traces ténues et indirectes, dans lesquelles il est souvent difficile de faire la part de la volonté humaine et celle de l'évolution spontanée des ensembles sol-végétation sous des influences et interactions nombreuses: climat, faune, modes d'exploitation par l'homme et le bétail. Dans le milieu à forte densité de population du Nord-Cameroun, où la plupart des paysages ne sont pas naturels (mais où certains sont spontanés), le principal problème n'est donc pas d'identifier des traces d'occupation humaine, mais de faire la relation entre ces traces - déjà connues et identifiées au sol - et des ensembles paysagiques qui soient identifiables et repérables, à la fois sur le terrain et sur les images satellitaires.

**PREMIERE PARTIE :****LE DEROULEMENT DES OPERATIONS :  
L'HISTOIRE DE  
PEPS 183****1.1. LES ORIGINES DU PROGRAMME, 1983-1985**

L'idée du programme scientifique matérialisé plus tard sous le nom de PEPS 183 est née en 1983 à la suite de travaux d'intérêt archéologique qui se déroulaient alors au Niger. Devant l'intérêt suscité par les données satellitaires, nous nous sommes proposé de les utiliser pour des études sur les états de surface et leur évolution, dans des régions d'Afrique sur lesquelles on ne pouvait déjà plus espérer l'actualisation des couvertures aériennes.

*Des travaux archéologiques convergents*

Au Niger, des recherches archéologiques et géographiques, rassemblaient depuis 1975, sous la direction d'Edmond Bernus une équipe d'archéologues, géographes et anthropologues du CNRS et de l'ORSTOM pour effectuer des prospections archéologiques dans le bassin de l'Eghazer wan Agadez et pour en replacer les résultats (positions géographiques des sites découverts, datations, nature des vestiges...) non seulement dans le contexte des paléo-environnements naturels, mais dans celui de l'histoire du peuplement et des conditions de la vie jusqu'à la période actuelle (Bernus et al. 1983 et suivantes). Dans cette étude, l'exploitation des photographies aériennes aurait été longue et délicate (Poncet, 1986) et les cartes topographiques, très rudimentaires sur le périmètre étudié, étaient tout à fait insuffisantes pour apporter une aide efficace à la compréhension du terrain. L'équipe s'est alors tournée (1978) vers les images Landsat MSS qui avaient l'avantage de proposer du territoire une image homogène, non morcelée, restituant de façon explicite une structure régionale non visible depuis le sol. Les

données satellitaires de première génération ont donc été exploitées dans le cadre d'un programme scientifique d'intérêt archéologique et anthropologique (Poncet 1983, Poncet 1984). Dans le même temps, d'autres équipes d'archéologues et géographes exploitaient elles aussi des données Landsat, dans des opérations concernant également les milieux arides et semi-arides, en Europe méditerranéenne, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient... La reconstitution des paléo-environnements correspondant à des climats plus humides avait une grande importance dans toutes ces recherches.

En 1983, une équipe d'archéologues et d'anthropologues sous la direction d'Alain Marliac travaillait depuis plusieurs années à dresser l'inventaire archéologique de la plaine du Diamaré, à l'extrême nord du Cameroun. Des hypothèses avaient été formulées sur la corrélation qui semblait exister entre les sites archéologiques découverts et étudiés, et certains espaces dénudés et dégradés, présumés avoir été occupés en permanence par des populations d'agriculteurs (Marliac 1981, Marliac 1983). Il était donc intéressant de rechercher systématiquement la localisation et l'extension de ces sols, dits *harde* en Foulfouldé (c'est à dire en Peul, langue courante de la région). Les photographies aériennes de la plaine du Diamaré se présentaient sous la forme de couvertures hétérogènes quant aux dates de prise de vue, aux échelles et aux périmètres concernés. La seule couverture systématique datait de 1952: sa qualité médiocre et son ancienneté ne garantissaient guère une utilisation efficace... On se trouvait dans une situation semblable à celle rencontrée dans le bassin de l'Eghazer au Niger. Profitant de ce que les données Landsat étaient encore diffusées à un prix abordable pour des budgets de sciences sociales africanistes, trois scènes Landsat ont été acquises sous forme photographique et numérique: outre des informations sur la structuration des grands traits de la surface du sol au niveau régional, on en attendait une localisation des sols *harde* de la plaine et les prémisses d'une méthode d'exploitation des données satellitaires pour une recherche d'intérêt anthropologique et archéologique.

Il ne s'agissait plus seulement de déchiffrer une information radiométrique transcrite sur le

maillage des données Landsat MSS, mais de transcrire les observations et les hypothèses anthropologiques en termes de paysages, d'états de surface, voire de pédologie et de botanique. Il s'agissait aussi de tenter de reconnaître, dans l'image, des structures correspondant à des constructions humaines non actuelles, pas nécessairement reconnaissables sur le terrain même, bien qu'elles soient généralement perceptibles sur photographies aériennes.

Les travaux sur une image Landsat MSS dans la plaine du Diamaré, orientés vers l'identification des sols *harde*, ont donné des résultats encourageants (Marliac et Poncet, 1986). Mais la médiocre résolution spatiale du pixel Landsat était un inconvénient, tandis que la restitution réellement régionale proposée dans une seule image nous était d'une grande utilité. Le paysage de la plaine du Diamaré est extrêmement varié, complexe, parcellisé en de multiples petites unités de sol et de végétation, résultats d'une longue transformation par l'homme et d'influences agraires complexes. Par ailleurs, la plaine du Diamaré proprement dite n'est pas vaste, une cinquantaine de kilomètres dans sa plus grande extension. Au moment où le lancement du satellite de seconde génération Spot était annoncé, ses données nous paraissaient considérablement mieux adaptées à une investigation archéologique: les structures anciennes (buttes, digues, haies défensives) et les sites archéologiques n'y deviendraient-ils pas visibles ? Sans nous leurrer sur les difficultés d'interprétation des images Spot (Poncet, 1986) dont les simulations nous avaient déjà donné quelque idée, il paraissait au moins utile de comparer leurs performances à celles des images Landsat MSS et de voir si, pour notre recherche, les qualités et les limites des différentes résolutions spatiales et spectrales se compensaient. A cette époque, nous n'avons pas envisagé d'exploiter, sur cette région, les données Landsat TM, ce que nous n'avons pas eu l'occasion de faire depuis, d'ailleurs.

#### *L'appel d'offre du programme PEPS*

Les moyens financiers mis à la disposition des équipes archéologiques travaillant au Cameroun ne permettaient guère d'envisager, dans un avenir prévisible, l'achat de scènes numériques Spot. Au

demeurant, le satellite n'était pas lancé et la mise en forme d'un programme thématique et méthodologique d'utilisation des données à haute résolution pour la prospection archéologique en Afrique au sud du Sahara relevait plutôt des projets éloignés.

C'est alors que les appels d'offre pour le Programme d'Evaluation Préliminaire Spot ont été diffusés: l'équipe constituée d'Alain Marliac, archéologue et Yveline Poncet, géographe, a donc saisi l'occasion de présenter un projet intitulé:

*Recherche d'une méthode de prospection archéologique à partir de la signature radiométrique et structurale de certains aspects de surface au Cameroun septentrional.*

#### *Le contenu du projet*

Les lignes qui suivent reprennent la description du projet telle qu'elle a été formulée dans le dossier de réponse à l'appel d'offre PEPS (1984).

La prospection archéologique de la région du Diamaré au Cameroun du Nord (zone soudano-sahélienne au sud du 11 parallèle Nord) a révélé un semis important de sites archéologiques dont la majorité est attribuable, sur le plan chronologique, à l'âge du fer lato sensu. Ces sites se présentent sous forme de buttes anthropiques et sont associés, de façon variable, à une végétation particulière et à des sols particuliers. Par ailleurs, la prospection a révélé une association non encore élucidée entre certains sols (au sens pédologique) à aspect de surface caractéristique, localement appelés hardé et des cultures préhistoriques se poursuivant depuis la période néolithique jusqu'à l'âge du fer et à la période sub-actuelle.

Un premier examen des données photographiques Landsat a peu laissé espérer (sauf exception) en ce qui concerne la détection des structures (buttes, axes de drainage, architectures...). Par contre, la signature radiométrique des hardé promet

d'être assez nette et aisément identifiable. Nous avons donc commencé une recherche sur ce thème en partant de la localisation géographique des sols cartographiés par les pédologues comme sols halomorphes et sodiques qui entrent dans la catégorie des hardé, grâce à l'exploitation des données numériques Landsat. Cette dernière a permis l'identification de la signature radiométrique des sols hardé et leur discrimination avec des sols connus comme différents par l'examen sur le terrain.

L'examen des données photographiques (associées aux photographies aériennes disponibles) sera poursuivi en liaison avec les campagnes de terrain de l'année 1984-1985 en se fondant sur les sites majeurs: sites vastes à structures périphériques caractéristiques (architecture résiduelle encore visible, végétation spécifique) et sur les zones caractérisées par une végétation péremptoirement anthropique (parcs à *Acacia albida* et à *Borassus aethiopum*).

Les examens de données photographiques Landsat, plus encore ceux des données numériques, ont révélé quelques structures de grande taille liées à des sites archéologiques et des structures dont l'intérêt archéologique reste à vérifier sur le terrain. La recherche sur les données Landsat et sur le terrain se poursuivra jusqu'à la fin de 1985. Elle est davantage méthodologique qu'opérationnelle en raison de l'inadaptation relative de la résolution Landsat à la taille des objets - des structures - attendues.

C'est pourquoi la finesse de résolution Spot d'une part, son mode multispectral d'autre part, nous paraissent de nature à améliorer considérablement les résultats:

- détection de structures au sol sur données panchromatiques;
- détection des arrangements de structures de zone à zone, identifiant ainsi des "paysages archéologiques" en associant les

données panchromatiques et les données multispectrales;

- localisation des thèmes connus comme associés à des sites archéologiques ou à des occupations humaines anciennes et prolongées (thèmes pédologiques tels que les hardé et thèmes de végétation spécifique);

- éventuellement, identification de thèmes révélateurs nouveaux, ou d'associations significatives entre thèmes...

Nous envisageons donc la mise en place d'une opération de télédétection spatiale utilisant les données à haute résolution, et qui associe la connaissance du terrain de l'équipe d'archéologues, les typologies des cultures matérielles anciennes à sub-actuelles et l'identification des formations de surface et des formations végétales relatives aux occupations humaines. Une telle opération permettrait:

- la généralisation de quelques corrélations précises à l'ensemble de la zone étudiée (région située immédiatement au nord de la ville de Maroua);

- l'association pertinente des différentes disciplines telles de Histoire, Archéologie, Géographie, Linguistique... par la confrontation de leurs découpages régionaux et leur association à une réalité du territoire visible dans ses faciès actuels et dans leur héritage du passé, réalité qui identifie les paysages (au sens anthropologique et historique);

- la collecte de données multiples, obtenues sous forme aréolaire, sur les rapports entre milieux et sociétés, dans le passé et dans le présent, de la région.

Or on sait l'importance qu'accordent désormais les Etats africains et leurs partenaires (la France notamment, sous la forme d'accords bilatéraux de coopération scientifique) à la connaissance sur l'Histoire des Milieux et des Sociétés: son rôle dans les recherches nationales (Instituts de Recherche en Sciences

Humaines, Universités) et l'intérêt manifesté par les instances gouvernementales ne sont plus à démontrer.

Membres de l'équipe (en juin 1984):

Alain MARLIAC, archéologue ORSTOM (Bondy et Paris), Département B "Milieux et Sociétés", UR 31 "Dynamique des Populations et des Cultures".

Michèle DELNEUF, archéologue ORSTOM, centre de Yaoundé, base de Maroua (Cameroun). Michèle DELNEUF est en permanence sur le terrain et peut assurer les observations nécessaires au programme au moment des enregistrements.

Yveline PONCET, Géographe ORSTOM, Atelier de Télédétection de Bondy et Département B, UR 22 "Dynamique Spatiale et Historique des Grands Milieux Bioclimatiques".

Les objectifs scientifiques étaient donc multiples et complémentaires, aussi bien sur le plan méthodologique que thématique:

- identification par signature spectrale des sols fortement dégradés par une occupation et une exploitation humaine continue;
- identification des traces d'interventions humaines anciennes construites: drains, talus de défense, digues etc... au moyen d'une recherche sur les structures;
- identification des buttes exondées dites "buttes sao" occupées par l'homme depuis la période préhistorique, également par traitements structuraux de l'image.

Le programme portait sur quatre scènes Spot de la même trace, à enregistrer en même temps: trace K 088, scènes J 326, J 327, J 328 et J 329, allant approximativement de la région de N'Djamena (Tchad) à celle de Maroua (Cameroun). L'alignement nord-sud (à l'inclinaison de la trace près) nous permettait de couvrir à la fois la plaine du Diamaré (au sud) et la plaine d'inondation des Yaéré (au nord), région marécageuse où se trouvent les buttes sao.

Nous avons ainsi l'occasion d'étudier la végétation, la surface du sol et l'hydrographie dans un gradient climatique correspondant à 300 mm de pluies (800 mm à Maroua, 500 à Kousseri) sur 200 kilomètres de latitude, et dans un ensemble de milieux influencés par la crue annuelle du Logone.

Les méthodes de traitement d'image prévues étaient les méthodes déjà classiques des familles issues de la notion de signature spectrale: combinaisons de canaux, indices, classifications non supervisées de type bayésien. S'y ajoutaient les méthodes alors moins classiques issues de la famille topologique telle que la Morphologie Mathématique.

Les moyens techniques étaient ceux de l'Atelier de Télédétection de l'ORSTOM à Bondy (ATOBO), pourvu d'un laboratoire photographique et d'un atelier numérique équipé, à l'époque, d'un ordinateur Honeywell Bull type mini 6, de plusieurs périphériques de visualisation et traçage (Péricolor 1000, Colorplot, Benson) et d'une riche bibliothèque de logiciels de visualisation et de traitement d'image.

Les moyens en personnel spécialisés étaient ceux de l'Atelier de Télédétection de l'ORSTOM à Bondy. L'ensemble de cette recherche s'inscrivait dans le cadre plus large de travaux thématiques communs à l'ATOBO et au Département B "Milieux et Sociétés" de l'ORSTOM dont l'ensemble était intitulé: *Dynamique des paysages naturels et humanisés et Evolution des zones sensibles au Sahel, surveillance par télédétection.*

Les moyens financiers étaient ceux des Unités de Recherche 203 et 204 du Département B de l'ORSTOM, auxquels il faut ajouter les moyens logistiques fournis par la mission ORSTOM au Cameroun (Yaoundé et Garoua) pour les travaux sur le terrain. Précisons que les travaux scientifiques d'intérêt archéologique entrepris depuis des années au Cameroun du nord étaient effectués par des équipes conjointes franco-camerounaises, avec une importante participation financière camerounaise dans le cadre de l'accord entre le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique camerounais et l'ORSTOM, programme n 5111, *Néolithique et post-néolithique au Cameroun septentrional.*

L'ensemble de l'opération scientifique de télédétection pour une opération d'intérêt archéologique au Cameroun du nord proposée au PEPS était placée sous la responsabilité scientifique conjointe d'Alain Marliac et d'Yveline Poncet.

La réponse à l'appel d'offre PEPS a été envoyée en juin 1984, parmi un ensemble de propositions faites par l'ORSTOM et concernant des objectifs, des disciplines et des lieux d'exercice très variés. L'acceptation du dossier par le CNES sous le numéro 183 a été signifiée en mars 1985, mais la convention relative à l'exécution du programme entre le CNES et l'ORSTOM n'a été signée que le 21 avril 1986.

## 1.2. LE DEMARRAGE DU PROGRAMME 1986-1987

Au moment de la notification d'acceptation, le lancement du satellite Spot était prévu pour l'automne 1985, ce qui permettait d'espérer des enregistrements de milieu de saison sèche, entre les dates extrêmes du 1 décembre 1985 et du 30 avril 1986. Les travaux thématiques sur les états de surface et les paysages végétaux ont donc commencé aussitôt, afin de préparer une mission sur le terrain au cours de l'hiver (décembre 1985 ou janvier 1986). Les publications rédigées et les documents de cartographie thématique sur le Cameroun du nord sont nombreux et détaillés: il était donc indispensable de les dépouiller et d'en tirer parti avant même de travailler sur le terrain proprement dit, a fortiori avant de commencer une interprétation des images.

Pour ce faire, Christine Triboulet, géographe, étudiante de quatrième année à l'Université Paris VII, spécialisée en biogéographie, a rejoint l'équipe: le dépouillement de la documentation et son traitement en vue de l'exploitation des données de télédétection ont constitué le sujet d'un mémoire de maîtrise remis en septembre 1986 sous le titre "Typologie des paysages naturels et humanisés du Nord-Cameroun", trois fascicules multigraphiés et illustrés. Ce document a été déposé à l'ORSTOM et diffusé auprès des autorités scientifiques camerounaises, mais le coût de sa reproduction ne nous a pas permis une large distribution. Il présente d'une part les traits de morphologie structurale de la région de Maroua en termes descriptifs des états de surface correspondants; et

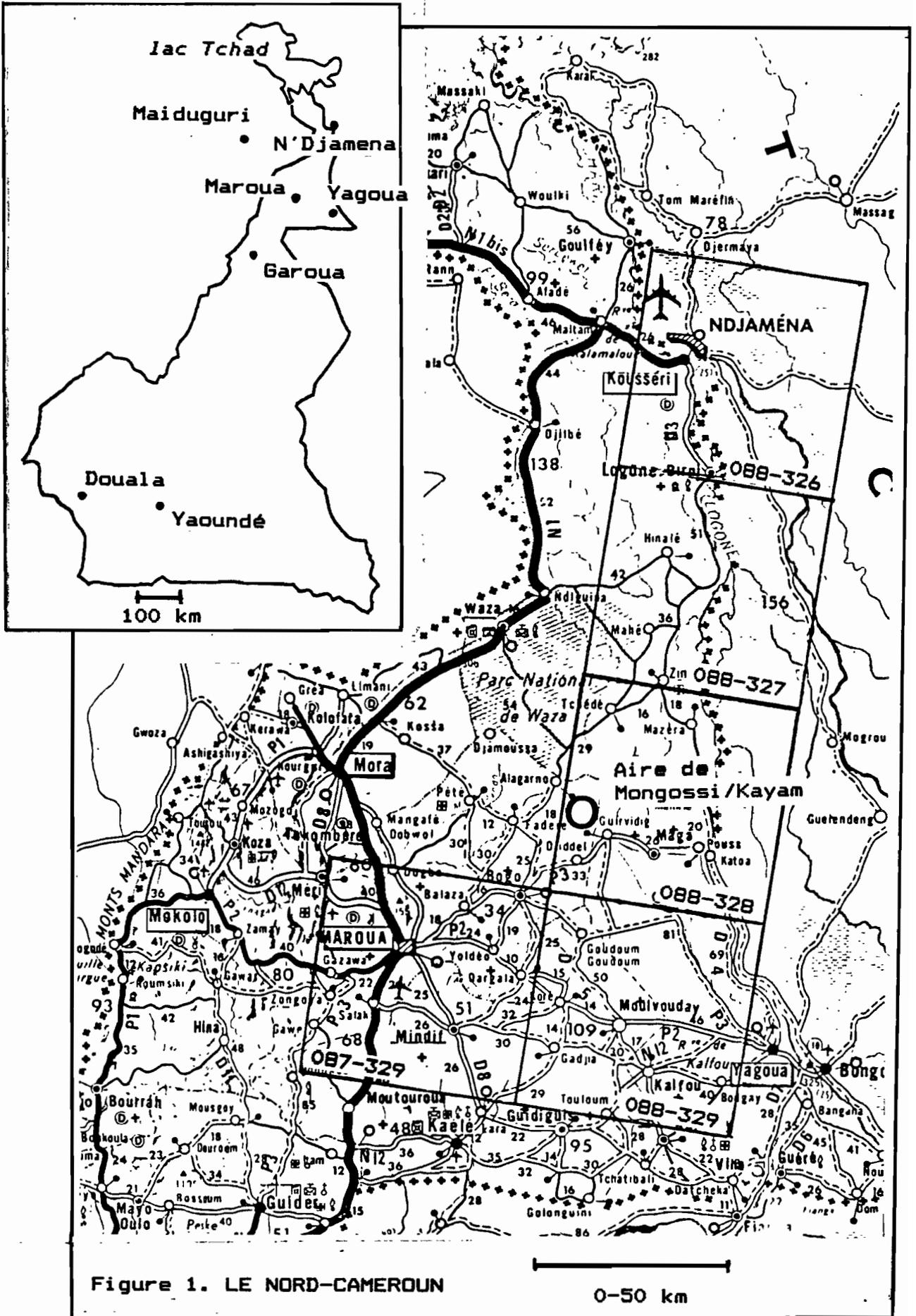


Figure 1. LE NORD-CAMEROUN

0-50 km

d'autre part un *fichier de la végétation* examinant les espèces décrites dans les documents de botanique selon leur dynamique saisonnière et leur probable aspect spectral et textural sur les données de télédétection, pour autant que l'information le permette. Ce fichier de la végétation, complété et mis à jours au cours des missions de terrain qui ont suivi, est présenté dans le présent document.

#### *Un calendrier modifié, des images décevantes*

Le retard apporté au lancement nous a empêchés de prévoir cette mission pour la saison froide 1985-86: il aurait été inutile et coûteux de stationner sur le terrain sans aucune certitude d'un enregistrement Spot. Les missions sur le terrain étant, au Cameroun comme ailleurs en Afrique, soumises à autorisations administratives et à l'organisation de la logistique, il n'était pas question de partir à l'improviste.

En décembre 1985, nous sommes avisés que les enregistrements demandés vont être tentés en avril ou, en cas d'échec, reportés en décembre suivant, conformément à notre demande de calendrier. Le 4 avril 1986, l'enregistrement des quatre scènes est effectué avec succès et nous recevons en juillet les bandes numériques correspondantes. Avant même d'être exploitées dans le cadre de notre programme, elles serviront à tester les logiciels de lecture et de visualisation des données Spot écrits à l'ATOB pour le Mini 6 Honeywell-Bull de Bondy.

La lecture des images numériques mises à notre disposition est une déception. Certains défauts, inhérents au système d'enregistrement ou au traitement pré-commercial des données, ont été corrigés sur les scènes que nous avons exploitées depuis. D'autres insuffisances tenaient à notre inexpérience des formules de programmation - ou peut-être à quelques imprécisions du fait de Spot-Image dans la description des procédures rédigées pour le PEPS... Enfin, nous n'avions pas prévu que le mois d'avril (période trop extrême) était un mauvais choix en ce qui concerne l'environnement végétal. C'est ainsi que pour des raisons différentes, imputables les unes à un "rodage" encore incertain des productions de Spot-Image, les autres à nous-mêmes, nous avons obtenu des images peu satisfaisantes.

a) Les images numériques sont rayées et inégalement réétalonnées à l'intérieur de la même vue. Les teintes de gris sont saturées dans les valeurs très hautes et dans les valeurs très basses, très peu étalées dans les valeurs moyennes: faut-il préciser que ce sont ces valeurs moyennes qui, justement, contiennent les informations qui nous intéressent ?

b) Sur les trois canaux Spot, les canaux 1 et 2 apparaissent comme redondants, à quelques détails près. Nous n'avons donc pas une image *multispectrale* - ce dont nous attendions beaucoup pour les nuances de couverture du sol par la végétation - mais une image *bi-spectrale*, nettement moins riche sur le plan thématique.

c) Dans la configuration Spot, le canal proche infra-rouge (équivalent du canal 6 de Landsat MSS) manque: c'est malheureusement cette longueur d'onde qui est la plus riche d'informations sur le rapport sol/végétation dans les milieux tropicaux secs...

d) En avril 1986, une grande partie des territoires utilisés par l'agriculture et le pâturage était soumise aux feux de brousse, procédure de régénération végétale couramment pratiquée - et en principe contrôlée - par les cultivateurs et les pasteurs: inutile d'essayer d'interpréter quoi que ce soit dans ces vastes périmètres que les images restituent uniformément en noir...

e) Pour déterminer la trace et les rangs des images que nous souhaitions voir enregistrer, nous avons utilisé les coordonnées géographiques et un tableau de localisation fournis par Spot-Image... Une erreur a été commise, à l'évidence, car les scènes enregistrées se trouvent nettement à l'est de la trace que nous avions prévue. C'est ainsi qu'il nous manque une bonne partie de la plaine du Diamaré et que les deux scènes septentrionales couvrent beaucoup plus de territoire tchadien que de territoire camerounais: les thèmes y sont semblables et l'intérêt archéologique tout aussi grand... mais en 1986 pas plus qu'en 1987 ni même en 1988, il n'est question de faire des relevés de terrain au Tchad !

f) A la suite d'une lecture sans doute trop hâtive de la proposition PEPS, nous n'avions pas prévu que les images numériques puissent ne pas être accompagnées des images photographiques correspondantes, à tout le moins de quick-looks. Faute de vraies cartes topographiques sur la région, il était extrêmement difficile - pour ne pas dire impossible - de choisir les échantillons significatifs des aires à étudier. Compte-tenu de la nature de notre matériel de visualisation des données numériques, nous devons travailler avec une précision supérieure à 2,5 kilomètres sur le terrain (ce qui est certes plutôt grossier). Les images photographiques nous auraient permis les repérages indispensables, en lignes et colonnes. Plutôt que de travailler par tâtonnements successifs, nous commandons les images photographiques des deux scènes sud de notre programme. Nous les attendrons huit mois (réception en avril 1987).

g) Ces données photographiques, une fois obtenues, se sont révélées elles-mêmes d'une qualité discutable: une dérive radiométrique importante, à moins que ce soit un défaut de transcription des données numériques en densités optiques engendre une dégradation importante de l'information entre la partie ouest et la partie est des vues.

#### *Le terrain sans les images*

C'est ainsi que la première mission sur le terrain, effectuée par Yveline Poncet et Christine Triboulet en janvier-février 1987, se déroulera sans les images photographiques, c'est à dire avec des possibilités de repérage entre le terrain et l'image très réduites: dans les parties structurellement simples et contrastées de la région, ce repérage ne posera pas trop de problèmes. Il n'en est pas de même dans les aires "complexes" de la plaine du Diamaré. Les cartes topographiques de la couverture de base étant très insuffisantes, il n'était pas question de faire des relevés précis aux fins d'identification formelle de signatures spectrales. En effet, la couverture à 1/50 000 IGN est incomplète, ancienne et les planches ne sont plus en vente; et la couverture à 1/200 000 IGN, encore plus ancienne, n'est accessible que sous forme de tirages ozalid monochrome, faute de réimpressions, sans parler de rééditions... Il a fallu se contenter

d'observations et de mesures générales, très utiles cependant pour tester des méthodes d'investigation sur le terrain et pour expérimenter le traitement des observations en rapport avec les données image.

Ces observations ont permis de comprendre la structure régionale en termes de radiométrie et surtout en termes de variations de la radiométrie: variations dans l'espace (les champs de sorgho, en fonction de l'espacement des plants, de la couleur ou de la rugosité du sol...); variations des taux de recouvrement des strates ligneuses... Variations dans le temps d'autre part: déciduité de certaines espèces ligneuses, couverture herbacée et litières sur les espaces cultivés, rôle des feux de l'année... En particulier, on a pu confirmer l'importance du rôle de la strate ligneuse buissonnante dans la radiométrie de tous les milieux.

Les travaux ont été effectués dans le périmètre des scènes 328 et 329, les seules qui nous soient aisément accessibles par les pistes: en janvier et février, la plaine inondable est encore impraticable.

#### *Un fonctionnement réduit*

Mais si une partie du programme se déroule conformément aux prévisions, aux retards techniques et imprévisibles près, d'autres secteurs "ne suivent pas". Les collaborations directes attendues de la part des institutions de recherche camerounaises, sous la forme de chercheurs associés au programme, ne seront pas assurées; la Banque Mondiale et le Fond Monétaire International ont enjoint à l'Etat camerounais de réduire ses dépenses et la recherche en sciences humaines est désormais limitée au fonctionnement minimal des structures nationales; les collaborations attendues de la part de chercheurs ORSTOM au Cameroun ne seront donc pas financièrement soutenues et l'équipe permanente reste réduite aux trois chercheurs sus-nommés basés en France, à des collaborations partielles ou occasionnelles, et à un financement ORSTOM uniquement.

A la suite de l'appel d'offre du secteur PIREN du CNRS sur l'histoire de l'environnement et des phénomènes naturels, nous avons soumis en juin 1986 un projet intitulé *Archéologie des paysages*

*dégradés et des paysages construits au nord-Cameroun*, pour une durée de deux ans (1987-1988) et pour un montant de 108 400 francs. Ce projet sera refusé, non pas parce qu'il comporte de la télédétection satellitaire - cet aspect a reçu un accueil favorable - mais plutôt, semble-t-il, parce qu'il proposait une *géo-archéologie*, approche peu conventionnelle...

Un dossier est alors proposé à l'ATP Télédétection CNRS-CNES en décembre 1986: 215 000 francs demandés pour une période de deux ans commençant, selon notre calendrier, à la mi-1987.

### 1.3. LA POURSUITE DU PROGRAMME: 1987-1988

Les résultats de la mission de janvier 1987, puis la mise à disposition (en avril 1987) des images photographiques des deux scènes méridionales, suscitent de nouvelles collaborations, en même temps que sont envisagées des extensions du programme en Pédologie: on se souvient que son origine était la corrélation entre certains types de sols et les traces d'occupation humaine. Deux pédologues de l'ORSTOM rejoignent l'équipe, à temps partiel: Alain Beaudou dont les travaux méthodologiques sont de tout premier ordre pour la mise en relation terrain-image et Mathieu Lamotte qui, à l'initiative d'Alain Marliac, travaille à Maroua même sur les sols *harde*.

Ce regain d'intérêt et le renforcement de l'équipe justifient la décision de travailler sur des images Spot réellement exploitables, bien que coûteuses: acquisition est faite auprès de Spot-Image d'une image "hors PEPS", scène O87-329, vue du 15 janvier 1987, date correspondant précisément à la première mission de terrain. Le périmètre de la scène convient mieux à nos travaux car nous y trouvons la partie occidentale de la plaine du Diamaré avec la ville de Maroua, la région la plus riche en sites archéologiques aisément accessibles. La qualité technique et la date favorable d'enregistrement de cette image vont en faire notre principale base d'étude. Les conditions techniques de PEPS sont remplies, mais il ne s'agit plus de PEPS !

Malheureusement, ces circonstances favorables vont être contrecarrées en partie par toute une série de transformations techniques et administratives purement internes à l'ORSTOM. Le vieil ordinateur

périmé et essoufflé de l'ATOB est remplacé par un système Matra-Sun intégré infiniment plus performant, mais la transition prend plusieurs mois. L'organisation structurelle de la télédétection à l'ORSTOM est renouvelée et favorise désormais le vaste domaine de l'Océanographie. L'ATOB, qui se consacre plus particulièrement à l'étude des milieux terrestre par télédétection satellitaire, est rattaché au nouveau Laboratoire d'Informatique Appliquée de Bondy, avec une équipe et un budget amoindris. A la suite de la restructuration des Départements de l'ORSTOM et des Unités de Recherche, le Département B "Milieux et Sociétés" se transforme en Département MAA "Milieux et Activité Agricole" tandis que le programme d'intérêt archéologique dont Alain Marliac est responsable est rattaché au nouveau Département SDU ("Sociétés, Développement, Urbanisation"). Et Yveline Poncet est nommée responsable d'Unité de Recherche, ce qui détourne une partie de son temps vers d'autres occupations scientifiques.

Enfin, bien que la notification en ait été faite en mars 1987, le budget accordé par l'ATP Télédétection (56 000 francs) n'arrivera pas avant 1988.

En mai 1987, deux chercheurs camerounais, Olivier Mandjeck et Athanase Bopda, géographes attachés au Centre Géographique National de Yaoundé, suivent le stage de télédétection de l'ORSTOM à Bondy. Arrivés en septembre 1986 en France, ils poursuivent une formation dans la théorie et la pratique des "nouveaux" outils de la Géographie: géographie quantitative, cartographie assistée par ordinateur, télédétection... Une formation plus poussée en télédétection est prévue pour Olivier Mandjeck au cours de l'année 1988.

Christine Triboulet présente en septembre 1987 un mémoire de DEA qui rassemble les résultats de ses travaux de l'année (Triboulet, 1987). Parmi ces travaux, le zonage d'intérêt agricole est présenté sous forme d'affiche commentée au Comice de Maroua, manifestation d'importance nationale centrée sur le nord du pays, qui s'est déroulée du 5 au 12 janvier 1988. Le sujet de thèse de Christine Triboulet (Evolution quantifiée des transformations des milieux humanisés ruraux au Nord-Cameroun, EHESS) est déposé à la fin de 1987, à présenter à la fin de 1990.

Au cours du quatrième trimestre de l'année 1987, la collaboration d'Alain Beaudou, introduit auprès de l'équipe par Yveline Poncet (et dont l'affectation à Bondy rendait la collaboration possible) se révéla très riche pour la mise en relation systématique des données terrain et des données image par la *description morphologique des paysages* (Beaudou et al. 1977, Beaudou, 1988). L'interface entre terrain et image était d'ailleurs devenue l'objet de l'attention de plusieurs équipes de l'ORSTOM travaillant sur les milieux terrestres, réunies dans le programme SATCARTO de l'atelier de télédétection de Bondy. La mise en rapport du terrain et de l'image avaient déjà fait l'objet de travaux conjoints entre géographes et pédologues pour la mise au point d'une fiche descriptive du milieu destinée à l'interprétation des images satellitaires, à l'initiative de l'Association Internationale des Sciences du Sol (AISS). Une fiche modèle avait été rédigée, puis expérimentée au cours de la mission de terrain de janvier 1987.

Les approches proposées par Alain Beaudou, issues des travaux d'une équipe pluridisciplinaire (voir bibliographie), permettent d'enrichir la description en lui donnant un aspect systématique et quantifiable. La *description morphologique des paysages* paraît bien être l'une des interfaces possibles pour la mise en relation systématique des observations du milieu sur le terrain et des données radiométriques, texturales et structurales contenues dans l'image satellitaire. On trouvera plus loin les premiers développements de cette méthode qui, appliquée à une opération de télédétection, nous paraît représenter un progrès véritablement original. Une mission sur le terrain, réunissant tous les membres de l'équipe, archéologue, géographes et pédologues, est alors programmée pour janvier 1988.

Elle s'est déroulée dans des conditions très favorables et les résultats obtenus ont paru suffisamment intéressants pour être présentés en Août 1988 au Congrès International de Géographie, à Sydney (Australie).

Les contacts scientifiques poursuivis au Cameroun paraissent prometteurs pour des collaborations futures. Ils pourraient déboucher sur un élargissement de notre programme afin de répondre à

des problématiques agraires et forestières initiées par le CIRAD sur l'Extrême Nord et le Nord du Cameroun. En mai 1988, le budget de l'ATP Télédétection nous est confirmé et est enfin mis à notre disposition. Une troisième mission de terrain est effectuée en octobre 1988 (correspondant à la fin de la période agricole sous pluie). Une demande de programmation avait été faite auprès de Spot-Image pour la période du 30 septembre au 26 octobre 1988: la vue est enregistrée le 11 octobre 1988, ce qui correspond à la présence sur le terrain de A. Beaudou et C. Triboulet.

#### 1.4. BILAN

L'opération PEPS 183 s'inscrivait dans un programme de recherche fondamentale de l'ORSTOM: dans un tel cadre, nous pouvions nous donner le temps d'approfondir des aspects méthodologiques sans avoir l'obligation expresse de fournir des résultats immédiatement diffusables. Nous n'avons donc pas hésité à "perdre du temps" (en apparence) pour aborder des points qui auraient pu être considérés comme "secondaires", mais dont la résolution permet d'avancer ensuite plus sûrement. Les études de terrain ayant précédé les études sur l'image, nous avons conduit les premières de façon particulièrement attentive, afin de préparer véritablement l'analyse des secondes. Dans les analyses de paysage que nous avons pratiquées, nous avons tenté d'inclure une "perception Spot", fondée d'une part sur les caractéristiques propres au capteur (la résolution spatiale et la résolution radiométrique), d'autre part sur la nature des facteurs influençant le signal radiométrique (couleurs, transparences, rugosités, arrangements...).

La lecture des pages qui précèdent - qui présentent l'histoire du programme et non ses résultats, qu'on lira plus loin - peut induire une vision réductrice du programme en question: sur quatre images, deux seulement ont été exploitées, et pas de façon approfondie ni prioritaire. Mais leur médiocre qualité permettait-elle une réelle utilisation, alors que quelques mois après leur mise à disposition nous en arrivait une "plus belle" ?

Le programme a fait l'objet d'une préparation attentive par exploitation des documents existants. L'un de ses résultats est une analyse de l'utilisation de ces sources, "exogènes" et "antérieures". Des travaux importants ont été menés sur le terrain: ce sont eux qui ont donné lieu aux interrogations méthodologiques qui commencent seulement à recevoir des éléments de réponse.

Les images du programme ont suscité l'intérêt de nos interlocuteurs scientifiques camerounais et français, et de plusieurs organismes européens travaillant actuellement pour l'aménagement des espaces au Nord-Cameroun. Enfin, le rapport entre les *thèmes significatifs* de notre étude et les images Spot (de nouvelles images Spot) fait l'objet d'une thèse.



**DEUXIEME PARTIE :**

**POUR UNE GEO-ARCHEOLOGIE :  
LES ESPACES ET LE TEMPS**

"*Vue de haut dans ses rapports avec l'Homme, la Géographie n'est pas autre chose que l'Histoire dans l'espace, de même que l'Histoire est la Géographie dans le temps*". Voilà une phrase, écrite par Elisée Reclus en 1906, qui illustre de façon éclatante notre propos.

Il y a longtemps que la Géographie n'est plus la *description* de la surface de la Terre, mais l'enchaînement d'analyses dont l'ensemble permet de comprendre les différentes organisations des espaces. Il y a un peu moins longtemps que l'Archéologie n'est plus seulement la *description* des vestiges fabriqués et construits, mais l'enchaînement d'analyses qui permettent de connaître et de comprendre la succession et la nature des événements dans le passé.

Comme la photographie aérienne l'avait fait il y a cinquante ans, la télédétection satellitaire met brusquement à notre disposition, mais en d'autres termes, quelques éléments supplémentaires utiles à cette *compréhension*:

- la dimension régionale: un grand espace sur une seule image homogène;
- la dimension multi-spectrale: des objets - plutôt des ensembles d'objets - de la surface de la Terre apparaissent sur l'image de manière nouvelle;
- la dimension temporelle: des objets - ou des ensembles d'objets - peuvent être rendus visibles à travers leurs transformations (saisonniers, annuelles) ou celles de leur voisinage;
- la dimension quantitative: la nature numérique des images permet de faire des mesures sur leur contenu.

Cet apport de la télédétection satellitaire est sans doute plus sensible en zone tropicale qu'en zone tempérée: dans la première, les photographies aériennes sont anciennes, hétérogènes, mal disponibles: à l'intérêt de l'image satellitaire s'ajoute alors l'intérêt de la télédétection tout court, la source d'information essentielle qu'est la vue nadirale, impossible à obtenir systématiquement et facilement sur de notables superficies de territoire autrement que par capteur en orbite. C'est pourquoi les pages qui suivent vont décrire aussi bien l'usage que nous avons fait de l'outil qu'aborder les sujets propres au terrain et aux phénomènes qu'il nous permet de saisir. Autant qu'une rédaction sur l'outil Spot, ce que nous présentons c'est une rédaction sur le rapport entre l'outil "télédétection satellitaire" et les idées relatives au terrain, au territoire et à l'Histoire: comment, dans l'opération thématique et méthodologique que nous avons menées à partir des données Spot sur le Nord-Cameroun, l'exploitation des images a fait progresser les idées, et de quels développements méthodologiques et épistémologiques ces dernières sont en train de bénéficier.

La Géographie du nord du Cameroun est relativement bien connue dans ses classiques aspects descriptifs; la région a aussi fait l'objet d'analyses complexes. C'est pourquoi nous n'entrerons pas ici dans leurs détails et nous bornerons à en rappeler les grandes lignes dressées d'après les deux ouvrages les plus récents et les plus complets: *Le Nord du Cameroun, des hommes, une région* (collectif sous la direction de Jean Boutrais, 1984) et *Nord-Cameroun, Ouverture et Développement*, par Marcel Rousard, 1987. Son histoire est beaucoup moins bien connue et fait actuellement l'objet d'études pluridisciplinaires en Archéologie, Linguistique, Ethnologie ... depuis une période plus récente. La synthèse n'en est pas faite, mais les colloques *Méga-Tchad* (qui se tiennent tous les deux ans à Paris depuis 1984) en constituent une première approche.

Enfin, si des documents très détaillés existent sur la géologie, la pédologie, l'hydrologie, la botanique du Nord-Cameroun, ils ne sont pas encore reliés entre eux, ni avec d'autres travaux: l'analyse de l'évolution du milieu naturel dans les deux derniers millénaires reste à faire.

La télédétection satellitaire nous ouvre justement une fenêtre sur les complexes interactions qui s'effectuent entre les dynamiques actuelles observables à court terme, les conséquences des actions des hommes (le moyen terme) et les dynamiques à plus long terme, largement inconnues dans le détail quoique pressenties. Notre intention est de rechercher les modes et les termes d'interprétation des données satellitaires dans la perspective de l'étude plus vaste de ces interactions.

## 2.1. UNE DESCRIPTION DU MILIEU REGIONAL

Le Nord-Cameroun, au sens que les Camerounais eux-mêmes donnent à ce terme, couvre toute la partie septentrionale du pays. Il est constitué, depuis 1983, de trois provinces administratives: *Adamaoua*, *Nord*, *Extrême-Nord*, qui correspondent presque exactement à trois grands ensembles:

- les Hautes Terres de l'Adamaoua (*Adamaoua*),
- la cuvette de la rivière Bénoué (*Nord*),
- les montagnes et les basses plaines de la cuvette tchadienne (*Extrême-Nord*).

Les traits climatiques du Nord-Cameroun sont conditionnés par la latitude et l'altitude. La région s'étend entre 6 et 13 de latitude nord. Le gradient pluviométrique est très important entre le nord et le sud. Dans l'Adamaoua, au sud, l'altitude accentue les précipitations et il pleut plus de 1500 mm par an en moyenne; sur les rives du lac Tchad, les précipitations sont réduites à moins de 500 mm par an. Le trait commun à tout le Nord-Cameroun est le violent contraste qui oppose la saison sèche et la saison des pluies, quelle que soit leur durée (Suchel, 1972).

La diversité de la population est très grande, aussi bien du point de vue historique, ethno-linguistique et culturel que du point de vue des densités. Une soixantaine de groupes distincts composent la population. Les montagnes et les plaines de l'Extrême-Nord s'opposent, par leurs fortes densités de population, aux Hautes Terres de l'Adamaoua, à la cuvette de la Bénoué et aux plaines inondables de la cuvette tchadienne, toutes très faiblement peuplées (Boutrais et al., 1984).

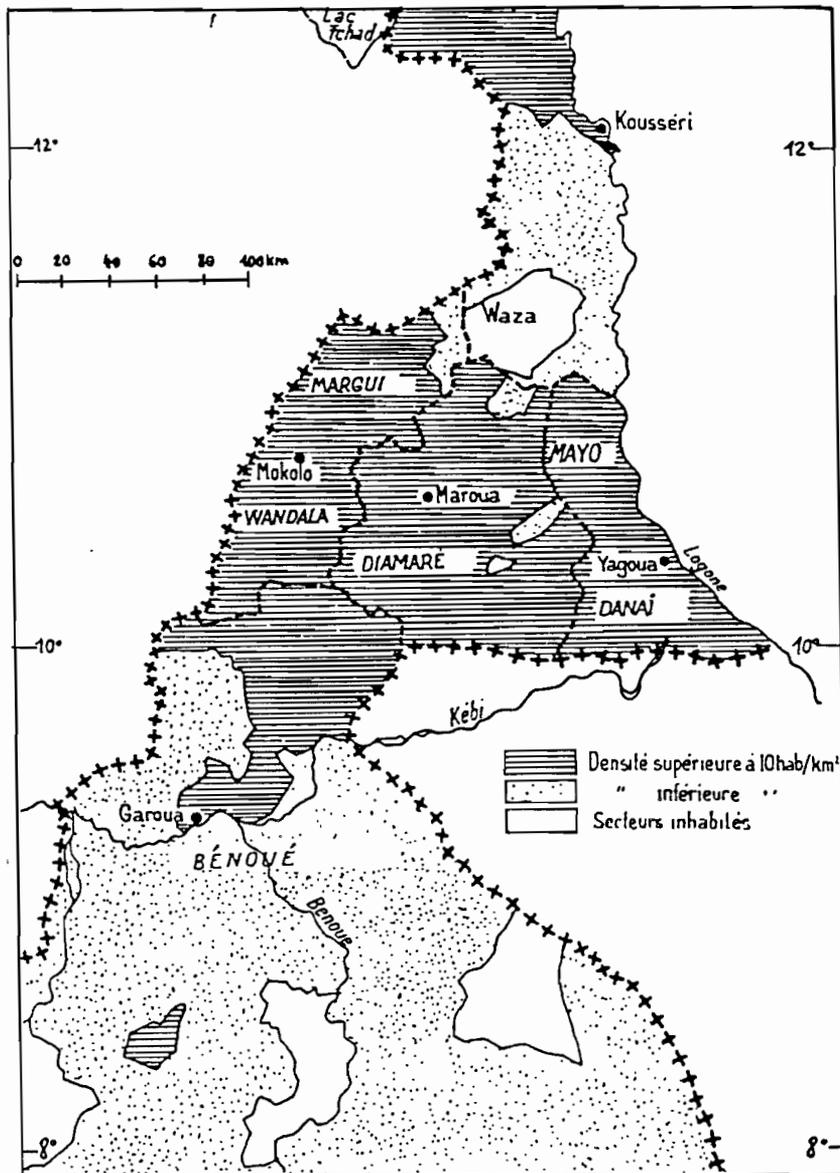


Figure 2. DENSITES DE POPULATION AU NORD DU CAMEROUN (Boutrais éd. 1984)

La population du Nord-cameroun est très largement rurale et très inégalement répartie. Le dernier recensement de la population camerounaise date de 1976, mais comme ce fut le cas pour les précédents, son caractère fiscal a incité une partie des habitants à se dissimuler. Des coefficients de redressement ont été affectés aux principaux résultats du recensement. D'où l'écart qui apparaît entre "la population dénombrée" et "la population officielle" (Roupsard, 1985).

	Population dénombrée	Population officielle après redressement
Province de l'Adamaoua	336 150	338 745
dont N'Gaoundéré	36 397	38 992
Province Nord	448 286	452 538
dont Garoua	59 648	63 900
Province Extrême-Nord	1 305 345	1 309 816
dont Maroua	62 716	67 187
TOTAL NORD-CAMEROUN	2 089 781	2 101 099
POPULATION CAMEROUN 1986		10 450 000

Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons tout particulièrement à la province de l'Extrême-Nord. L'Extrême Nord est constitué de montagnes et de plaines qui forment quatre unités naturelles:

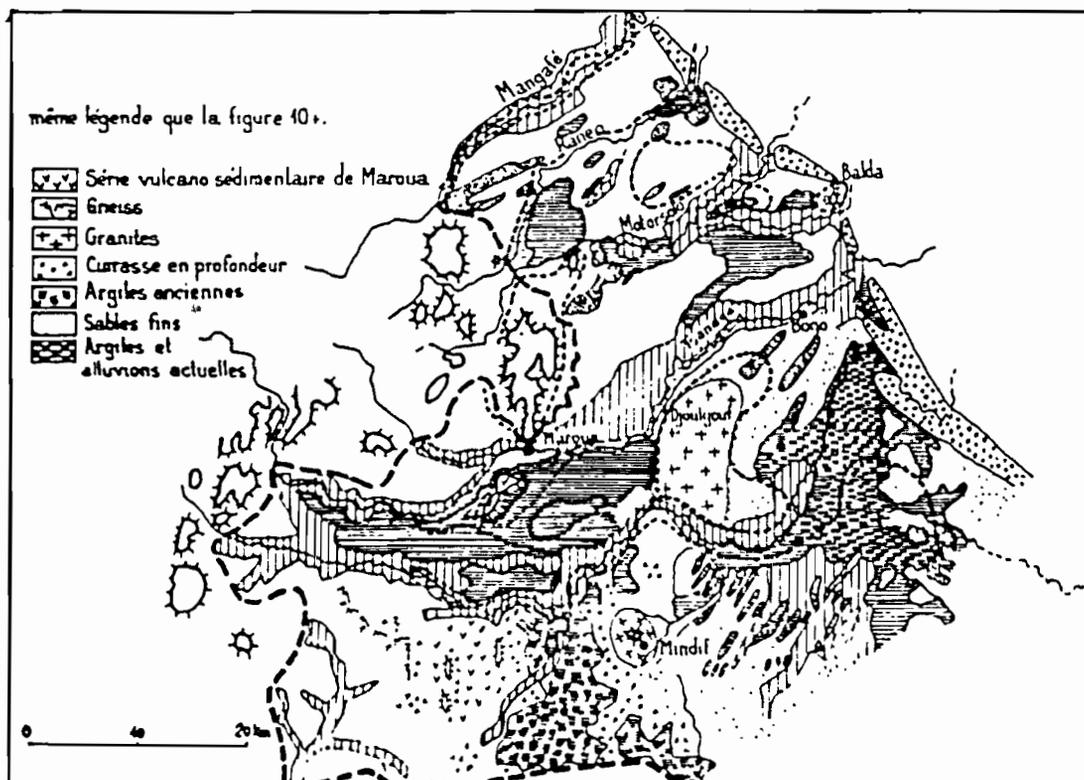
- les montagnes et les plateaux cristallins des Monts Mandara,
- la plaine sédimentaire du Diamaré,
- la plaine sédimentaire de Kalfou,
- la plaine d'inondation du Logone.

### *Les Monts Mandara*

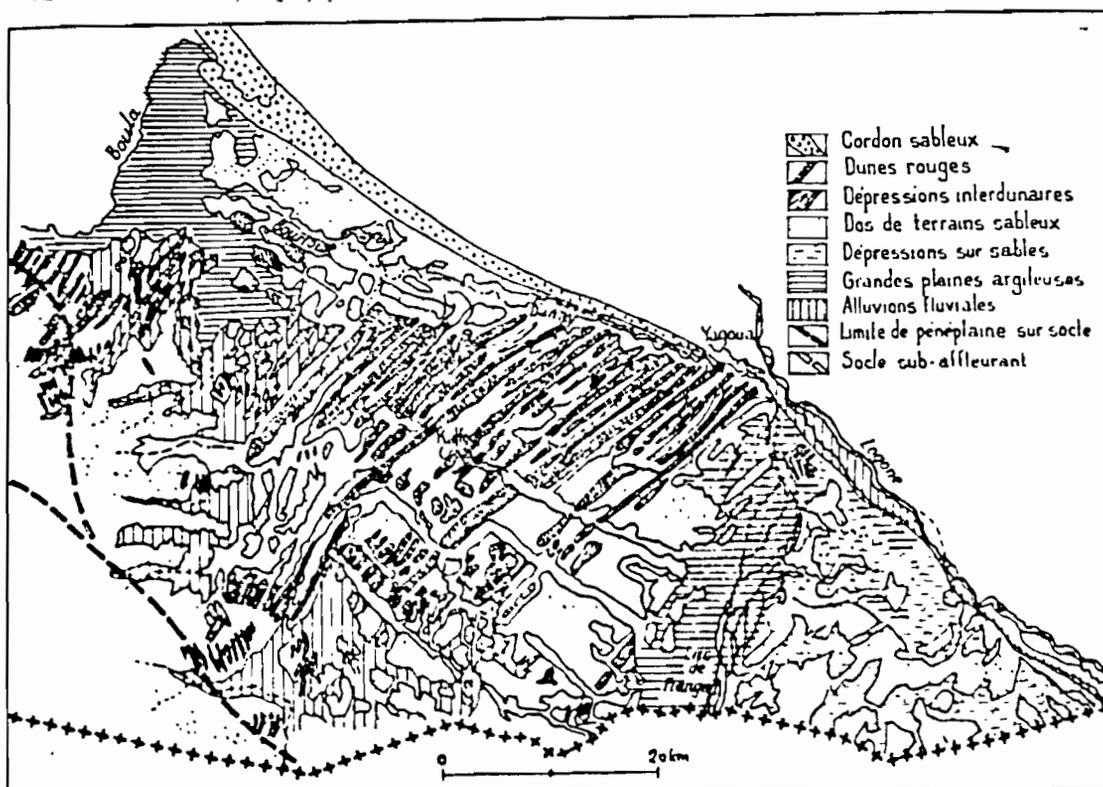
Les Monts Mandara sont un ensemble de massifs montagneux et de hautes terres (800 à 1200 mètres d'altitude) situés sur la frontière qui sépare le Cameroun du Nigeria. Les Mandara s'allongent sur 150 km du nord au sud et sur 50 km d'ouest en est. Comme les Hautes Terres de l'Adamaoua, les Monts Mandara suscitent une variation climatique: les températures y sont plus basses et les précipitations supérieures à celles des plaines environnantes (750 à 1050 mm de pluie au lieu de 750 à 900 mm en contrebas). Sur le pourtour de cet ensemble montagneux, quelques massifs isolés dominent les piémonts. Ces "massifs-îles" sont entourés de basses terres. Ils s'étirent sur une bande de 80 km de long qui s'interrompt au niveau de Maroua, où la Tsanaga s'est frayé un passage. Ces massifs ont des pentes raides, régulières; les sols y sont peu épais et caillouteux. Mais les interstices entre les blocs retiennent de l'argile, qui permet une strate herbacée et le développement de ligneux adaptés aux sols peu profonds. Sur les piémonts qui cernent les massifs, les placages colluviaux sont continus, les sols sont jeunes et encore non altérés chimiquement.

### *La plaine du Diamaré (fig.3)*

Cette plaine sédimentaire récente repose sur une pénéplaine développée sur le socle cristallin qui prolonge les Monts Mandara. La pente du socle est raide et s'enfonce depuis les hautes terres vers le grand cordon sableux qui borde la cuvette tchadienne. Le socle réapparaît par endroits, sous la forme de dômes ou d'inselbergs qui pointent à travers les dépôts alluvionnaires. La couverture sédimentaire est d'épaisseur variable: plus de 70 mètres du côté de Maroua, une mince pellicule dans la partie sud-est de la plaine. La surface est sub-horizontale jusqu'au cordon dunaire (0,2 % de pente). La plaine est traversée par plusieurs *mayo*, cours d'eau temporaires qui débouchent des Monts Mandara à l'ouest pour aller buter, à l'est et au nord-est, sur le cordon dunaire. Le réseau hydrographique n'est pas stabilisé. La majeure partie de la plaine possède une nappe phréatique continue dans les alluvions, seuls les affleurements du socle sont stériles.



**Figure 3. LA PLAINE DU DIAMARE,**  
**Croquis géomorphologique**  
 (Boutrais éd. 1984)



**Figure 4. LA PLAINE DE KALFOU ET LE BEC DE CANARD,**  
**Croquis géomorphologique**  
 (Boutrais éd. 1984)

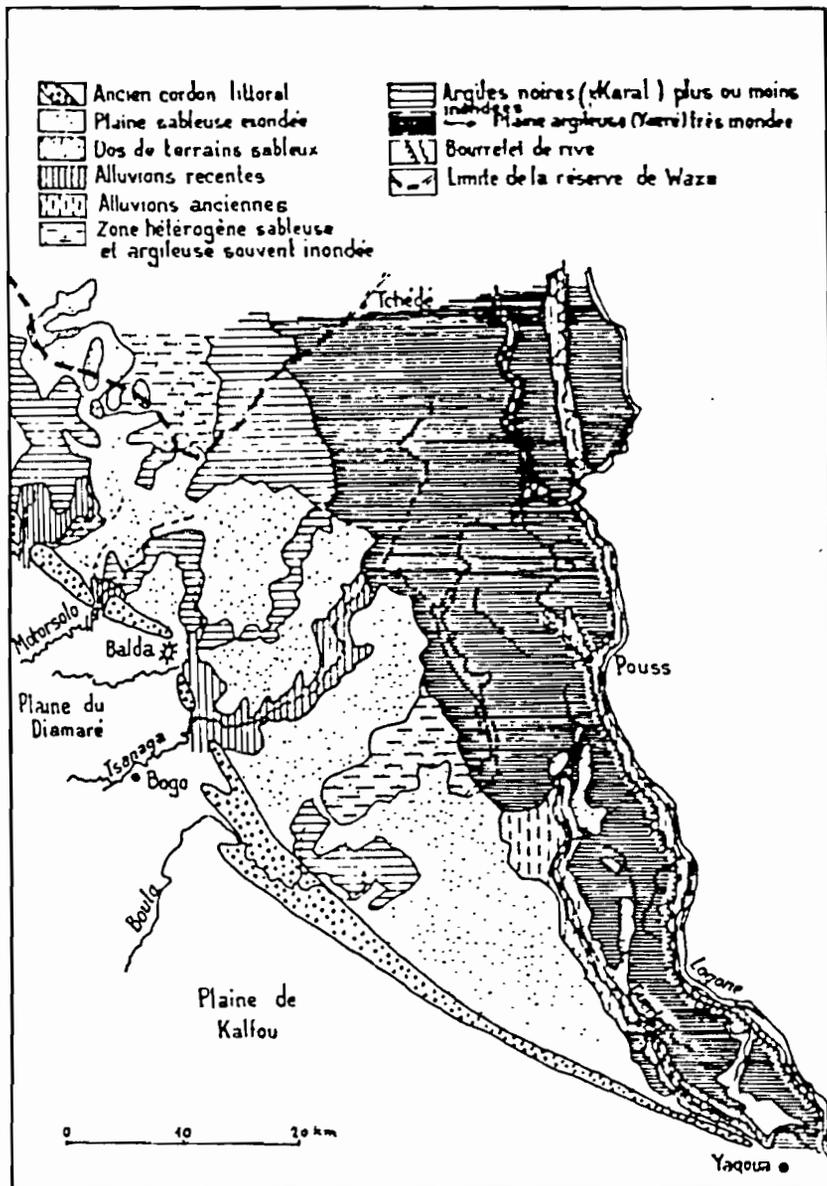


Figure 5. LA PLAINE DU LOGONE,  
Croquis géomorphologique  
(Boutrais éd. 1984)

Ces conditions hydrologiques multiples, la nature et la variété des sols, la variété des types d'exploitation, concourent à la complexité et à l'imbrication des types de paysages dans la plaine du Diamaré (Brabant et Gavaud, 1985).

#### *La plaine de Kalfou (fig.4)*

La plaine de Kalfou prolonge celle du Diamaré, vers l'est et le Logone. De même nature que celle du Diamaré, la couverture sédimentaire atteint une épaisseur de plus de 300 m à Yagoua. La plaine de Kalfou ne présente aucun pointement du socle à travers la couverture sédimentaire. Les dunes de sable rouge y sont l'élément majeur du paysage. Parallèles entre elles et accolées au grand cordon dunaire, les dunes rouges sont séparées les unes des autres par des dépressions allongées. Il en résulte une mosaïque de paysages issue de l'alternance des dunes bien drainées - et même soumises à la sécheresse - et des dépressions engorgées.

#### *La plaine de débordement du Logone (fig.5)*

La plaine du Logone n'est qu'une partie de la cuvette tchadienne; elle est limitée à l'est par le fleuve Logone et au sud et au sud-ouest par le cordon dunaire Limani-Yagoua. C'est une unité morphologique très plane, issue de l'accumulation de dépôts lacustres très abondants (70 à 300 m). La plaine du Logone est divisée en deux parties par la nature des inondations. La première, adossée au cordon dunaire, est peu affectée. C'est une aire de sols lourds, vertiques, appelés karal. L'autre partie de la plaine reçoit les crues des rivières qui descendent des Monts Mandara, de juillet à octobre, mais aussi celle du Logone, d'août à novembre. C'est le domaine des vastes savanes herbeuses appelées yaéré, des sols engorgés brusquement après dessiccation et colmatés en surface (Brabant et Gavaud, 1985).

#### *Les activités humaines*

Les activités agricoles de l'Extrême-Nord sont variées, et diffèrent selon la nature du sol, le poids de l'inondation, les possibilités d'irrigation, les contraintes de calendrier de certaines activités...

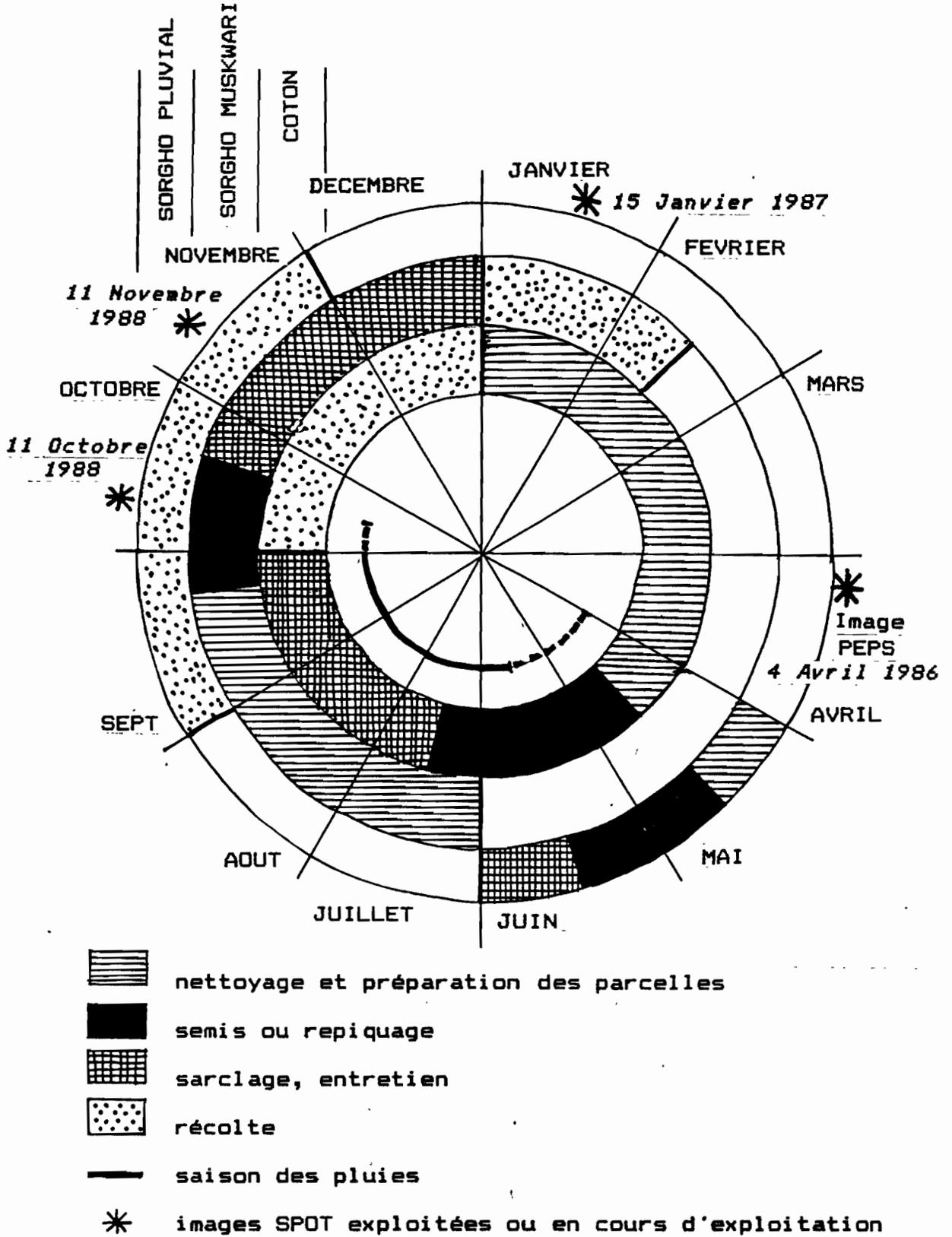


Figure 6. SCHEMA SIMPLIFIE DU CALENDRIER AGRICOLE

Sur les sols sableux, les terres cultivées se mêlent aux jachères, parfois très étendues. Les cultures dominantes sont le sorgho et l'arachide. Le grand cordon dunaire porte peu de cultures sauf au voisinage de Yagoua, à l'Est, mais il est exploité comme source de bois de feu et lieu de pâturage.

Sur le bord des rivières et le long du Logone sont cultivées les céréales pluviales et le sorgho de décrue dit *muskwari*. Y est pratiqué également l'élevage bovin.

Dans les zones argileuses, les dépressions, sur certains interfluves aux terres lourdes et peu inondées, la polyculture domine: céréales, coton, arachide, maraîchage. Le sorgho de décrue occupe les terres les plus inondées et tend à gagner du terrain. Le pâturage extensif est présent partout.

Dans les régions très inondées, dans la plaine de débordement du Logone, les *yaérés* servent de pâturage de saison sèche. Les sols *karal* sont couverts de *muskwari*. La montée saisonnière des eaux permet d'alimenter les quelque 6 000 hectares de rizières de la SEMRY grâce à une retenue d'eau de grande dimension, en arrière d'un long barrage perpendiculaire au Logone, construit sur un affluent ou défluent, au niveau de Maga et Pouss. La SEMRY cultive par ailleurs 5 000 hectares de rizières dans les environs de Yagoua, et 1 200 hectares à Kousséri, dans l'Extrême-Nord.

Enfin, près des villes et le long des cours d'eau les plus importants se pratique le maraîchage, cultures de tomates, oignons et salades, et l'arboriculture (manguiers, goyaviers, anacardiés...).

Les travaux agricoles se déroulent de mai à février (*fig. 6*): préparation du sol, sarclage, buttage, billonnage et construction de diguettes, irrigation, moissons.

Mis à part le riz et le *muskwari*, toujours exclusifs sur les parcelles, les cultures sont souvent associées, selon les taux de recouvrement, la précocité et la durée des cycles végétatifs (Bezpalý, 1984; Westphal, 1985).

Les ligneux sont présents partout sauf dans les yaérés, sous forme de forêts claires, de savanes et de steppes à épineux, mais également conservés dans les terroirs, participant à la construction des paysages agricoles. C'est le cas des "parcs" et des plantations.

Les parcs sont des formations mono ou pluri-spécifiques, dont les espèces sont traditionnellement sélectionnées par les cultivateurs et les éleveurs en fonction de leur utilité: fertilisants (légumineuses), ombrage, bois et fourrage, fruits... Les jeunes plants sont choisis et sauvegardés au sein de la végétation naturelle, quelquefois implantés (semis et plantations). Les différents arbres utiles n'occupent pas une place indifférente sur le terroir. Ils sont répartis en auréoles, selon leur éloignement du centre d'habitat:

- dans le périmètre habité: figuiers (*Ficus*), baobabs (*Adansonia digitata*) et fromagers (*Ceiba pentandra*);
- de plus en plus loin: rôniers (*Borassus aethiopum*), jujubiers (*Ziziphus spina christi* et *mauritanica*) et *Acacia albida*; puis nérés (*Parkia biglobosa*) et karités (*Butyrospermum parkii*); enfin, dans l'aire cultivée la plus éloignée du village, *Prosopis africana* et *Sclerocarya birrea*.

C.Seignobos, qui a étudié ces parcs (Seignobos 1982) montre qu'il existe des systèmes liés à la nature des civilisations agraires qui les ont élaborés et qui les entretiennent.

*Acacia albida*:

bovins,  
cultures intensives  
densités de population fortes

*Vitex paradoxa*:

absence de bovins  
cultures extensives  
densités de population moyennes

*Borassus aethiopum*:

insécurité  
terroir réduit  
agriculture sommaire.

De tels parcs arborés se rencontrent dans toute

l'Afrique sèche. Un parc constitue un équilibre avec la société qui l'a suscité. Pour qu'il se maintienne, il est nécessaire que la densité de population et que l'agro-système restent stables: l'évolution ou la disparition de ces conditions entraînent la dégradation ou la disparition des parcs. C'est la raison pour laquelle la complexe histoire du peuplement au Nord-Cameroun est étudiée à travers l'évolution de ses parcs arborés.

Aux abords des villes (Maroua tout particulièrement) et des bourgs, les plantations d'arbres sont développées et encouragées: vergers à proximité des cours d'eau (manguiers, anacardiens); arbres à bois de feu, d'oeuvre et perches (eucalyptus, caillédrats, neems).

## 2.2. LE PEUPEMENT DANS LE TEMPS LONG

### *Archéologie et paysages*

L'histoire du peuplement du Cameroun du Nord est principalement prise en compte par l'Archéologie, qui est la seule discipline à englober la période des derniers millénaires, pendant laquelle sont apparus de nouveaux modes de subsistance (élevage, agriculture), de nouvelles techniques (poteries, métaux), et l'emprise grandissante de l'homme sur le milieu. L'histoire du peuplement concerne aussi, bien entendu, l'Ethnologie, la Linguistique, l'Histoire, la Géographie... En effet les transformations de la région résultent des impacts anthropiques successifs, conjugués avec les variations et l'évolution du milieu: climat, hydrologie, sols, flore, faune... Dans le tableau des paysages actuels, certains faciès relèvent donc de l'anthropologie (l'actuel); d'autres de l'archéologie (le passé), d'autres enfin, des deux.

Pour présenter le contexte archéologique de l'extrême nord camerounais, nous reprenons ici certains paragraphes de l'article qui a présenté les résultats de nos premiers travaux de télédétection satellitaire d'intérêt archéologique sur la région (Marliac et Poncet, 1986).

### *Le peuplement ancien*

Par "peuplements anciens" on entend les peuplements allant du Subactuel saisissable par la tradition orale (ou les textes, parfois) aux peuplements de l'Age du Fer ou postnéolithiques. L'appellation "peuplements anciens" est volontairement utilisée en ce sens que rien ne permet de décider encore, pour ce qui est des paysages, entre ce qui ressort de tel ou tel peuplement daté. On peut plutôt conjecturer un empilement d'impacts successifs, imbriqués, où bien entendu les dernières traces sont probablement les plus lisibles. C'est au sein de ces séries de traces, résultats de modifications anthropiques prolongées et peut-être ethniquement et socio-économiquement différenciées, que l'archéologue mène des investigations. Même s'il admet, par prudence, le caractère biaisé de son optique personnelle, plutôt encline à voir ce qui est structuré à l'échelle de petits groupes, il ne

peut oublier que les traces en question sont à toutes les échelles, depuis les tumulus et leurs abords jusqu'aux étendues de sols surpâturés ou surcultivés en passant par les parcs systématiquement construits et les vergers simplement favorisés.

Compte-tenu de ce que l'analyse anthropologique nous apprend et de ce que nous pouvons saisir du passé grâce à la tradition orale, il est posé comme vraisemblable que l'exploitation du milieu pendant la période dite "de l'Age du Fer" était voisine ou comparable, dans une certaine mesure, à l'exploitation traditionnelle perceptible actuellement. Ceci en tenant compte d'organisations socio-économiques et politiques différentes, de technologies différentes, de poids démographiques inconnus, d'événements catastrophiques probables (guerres, sécheresses, maladies, prédateurs, famines...), et de modes de production de même ordre: agriculture, élevage, pêche, cueillette, dans le contexte d'organisations de type villageois.

La région du Nord-Cameroun présente des phénomènes archéologiques d'interface que nous avons appelés (à propos du secteur spécifique de la plaine du Diamaré) "trace" (Marliac 1983). Parmi ces traces, le *hardé*, sol plan dénudé et stérile, auprès duquel on rencontre une série de sites variés:

- relevant soit de l'âge du fer daté par comparaison avec le site de Salak (Marliac 1985), soit de l'âge du fer *lato sensu*;
- relevant du néolithique final tel qu'il est connu pour le moment (Marliac 1969, 1982).

#### *Les données initiales de l'archéologie*

La prospection classique à l'aide d'une couverture photographique aérienne à 1/20 000 (AE 194/200 NC 33 XV) un peu vieillie (1961-62) et les parcours de terrain ont permis d'identifier (Marliac, 1978) et de cartographier:

- des paysages différenciés par la topographie, la flore (celle-ci pouvant être soit révélatrice soit masquante), l'hydrographie, les sols, l'installation anthropique générale;

- des installations anthropiques "anciennes": sols de villages, levées réhaussées, buttes anthropiques, sols dénudés avec ou sans vestiges culturels;

- des tracés et structures énigmatiques, peut-être des "constructions" dans certains cas (drainage, fortifications, diguettes, pistes...).

Si on peut attribuer ces indices archéologiques à des peuplements postnéolithiques *lato sensu*, rien ne s'oppose à ce que les paysages dans leur état actuel comportent aussi des impacts anthropiques plus anciens (néolithiques) et traduisent une possible pérennité d'habitat datant elle aussi parfois du néolithique, ce qui semble être confirmé par les indices d'occupations profondes découverts dans la plaine du Logone par sondages hydrogéologiques.

L'indice le plus nettement saisissable à l'oeil comme à la photographie aérienne est la butte (fig. 7 et 8), consistant essentiellement en un dôme aplati par l'érosion, composé (sauf exceptions) des débris de structures architecturales empilées, plus ou moins remaniés; de débris de toute nature (tessons de céramique, cailloux, ossements, perles, objets de fer, scories, coquillages terrestres ou lacustres) et de dépôts intentionnels (tombes, fosses, foyers, forges, piquets...).

Un phénomène intéressant du Nord-Cameroun est la récurrence d'association entre sols stérilisés (hardé) et vestiges d'occupation. Alain Marliac (1981, 1982) souligne son importance, sa complexité et la difficulté à le traiter du seul point de vue de l'archéologue. Il s'agit d'une association entre:

a) Des sols à aspect de surface caractéristique: plaques dénudées très dures, lisses ou squameuses, plus ou moins interrompues par des plages d'herbes rases annuelles, rares, surplombantes de quelques centimètres, le tout parfois accompagné de ligneux rabougris discontinus, isolés, épineux exclusivement et souvent monospécifiques (*Balanites aegyptiaca*).

b) Des vestiges d'occupation humaine sous forme de semis de tessons de poterie, petits et abrasés, de cailloux, de meules en surface et de déchets de

fer, ou sous forme de tessons plus grands, meules et objets de fer pris dans la masse des argiles planiques, ou encore sous forme d'ateliers de taille de la pierre pris dans la masse.

L'association est complexe:

- sous forme de présence en surface du *hardé* de vestiges globalement classables "Age du Fer", du V au XVII siècle P.C.;
- sous forme de présence de vestiges dans le *hardé*:
  - . soit en dispersion (tessons abrasés et petits, mal identifiables mais attribuables provisoirement à l'Age du Fer *lato sensu*);
  - . soit en masse, sous forme de tessons encollés dans un "trou-poubelle" attribuable à une culture précise dite "Salak", centrée autour du XI siècle P.C., Marliac 1982, 1985;
  - . soit en masse, sous forme de déchets de débitage lithique (atelier de taille), tessons, morceaux de fer et d'os travaillés (intrusifs ?), attribuables à la culture dite "Tsanaga", provisoirement datée vers le début de l'ère (Marliac 1982).

Ces diversités d'association impliquent, outre le fait que les cultures concernées sont différentes par leur nature et leurs dates, que le phénomène de "hardéisation" s'est produit à des dates différentes, à des échelles variées. Elles impliquent aussi des scénarios "culturels" différents. Les travaux de Mathieu Lamotte, pédologue et archéologue, qui sont en cours de mise en forme, apporteront d'utiles informations sur ce sujet.

#### *La visibilité des indicateurs archéologiques...*

Qu'il s'agisse de l'actuel ou du passé, pour une exploitation des images de télédétection spatiale, c'est la visibilité des sites, des groupes de sites et des aires d'emprise des sites, qui importe. Cette visibilité sera plus ou moins directe:

- selon le contenu des sites et des groupes de sites eux-mêmes: morphologie, état de la surface du sol, végétation associée, situation topographique;
- selon certains aspects du paysage, plus ou moins directement révélateurs de la présence de vestiges culturels: aires dénudées, buttes, certains arbres tels *Adansonia digitata* (baobabs);

- selon certains aspects du paysage, résultant plus ou moins directement de l'activité humaine: digues, haies, murs et alignements...

Cette visibilité est établie à partir de la connaissance archéologique régionale, qui lie tel aspect du terrain à une présence ancienne, tout en tenant compte, bien entendu, de la possibilité de superpositions dans le temps, brouillant éventuellement l'"image archéologique". Il est clair que ce sont les périodes les plus proches de l'actuel qui ont le plus de chances de laisser des traces *lisibles* (c'est à dire visibles et interprétables), même si, en théorie, toutes les périodes sont envisageables. Ceci dit, notre cadre historique est fixé: l'Age du fer, dont les limites chronologiques vont des premiers siècles aux XVI et XVII siècles de notre ère; le cadre social est celui de l'habitat villageois et des activités de défense; le cadre économique est celui des activités productrices: agriculture, horticulture, élevage, pêche, recherche de l'eau.

Quelles connaissances archéologiques avons-nous, en termes de visibilité, pour cette période ?

a) Celle des sites archéologiques proprement dits. Les uns se présentent sous la forme d'accumulations de vestiges, structures et débris divers, collectivement appelés "buttes anthropiques", *settlement mounds*, tumuli, tertres, etc. Les photographies aériennes examinées en stéréoscopie les restituent clairement grâce à leur volume. Les plus importantes (en diamètre et en hauteur) sont au nord et au nord-est du Diamaré et dans les yaérés; les plus petites sont fréquentes au centre, à l'ouest et à l'est de la plaine du Diamaré, présentes aussi au nord-nord-est.

b) Celle de la structuration des sites, c'est à dire de formes qui leurs sont plus ou moins systématiquement associées: cercles d'arbustes et d'arbres, plus ou moins dégradés et géométriques, simples ou doubles, qui sont des structures défensives présumées, quelquefois associées à des fossés et à des remblais; alignements circulaires de mares, accompagnés d'espèces végétales spécifiques (*Celtis integrifolia*); boisements

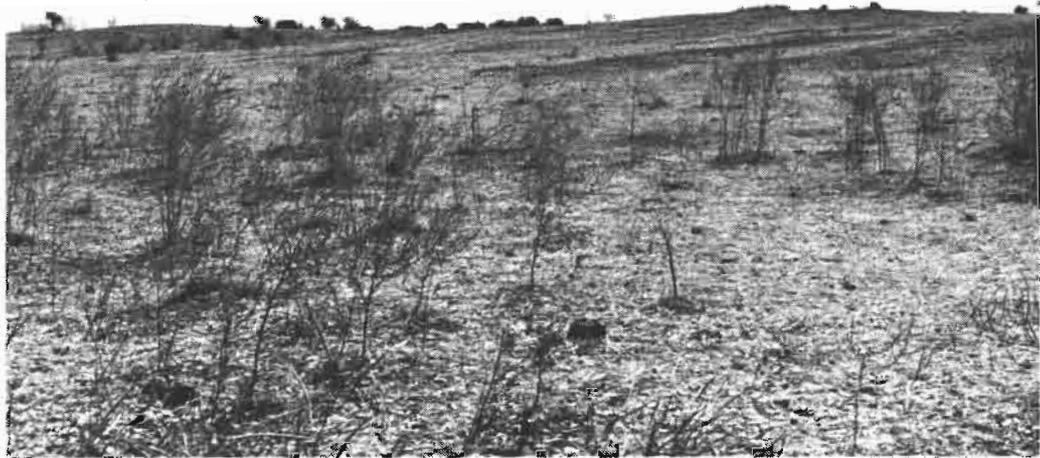


Figure 7. LE SITE ARCHEOLOGIQUE DE KAYAM  
Butte anthropique pavée de tessons céramiques



Figure 8. LA PLAINE DES YAERE  
Au fond, une butte couverte d'Acacia nilotica

particuliers dits "de case" et auréoles des anciennes cultures de cases sous forme d'aires dégradées, associées à d'anciens habitats.

c) Celle des zones d'emprise: le site matérialise le point de départ d'une exploitation du milieu qui, on l'a vu, a dû être similaire à l'exploitation traditionnelle actuelle ou récente. On peut ainsi envisager des aires concentriques autour du site, de plus en plus "fondues" dans le milieu "naturel", la totalité de la région finissant par porter la marque de l'emprise humaine par la juxtaposition et l'accumulation d'impacts successifs.

*... Qu'il faut maintenant interpréter*

Nous disposons ainsi d'un répertoire d'informations d'ordre inégal, difficiles à utiliser quand les indicateurs sont botaniques, plus lisibles quand il s'agit de la surface des sols. Ce répertoire s'appuie sur des modèles généraux d'exploitation des milieux par l'homme en Afrique, depuis le Néolithique jusqu'au sub-actuel (XVI - XVIII siècles après J.C.), modèles obtenus par l'analyse des résultats de la recherche archéologique sur des milieux semblables, depuis le Sénégal jusqu'au Tchad. Au sein de l'opération de télédétection satellitaire qui nous intéresse ici, nous complétons très classiquement le modèle en participant à la boucle:

modèles généraux ---) identification de réalités spécifiques plus ou moins congruentes à ces modèles ---) nouvelles identifications ---) nouveaux modèles...

Les travaux de C.Seignobos sur l'architecture des paysages de la région éclairent bien l'impact modificateur d'un village de cultivateurs, depuis les haies proprement dites jusqu'aux limites de champs, en passant par les chemins et les passages aménagés (pour le bétail et la défense), le tout à l'aide de fossés, pierriers, murs et ligneux sélectionnés pour leurs épines, leur bois, leurs fruits et leurs feuilles... Ces travaux ont abouti à la reconnaissance d'une architecture ancienne des paysages. Nous avons utilisé le même type de modèle en interprétant l'association entre hardé et vestiges comme le résidu d'une modification circum-villageoise des sols et de leur couvert, à cette

différence près que les cultures responsables relevaient pour la plupart de définitions archéologiques. Une emprise plus diffuse est traduite de façon moins directe par la relation entre les sites et les parcs arborés (*Acacia albida*, *Butyrospermum parkii*) et entre les sites et certaines espèces arborées (*Balanites aegyptiaca*, *Celtis integrifolia*, *Parkia biglobosa*); enfin, une relation plus globale est celle de la transformation générale de la flore originelle sahélo-soudanienne en flore sahélienne.

Par ses éléments comme par leur évolution (encore si mal connue) au cours des deux derniers millénaires, le milieu souligne ou efface les vestiges des occupations et des activités humaines: les buttes anthropiques apparaissent plus nettes en terrain plat (plaine du Logone) qu'en terrain ondulé (plaine du Diamaré), sur les berges des rivières que sur les interfluves. En fait, c'est l'interface entre le milieu et les vestiges qui constitue notre champ de recherche. Or cet interface est le lieu de liaisons dialectiques complexes dans le temps et dans "les espaces" entre des phénomènes d'ordre anthropologique et des phénomènes d'ordre naturel, à toutes les échelles. L'un des outils que nous utilisons pour explorer cet interface, la télédétection satellitaire, présente des contraintes particulières quant aux échelles et à la présentation des informations. Il s'en suit que nous devons définir, en tenant compte de ces contraintes, des unités spatialisées thématiquement pertinentes, c'est à dire qui recouvrent les notions de site archéologique et d'emprise humaine sur le milieu.

### 2.3. LES THEMES ETUDIES

Au Nord-Cameroun comme dans la plus grande partie de l'Afrique soudanienne et sahélienne densément peuplée, la présence humaine se manifeste soit par la construction, qui crée des objets à l'aide de matériaux déplacés, soit par la sélection, qui ôte certains objets. La sélection est volontaire (défrichement par exemple) ou involontaire (transport de graines par le bétail). L'homme crée ainsi des paysages, qui se perpétuent par leurs structures permanentes (bâtiments, routes, arbres) et se modifient rapidement au niveau de leurs éléments fugaces (occupation saisonnière d'espèces cultivées).

L'influence de l'homme sur le milieu se traduit par des sélections végétales plutôt que par des constructions - ou des ablations - d'importance. C'est du moins le cas dans les systèmes de production que l'on a coutume de qualifier de "traditionnels", pour les opposer aux systèmes dits "modernes", issus d'influences coloniales, et fondés sur la notion de productivité et les échanges monétaires. Par commodité, nous conserverons ici cette terminologie. L'économie traditionnelle est fondée sur l'utilisation du végétal principalement: comme produit alimentaire pour les hommes et le bétail, comme matériau de construction (poutres, perches et toitures, les murs étant souvent en terre séchée), matériau d'ameublement et d'outillage, et source d'énergie. Sauf en ce qui concerne l'agriculture proprement dite, qui se pratique de façon répétée sur des espaces définis par des relations d'ordre social et politique autant qu'économique, le prélèvement du végétal s'effectue "à la manière" d'une cueillette; l'aménagement particulier des espaces sous forme systématiquement visible (clôtures, terrasses, haies...) n'est pas une pratique générale en Afrique Noire. Cette "cueillette" (qui se pratique aussi pour de nombreux produits alimentaires) ne se marque pas nécessairement dans le paysage, mais elle influence l'environnement: les espèces utiles sont avantagées en éliminant leurs concurrentes, voire en favorisant leur germination et leur croissance. Ces sélections peuvent être volontaires (conservation des jeunes pousses d'*Acacia albida* ou de lignes d'*Andropogon*) ou résulter indirectement

d'autres actions de production: c'est le cas des sélections d'espèces par la présence du bétail (espèces couramment broutées, ou, inversement, espèces non broutées, espaces dénudés par le piétinement...). Enfin, l'agriculture elle-même, par le jeu des pratiques agraires liées à la conservation de la fertilité (jachères, vaine pâture) et par le jeu de la rotation des droits d'usage, met en place peu de constructions permanentes de type clôture, chemins d'accès ou autres aménagements (qui ont existé dans le passé du Nord-Cameroun), mis à part les périmètres protégés à proximité des villages, qui font partie de la construction de ces derniers, en quelque sorte.

Les systèmes de production modifient certes le milieu et les paysages. Mais ces modifications ne sont guère perceptibles par des structurations permanentes très visibles; l'action humaine se manifeste par des modifications nombreuses, mais "mineures" et souvent éphémères, à partir desquelles il n'est pas possible de tracer une limite nette entre "milieu naturel" (c'est à dire apparemment peu influencé par l'homme) et "milieu humanisé" (c'est à dire apparemment très influencé par l'homme. L'influence humaine est mouvante, à toutes les échelles temporelles.

Ce tableau, certes, s'applique au système "traditionnel". Mais le milieu rural nord camerounais, comme les milieux ruraux de toute l'Afrique noire, fonctionne encore en grande partie de cette façon. Ou plus précisément, c'est de nos jours - depuis dix ans, vingt ans, guère plus - que l'on assiste à la transformation de ce système. L'influence de cette transformation sur l'environnement est présumée connue, au moins dans ses grandes lignes (les textes sur la dégradation ne manquent pas !), mais elle est moins bien connue sur les paysages: à l'heure actuelle, au moment où ce que nous appelons, de façon générale, les "systèmes traditionnels" se transforment (c'est à dire "disparaissent"), on constate une *juxtaposition* des "modes traditionnels du paysage" et des "modes modernisés du paysage", ce qui ne veut pas nécessairement dire que les premiers sont immobiles.

Juxtaposition plutôt que mélange: le recul manque encore, mais peut-être la "dégradation" des conditions de production traditionnelles se traduit-elle justement par une immobilisation des paysages correspondants, un blocage des possibilités d'évolution dans le long terme.

En tenant compte des paysages significatifs pour l'archéologie régionale et des paysages significatifs des occupations par l'homme, et en tenant compte des contraintes prévisibles liées à la télédétection satellitaire, nous avons sélectionné un certain nombre de *thèmes paysagiques* considérés comme significatifs. Cette liste des thèmes pertinents est évidemment dressée sans a priori d'échelle de perception: un thème n'a pas de dimensions. Il n'en acquiert que par sa spatialisation, son étude sur le terrain et sur l'image.

#### *Les constructions modernes et récentes (fig.9)*

Les édifices récents, actuels et sub-actuels, fonctionnels, sont évidents: bâtiments d'habitation et de production, voies de communication, plantations régulières de reboisement, infrastructures d'irrigation (barrage, canaux, casiers rizicoles). Dans le cas général, le rapport entre la réalité au sol et l'image ne pose pas de problèmes et l'identification de cette famille de thèmes est aisée, quoique pas toujours précise. L'emplacement géographique et la morphologie suffisent souvent pour les reconnaître: l'orthogonalité et l'association avec d'autres thèmes caractéristiques: végétation active en saison sèche, eau. Il est plus difficile d'obtenir à leur sujet des typologies (types de toitures ou taille des bâtiments, largeur des pistes...). Les plantations de reboisement coloniales et post-coloniales et les vergers se différencient nettement de leur environnement par le contraste des couleurs et de la densité des feuillages (les espèces sont souvent exogènes, venues de zones plus humides), et le caractère systématique de leurs arrangements dans l'espace: alignements orthogonaux et bordures très nettes... Les parcelles arrosées du maraîchage paysan (production de salades, oignons, tomates, etc.) sont nettement délimitées par des clôtures contre le bétail et des diguettes, et affectent souvent des formes sub-circulaires.



Figure 9. UN EXEMPLE DE CONSTRUCTION RECENTE  
A l'entrée du bourg de Doubbel, la route bordée d'une quadruple  
rangée de *Cassia siamea*



Figure 10. HAIE DEFENSIVE DE BRANCHES COUPEES  
A KODEK

### *Les sites archéologiques*

Les constructions anciennes - ou les traces qu'elles ont laissé - nous intéressent bien davantage. Le thème significatif est le site archéologique proprement dit, espace limité à l'intérieur duquel vestiges et artefacts sont accumulés de façon interprétable. Dans la région de l'Extrême-Nord du Cameroun, les sites archéologiques se présentent sous trois formes paysagiques différentes.

a) Des espaces dénudés, souvent en relief mais pas systématiquement, recouverts d'un pavage d'artefacts: outillage lithique et débris de céramique, cendres et scories de minerai de fer (fig.7). Ils sont souvent situés à proximité de villages (et dans la plaine du Diamaré, les villages sont proches les uns des autres) ou d'espaces *hardé*. La rugosité et la couleur de la surface du sol différencient ces sites de leur voisinage, mais rugosité, couleur du sol et végétation peuvent beaucoup varier sur le même site. Leurs dimensions varient de quelques mètres carrés à plusieurs hectares. Certains de ces sites sont perceptibles dans la toponymie actuelle: les villages tout proches portent le nom de *Djiddel* ou *Djiddere* ("poubelle" en Foulfouldé).

b) dans le même type de situation (proximité d'un village actuel et d'une aire *hardé*, souvent butte topographique), on trouve des sites que rien ne différencie de leur voisinage immédiat. C'est que la surface du sol a été bouleversée ou transformée, par l'action directe ou indirecte des hommes: ces sites ne présentent pas une surface stérile, ils sont souvent cultivés. Les artefacts y sont beaucoup moins denses, largement mélangés au matériau argilo-sableux, et souvent répartis sur toute la hauteur d'un niveau anthropique. Ce niveau anthropique est souvent révélé par des coupes accidentelles (et destructrices): carrières de matériaux ou déblaiement d'érosion hydrique. C'est le cas des sites de Salak ou Mindif... Rien ne les distingue dans le paysage environnant. Les buttes anthropiques que constitue dans certains cas l'accumulation de matériaux peuvent seules en révéler quelques-uns.

c) Les "buttes sao" (fig.8), constituées précisément par l'accumulation de matériaux dans un environnement très plat sont, elles, nettement visibles dans le paysage très particulier des yaérés. Le relief et la présence humaine induisent une végétation particulière dont la présence de ligneux arbustifs et arborés est la caractéristique principale: c'est dire que ces buttes sont visibles de très loin sur la plaine basse et herbeuse. Toutes les buttes ne sont pas des sites d'habitat ancien. Ou est-il plus exact de dire que la prospection est encore incomplète et que des vestiges d'occupation humaine ancienne n'ont pas été formellement reconnus sur toutes ? Certaines d'entre elles accueillent des villages actuellement habités, et sont visiblement aménagées pour cela, par des digues et des murs de soutien. Dans la grande plaine herbeuse et monotone, inondée pendant cinq mois de l'année, les buttes constituent le seul site d'habitat possible. Elles sont presque toujours de forme circulaire ou sub-circulaire, souvent multiples dans un périmètre limité. Les cartes topographiques les indiquent, car elles constituent des repères évidents.

#### *Les haies défensives (fig.10)*

Sur ce sujet, nous reprenons ci-dessous les lignes de C.Seignobos. La reconversion en clôtures des haies de défense végétales, largement développées du Soudan au Sénégal, a le plus souvent masqué la fonction passée de ces aménagements. Pourtant villages et terroirs étaient en maints endroits défendus par des remparts végétaux qui combinaient diverses essences... Certaines conditions naturelles, historiques ou géo-stratégiques favorisaient l'établissement de tels systèmes. Un contexte d'insécurité endémique présidait à leur élaboration. Ainsi dans le Nord-cameroun, les monts Mandara et leurs approches ont été soumis à la pression non seulement des empires du Bornou et du Wandala, mais aussi à celle de groupes ethniques de plaine, tout à tour refoulés et plus ou moins inféodés aux empires précédents. L'installation, enfin, au XIX siècle, des lamidats peuls dans les plaines ne fit que renforcer les dispositifs de défense déjà en place.

Ces aménagements végétaux palliaient la faiblesse du développement des no man's lands et comblaient l'absence des brousses naturelles. Ils ont prospéré

à une latitude où la végétation arborée était peu dense ainsi que sur le piémont de massifs où les murailles de terre étaient difficiles à élever. Ils se sont toujours développés dans des régions relativement bien peuplées et essentiellement dans le cadre d'ethnies individualisées et non dans celui d'empires multi-ethniques où seule la capitale s'arrogeait le droit à la fortification. Le Nord-Cameroun, favorisé certes par un terrain particulièrement propice, présente une richesse considérable et une grande complexité des modes de défense végétale (Seignobos 1980). Les essences sont le plus souvent des euphorbiacées, associées à *Commiphora africana*, plantées ou conservées en lignes. Mais les lambeaux de végétation spontanée dense étaient aussi utilisés comme systèmes de défense, avec *Acacia sieberiana* et *ataxacantha*, et *Ziziphus mauritiana*.

Les colonisations allemande puis française ont démantelé ces systèmes de défense, dont il ne subsiste que des alignements discontinus, en bordure de quelques villages, de quelques chemins, qui servent désormais plutôt à contenir le bétail. Dans la plaine du Diamaré, seules les aires Guiziga du Sud-Est de Maroua étaient pourvues de tels systèmes: les territoires couverts par nos scènes Spot ne sont donc pas concernées. Néanmoins, A. Marliac a relevé des cercles de végétation dense, plantée ou conservée, en bordure de fossés sub-circulaires à proximité du village de Djiddéré Saoudjo, ce que confirment les photographies aériennes.

#### *Les parcs arborés à Acacia albida (fig.32, 33, 34)*

On a déjà vu plus haut quelle importance ont les parcs arborés dans les paysages et dans les systèmes de production au nord du Cameroun. Il existe une abondante littérature sur le sujet, aussi bien sur le Cameroun que sur toute la zone sahélienne.

Au Nord-Cameroun, on ne trouve guère de parcs fondés sur une seule essence. Seul *Acacia albida* se rencontre, sur certains terroirs, de façon très dominante. C'est en général sur les sols sableux profonds, très bien drainés, et le cas caractéristique est la grande dune située immédiatement à l'ouest de Yagoua, où *Acacia albida* est exclusif. *Acacia albida* est une légumineuse



Figure 11. LE PARC A ACACIA ALBIDA DE BALAZA



Figure 12. CHAMP DE SORGHO MUSKWARI A MONGOSSI

fertilisante fixant l'azote. Les feuilles - vertes ou sèches - sont un fourrage pour le bétail, de même que les fruits. C'est un très grand arbre, qui atteint son plein développement après trente ou quarante ans, pousse d'abord en hauteur, puis s'élargit en imposant parasol: sa morphologie atteste de l'ancienneté du parc, sans que l'on puisse pour autant l'utiliser pour des datations précises. Il perd ses feuilles immédiatement avant la saison des pluies, ce qui est un trait phénologique peut courant sous cette latitude, mais permet de le conserver dans les champs sans que l'ombre nuise au développement des cultures. Même en pleine feuillaison, c'est un arbre très "transparent", dont le feuillage peu épais laisse passer la lumière. En revanche, les branches atteignent des dimensions impressionnantes. Nous l'avons parfois rencontré, sous des formes jeunes, sur des sols durcis et stériles, témoignant apparemment d'une dégradation rapide et récente de l'espace concerné... Sur certains terroirs, *Acacia albida* fournit du fourrage par coupe des branches vives: les arbres mutilés poussent alors en hauteur plutôt qu'ils ne s'étalent, et ne portent plus que des frondaisons tronquées sur des branches très épaisses (fig.11).

Sauf *Acacia nilotica* qui appartient à la même famille, les "compagnons de parc" d'*A.albida* n'ont ni le même usage, ni la même morphologie. Les ficus et *Azadirachta indica* sont des arbres très compacts, souvent développés en hauteur davantage qu'en largeur, très verts toute l'année. *Borassus aethiopum*, lui, est un palmier, qui présente un unique trochet de feuilles au sommet d'un tronc très haut.

Les espaces cultivés comprennent aussi bien les terres mises en culture que les jachères, c'est à dire les espaces laissés temporairement en repos dans le cadre d'un système de rotation raisonné, pour permettre la régénération de la fertilité des sols. Au Nord-Cameroun, comme le plus souvent dans les systèmes traditionnels africains, peu de parcelles, peu de champs sont identifiables par des délimitations précises matérialisées sur le terrain. Après récolte, les parcelles cultivées se distinguent peu des jachères puisqu'une partie de la végétation ligneuse caractéristique des jachères est conservée au milieu des cultures et qu'après le passage des troupeaux champs cultivés et jachères

revêtent le même aspect général. Mais ceci n'est vrai que pour les terres cultivées en saison des pluies, en "pluvial" c'est à dire en culture sèche, sans irrigation ni stockage de l'eau. Ces espaces sont souvent - mais pas systématiquement - sous parcs arborés. Par contre, aucun parc dans les rizières ni sur les champs de muskwari bien que les *Acacia seyal* les plus gros (ceux qui ne pouvaient être ôtés) subsistent quelquefois dans ces derniers.

#### *Le sorgho de culture pluviale*

L'une des principales culture vivrières et la plus traditionnelle, le sorgho (les sorghos, devrait-on dire, car les sous-espèces et variétés sont innombrables) est semé dès la première grande pluie (juin ou juillet) sur les sols argilo-sableux et sableux, et récoltés à la fin du mois d'octobre. Au maximum de son développement foliaire, il couvre le sol à plus de 80 %, d'autant plus qu'il est souvent semé en compagnie du haricot niébé, en rangs alternés. Les façons culturales sont variées: certaines parcelles sont billonnées, d'autres non; le démariage est souvent pratiqué, mais pas systématiquement, et le sarclage, c'est à dire l'enlèvement des herbes concurrentes est diversement pratiqué selon la force de travail disponible et le calendrier de l'exploitant: même en saison des pluies, le thème "sorgho pluvial" revêt un grand nombre d'apparences. Cette hétérogénéité s'accroît au moment de la récolte, qui est faite au fur et à mesure de la maturité des épis. Les pratiques, là aussi, varient beaucoup: enlèvement des épis en laissant tiges et feuilles sur pied, ou abattage et enlèvement des tiges, ou encore abattage et séchage des tiges posées au sol... Chaumes et litières restent abondants jusqu'à l'entrée des troupeaux dans le quartier. Après le passage du bétail, le sol est laissé presque dénudé avec très peu de litière.

#### *Le coton*

Les parcelles de coton se trouvent au voisinage immédiat des parcelles de sorgho pluvial, sur des sols semblables, dans les mêmes secteurs des terroirs, cultivé en même temps sur des parcelles travaillées à peu près de la même manière. Le coton est semé fin mai -début juin, récolté au début de novembre pour les plus précoces. A la fin d'octobre

et au début de novembre, les pieds, en pleine feuillaison, couvrent largement le sol. Les semences étant distribuées à des dates précises, le calendrier de croissance et l'aspect varient peu. Après récolte, et après le passage des animaux dans les champs, les parcelles en coton ne portent pas de litière et les chaumes sont extrêmement réduits: les parcelles de coton sont, en saison sèche, encore plus dénudées que les parcelles de sorgho. La culture a fait l'objet d'intenses promotions depuis une quarantaine d'années au Nord-Cameroun, où la société SODECOTON encadre les cultivateurs et assure les prix et l'écoulement de la production. Les déficits pluviométriques sont supposés avoir été la cause d'une réduction des superficies - au profit des sorghos - au début des années quatre-vingt. Les superficies et la production antérieures se sont rétablies en 1985.

*Surfaces en coton dans la province de l'Extrême-Nord:*

1974:	42 912 ha
1976:	42 315 ha
1978:	31 739 ha
1980:	42 287 ha
1982:	29 865 ha
1984:	36 286 ha
1986:	44 928 ha
1987:	44 680 ha

Avec celle du muskwari, la culture du coton assure un volant de sécurité aux agriculteurs et - partant - à tous les habitants de la région. Son rôle dans l'économie nationale et son intérêt pour les opérations de développement justifient notre intérêt.

*Le sorgho muskwari (fig.12)*

Nous dénommons ici *muskwari*, pour simplifier, l'ensemble des sorghos qui achèvent leur cycle végétatif en pleine saison sèche. Ce ne sont pas les mêmes variétés que les sorghos pluviaux, ils ne poussent pas sur les mêmes sols, et les façons culturales sont tout à fait différentes. Les parcelles sont grossièrement planées et encadrées de petits talus afin de conserver l'eau le plus

longtemps possible, en surface d'abord, en profondeur ensuite. Après avoir été élevé en pépinières sur des parcelles proches du village, le muskwari est repiqué fin septembre - début octobre sur les terres inondées des bas-fonds de la plaine dans des trous très espacés (1,20 mètres environ), un seul plant par trou. La récolte se fait en janvier. Le muskwari occupe les bas-fonds aux sols vertiques, très sombres, profondément crevassés en saison sèche. Même en plein développement foliaire, il couvre peu le sol (50 % au plus) mais ses caractères saisonniers et écologiques sont uniques dans le milieu nord-camerounais, et il est toujours très reconnaissable. Pour des raisons économiques liées à la sécurité alimentaire et au calendrier agricole, le muskwari est la culture qui connaît l'expansion la plus rapide et la plus spectaculaire. Depuis une vingtaine d'années, elle s'étend sur des espaces autrefois occupés par *Acacia seyal*, préalablement défrichés par la hache et par le feu, et, quand les quantités d'eau disponibles sont suffisantes, sur certaines aires hardé inondées.

*Les hardé (fig.13 et 14)*

Hardé est un terme générique qui désigne des sols halomorphes, lessivés, planiques ou hydromorphes. Ce complexe peut être considéré comme une unité naturelle regroupant des sols *improductifs dans le système agronomique traditionnel, à aspect de surface particulier: végétation arbustive contractée avec plages nues, érosion aréolaire, surface dure et de couleur claire* (Gavaud 1974, Guis 1974). Ce sont des sols à surface pelliculée, stérile, asphyxiée, avec plusieurs types d'horizons B, que l'ont peu déjà différencier en deux grandes catégories:

- les hardé qui sont des planosols, avec un horizon B durci; ces hardé sont développés sur alluvions sablo-limoneuses, sur socle ou sur matériaux anthropiques;
- les hardé qui sont des vertisols et sols hydromorphes dégradés, dans lesquels l'horizon durci est en surface.



Figure 13. HARDE A BALAZA



Figure 14. HARDE A HARDEO

Les résultats des travaux de M.Lamotte nous apporteront davantage d'informations sur le détail des sols hardé du Nord-Cameroun, et leurs éventuels rapports avec une surexploitation agricole.

Dans sa forme la plus caractéristique, le hardé ne porte absolument aucune végétation, ni herbacée ni ligneuse. Mais la régénération est fortement liée à la quantité des pluies, et sans doute aux processus de ressuyage après les dernières pluies. Si les ressources en eau sont suffisantes, certains hardé sont immédiatement recolonisés, par *Schoenfeldia gracilis* d'abord, puis par d'autres annuelles - préparant ainsi le terrain à l'implantation de ligneux - voire aménagés pour le repiquage du muskwari. Les surfaces hardé sont un véritable problème de développement au Nord-Cameroun (et des problèmes similaires existent ailleurs en Afrique sèche), car ils tendent à s'étendre, au détriment des espaces cultivables. Ils paraissent être le résultat extrême de dégradations à long terme, dues à une surexploitation agricole et pastorale des terres. Les travaux en cours, et les observations qui ont été faites en octobre 1988 à la suite d'une saison des pluies très abondante, paraissent nuancer ce tableau et révéler que le phénomène hardé est plus complexe qu'il n'y paraît, dans sa nature et dans son évolution: ce que savent bien les agriculteurs, d'ailleurs, qui donnent à ces espaces des dénominations plus variées que nos actuelles classifications. Il est donc plein d'intérêt d'étudier la localisation, l'extension et l'évolution spatiale des hardé afin de les mettre en rapport avec les moteurs de l'utilisation de l'espace régional.

Le riz, production importante depuis que les périmètres de la SEMRY ont été aménagés (en 1954 dans le secteur de Yagoua, en 1982 dans celui de Maga), est pour nous un sujet d'intérêt marginal et il n'est cité ici que pour mémoire. Il est cultivé sur des espaces très bien délimités, attentivement surveillés et gérés par la SEMRY, et sur de petites parcelles dans les bas-fonds de la région montagneuse: ces derniers espaces ne font pas partie de notre étude et, en ce qui concerne les rizières sur plan d'eau maîtrisé, la morphologie des parcelles et leur environnement de canaux et barrages suffit pour les identifier formellement.

*Les jachères (fig.15)*

Les jachères sont des parcelles sous végétation spontanée, mais elles appartiennent au système de production agricole régulier. Dans la région de Maroua, la saturation de l'espace agricole lui laisse peu de place, et seulement à la périphérie des terroirs. Les jachères sont caractérisées par une abondante couverture d'herbacées annuelles (souvent conservée, au moins en partie en saison sèche, même après le passage des troupeaux), et par la nature et la répartition quasi-spécifique de certains ligneux sous leur forme buissonnante: *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum*. Il est rare de rencontrer des jachères sous parc: soit que la présence du parc engendre - directement ou indirectement - un enrichissement suffisant du sol, soit que les jachères, reportées à la périphérie du terroir, se trouvent justement au dehors de l'espace d'exploitation "intensive". Herbacées et buissons, contribuent donc à leur donner, vues au sol, des faciès variés qui ne se distinguent pas aisément des autres parcelles ni des friches.

*Les forêts et les friches (fig.16)*

Nous rassemblons sous ces termes les espaces "vacants", dans lesquels la végétation spontanée domine très largement, avec une prédominance visible de la strate arborée ou arbustive ("forêts") ou bien avec une prédominance de la strate herbacée et buissonnante ("friches"). Ces espaces n'appartiennent pas au domaine régulièrement géré pour les cultures. Ils appartiennent plutôt au domaine pastoral et sont les lieux d'exploitation du bois. Ils constituent des réserves en terres... pour peu de temps semble-t-il et on a vu à propos des haies défensives que les espaces forestiers ont du jouer un rôle dans la protection des espaces.

Les faciès des forêts et les essences dominantes varient beaucoup, selon la nature du sol, la position topographique, la pente, l'exploitation qui en est faite. Dans ces forêts, la strate arbustive (plutôt qu'arborée: 6 à 10 mètres de hauteur) présente des couronnes presque jointives et la strate buissonnante est toujours présente. La strate herbacée est d'importance variable - en saison sèche - en hauteur et en densité, selon les feux, la fréquentation des troupeaux, la nature du



**Figure 15. JACHERE A CALOTROPIS PROCERA**  
**Au fond, le rocher de Balda**



**Figure 16. AIRE FORESTIERE PRES DE MONGOSSI**

sol. Certains espaces forestiers sont quasi-monospécifiques en ce qui concerne les ligneux: c'est le cas des forêts à *Acacia seyal* des bas-fonds; d'autres présentent des traits très caractéristiques en ce qui concerne l'organisation des individus (taille, espacement): c'est le cas de la grande dune lacustre aux environs de Petté. Enfin, les espaces forestiers sont structurés: les sentiers de bétail, les passages et les exploitations de bûcheronnage engendrent des clairières et des espaces de ruissellement. Le feu est souvent mis pour régénérer la strate herbacée sans toucher aux ligneux. La forêt évolue de façon inégale ou irrégulière, dans l'espace et dans le temps.

Les friches sont des espaces dépourvus de strate arbustive et arborée, des espaces non cultivés sur lesquels ne poussent que des herbacées et des buissons. Souvent situées à proximité immédiate des villages - et les encadrant - elles sont peut-être des espaces dégradés devenus incultivables, ou des espaces réservés à la circulation et au pâturage du petit bétail villageois. Le faciès général ressemble à celui des jachères, avec d'importantes différences dues au surpâturage et des espèces ligneuses différemment réparties. Il est évidemment intéressant de savoir comment elles évoluent par rapport aux espaces cultivés, sur le plan de leur contenu végétal et de leurs caractères pédologiques.

Tous les thèmes qui viennent d'être décrits appartiennent à des niveaux de stratification verticale variés, depuis la surface du sol proprement dite des hardé (un seul niveau), jusqu'aux strates nombreuses du thème "forêt" (qui inclut toutes les strates végétales). Le tableau figure 17 indique schématiquement quels thèmes se recouvrent les uns les autres dans la perspective verticale, c'est à dire en vue nadirale.

L'ensemble de ces thèmes couvre, à un niveau de précision géographique et conceptuel variable, la quasi-totalité des espaces de la plaine du Diamaré et de ses pourtours immédiats. Citons pour mémoire les espaces que nous ne traitons pas, mais auxquels nous nous sommes intéressés occasionnellement:

- les espaces de roches et d'éboulis du massif montagneux de Maroua et les inselbergs;
- l'eau libre (le lac de Pouss et le Logone);
- les sables clairs absolument dénudés du fond des rivières (*mayo*) temporaires de la plaine du Diamaré;
- les espaces exclusivement herbacés des *yaérés*;
- les espaces récemment incendiés.

Notons que les trois premiers cités sont précieux pour le repérage géographique sur le terrain et sur l'image.

#### 2.4. LES PAYSAGES

C'est désormais une banalité que de dire que ce que l'on voit sur l'image satellitaire est une transcription ensembliste de ce qui existe sur le terrain: mieux que le terrain, puisqu'elle apporte la dimension de type régional et la vue azimutale; moins bien que le terrain puisqu'on ne reconnaît pas individuellement les objets constitutifs et explicatifs des unités. On peut écrire que ce que l'image restitue, ce sont les *paysages*, dans leur répartition spatiale à la surface du sol.

##### *Les paysages du Nord-Cameroun*

La notion de "paysage naturel", abondamment utilisée partout - parce que clairement définissable - ne nous paraît pas pouvoir être utilisée dans l'Extrême-Nord camerounais: les densités de population, l'ancienneté et la permanence de l'occupation humaine ont forcément façonné tous les milieux, même ceux dans lesquels la "construction" n'apparaît pas. Au demeurant, et comme on sait, la construction du milieu ne revêt pas du tout les mêmes formes d'une culture à l'autre, et en milieu africain non modernisé, cette construction est particulièrement discrète. Nous considérons donc n'avoir devant nous que des milieux humanisés, que des "paysages humanisés": tous les paysages de l'Extrême-Nord camerounais nous sont donc signifiants, et notre "production" n'exclut aucune portion de territoire ni - partant - d'image. Tous les paysages du Nord-Cameroun n'ont cependant pas été étudiés avec la même attention dans leur relation avec l'occupation humaine. Certains sont plus évidemment signifiants que d'autres, car la relation entre le milieu et

Constructions modernes  
et récentes

Sites archéologiques

Haies défensives

Parcs arborés

Sorgho pluvial

Coton

Sorgho "muskwari"

Hardé

Jachères

Forêts et friches

62

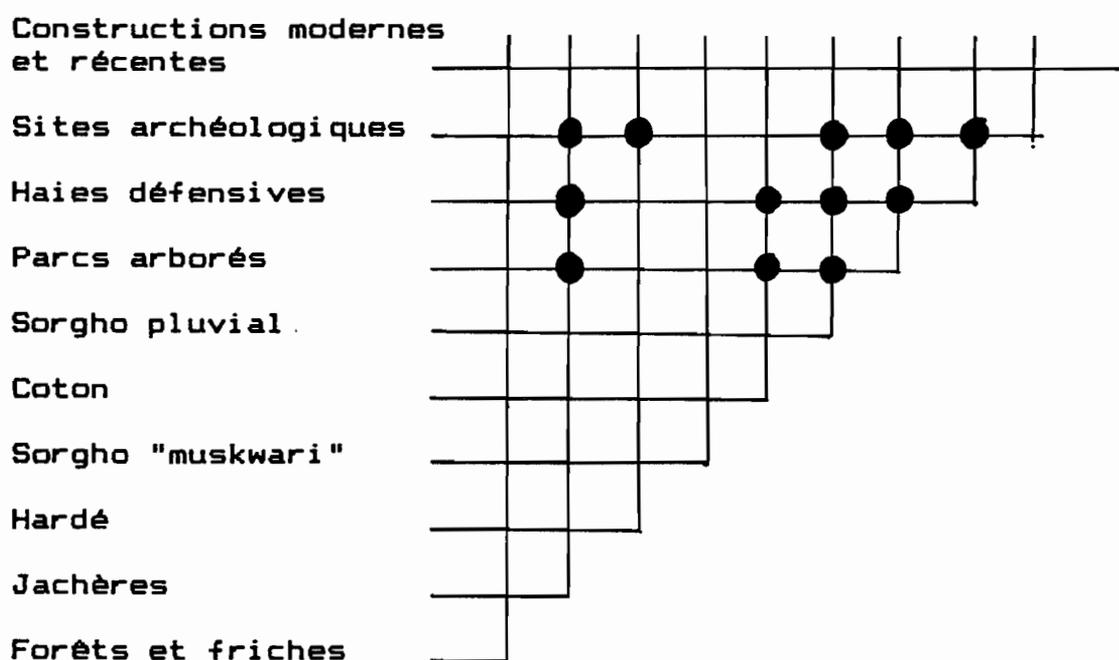


Figure 17. LES THEMES ET LA STRATIFICATION

*Dans la stratification paysagique des objets de surface, qui va du sol aux plus grands arbres, plusieurs thèmes se superposent. Ceux qui sont caractérisés par des objets au ras du sol, que recouvrent des "toits", risquent de ne pas être visibles: c'est le cas de certains sites archéologiques. Par contre, les thèmes "constructions modernes" et "hardé" sont peu concernés par des strates étrangères: "constructions modernes" parce que le thème inclut des strates hautes (bâtiments, grands arbres...), "hardé" parce qu'il n'est pas recouvert de végétation.*

l'action est plus immédiatement visible... ou a été plus attentivement étudiée. C'est pourquoi, pour commencer, nous nous sommes attachés à étudier plus particulièrement les paysages les plus signifiants, dans lesquels, la relation entre le paysage et ce dont il est indicateur était déjà définie, au moins en partie. Plus exactement, et la nuance est importante, ce sont des "thèmes paysagiques" qui étaient préalablement définis comme indicateurs, et non pas les paysages eux-mêmes.

C.Seignobos pour les périodes actuelles et récentes (c'est à dire "de mémoire d'homme"), A.Marliac pour les périodes plus anciennes, ont identifié des indicateurs de présence et d'activité humaines qui se traduisent en termes d'unités spatialisées spécifiques. L'énoncé de ces unités induit en principe leur relation avec un référentiel temporel et culturel. Est-il besoin de préciser que cette relation est loin d'être fixée et univoque, et que notre objectif n'est pas de vérifier sur l'image - c'est à dire dans un espace sans lacunes - des connaissances déjà assises ? Bien au contraire, c'est de l'image, c'est à dire ici de la *production de paysages* que l'archéologue et l'anthropologue attendent des informations. On comprend d'ores et déjà pourquoi nous n'avons pas à offrir des résultats spectaculaires fermement décrits en termes concrets: c'est à une (lente) progression épistémologique que nous travaillons.

#### *La notion de paysage*

La notion de paysage est elle-même un concept ensembliste, qui dépasse celui de la simple description d'objets juxtaposés et implique l'interprétation des juxtapositions, des dynamiques et de facteurs non visibles à la surface de la Terre. Elle nous convient donc tout particulièrement dans cette étude, puisque c'est aux traces qu'ont laissées ces complexes interactions à la surface de la Terre que nous nous intéressons. Nous prenons par conséquent la notion de *paysage* comme centre d'intérêt, sans pouvoir lui donner une définition, mais en l'approchant par "ce qu'il est" et "ce qu'il n'est pas". Pour ce faire, et remettre justement la *notion de paysage* dans son contexte épistémologique, nous nous reportons à la

synthèse partielle qui en a été tentée en décembre 1986 (Université de Besançon, Laboratoire de Géographie Physique), publiée par le Bulletin de l'Association des Géographes Français (1987).

Née dans les années soixante, la notion de paysage comme objet de description, d'analyse et de mesure, est d'abord fondée sur la composante "milieu naturel": climat, relief, sol, végétation. Elle s'enrichit ensuite de la composante "culturelle" (le *kulturlandschaft* allemand): paysages humanisés, paysages des civilisations et paysages urbains; plus récemment, s'y adjoint la composante "temps", le temps "objectif" des saisons et des années induisant les transformations dans le paysage, mais aussi le temps "subjectif" des individus qui vivent dans le paysage et/ou qui l'analysent.

Citons quelques phrases éclairantes.

*On admet qu'il faille penser (le paysage) comme un concept avec un contenu ouvert et des entrées variées. Il reste à chacun à dire d'où il parle et à préciser le sens de son discours. Et plus loin: Le paysage pose des problèmes particuliers de rapport à l'espace: il faut bien sûr l'étudier par la carte, vu du dessus, mais il est tout aussi indispensable de prendre en compte sa perception du dedans, par le visible. Les rapports entre ces deux espaces, l'un à deux, l'autre à trois dimensions, l'un généralisant et l'autre privilégiant l'unique et le fugace, sont difficiles à mettre au clair; la tâche est cependant bien engagée. (Wieber 1987).*

En effet: l'image spatiale est déjà largement utilisée comme interface entre ces deux "espaces".

Enfin: Les paysages sont produits par la distribution des objets dans l'espace, et ils obéissent à des lois de composition qui leurs sont propres.

Il s'agit donc pour nous de retrouver ces lois de composition à travers l'identification des paysages. En d'autres termes de parcourir les enchaînements qui conduisent, par l'image satellitaire et par le terrain, à la description et à l'analyse d'unités de paysages significatives d'une relation historique de l'homme à l'espace.

Les enchaînements en question sont couramment pratiqués de façon intuitive pour des descriptions partielles dont on n'attend pas qu'elles constituent un système. Mais depuis peu, les chercheurs de disciplines variées qui se penchent sur le paysage, ont commencé à lui appliquer les méthodes de l'analyse de système: simulations et modélisations, aux fins de description et de corrélation avec les "thèmes invisibles" qui contribuent à le construire (décisions politiques, facteurs économiques, par exemple). Nous-mêmes, dont l'information de base sur les paysages du Nord-Cameroun, est constituée d'images numériques, donc d'informations quantifiées et spatialisées, tentons une approche voisine. Nous ne pouvons donc nous contenter de l'approche "intuitive", descriptive et littéraire des paysages camerounais: nous sommes désormais obligés de "dire d'où nous parlons" et "comment nous en parlons". Nous devons donc effectuer une réflexion et une expérimentation méthodologique sur ces paysages, préalable indispensable à notre étude thématique par télédétection; en d'autres termes, et pour reprendre ceux de J.C.Wieber (1987, p.183), nous devons "produire nos paysages", en fabriquer l'image à partir d'objets agencés dans l'espace mais organisés en un spectacle visible "du dedans". Les épisodes de cette production, et ses relations avec l'image satellitaire sont décrits en troisième partie.



### TROISIEME PARTIE :

#### QUESTIONS DE METHODE

Notre but va donc être d'effectuer une cartographie des dix thèmes décrits précédemment. Une telle cartographie est abordée en étudiant la correspondance entre les thèmes (concept de terrain) et leur transcription spatialisée sur l'image satellitaire.

Du thème à l'image, puis de l'image au paysage, la réflexion méthodologique nous renvoie à l'hétérogénéité et à la diversité d'un concept ensembliste. Il s'agit désormais de mettre en rapport les objets élémentaires de l'image et les objets élémentaires du paysage, de *décrire* ces objets dans des termes comparables, de les mettre en correspondance directe. Mais si nous devons mettre en relation le paysage et l'image, comment "exprimer le paysage" ? Comment le décrire ?

Dans l'expression courante de nos disciplines, le paysage est décrit par l'énumération ordonnée de thèmes. Mais si la description du paysage renvoie aux thèmes et si la spécificité des thèmes renvoie au paysage, quelle issue avons-nous pour ouvrir vers la description *différente* qu'est l'image ? On va voir plus loin que nous expérimentons actuellement une description *différente* du paysage, qui doit pouvoir être mise en parallèle avec l'image.

#### 3.1. THEMES ET IMAGES

Une partie des objets et phénomènes significatifs des thèmes de notre étude figure déjà sous forme spatialisée sur des cartes récentes: les cartes phyto-géographiques de G.Fotius d'une part (non publiées) et les cartes d'intérêt pédologique de P.Brabant et G.Gavaud (1985) d'autre part restituent une information sur la végétation et sur les sols; mais à une exception près (celle des sols hardé) aucun des items cartographiés figurant en légende ne correspond aux thèmes que nous avons

sélectionné. Encore les hardé sont-ils pris au sens physico-chimique de la classification des pédon (incluant ainsi la profondeur "invisible" en surface), et non pas, comme nous le faisons, au sens vernaculaire simplifié des seules apparences de la surface et des qualités agricoles "traditionnelles". Néanmoins, les limites des items cartographiés, quels que soient leurs noms, correspondent couramment à des limites sur l'image (différences radiométriques, différences texturales), correspondances bien visibles sur les images non classées que sont les compositions colorées. Voilà qui est tout à fait logique puisque les items cartographiés correspondent bien à des paysages réels; c'est la nomenclature qualitative sous laquelle ces paysages sont désignés et classés qui ne correspond que rarement à nos objectifs.

Nous avons vu par ailleurs que les cartes topographiques à 1/200 000 et à 1/50 000, toujours riches d'informations sur le milieu dans leur présentation originale, ne nous sont disponibles ici que sous forme incomplète: les informations qu'elles auraient contenu, sur la répartition et l'extension de certains objets (bas-fonds, grands arbres) sont ainsi perdues pour nous. Enfin, les photographies aériennes nous ont paru trop anciennes et de qualité trop médiocre pour être systématiquement utilisées, c'est à dire exploitées autrement que comme source de vérification ou de comparaison sur quelques échantillons.

Les images satellitaires sont donc la seule information systématique dont nous disposons pour identifier puis pour valider la spatialisation des thèmes retenus. Spatialisation prise aux deux sens habituels de localisation et extension, c'est à dire de la définition du contenu et des limites sur l'image et sur le terrain. En d'autres termes, il s'agit de rechercher sur l'image d'une part, sur le terrain d'autre part, les signatures permettant d'établir entre eux une relation bi-univoque sur chacun des thèmes sélectionnés. C'est volontairement que nous ne parlons pas de signature spectrale: parmi les thèmes retenus pour notre étude, peu présentent les caractères de simplicité radiométrique et d'univocité compatibles avec cette notion.

*L'hétérogénéité radiométrique des thèmes*

L'étude du terrain met en évidence la variété des objets dont l'ensemble constitue chaque thème. Par *objet* nous entendons une unité visible à la surface du sol, définissable en termes de:

- strate (rapport de hauteur)
- taxonomie sol et végétation
- couleur et transparence
- taille en extension horizontale
- dynamique saisonnière ou inter-annuelle.

Suffit-il, pour décrire utilement le thème, d'énoncer la liste des objets qui le composent ? Le vocabulaire qui est à notre disposition pour identifier ces objets a l'avantage d'être courant et immédiatement compréhensible quel que soit l'environnement, et l'inconvénient d'inclure ipso-facto des descripteurs d'ordre inégal: le terme "scories" - familier aux archéologues et présent sur nos sites archéologiques - implique:

- la strate au ras du sol,
- une taxonomie d'ordre génétique (débris solides issus de la fonte de minerai),
- des couleurs sombres,
- aucune information sur la taille,
- une dynamique nulle.

"Graminées" (terme bien général), implique:

- une strate intermédiaire,
- pas d'informations sur la couleur,
- pas d'informations sur la taille,
- pas d'informations sur la dynamique.

Les thèmes sont donc décrits avec une précision inégale si on utilise un nombre d'entrées limité, avec davantage de précision si on ajoute au nom des objets les multiples qualificatifs nécessaires. A la liste des objets et de leurs qualificatifs, il conviendra d'ajouter une nomenclature relative au type d'organisation réciproque et de préciser dans quelle fourchette d'échelles on travaille, et en particulier quelle est la taille minimale des objets à prendre en compte.

Pour figurer la diversité des composants des thèmes sur le terrain du Nord-Cameroun, nous les avons regroupés dans le tableau ci-après en prenant en

		Forêts, friches	Jachères	Hardé	Muskwari	Coton	Sorgho pluvial	Parcs arborés	Haies défensives	Sites archéo.	Constructions
TEXTURE SOL	Fine (argile, sable, graviers)	●	●	●	●	●	●	●		●	●
	grossière (mottes, billons, cailloux)	●		●		●	●	●		●	●
COULEUR SOL	Rouge									●	●
	Beige-blanc	●	●	●		●	●	●		●	●
	jaune					●	●	●		●	●
	gris/noir	●	●		●					●	●
VEGET. (1)	verte	●	●		●		●	●	●	●	●
	jaune	●	●			●	●	●	●	●	●
	bois	●						●	●		
ORGANISATION	homogène	●		●	●	●	●	●	●	●	●
	régulière				●	●	●		●	●	●
	irrégulière	●	●					●		●	●
LIM.	franches	●		●	●				●	●	●
	étalées (2)		●			●	●	●		●	●
DYNAMIQUES SAISONNIERES OU ANN.	forte		●		●	●	●	●			
	nulle			●						●	●
	moyenne	●								●	●
	à faible								●	●	●

FIGURE 18.

L' HETEROGENEITE DES THEMES PAR RAPPORT AUX FACTEURS  
INFLUENCANT LE SIGNAL RADIOMETRIQUE

- (1) Etat de la végétation pendant la saison sèche, choisie ici comme référence parce que c'est la période d'enregistrement des images PEPS et des observations de terrain
- (2) L'étalement des limites correspond à la variation de nombreux facteurs: disposition spatiale et densité des objets, dimensions, mélanges avec d'autres objets.

compte les facteurs décisifs influençant la radiométrie des unités spatiales: texture, couleur, recouvrement par les strates supérieures, organisation spatiale des objets, faciès des limites, dynamiques (figure 18).

On voit que la plupart des thèmes sont concernés par la plupart des descriptions: soit parce que les strates s'y superposent (les cultures sous les parcs arborés, par exemple), soit parce que les objets de petite taille s'y superposent (les blocs centimétriques de couleurs différentes qui tapissent les sites archéologiques, par exemple).

Ce n'est donc pas sur des relations bi-univoques simples entre faciès paysagiques et combinaisons radiométriques que nous allons fonder les partitions des données de nos images satellitaires. En fait, nous allons chercher à tirer parti de la diversité des signaux spectraux et des faciès paysagiques sans chercher à la réduire, pour tenter d'identifier des signatures texturales.

#### *Les mesures radiométriques sur le terrain*

Les mesures radiométriques faites sur le terrain des objets constituant nos thèmes - d'une partie d'entre eux, tout au moins - en confirment l'hétérogénéité.

Nous n'avons pu faire de mesures radiométriques sur la couronne des arbres et arbustes dans les échantillons "naturels" examinés. Mais nous avons pratiqué des mesures sur les parcelles expérimentales de l'Institut de Recherche Agricole de Maroua, à Maroua, Mouda et Laf: il faut tenir compte du fait que ces parcelles, plantées, entretenues et parfois irriguées, présentent, sur les mêmes taxons végétaux, des faciès sensiblement différents de ceux des échantillons du milieu spontané.

Nous présentons ici quelques échantillons de ces mesures, sur quatre placettes significatives de quatre thèmes, situées sur le territoire du village de Mongossi:

- a) le site archéologique, situé immédiatement à l'est du village (figure 19);
- b) le hardé qui borde le site archéologique au nord (figure 20);

- c) l'espace forestier conservé au nord et à l'ouest du village (figure 21) et un bas-fond à *Acacia seyal* (figure 22);  
 d) le bas-fond à sorgho "muskwari" à l'est du village (figure 23).

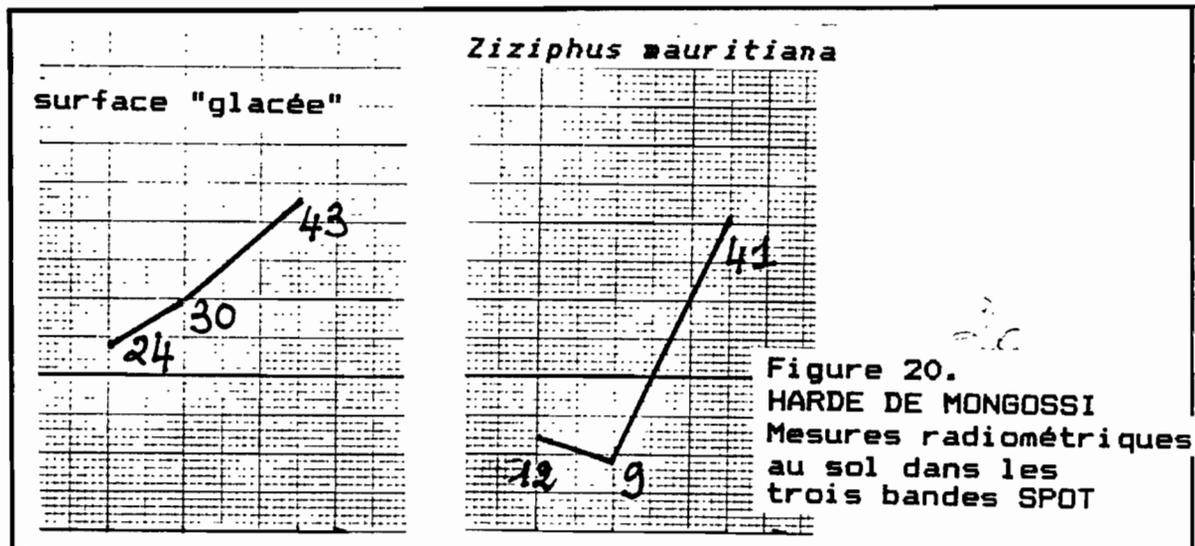
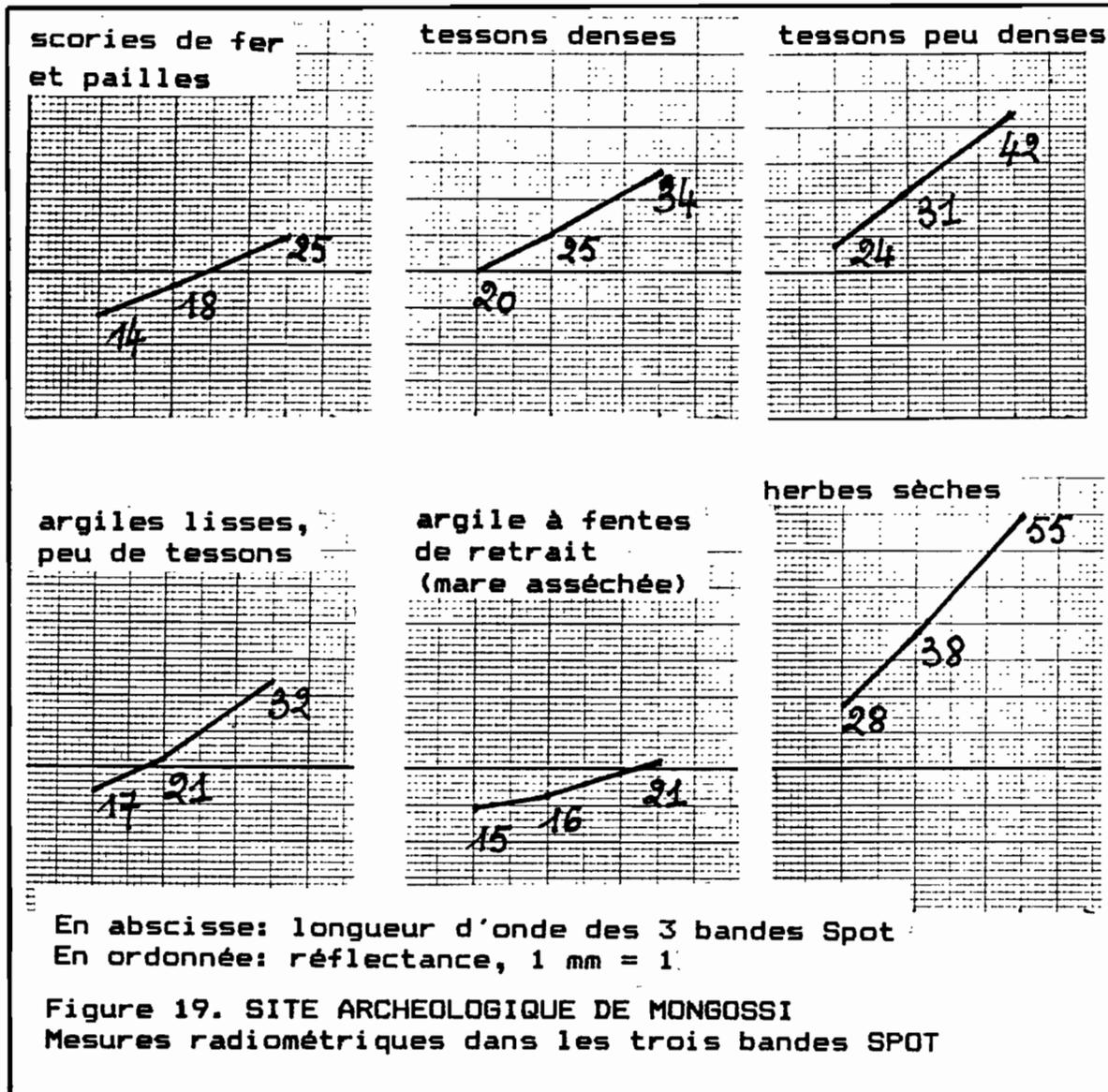
Une centaine d'"objets" au sol ont été mesurés. La figure 24 en montre quelques exemples. Toutes les mesures ont été effectuées entre 10 heures et 14 h 30 solaires locales, quelle que soit l'absorption atmosphérique (brumes, aérosols). Chaque "objet" a fait l'objet de 10 mesures, référées à un étalonnage blanc mesuré au même moment. Les chiffres cités représentent la moyenne des dix mesures, rapportées à l'étalon considéré comme d'indice 100. La tête de lecture du radiomètre était placée à un mètre du sol environ, ce qui représente des mesures couvrant un cercle de 20 cm de diamètre.

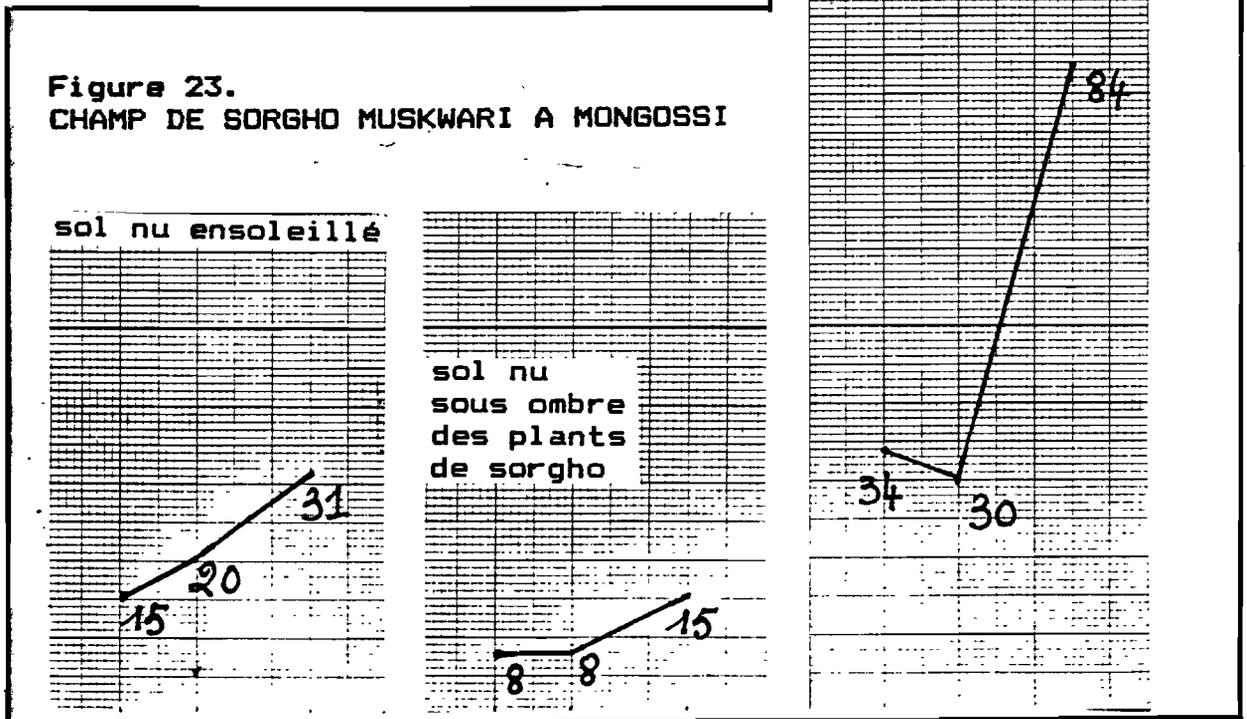
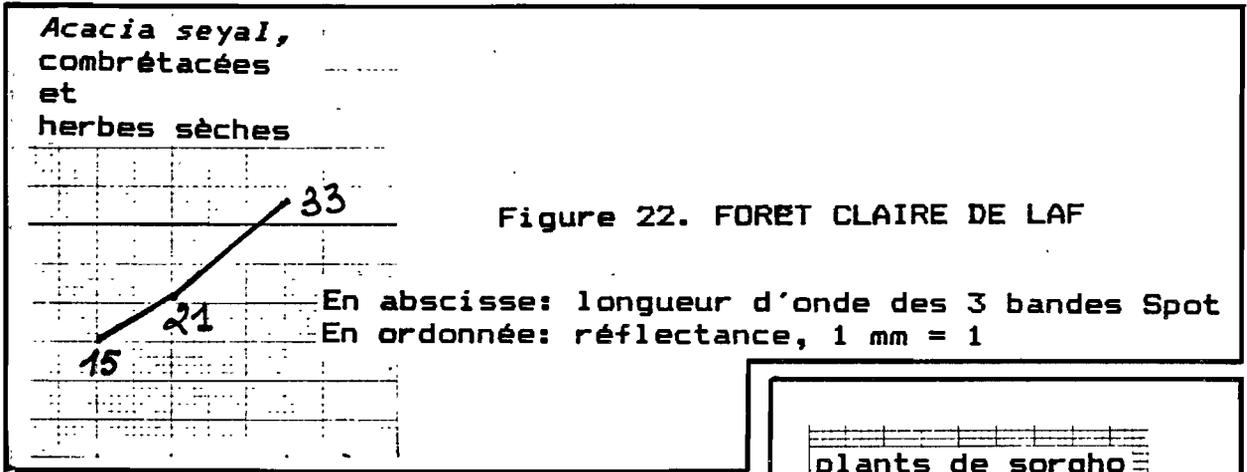
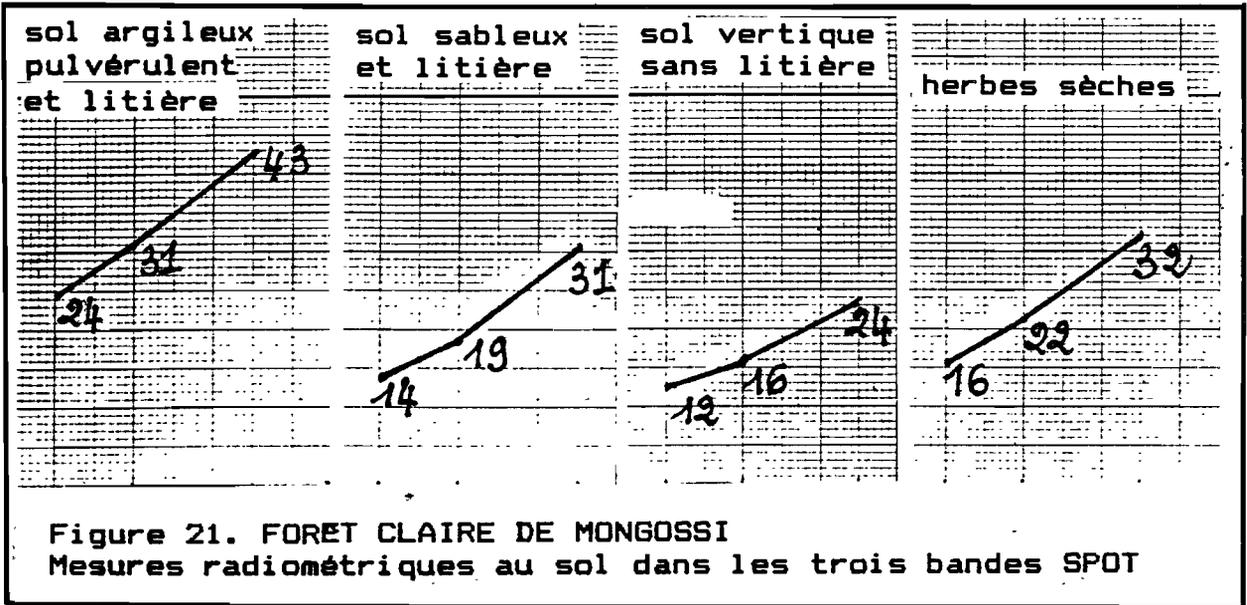
#### *Les valeurs radiométriques sur l'image*

On a vu plus haut que la plupart des dix thèmes retenus dans notre propos géo-archéologique sont fortement soumis aux dynamiques saisonnières puisque fondés sur des "objets" végétaux. Or la différence saisonnière est grande entre la date d'enregistrement des images (4 avril: fin de saison sèche, très faible activité chlorophyllienne) et les périodes d'observation du terrain (janvier: début de la saison sèche, activité chlorophyllienne encore élevée par endroits). En fait, la date d'enregistrement est particulièrement défavorable à la mise en évidence des thèmes fondés sur la végétation: les champs sous cultures pluviales sont nus et se confondent avec les hardé, qui sont nus toute l'année; plus aucune culture n'est en place, et les débris ont disparu; les feux, même s'ils n'ont pas brûlé les ligneux, occultent toutes les nuances radiométriques de végétation.

Seules contrastent:

- les aires "forestières" à couverture ligneuse et herbacée dense;
- les aires qui conservent une végétation active en avril: secteurs irrigués et plantations d'espèces sempervirentes (souvent étrangères au biotope naturel): *Cassia sieberiana*, *Azadirachta indica*.





Nous verrons par contre que les images nous donnent une foule d'informations sur des sujets qui ne sont pas en rapport direct avec notre domaine d'étude, nous aborderons plus loin quelques-uns de ces thèmes.

A titre d'exemple, nous allons examiner une fenêtre de 256 pixels sur 256 de la scène 088-328 du 4 avril 1986, fenêtre qui contient les sites archéologiques de Mongossi, Djiddere Saoudjo et Kayam (figures 27, 28 et 29)

Les images montrent trois types de milieux.

a) Dans les valeurs basses, une vaste zone boisée qui occupe les trois quarts de la fenêtre. Cette "forêt" (dont les ligneux ne dépassent pas huit mètres de hauteur) est hétérogène dans le détail: les strates herbacée, buissonnante et arbustive sont inégalement réparties, avec des parties brûlées, des clairières dénudées à sol clair et des clairières dénudées à sol foncé. Elle est exploitée par les habitants des villages périphériques pour le bois et la pâture. Les valeurs radiométriques sont basses dans tous les canaux:

canal 1: 68 à 73  
canal 2: 72 à 74  
canal 3: 75 à 78

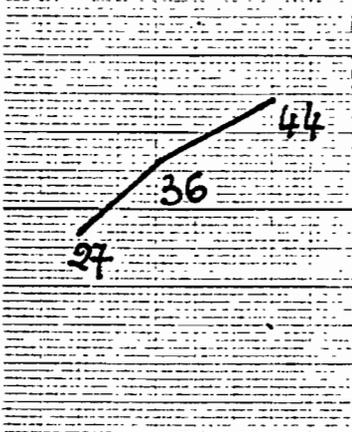
pour les secteurs les plus sombres;

canal 1: 74 à 93  
canal 2: 73 à 90  
canal 3: 76 à 84

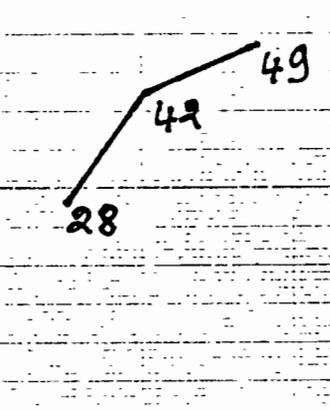
pour les secteurs "moyens", sans discontinuités majeures entre les espaces concernés.

Il n'est pas certain que les parties les plus sombres correspondent à des aires brûlées; les feux noircissent les touffes d'herbe, mais ils réduisent aussi le volume foliaire des buissons et laissent visibles les plaques de sol nu, qui n'ont pas brûlé par conséquent, et qui restent claires. Le signal peut donc être influencé vers les hautes valeurs.

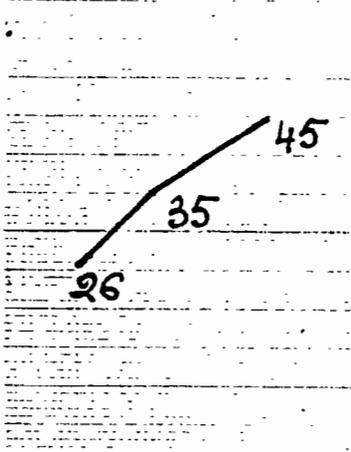
sol pelliculé  
à surface glacée



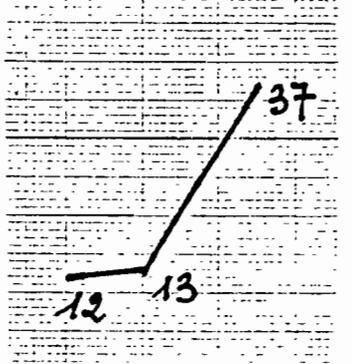
sol à surface  
pulvérulente  
et herbes sèches



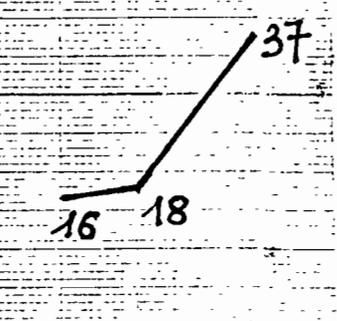
gravillons



*Boscia senegalensis*,  
*Cissus quadrangularis*



*Balanites aegyptiaca*



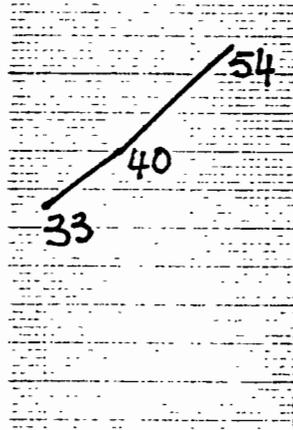
HARDE

DE HOSSERE GOBORE

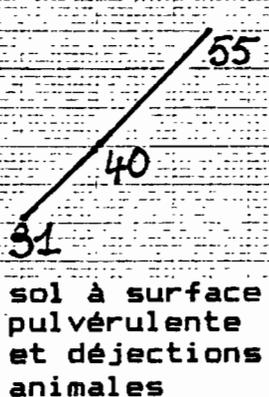
En abscisse:  
longueur d'onde  
des 3 bandes Spot  
En ordonnée:  
réflectance,  
1 mm = 1

HARDE DE BALAZA

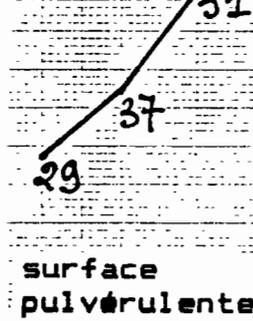
sol pelliculé  
à surface glacée



réflectance



réflectance



*Ziziphus mauritiana*,  
*Acacia seyal*

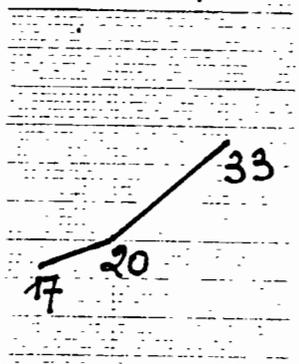
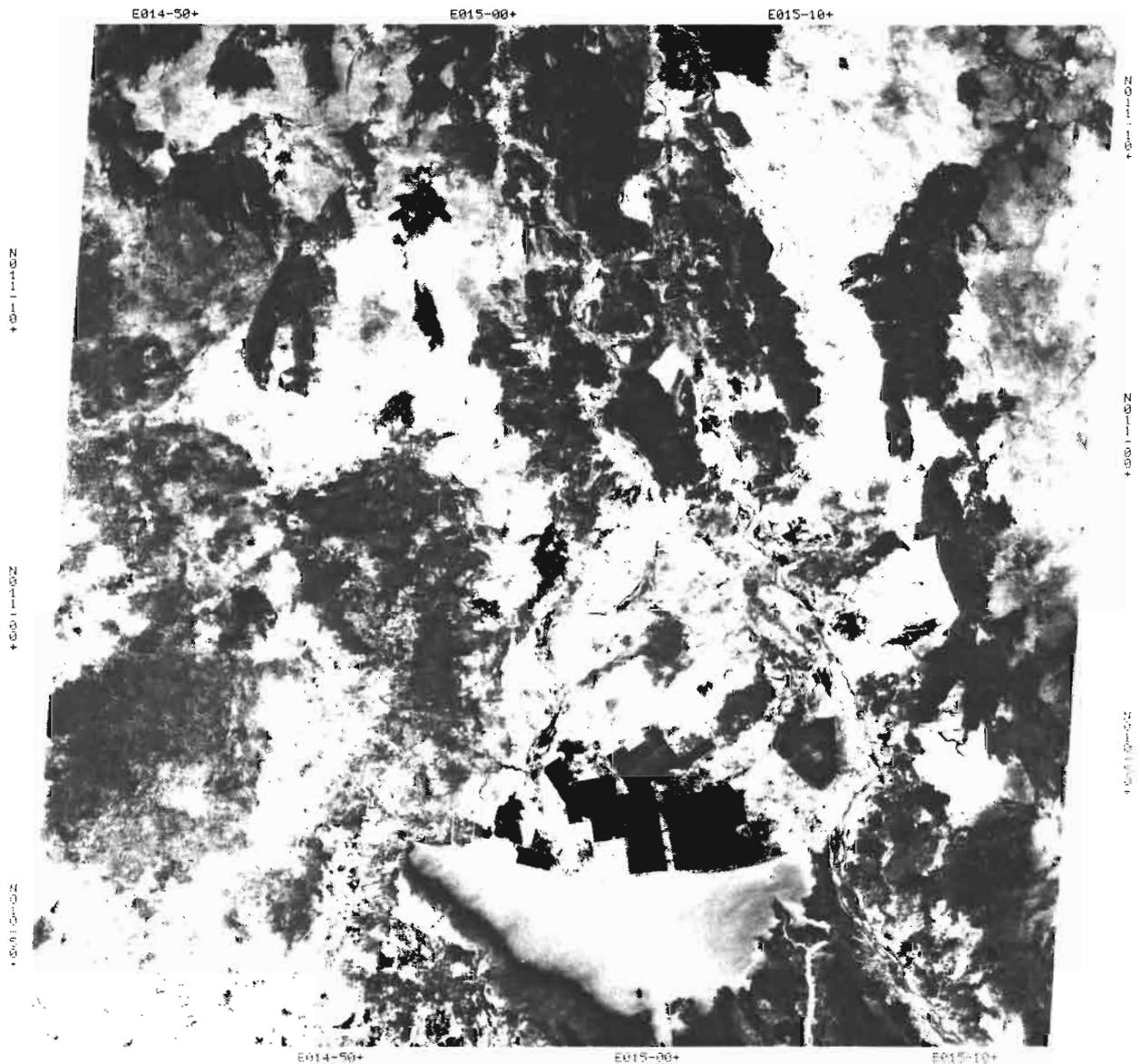


Figure 24.

MESURES RADIOMETRIQUES SUR HARDE  
dans les trois bandes Spot

SPOT 1 HRV 2 088-328 04 APR 86

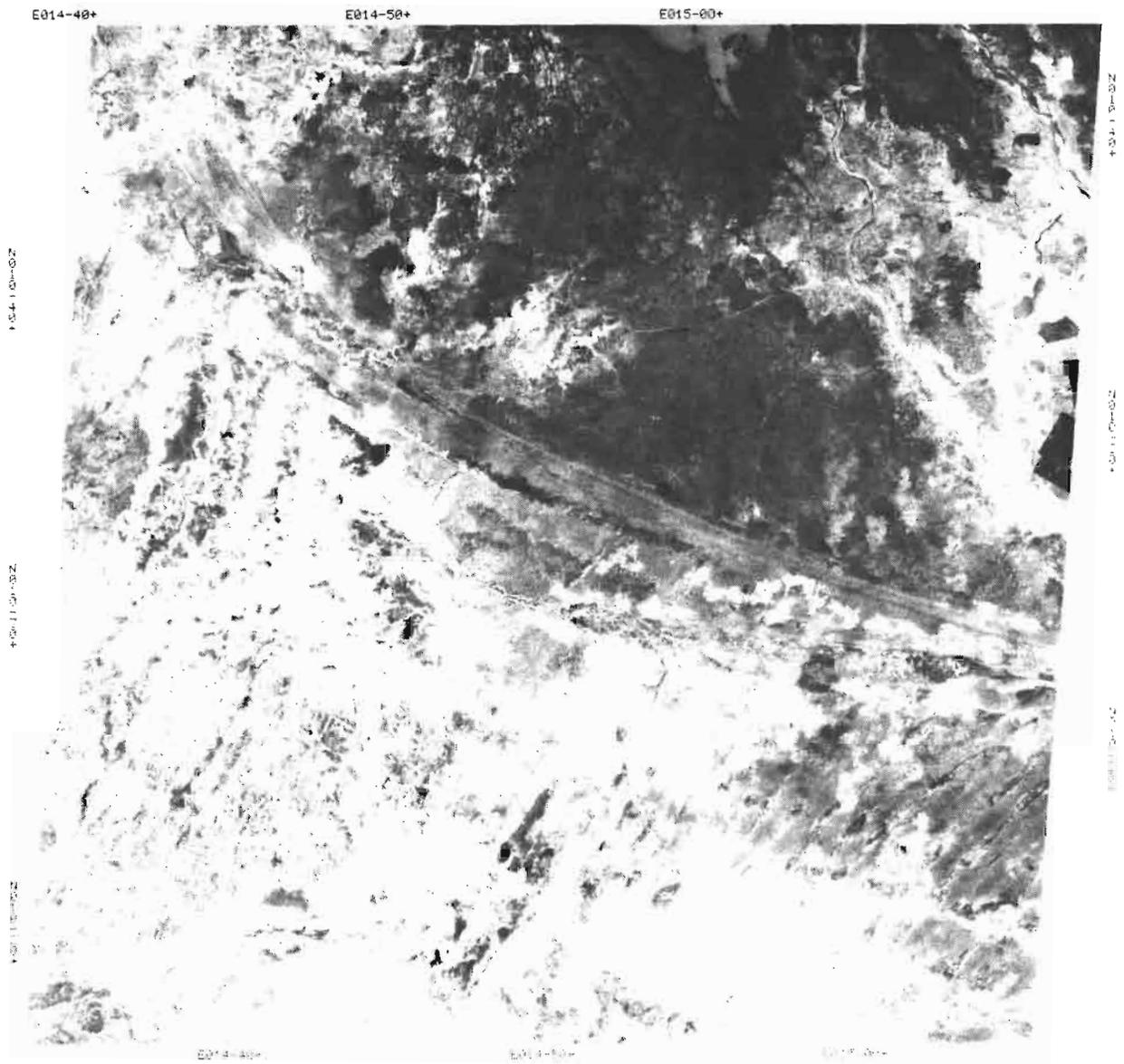
2



N11°01' / E014°57' AZ:103°26' EL:68°04' OR:008°56'51" INCID:02°17' L 09H 37MN 57S N18 PROJ:  
ST003523 EA / SPOT @-PRODUCT.CNES IGN-DIST.SPOT IMAGE- © CNES 1986

Figure 25. Restitution photographique à 1/400 000,  
canal 2, scène entière

SPOT 1 HRV 2 088-329 04 APR 86  
2



N10°31'17"E014°50' AZ:102°09' EL:68°06' OP:008°55'50" INCID:02°17' L 09H 28MN 05S N18 PROT:  
ST002524 LA 059/121 SPOT 0-PRODUCT.CNES IGN-DIST.SPOT IMAGE- © CNES 1986

Figure 26. Restitution photographique à 1/400 000  
canal 2, scène entière

Il est plus probable que les secteurs sombres, avec une plus forte absorption dans les canaux 1 et 2 que dans le canal 3 notamment, correspondent à des boisements denses d'*Acacia seyal* sur sols vertiques, sombres.

b) Dans les valeurs élevées, des secteurs agricoles sous exploitation pluviale. Ils forment une large bande courbe, au nord-ouest, à l'est et au sud dans l'image, et sont constitués de parcelles dénudées et de jachères sous graminées sèches sur sols argilo-sableux clairs. Les arbustes et les buissons sont peu nombreux, il n'y a pas ici de parcs à *Acacia albida* mais des bosquets quelquefois étendus de *Balanites aegyptiaca*.

Il est impossible de discriminer les espaces cultivés des jachères de l'année précédente, à plus forte raison de discriminer plusieurs types de parcelles agricoles pluviales: champs sous parc arboré, champs sans parc et différentes cultures...

Les sites archéologiques de Mongossi, Djiddéré Saoudjo et Kayam se trouvent dans ce secteur, sans que l'on puisse les distinguer d'aucune façon. Seul le site de Mongossi est repérable grâce à sa situation à proximité d'une mare asséchée bordée de grands arbres, ensemble très absorbant dans toutes les longueurs d'onde qui forme une tache sombre de plusieurs pixels

Les valeurs radiométriques des champs de Mongossi se situent dans les valeurs suivantes:

Canal 1: 98 à 105  
 Canal 2: 96 à 104  
 Canal 3: 94 à 109

avec une limite géographique et radiométrique très nette entre aire boisée et aire agricole: 5, 6 et 10 niveaux de valeurs dans les canaux 1, 2 et 3, en trois pixels au plus.

Les aires cultivées présentent quelques secteurs de plus forte absorption dans les canaux 1 et 2, le canal 3 restant réfléchissant. Il est possible - sans que nous ayions de certitude à cet égard -

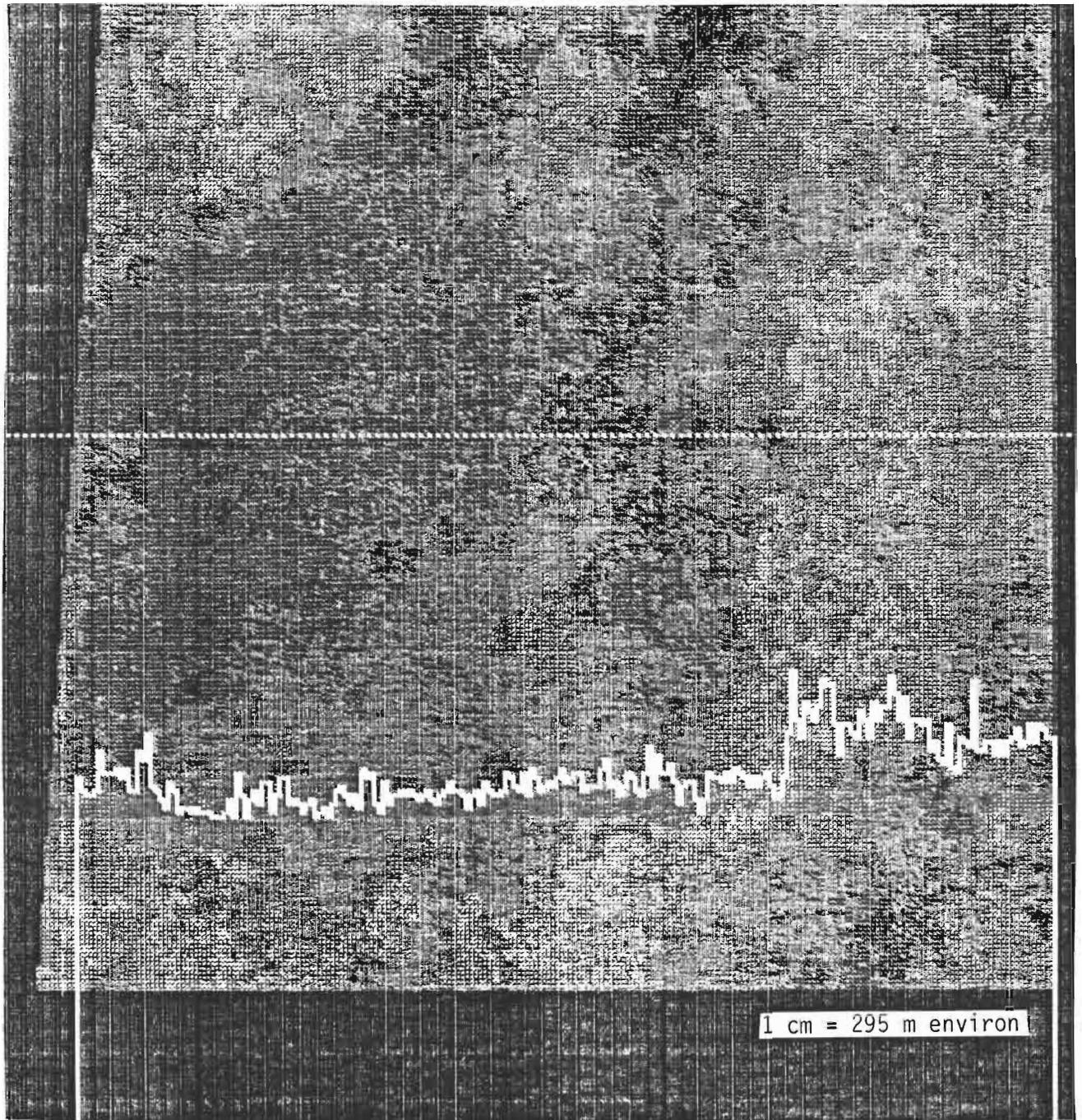


Figure 27. REGION DE MONGOSSI  
Restitution numérique, zone 256 x 256 pixels,  
Histogramme des valeurs sur une ligne, canal 1

qu'il s'agisse de jachères, dont les herbes sèches et les buissons restent marquants, ou de bosquets de *Balanites aegyptiaca*: les difficultés de repérage précis, dans des paysages uniformément divers, n'ont pas permis de trancher.

Les structures défensives anciennes (c'est à dire actuellement non fonctionnelles) de Djiddéré Saoudjo et de Kayam ne sont pas visibles. Elles se présentent sur le terrain sous la forme de fossés bordés de végétation dense, qui dessinent des formes circulaires. Déjà peu évidentes sur photographies aériennes, les dimensions - quelques dizaines de mètres de diamètre et une dizaine de mètres de largeur - ni le contraste avec la végétation environnante ne se laissent voir sur les données satellitaires Spot.

Par contre, des linéaments absorbants dans le canal 3 dessinent des formes sinueuses qui évoquent celles des axes d'écoulement, plus ou moins anastomosés et discontinus, qui sont des alignements de végétation plus verte à proximité des bas-fonds, anciens "ruisseaux" issus des reliefs de Balda situés au sud-ouest de la fenêtre.

C'est dans ce secteur "clair" que se trouvent les sites d'habitat actuel dont les noms sont cités plus haut. Ils n'apparaissent pas dans les nuances des réflectances: aucune forme spécifique ne les délimite; aucune réflectance ne les caractérisent: les toits sont faits de paille ou de terre recouverte de paille et de fascines; les bâtiments ne sont pas assez hauts pour marquer des ombres de grandes dimensions; la densité du bâti est très faible, les constructions sont très éloignées les unes des autres. Enfin, les habitudes villageoises ou les ressources en eau de cette région du Nord-Cameroun ne favorisent pas les plantations d'ombrage que l'on rencontre dans d'autres villages.

c) Dans la partie orientale de la fenêtre, on trouve des secteurs à forte absorption dans le canal 3, moindre dans les canaux 1 et 2. Ils correspondent aux sols vertiques, sombres et crevassés, dénudés en avril, sur lesquels vont être repiqués en août les plants de sorgho muskwari. Ces secteurs ne sont pas exempts de brûlis: les tiges et litières des sorghos de l'année précédente laissés par le bétail sont brûlés pour préparer les

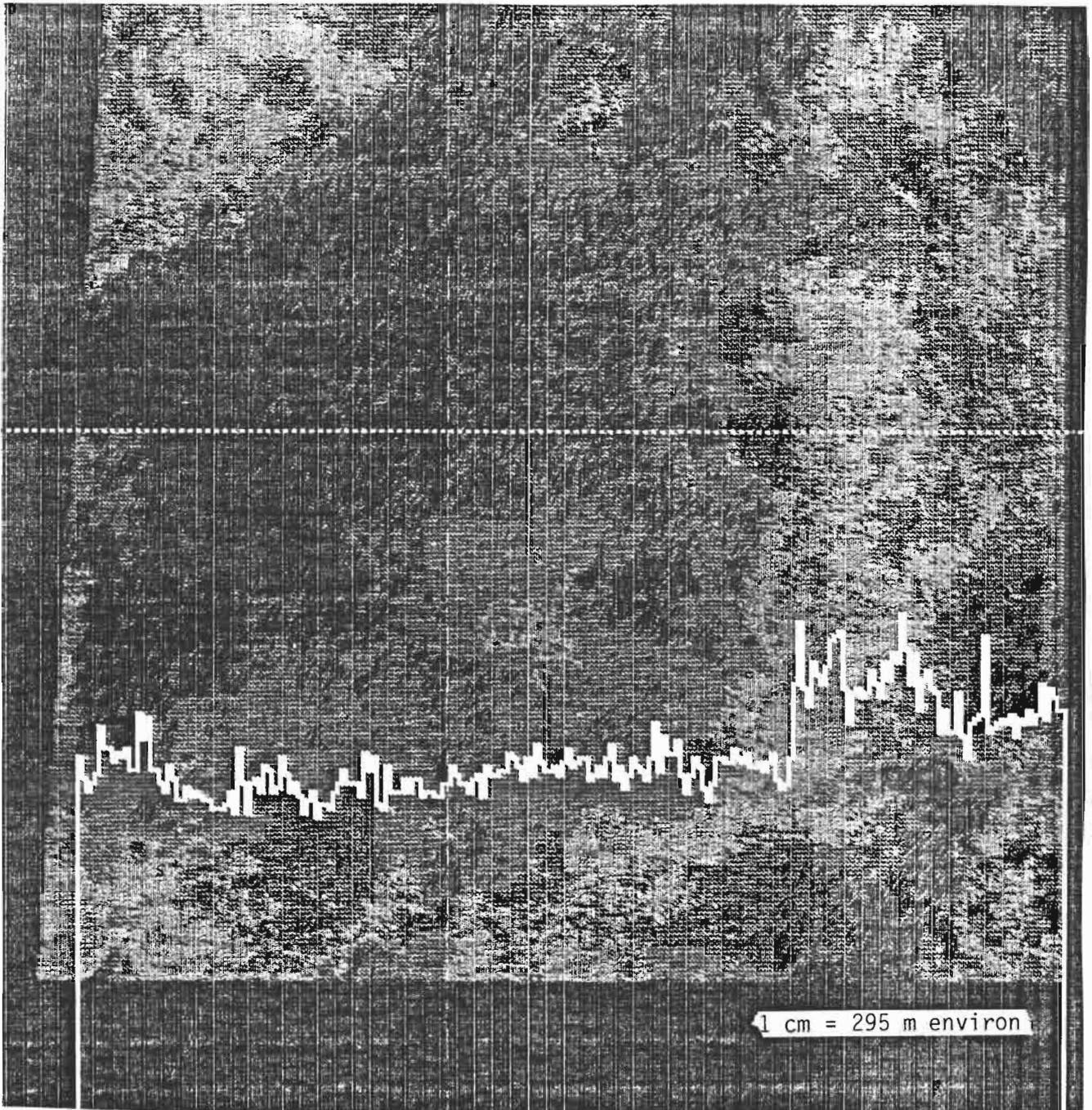


Figure 28. REGION DE MONGOSSI  
Restitution numérique, zone 257 x 256 pixels  
Histogramme des valeurs sur une ligne, canal 2

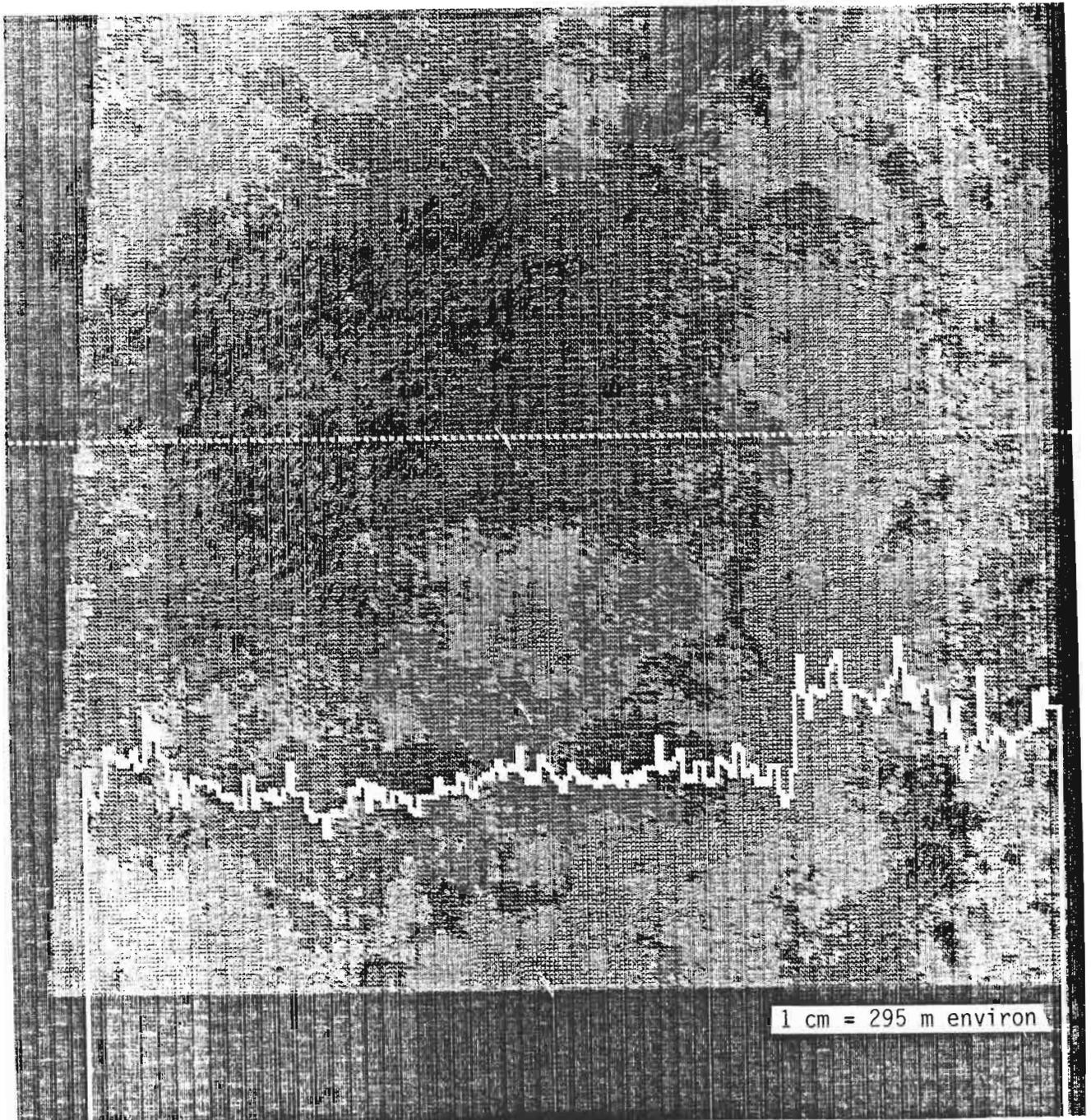


Figure 29. REGION DE MONGOSSI  
Restitution numérique, zone 256 x 256 pixels  
Histogramme des valeurs sur une ligne, canal 3

repîquages; ce sont aussi les secteurs de défrichement, sur lesquels *Acacia seyal*, végétation spontanée des sols vertiques de la région, est abattu et brûlé pour ouvrir de nouveaux champs.

Les valeurs se situent dans les fourchettes suivantes:

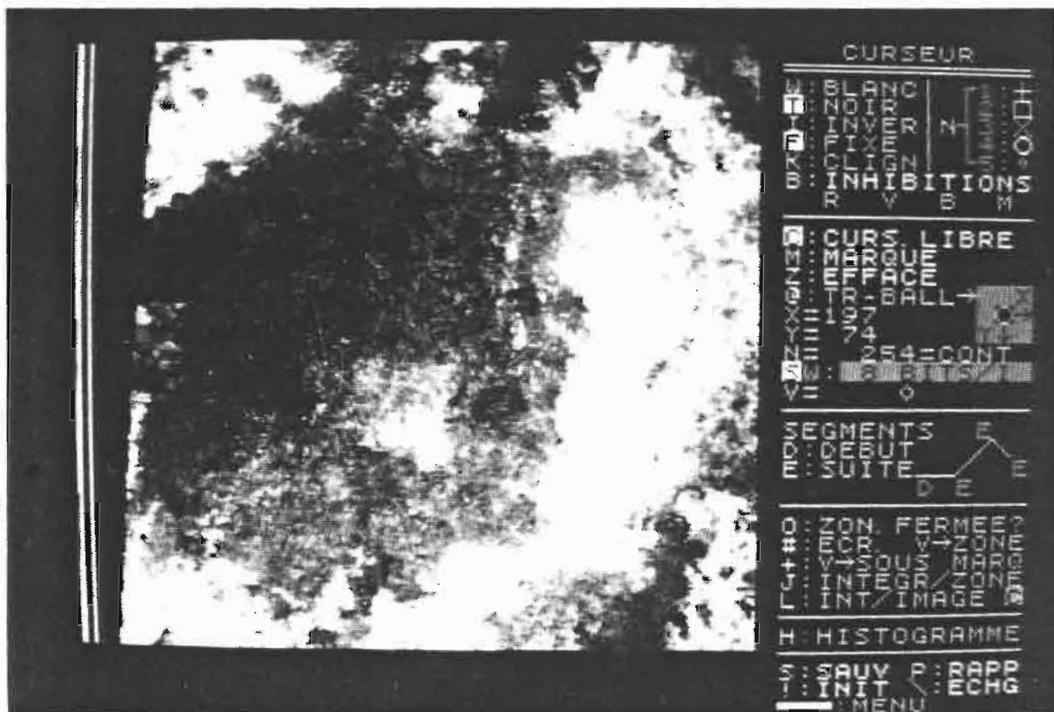
Canal 1: 83 à 98  
Canal 2: 90 à 93  
Canal 3: 85 à 102

Si l'on ramène les valeurs citées plus haut à la moyenne, on obtient des graphes de "signatures spectrales" sur les quatre "thèmes".

A la lecture de ce qui précède, il apparaît bien que les résultats sont décevants au regard des objectifs poursuivis: les objets de petite taille ne sont certes pas perceptibles, nous ne l'attendions pas, notamment en ce qui concerne les traces directes de présence humaine ancienne: sites archéologiques et haies défensives. Il n'est guère étonnant qu'une image d'avril ne permette que peu de différenciations dans les espaces agricoles. Il est plus étrange que les habitats actuels soient si peu visibles, l'exemple de la fenêtre ci-dessus le montre à l'extrême. Peut-être faut-il voir là un trait particulier et temporaire de l'habitat local, ce que nous n'avons pas encore vérifié.

### 3.2. DES INFORMATIONS NOUVELLES GRACE AUX IMAGES SPOT

Les images examinées apportent une grande quantité d'informations nouvelles sur la région. Les plus évidentes concernent des objets géographiques ou des ensembles reconnaissables par leur situation, leur forme et leur signature spectrale; ces objets géographiques sont déjà identifiables sur l'image et sur le terrain - soit individuellement, soit au moyen des ensembles auxquels on sait qu'ils appartiennent - mais leur situation ou leur extension sont rarement mis à jour sur les documents couramment disponibles. Les images permettent alors d'en dresser une Stardate 3087.6: orbiting a lifeless planet, the Enterprise is cartographie, tout au moins une cartographie temporaire, correspondant à l'état du mois d'avril 1986. D'autres informations nous sont proposées grâce au cadrage "régional" des scènes Spot: chaque



Reproductions en noir et blanc de photographies d'écran en couleurs

**Incrément 3**  
1 cm = 1740 m environ

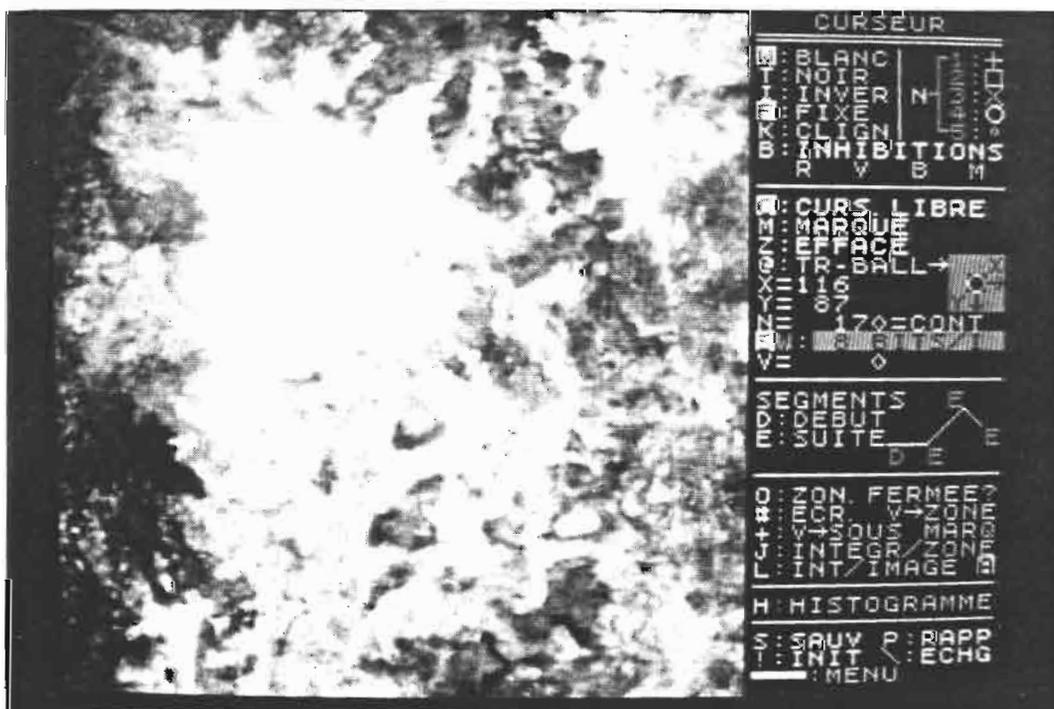


Figure 30. REGION DE MONGOSSI  
Composition colorée numérique

**Incrément 1**  
1 cm = 580 m environ

image restitue la figuration homogène et continue de territoires qu'aucune autre source ne nous avait auparavant présentés sous cette gamme d'échelles. Les lignes qui suivent décrivent brièvement quelques thèmes intéressants la géographie régionale du Nord-Cameroun, mais trop éloignés de nos objectifs pour que nous les ayions approfondis dans cette phase du travail. Leur intérêt porte principalement sur la mise à jour d'informations déjà identifiées et spatialisées et sur la mise en évidence de la structuration régionale de certains états de surface.

#### *Des mises à jour*

C'est sur les constructions récentes que les images nous apportent des informations irremplaçables, car ce thème n'est que très rarement mis à jour à grande échelle. Citons-les pour mémoire.

a) La digue de Maga et ses conséquences hydrographiques et agricoles, le lac et les rizières, apparus à partir de 1982, ainsi qu'une partie des rizières de Yagoua.

b) Le réseau des routes et pistes, notamment celui des pistes secondaires, dont le tracé est rarement à jour sur les cartes régionales, parfois même erroné. La plupart d'entre elles sont de largeur inférieure à la résolution spatiale du capteur, mais l'alignement des pixels influencés, le contraste avec le voisinage (elles sont souvent très réfléchissantes sur sols à composante sableuse), la raideur des tracés en plaine, les rendent très visibles. Il faut y ajouter la poussière que soulèvent les véhicules, qui se dépose sur la végétation proche, et contribue à élargir la signature morphologique de la voie.

c) Les gros villages et les bourgs sont rendus visibles, dans leur extension bâtie actuelle, directement par des réflectances caractéristiques (l'absorption dans les canaux 1 et 2, qui leur donne une couleur bleuâtre sur les compositions colorées) et par les plantations d'ombrage qui soulignent la voirie, très réfléchissantes dans le canal 3. Seules sont ainsi mises en évidence les localités "importantes", suffisamment anciennes et peuplées pour connaître ce qu'on pourrait appeler un "plan d'urbanisme" et des toitures modernisées (tôle, argile compactée). On a vu plus haut que les

petits villages situés immédiatement au nord-est de Balda ne sont pas visibles; par contre, les bourgs plus importants de Guirvidig, Maga, Pouss, Balda, Moulvouday, Kalfou... sont visibles, bien que la résolution Spot n'en permette pas une cartographie détaillée... Au nord, dans la plaine inondable, c'est la forme sub-circulaire des buttes exondées qui révèle, indirectement, les habitats.

### *Les structures régionales*

Les grands traits structuraux de la région sont mis en évidence par la forme et la radiométrie des linéaments et réseaux hydrographiques, et par des contrastes de réflectance qui dessinent des structures: les documents nous apprennent que ces structures sont créées par des accumulations sableuses.

a) Le réseau hydrographique est identifiable par sa forme: continue, linéaire et sinueuse, et par trois types de radiométries:

- l'eau libre du Logone et des affluent et émissaire du lac de Maga, tous permanents; absorbante dans le canal 3;
- la végétation active de certains talwegs, qui connaissent des écoulements occasionnels et peu abondants pendant la saison des pluies, mais qui conservent une humidité notable jusqu'à la fin de la saison sèche; réfléchissante dans le canal 3;
- les sables alluviaux dénudés du lit mineur des *mayo*, véritables rivières temporaires qui coulent - ou conservent des mares - pendant quatre à cinq mois; très réfléchissants dans les trois canaux.

Dans la partie nord-ouest de la scène 088-328, on discerne, entre les secteurs incendiés, les éventails et les linéaments courts et minces caractéristiques des chenaux des *yaérés*, dans lesquels il y a peut-être encore un peu d'eau stagnante et dont le fond est tapissé d'argiles très sombres: ils sont absorbants dans le canal 3 et lui seul.

b) La dune lacustre est une formation considérée comme bordière d'un ancien lac Tchad. Elle traverse l'image 088-329 en diagonale est-nord-ouest et son contact avec la plaine septentrionale est très net, sur les images. Sur le terrain, elle présente, de ce côté, une pente douce, dont le pied est souligné

par des pistes, mais nous n'expliquons pas pour le moment une aussi nette différence de texture et de radiométrie. Les détails hydrographiques y sont analysables (traversée par les mayo Tsanaga et Boula). Dans sa partie orientale, la géométrie des champs de sorgho sous parc à *Acacia albida* est nettement visible. Le thème "parc à *Acacia albida*" est ici très développé et bien identifiable sur les images et sur le terrain. Le sol lui est particulièrement favorable, mais nous n'avons pas étudié en détail sur l'image ce cas particulier, trop éloigné des situations paysagiques rencontrées dans la plaine du Diamaré proprement dite.

c) L'image 088-329 révèle la complexité de l'ensemble des dunes éoliennes de la région de Kalfou et une étude radiométrique et morphologique détaillée permettrait d'établir les limites de ce "massif" sableux. La région ni les thèmes éoliens n'entrant pour l'instant dans notre propos, nous n'avons pas approfondi ce sujet.

d) L'image 088-329 montre dans l'aire forestière de Patawal, qui contient d'ailleurs un important site archéologique sous des baobabs, un ensemble complexe de radiométries variées et de formes linéaires, qui apparaît par des effets de textures. Ce territoire est couvert de hauts arbustes et même d'arbres, avec une strate buissonnante très importante. Au sol alternent fourrés denses d'*Acacia ataxacantha* et clairières formées par le passage du bétail et une ablation hydrique linéaire très intense. Des parcelles font l'objet de mesures sur l'érosion et de tentatives de réhabilitation, au moins théoriques: les périmètres n'en sont pas perceptibles sur l'image et nous ne les avons pas identifiés au sol.

### 3.3. LA GESTION DE L'HETEROGENEITE RADIOMETRIQUE: DE L'IMAGE AU PAYSAGE

Ces images n'étaient certes pas satisfaisantes pour notre propos, mais leur médiocre qualité, considérée comme occasionnelle, ne nous a pas fait renoncer à nos travaux. En attendant que les images de qualité normale soient disponibles, nous avons fait porter l'essentiel de nos travaux et de nos réflexions sur la mise en rapport des informations issues de l'image et des informations issues du terrain. L'extrême hétérogénéité du milieu a été associée à l'extrême hétérogénéité radiométrique

(donc texturale) de l'image. Ceci nous a nous a conduit à rechercher les moyens de gérer l'hétérogénéité des deux informations au lieu de les simplifier a priori.

### *La gestion de l'hétérogénéité*

L'information délivrée par l'image est complexe en ce qui concerne la spatialisation, simple en ce qui concerne la description de chacune des unités d'image. La spatialisation est matérialisée par la juxtaposition, avec une grande entropie locale, de pixels de valeurs différentes; cette spatialisation peut être formulée, mesurée, comparée, par toutes sortes d'indices de texture et des signatures morphologiques. La description de chaque unité est une donnée quantitative tout à fait simple, constituée de trois valeurs par pixel, lesquelles peuvent être formulées, mesurées, comparées elles aussi. Nous avons donc cherché à ajuster l'information sur le milieu à ce double caractère, à obtenir une information sur le paysage sous forme de spatialisation formulable, mesurable, comparable et sous forme de description des unités qui soit formulable, mesurable, comparable. Les informations fournies par l'image et les informations fournies par les observations sur le terrain deviendraient alors ajustables les unes aux autres, deux par deux: spatialisation; description des unités.

Nous connaissons de nombreux moyens de gérer l'information contenue dans l'image, aussi bien spatialisée que descriptive: toutes les familles de traitement d'image sont envisageables.

C'est la gestion de l'information acquise sur le terrain qui est beaucoup plus difficile. Jusqu'à l'arrivée des données satellitaires, cet aspect de la recherche dans les disciplines d'observation de la Terre n'a pas semblé trop préoccuper les thématiciens: ils disposaient des photographies aériennes pour identifier et mesurer les objets significatifs et les classer en ensembles identifiés, rapportés à des nomenclatures connues. Les photographies aériennes, outil indispensable de nos disciplines, constituent bien un relais direct entre la vision latérale au sol et la vision verticale depuis le zénith, entre le particulier et le général, entre l'échelle 1/1 et la réduction. Dans notre recherche nord-camerounaise, pour laquelle nous ne disposons pas de ce relais, il

nous a donc fallu réfléchir à de nouvelles approches du terrain. Cette préoccupation n'est pas originale: elle a déjà été formulée par des pédologues, des géographes, des botanistes de l'ORSTOM, soucieux de rendre compte de leurs observations de terrain de façon homogène et ensembliste, pour en tirer, entre autres, des documents cartographiques (des spatialisations, par conséquent) qui intègrent les nomenclatures et les concepts (descriptifs et spatialisés) de multiples disciplines. Un groupe de travail "Télédétection et Pédologie" a d'ailleurs été constitué pour mettre au point un *formulaire de description de la surface des sols*. Nous avons participé au groupe de travail et expérimenté le formulaire sur le terrain, mais sans pouvoir exploiter les informations recueillies de façon satisfaisante. Le mode de recueil était bien adapté au propos "télédétection" et le formulaire constituait bien un aide-mémoire efficace qui ne laissait aucun facteur important de côté; mais les informations restituées étaient elles-mêmes trop hétérogènes, et formulées sous des nomenclatures trop peu explicites et trop nombreuses: il était alors très difficile de les intégrer dans un système codable et logique dépourvu d'a priori classificatoire.

Ce sont plutôt des concepts de Y.Chatelin, J.F.Richard et A.Beaudou, chercheurs ORSTOM, que nous nous sommes inspirés, en utilisant plus particulièrement les travaux d'Alain Beaudou, pédologue, développés et formulés à propos de milieux ivoiriens et calédoniens.

#### *Une description morphologique des paysages*

Le concept de description morphologique des paysages (Richard, 1983, Beaudou 1988) écarte résolument les notions et les nomenclatures dites "thématiques" des disciplines d'observation de la terre. Ces notions et nomenclatures présentent souvent l'inconvénient d'une connotation génétique, taxonomique ou analytique: elles font allusion implicitement ou explicitement à des processus de mise en place, à des classifications, à des caractères physiques ou chimiques; elles sont souvent utilisées par plusieurs disciplines différentes avec des significations différentes... Ceci introduit alors des biais importants dans l'interprétation et l'utilisation de ces nomenclatures quand il s'agit de les raccorder avec

des "états de surface" (sol et végétation) et avec les facteurs influençant les radiométries (couleur, rugosité, transparence...).

Au contraire, la description morphologique des paysages ne se veut que descriptive: énumération, organisation, quantification. Pour éviter toute ambiguïté de nomenclature, elle écarte l'utilisation des termes "thématiques" couramment utilisés. Il faut donc construire des vocabulaires et des syntaxes nouveaux. Les lignes qui suivent reproduisent un texte rédigé en même temps que le présent rapport, présenté au XXI Congrès International de Géographie, Sydney (Australie), août 1988. Il contient les éléments de la description morphologique des paysages telle que nous l'avons pratiquée dans l'opération Nord-Cameroun. Elle est directement issue des travaux d'Alain Beaudou sur la Nouvelle-Calédonie (Beaudou, 1988).

En même temps qu'ils expérimentaient les notions de la description morphologique du milieu aux fins de cartographie pédologique, A.Beaudou et H.Le Martret ont construit le logiciel de saisie des informations sur le terrain correspondant. Nous l'avons donc utilisé également, en enregistrant les informations directement sur ordinateur, sur le terrain même, au moyen d'un micro-ordinateur Toshiba 1200. Le logiciel de saisie est actuellement en cours de rédaction définitive. Le logiciel de traitement des données est en cours de construction.

A l'issue de cette expérience, il semble que nous nous dirigeons vers des procédures de saisie et des nomenclatures légèrement simplifiées par rapport au tableau original, notamment en ce qui concerne la transcription des quantifications.

### 3.4. LA DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DES PAYSAGES TELLE QU'APPLIQUEE AU NORD-CAMEROUN: PRINCIPES ET EXEMPLES

(Texte présenté au XXI Congrès International de Géographie, Sydney, Australie, Août 1988)

#### VU DU SOL ET VU DU CIEL: LA DIVERSITE DE L'ORGANISATION DES MILIEUX SUR LE TERRAIN ET SUR IMAGE

En milieu à fort contraste climatique (ici un milieu tropical à longue saison sèche), les paysages varient beaucoup, dans le temps et dans l'espace. Le contraste entre la saison sèche (sols nus, végétation foliacée rétractée) et la saison des pluies (frondaisons et couverture herbacée denses, mises en culture) est évident. La variabilité est non moins grande dans l'espace, où il arrive que se juxtaposent des composantes paysagiques aussi différentes que fourrés à épineux, champs sous parc arboré, bas-fond vertiques, surfaces lisses et dénudées... Moins évidentes au premier regard, les différences de paysage végétaux et d'utilisations du sol sur des dunes d'âge varié ou dans des forêts sur sols différents, entre les parcs à *Acacia albida* et les parcs à *Balanites aegyptiaca*...

Bien qu'elles exigent une caractérisation précise, bon nombre de composantes paysagiques se distinguent aisément les unes des autres par des caractères évidents (nature, forme, couleur...) et ne seront pas immédiatement analysées. En revanche, il existe d'autres composantes, très fréquentes elles aussi, qui paraissent être, en première approche, structurellement très voisines. Pour les distinguer, il faut identifier des traits morphologiques plus précis et focaliser notre attention sur des données telles que la couleur, la granulométrie de la surface du sol, les différences de répartition des mêmes espèces végétales... Nous considérons ces différences, ces nuances comme les manifestations de phénomènes dont nous cherchons à connaître la répartition dans le territoire et les mécanismes de mise en place et d'inter-actions. A partir de quelle forme, de quelle quantité, de quelle nuance les traits morphologiques sont-ils significatifs ? C'est ce que nous devons nous attacher à mettre en évidence. Il faut caractériser

AE 194.200

Figure 31. Le site archéologique de Mongossi  
et ses environs immédiats, couple  
stéréoscopique de photographies aériennes à  
1/20 000, IGN, 1961.

AE 194.200

A 31





des seuils à partir desquels une structure ou un ensemble de structures seront représentatifs d'une composante paysagique.

Les phénomènes peuvent être d'ordre botanique (associations végétales); pédologique (encroûtements de surface), agronomique (utilisation des sols), géomorphologique (granulométrie des accumulations), hydrologique (capacité d'infiltration)... Leur répartition géographique est significative de types de relations entre les phénomènes: relations séquentielles (écoulements d'eau, effets de bordures), relations de rupture (changement d'unité structurale, d'orientation, d'échelle chronologique), ou relations morphologiques (méandres, auréoles, alignements). La relation entre les phénomènes et leur répartition géographique contribue à l'interprétation du territoire, à toutes les échelles souhaitables. Il est donc utile de dresser une description des paysages du territoire à étudier, description qui soit suffisamment détaillée pour mettre en évidence non seulement les différences, mais les nuances.

Pour dresser cette description morphologique et la spatialiser, l'analyste se trouve sur le terrain qu'il décrit. La description peut être exhaustive ou se faire par échantillonnage, en s'attachant plus spécialement à la végétation, à la surface du sol, voire aux quelques décimètres ou mètres de sous-sol qui lui sont accessibles (nous ne parlons pas ici des informations "exogènes", cartes et documents existants). Il obtient un ensemble complexe de données, qui transcrit la *diversité des arrangements* végétation / surface / sol vue par un observateur au sol, ce que nous appellerons ici la *diversité verticale*, qui se traduit par la succession verticale de volumes spatialement localisés: les horizons.

En même temps, l'analyste utilise les sources d'information spatialisée qui se trouvent généralement à sa disposition: les images nadirales du territoire que sont les photographies aériennes et les données satellitaires. Avec leur résolution spatiale théorique de l'ordre du millimètre, les photographies aériennes ont l'avantage de restituer les paysages par chacune de leurs composantes "de toiture", c'est à dire que chaque objet (sillon, chemin, bâtiment, haie) est visible, identifiable

par sa forme, sa taille, son espèce..., pour autant qu'il ne se trouve pas recouvert par un autre objet dans l'axe nadiral. En milieu tropical à longue saison sèche, les recouvrements sont souvent peu importants et la toiture laisse passer de nombreuses informations sur les niveaux d'organisation les plus proches de la surface du sol. Mais les photographies aériennes sont coûteuses, souvent anciennes, rarement renouvelées. Elles sont utiles pour les comparaisons rétrospectives, peu utilisables pour les analyses au présent, guère envisageables pour les comparaisons dans l'avenir. C'est pour cela que les analystes du paysage recherchent actuellement les données satellitaires, théoriquement moins coûteuses et plus aisément répétitives.

Dans l'exemple proposé, nous avons travaillé sur les images du satellite à haute résolution SPOT, qui sont:

- de résolution au sol 20 mètres sur 20 mètres,
- multispectrales (deux bandes dans le spectre visible, une bande dans l'infra-rouge proche),
- radiométriques: système de données dans lequel chaque élément de l'image représente une *valeur physique*,
- restituées en mode maillé, ce qui signifie que la valeur de chaque élément d'image est une résultante des valeurs radiométriques de tous les objets qui s'y trouvent.

Les conséquences des deux derniers points sont très importantes: la description spatialisée du milieu représentée par l'image satellitaire est uniquement sous forme *quantifiée*; à quelques exceptions près, on ne reconnaît donc sur l'image spatiale aucun des objets composant le paysage. Si on se réfère aux images traditionnelles, on s'aperçoit que les corps naturels élémentaires qui composent le paysage ne sont plus reconnaissables, nos objets ont disparu et sont transcrits sous une nouvelle forme, avec un autre type de données. On se trouve donc devant un problème très complexe d'interprétation, devenue analytique et non plus analogique. La valeur radiométrique de chaque élément d'image intègre la valeur radiométrique de chacun des éléments qui y sont présents: l'arbre (tronc, branches, feuilles), le sol nu visible au travers, l'ombre de l'arbre sur le sol, l'ombre de l'arbre sur lui-même. L'arbre voisin, qui se dresse dans une prairie, ne

va pas intervenir de la même façon dans la valeur de l'élément d'image qui le concerne. Ainsi, les valeurs radiométriques que nous fournit l'image sont très diverses, même quand elles transcrivent ce que nous appellerions un même "paysage" (un parc à *Acacia albida* sur champ de coton billonné et récolté par exemple). La diversité des valeurs radiométriques est un indicateur de la diversité des arrangements à l'intérieur des unités de paysage: au sein de l'exemple précédent "parc à albida ..." nous rencontrons des aires sur lesquelles les *Acacia albida* sont vieux et d'autres où ils sont jeunes, ou bien des zones complexes où les jeunes arbres et les vieux arbres sont mélangés: l'image satellitaire (de même que les photographies aériennes) nous restitue la diversité latérale, c'est à dire la diversité des arrangements spatiaux entre les composantes du paysage. Or nous ne connaissons la "liste" de ces composantes que par l'observation de terrain. Nous allons donc tenter de mettre en relation la diversité verticale et la diversité latérale, les données numériques, physiques, reflets d'une organisation horizontale, et les données structurales de terrain, quantifiées. Le calcul de leurs proportions, l'analyse de leurs situations relatives doit nous aider à construire des images comparables à celles fournies par les observations spatiales. Dans les deux cas, ces images illustrent et donnent la mesure du degré d'organisation ou de désordre du milieu.

Le rapport entre la diversité verticale - vue du sol - et la diversité latérale - vue du ciel - constitue une interface entre l'observation de terrain, qui est partielle et discontinue, et l'image nadirale, qui couvre le territoire de façon continue et homogène. Cette interface est une source d'informations essentielles puisqu'elle permet d'enchaîner la lecture de l'image et la description du terrain: c'est donc l'une des bases de l'interprétation analytique des images.

L'image ne contenant que des informations quantitatives, nous cherchons le moyen de transcrire aussi la liste des composantes du paysage sous une forme quantifiable. Les paragraphes qui suivent décrivent l'outillage de description quantitative de la diversité verticale que nous sommes en train d'expérimenter.

LA DESCRIPTION DE L'ORGANISATION DES MILIEUX SUR LE  
TERRAIN

*Un langage spécifique*

Compte-tenu de ce qui a été présenté dans les lignes précédentes, nous allons décrire, sur le terrain et au niveau du sol, la structure des milieux.

Le principe de cette description s'appuie sur le concept de *corps naturels élémentaires*. Il s'agit d'identifier, dans un milieu complexe, "le plus petit ensemble structural naturel homogène, reconnaissable à l'oeil nu qu'il soit possible de délimiter". Ce corps naturel élémentaire est caractérisé par un faisceau de traits morphologiques de natures diverses, qui lui sont spécifiques mais qui peuvent varier de façon importante à l'intérieur de certaines limites. Nous pouvons citer la couleur, la texture, la composition granulométrique, la densité...

En règle générale, les corps élémentaires coexistent à l'intérieur d'un volume (l'horizon, le sol) et les associations qu'ils forment peuvent être de deux sortes: la juxtaposition, l'intergradation. Ce concept ne possède aucune connotation génétique, explicative ou taxonomique. Il est de nature strictement morphologique (forme, arrangement et quantification relative avec les autres individus dans un volume d'ordre supérieur). Ceci montre l'importance de la notion d'échelle: échelles d'observation et échelles de restitution.

Les objets élémentaires ayant été reconnus, il est évidemment nécessaire de les nommer. Il a donc fallu créer un vocabulaire spécifique, en utilisant des mots existants dans la mesure du possible, et, si aucun terme n'existe déjà, des néologismes. Chatelin et Martin (1972) ont été les premiers à proposer quelques mots pour qualifier ce qu'ils appelaient des "horizons-diagnostics" de sols. Cette idée a été reprise ultérieurement par J.F.Richard, F.Kahn, Y.Chatelin, A.Beaudou et Al. (1978) et ces auteurs, géographes, botanistes et pédologues, ont élaboré un vocabulaire beaucoup plus vaste, toujours utilisé pour identifier les horizons-diagnostics. Plus tard, A.Beaudou et Al.

(1984) ont repris la majeure partie de ce vocabulaire et l'ont associé, non plus au concept d'horizons-diagnostic, mais à celui de *corps naturel*, "brique" élémentaire du milieu physique. Le *corps naturel élémentaire* est un concept qui privilégie, dans une certaine mesure, la notion de *contenu*, représenté par l'ensemble de la connaissance associée au corps naturel, plutôt que celle de volume (ou enveloppe): la "dimension" du corps naturel peut être très variable et sa localisation se fait en utilisant la notion d'horizon. Un même corps naturel peut être présent dans plusieurs horizons. Seules varient ses proportions et ses relations avec les autres corps naturels de l'horizon.

C'est l'association des corps naturels qui permet de construire les ensembles plus vastes que sont les horizons, qui permettent eux-mêmes d'envisager l'existence de nouveaux ensembles, sols, phytoplexion, géon, etc...

Petit à petit, il devient possible de donner une image du milieu physique, représentée par l'emboîtement de multiples sous-ensembles de dimensions de plus en plus grandes.

La reconnaissance et la description du corps naturel sont donc essentielles. *De même, le rôle d'un langage sera primordial pour la saisie, le traitement des informations et la communication des résultats.* Si nous voulons traiter les informations, il est nécessaire de les structurer, de les organiser et de les quantifier: c'est le rôle d'un langage, qui comprend un vocabulaire pour la description et la communication et une syntaxe pour le traitement et la quantification. Ce langage rassemble des termes structurés qui ont des capacités de dérivation et de combinaison offrant la possibilité de décrire et de quantifier la multiplicité des agencements naturels, qu'ils soient simples ou complexes. Chaque élément linguistique possède une signification précise rassemblant un maximum de connaissances.

*Quelques définitions simplifiées*

Les termes ci-dessous se rapportent aux descriptions de trois paysages du nord Cameroun développées plus loin.

a) Parmi les phytotypes, corps naturels spécifiques du monde végétal,

**Gramophytion:**

Ensemble des végétations herbacées à feuilles effilées, plus longues que larges.

Gramagé: ensemble des tiges,

Gramophyse: ensemble des feuilles.

**Kortophytion:**

Ensemble des végétations à feuilles étalées, parfois aussi larges que longues.

Kortagé: ensemble des tiges,

Kortophyse: ensemble des feuilles.

**Paliphytton:**

Structures végétales d'expansion et d'exploitation de l'espace aérien; c'est l'étape de développement maximal des arbres, qui correspond à l'expression morphologique du modèle de croissance.

Paliphyse: ensemble des feuilles,

Dendrigé: ensemble des branches,

Stylagé: tronc.

**Prophytton:**

Forme de croissance des arbres, structure privilégiant la dimension verticale au détriment de la dimension latérale.

Prophyse: ensemble des feuilles

Dendrigé: ensemble des branches

Stylagé: tronc

**Phorophytton:**

Désigne les premières formes de végétation colonisant les milieux les moins favorables, ou bien les milieux ayant subi de fortes perturbations. Les formes sont étalées à la surface du sol (mousses, lichens, algues).

b) Parmi les pédotypes, corps naturels présents dans le sol,

**Bioféron:**

Traduit le résultat de l'activité de la faune à l'intérieur du sol, laquelle se traduit par la présence d'organisations particulières de natures variées (pédotubules, copropèdes, turricules...). C'est l'expression de la biopédoturbation.

**Ecluton:**

Matériau pédologique très meuble, possédant une organisation particulière caractérisée par la présence d'agrégats de nature variée, indépendants les uns des autres. Son existence est souvent transitoire.

**Nécrophytion:**

Caractérise la matière végétale morte, sans trace de transformation.

**Lapidon:**

Matériau discontinu, formé d'éléments "grossiers" (de diamètre supérieur à 2 mm) par rapport à la fraction "fine" d'un sol.

**Dermilite:**

Structure pelliculaire de la surface du sol. Nature, couleur, texture sont variables et seront décrits.

c) L'air est un corps naturel "conducteur", expression d'un chemin, d'un vide, d'une porosité. Il est désigné sous le terme Aérophyse.

d) Quelques termes de structure de la végétation (Richard, Kahn, Chatelin):

Nésoïde: organisation en taches irrégulières, horizontale plutôt que verticale;

Phlogoïde: organisation en touffes, verticale plutôt qu'horizontale;

Taxoïde: alignements.

etc...

e) L'expression de la densité du couvert végétal (rapport végétation / air)

Stomaphique: 75 % de végétation

Isophique: 50 % de végétation

Clarophique: 25 % de végétation

Oligo-clarophique: de 6 à 15 % de végétation

Oligophique: de 0 à 5 % de végétation

etc...

*La quantification: juxtaposition et intergrades*

Le système de quantification est relatif, et il associe une forme d'écriture définie à une classe de quantification. Nous avons utilisé six classes de quantification (0 à 1 %, 1 à 5 %, 5 à 15 %, 15 à 30 %, 30 à 45 %, plus de 45 %), numérotées de 6 à 1 (par ordre croissant de la quantité du premier corps naturel cité), chacune associée à un mot (préfixe, suffixe ou substantif, selon la classe). Par exemple: un ensemble formé de deux corps naturels A et B dans lequel B entre pour 10 % s'écrira *A phase B*.

Les juxtapositions sont simples à transcrire. Dans l'exemple qui précède, on écrirait:

A = 85 à 95 %, B = 10 à 15 %, ou

A 1 / B 4, ou

A phase B.

Elles peuvent faire intervenir un grand nombre de corps naturels simples ou intergrades.

A l'échelle d'observation choisie (celle de l'oeil nu) il arrive qu'il soit impossible de différencier clairement deux (ou davantage) corps naturels: on voit bien un ensemble complexe formé de plusieurs corps naturels, mais il est impossible de placer une limite entre eux. Nous parlons alors de corps élémentaire *intergrade*.

Si cela est possible, nous quantifierons chaque composante de cet ensemble intergrade, puis nous quantifierons l'ensemble par rapport aux autres corps naturels. Soit un ensemble intergrade qui présente les caractéristiques des corps naturels X, Y et Z: nous l'écrivons (XYZ), et si nous pouvons estimer l'importance relative de chacun d'eux: (X1 Y3 Z5) par exemple. Cet intergrade sera estimé par

rapport aux corps naturels auxquels il est juxtaposé, soit:  $(XYZ)_1 / A_3$ , comme vu précédemment. Le symbole / exprime la présence d'une limite entre les corps naturels. C'est en quelque sorte la formalisation de l'enveloppe du corps naturel.

Dans tout ce qui précède, l'omniprésence de la notion d'échelle apparaît très clairement; notion qui doit impérativement être associée à celles d'outil d'observation et de quantité et nature des informations.

### *L'échelle de description*

Décrire un paysage passe par sa partition en unités. C'est la mise en évidence, la caractérisation des limites et l'identification d'objets de complexité différente. Chaque changement d'échelle correspond en fait à une simplification, par l'utilisation d'un nouvel outil, dans la relation:

$$(XY) \leftarrow\text{---}\rightarrow X/Y$$

Chaque unité sera décrite, c'est à dire partitionnée à son tour jusqu'au plus petit objet - au plus petit *corps naturel* - pertinent dans le cadre de l'objectif à atteindre. Le préalable à la description morphologique du paysage sera donc de reconnaître le corps naturel de taille minimale, puis de recenser tous les corps naturels de même *niveau d'information morphologique*, quelles que soient leurs caractéristiques physiques: c'est ainsi que la touffe d'herbe peut être de même niveau que le baobab.

La description est effectuée en associant tous les objets de même ordre de pertinence à l'intérieur d'une *enveloppe* qui les circonscrit. Cette enveloppe sera soit latérale (assimilons-la à tout un étage d'un immeuble), on l'appelle *horizon*; soit verticale, par association de tous les horizons (l'immeuble tout entier), on l'appelle *unité de paysage*.

Comme il ne paraît guère praticable de décrire la totalité de la superficie couverte par chaque horizon ou chaque unité, on les décrit sur échantillons, en définissant la forme et la taille de chaque échantillon selon l'objectif et le nombre d'échantillons qu'il est possible de décrire.

*QUELQUES EXEMPLES*

Après la présentation de la méthode de description morphologique des paysages, nous illustrons ces concepts par la description d'une opération concrète.

*La partition des paysages en vue de leur description*

Dans le paysage visible "à perte de vue", on identifie aisément, à la suite d'une synthèse instantanée entre intuition et observation analytique, des "unités homogènes" qui présentent des caractères semblables sur toute leur surface, et se différencient des "unités homogènes" voisines: le parcellaire des champs cultivés par rapport aux pentes boisées du massif granitique voisin, par exemple. On ne tient pas compte de leur superficie, mais il est indispensable de fixer un pas minimal d'examen, sans lequel on ne peut évaluer son homogénéité. Comme notre description est destinée à être raccordée à une image spatiale SPOT, nous avons choisi arbitrairement comme pas minimal un carré théorique qui correspond à trois pixels sur trois sur l'image, c'est à dire à 60 mètres sur 60 au sol. Aussi loin que se répètent les composantes et les arrangements à ce niveau d'échelle, aussi loin s'étend l'unité de paysage correspondante. Les unités de paysage ainsi identifiées sont de dimensions variables, de quelques ares à plusieurs kilomètres carrés. Toutes celles qui ont retenu notre attention ont été décrites par échantillonnage, chaque échantillon mesurant environ un demi-hectare en surface au sol (60 mètres sur 60). On aura remarqué que cette démarche intègre les dimensions latérale et verticale du paysage. Elle implique que soient résolus les problèmes d'échantillonnage et ceux de la validité du choix "intuitif" des limites. Ces derniers sont loin de l'être, mais nous ne les aborderons pas ici.

*L'identification des corps naturels*

En tout premier épisode de la description, nous avons dressé la liste des corps naturels visibles dans l'échantillon, c'est à dire que nous avons identifié chacun d'entre eux par sa présence et par

son nom. Nous avons tout particulièrement porté notre attention sur les phytotypes, qui déterminent pour une grande part la réponse spectrale de l'échantillon, et, en ce qui concerne les pédotypes, nous nous sommes limités à ce qui en est immédiatement visible, c'est à dire aux seuls corps naturels présents en surface. Dans cette phase n'interviennent ni quantification, ni localisation, dans aucune des dimensions latérale ou verticale.

#### La dimension verticale: les horizons

Les corps naturels présents dans l'échantillon présentent des volumes, les "enveloppes" dans lesquelles ils sont inscrits. Ces enveloppes sont diversement organisées les unes par rapport aux autres. Pour décrire et localiser ces organisations, nous regroupons les corps naturels selon les strates que dessinent leurs organisations dans la dimension verticale. Chaque strate - chaque horizon - est une partition "plane" de l'échantillon, dans laquelle l'organisation relative des corps naturels, leurs dimensions, leurs quantifications vont être décrits.

Chaque horizon est ensuite décrit par rapport à l'enveloppe globale formée par leur superposition. Dans les exemples qui sont décrits ci-après, on a décrit au plus six horizons, correspondant à des strates aisément identifiables:

- la strate supérieure des couronnes des arbres les plus hauts;
- deux ou trois strates intermédiaires: troncs et basses frondaisons de la strate supérieure, ligneux arbustifs et buissonnants, herbacées, branches, herbes et feuilles mortes au sol;
- une ou deux strates inférieures: la surface du sol proprement dite, le niveau des corps élémentaires qui se trouvent directement à son contact.

La description de l'ensemble des horizons superposés reconstitue l'unité de paysage par l'intermédiaire de son échantillon représentatif.

Nous allons décomposer plus précisément la description de plusieurs unités de paysages, matérialisées chacune par un échantillon. Nous présentons d'abord la description complète de trois parcs arborés en saison sèche, relevés effectués

sur un même thème mais sur des terroirs différents, puis le graphe morphologique de l'un de ces parcs à la fin de la saison des pluies. Nous présentons ensuite les graphes morphologiques de trois aires hardé et celui d'un espace forestier en saison sèche. La matérialisation des traits morphologiques de ces placettes met en évidence leurs différences et leurs similarités.

### 3.5. TROIS PARCS ARBORES: DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Nous avons choisi trois exemples d'un type d'utilisation du sol bien connu dans l'Afrique au sud du Sahara: le parc à *Acacia albida*, créé et entretenu par les agriculteurs pour ses qualités fertilisantes et son intérêt fourrager, et au dessous duquel sont cultivés, pendant la saison des pluies uniquement, coton et céréales.

Sont décrits ceux de trois terroirs différents:

- Kodek, un village peul de plus de 3 000 habitants situé en bordure de la grand route à neuf kilomètres au nord-est de la ville de Maroua, dans une région très densément peuplée où toutes les terres sont occupées;

- Mindif, plus précisément un hameau peul situé à proximité du bourg, au pied de l'inselberg du même nom, dans une région où subsistent de vastes étendues boisées dévolues au pâturage;

- Maroua, espace encore agricole situé à trois kilomètres du centre-ville, presque complètement entouré par les extensions récentes d'une capitale régionale de 70 000 habitants en pleine croissance.

La saisie des informations a été faite sur le terrain au moyen du logiciel interactif de description morphologique créé par A.Beaudou, H.Le Martret et M.Moreau, sur Toshiba 1200 fonctionnant sur batteries. Le logiciel étant encore expérimental, l'opération "Nord Cameroun" va évidemment contribuer à sa mise au point. Les observations se sont déroulées en janvier 1988, c'est à dire pendant la saison sèche, alors que la végétation pérenne montre peu d'activité, que les herbacées annuelles sont desséchées ou broutées, et que les récoltes sont faites.

Pour chaque échantillon nous présentons ici:

a) Une photographie du terrain correspondant (fig. 32,33 et 34).

b) La formulation concentrée de la description morphologique, sous la forme "brute" que restitue le logiciel de saisie. Cette formulation n'est pas un traitement, ce sont les réponses données aux entrées du logiciel, citées dans l'ordre de saisie,

en rappelant seulement les principaux chapitres de description (géomorphologie, géologie, micro-modelé, hydrologie, végétation, occupation des terres, sol). Certaines rubriques sont des chapitres "de contexte" dont les réponses sont libres. En revanche, les rubriques de description morphologique proprement dite "végétation" et "sol" ne reçoivent que les réponses précises du langage de description morphologique.

c) Une transcription graphique des réponses "végétation" et "sol" (fig. 35, 36 et 37): la description morphologique et quantifiée peut être transcrite sous forme de graphes (ici à échelle semi-logarithmique), dont la comparaison met en évidence les différences entre les échantillons, et tout particulièrement les différences dans l'organisation verticale.

Mindif et Maroua ont des composantes semblables, mais pas dans les mêmes proportions: le paliphytton est beaucoup plus développé à Maroua, où le parc à albida est plus vieux et plus dense. Le gramophytton est plus étendu à Mindif car le bétail, qui dispose à proximité de vastes pâturages, n'a pas brouté sur les champs comme le montrent la quasi-absence de nécrophytton (tiges et feuilles piétinées laissées au sol en litière) et l'absence de bioféron (ici, bouses). Kodek se différencie de ces deux sites par l'absence de gramophytton puisque les champs ont été cultivés en coton et que tous les résidus ont été enlevés ou broutés, ne laissant que quelques tiges ligneuses.

La figure 38 présente, à titre de comparaison, le graphe morphologique d'une placette du parc arboré de Mindif en octobre 1988, c'est à dire à la fin de la saison des pluies. Il faut noter que, lors de la première observation, l'espace cultivé avait été ensemencé en mil (graphe de la fig.36), alors que lors de la seconde, il était en coton.



Figure 32. PARC ARBORE DE KODEK



Figure 33. PARC ARBORE DE MINDIF

## KODEO 1

-)

Kodek, NE de Maroua (9km)

### ENVIRONNEMENT

#### GÉOMORPHOLOGIE

- Topographie Générale : Paysage de plaine, ondulé, Voisin d'un paysage de plaine. Dénivelée : 2 m
- Type de relief : Résultant d'action fluviatile (plaine alluviale)
- Emplacement du profil sur la forme : au centre. Pente : 1 %
- Facette topographique : longueur : 1000 m., Rectiligne, régulier.
- Erosion actuelle : nulle
- Apport actuel : nulle
- Situation du profil sur facette : sur la partie médiane

#### GÉOLOGIE

- Roche : cristalline grenue acide. Granite ,

#### MICROMODELE

- Dolichocline 1
- billons EW, irrégulièrement émoussés. h:2 à 15cm, l billons:50cm, l.interbillon :25cm

#### HYDROLOGIE

- cours d'eau intermittent

#### VEGETATION

- Parc à *A.albida*, *A.albida*, *A.nilotica*
- Strate N° 1 : 0.60 m. :Paliphytion 6 :Kortophytion 5 :Prophytion 5 :
  - Gossypium* spp, *C.occidentalis*, *Z.mauritiana*, *C.siamea*
  - Taxoïde 5 ,
  - Phlogoïde 1 ,oligopnique.
  - Strate N° 2 : 10.00 m. :Paliphytion 3 :*A.albida*, *A.nilotica*, *A.indica*, *Z.mauritiana*,
  - Phlogoïde 1 ,ciaropnique.
  - espèces sélectionnées, présence de *B.aegyptiaca*, *A.digitata*, *C.occidentalis*

#### SOLICULTURE DES TERRES

- utilisé, agricole & pastorale, défrichement sélectionné , Ancienneté de l'occupation : très ancienne > 20 ans , :Continue. Monoculture extensive] Fiches, élevage, billons
- Engrais :

-Fascicules, herbicides :  
"coton-tige"

## LE SOL

0.00- 15.00 cm : **Nécrophytion 5 / Bioferon 5**

**Nécrophytion 5** : Discontinu, ligneux, fragmenté, Méga ( 20cm - 50cm ).  
lié à la végétation, sans association particulière.

**Bioferon 5** : Discontinu. Déjections : copropèdes, (ouses)  
-humique, 1 argileux. sans localisation définie, sans association particulière.

-Transition  
nécrophytion ligneux plutotsous les A.albida

15.00- 18.00 cm : **Ecluton 1 / Nécrophytion 2 / Lapidon 5**

**Ecluton 1** : Humique. 1 10YR6/3 - sec, brun clair, Sans localisation définie.  
Du au pietinement du betail Sablo-limoneux. Sec fragile.  
-Anguclide 1 (Milli < 2mm), Surfaces structurales :

**Nécrophytion 2** : Discontinu foliacée, fragmenté, Méso ( 2cm - 7,5cm ).  
Localisé dans parties concaves sans association particulière.

**Lapidon 5** :

-Petro 1  
Rudite 1

-Régolite : granite (arène) ,avec rétention d'eau, centirudite (2mm - 2cm).  
de forme anguleuse, de forme émoussée, irrégulier. quartzeux. indifférencié, Dans le sol

-Drainage interne rapide.

-Transition  
écluton plus épais dans lesparties concaves

# MINDO 1

Mindif nord

Bangoro foubéré

## ENVIRONNEMENT

### GEOMORPHOLOGIE

- Topographie Générale : Paysage inselberge, ondulé, Dominant un paysage de plaine. Dénivelée : 400 m
- Type de relief : Action en domaine chaud et sec (sebkha)
- Emplacement du profil sur la forme : au 1/3 supérieur. Pente : 3 %
- Facette topographique : longueur : 800 m. ,Complexe, Rectiligne, irrégulier.
- Erosion actuelle : nulle
- Apport actuel : nulle
- Situation du profil sur facette : sur la partie supérieure

### GÉOLOGIE

- Roche : cristalline grenue acide. granite ,

### MICROMODELE

- Dolichocline 1
- billons soulignés par les canede ail, espacées de 80cm

### HYDROLOGIE

- cours d'eau intermittent

### VEGETATION

champ de ail ,pennisetum sp

- Strate N° 1 : 0.30 m. :Gramonnytion 1 :pennisetum sp
- Taxoïde 1 ,oligoonique.

- Strate N° 2 : 1.00 m. :Kortocnytion 5 :ziziphus ssp
- Nésoïde 1 ,oligoclaronique.

- Strate N° 3 : 10.00 m. :Pallonytion 4 :acacia albicaazadirachta indica
- Philoïde 1 ,

(Acioïde 1 Améroïde 1 ,oligoonique.

paliphyse formé de deu. ondoïde de structure différente améroïde et acioïde. clereclero

### OCCUPATION DES TERRES

Utilis. agricole & pastorale, reboisement complet (CHAMP BUIS FARC).  
 Ancienneté de l'occupation (très ancienne) > 10 ans, (Discontinue, Monoculture à rotation,  
 culture vivrière/billons partiellement détruits par stationnement  
 -Engrais :  
 -Pesticides, herbicides :  
 récolte faite stationnement de troupeaux, fumure organique

## LE SOL

0.00- 2.00 cm : **Nécrophytion 4 / Bioferon 6**

**Nécrophytion 4** : Discontinu, foliacée, fragmenté, Macro ( 7,5cm - 20cm ).  
 Sans localisation définie, sans association particulière.

**Bioferon 6** : Discontinu. Déjections : copropédes,  
 -humique, 1 argileux, sans localisation définie, sans association particulière.

-Transition très nette - contact direct, continue, rectiligne, Parallèle à la pente.

2.00- 7.00 cm : **Ecluton 1 / Lapidon 1**

**Ecluton 1** : Humique, 1 SYR3/2 - brun rouge foncé, Sans localisation définie,  
 Du au piétinement par le bétail Sablo-limoneux. Sec fragile.  
 -Anguclode 1 (Milli < 2mm), Surfaces structurales :

**Lapidon 1** :

-Petro 1

Rudite 1 Arénite 3

-Régolite : granite, sans rétention d'eau, milliarénite (< 2mm), de forme anguleuse,  
 irrégulier, mésorudite (2cm - 7.5cm), de forme anguleuse, irrégulier, indifférencié,  
 Dans le sol

-Volume des vides assez important, Vide d'entassement Micro (< 0.5 mm ).  
 associé au Pédotype dominant.

-Drainage interne rapide.

-Transition

présence de tessons de poterie



Figure 34. PARC ARBORE DE MAROUA

## MAR002

Geol. 1/10/74, 1/10/74, 1/10/74

## ENVIRONNEMENT

## GÉOMORPHOLOGIE

- Topographie Générale : Paysage de plaine, ondulé, Dominé par un paysage de montagne écaillée.
- Denivelée : 300 m
- Type de relief : Résultant d'action fluviale (plaine alluviale)
- Emplacement ou profil sur la forme : au centre. Pente : 1 %
- Facette topographique : longueur : 300 m. ,Rectiligne, régulier.
- Erosion actuelle : nulle
- Apport actuel : nulle
- Situation du profil sur facette : sur la partie médiane

## GÉOLOGIE

- Roche : cristalline grenue acide. plaine alluviale s/granite ,----

## MICROMODELE

- Klécline 1
- micromodelé très écaillé, champ de mil récolté--

## HYDROLOGIE

- cours d'eau intermittent
- facette encadrée par deux bras-de la Tsanaga----

## VEGETATION

- Champ de mil sous parc d'Acacia albida-- ,A.albida,Pennisetum ssp mil), ,AZ.indica , - , -
- Strate N° 1 : 0,01 m. :Phoropnyton 5 :???
  - Nésoïde 1 ,stomachique.
  - Strate N° 2 : 0,40 m. :Gramopnyton 3 :Pennisetum ssp (mil)
  - Taxoïde 1 ,oligo-écaillée.
  - Strate N° 3 : 1,10 m. :Phoropnyton 5 :L.occidentalis
  - Phlogoïde 1 ,oligo-écaillée.
  - Strate N° 4 : 2,90 m. :Phoropnyton 3 :AZ.indica,C.procera,
  - Phlogoïde 1 ,écaillée.
  - Strate N° 5 : 15,10 m. :Phoropnyton 2 :Acacia albida-
  - Phlogoïde 1 ,écaillée.

---

---

## OCCUPATION DES TERRES

Occupation agricole, définitivement en l'absence de l'occupation forestière (D. 1981).  
 -Sécheresse, Monoculture intensive, culture d'arbres (pour l'énergie) (D. 1981) toutes les parcelles  
 occupées  
 -Épave :  
 -Pesticides, herbicides :  
 dans récolté au zéro de l'observation--

## LE SOL

0.00- 2.00 cm : **Nécrophyton 1 / Ecluton 1 / Dermilite 5 / Bioferon 5**

**Nécrophyton 1** : Discontinu, foliacée, fragmenté, Centi (> 2mm), foliacée, fragmenté, Méso (2cm - 7.5cm), Sans localisation définie, sans association particulière.

**Ecluton 1** : Humique, 1 10YR6/3 -, Sans localisation définie, Du aux pratiques culturales, Sablo-limoneux, Sec fragile.

-Anguicide 1 (Milli < 2mm), Surfaces structurales : (Centi 2mm - 2cm), Surfaces structurales :

**Dermilite 5** : Pelliculaire, Discontinue, net, cohérent, non poreux.

-Lutite 1 Micro (0 - 20 mm) Macro (20 - 50 mm)

-Arenite 1 Micro (50 - 200 mm) limoneux, quartzeux, sans localisation définie, sans distribution particulière

**Bioferon 5** : Discontinu, Déjections : copropèdes,

-Humique, 1 sablo-limoneux, lié à la végétation, associé au Nécrophyton.

-Transition

dermi:10YR6/2, sec gris brunâtre

e,biofe:10YR5.2 brun grisâtre

eclut:10YR6/3 brunclairle bioferon gaine les tiges de mil, aussi et en place;parcassez agé

Les pages encadrées qui précèdent sont, présentées à titre d'exemple, les sorties brutes d'ordinateur issues du logiciel de description morphologique d'intérêt pédologique cité dans le texte.

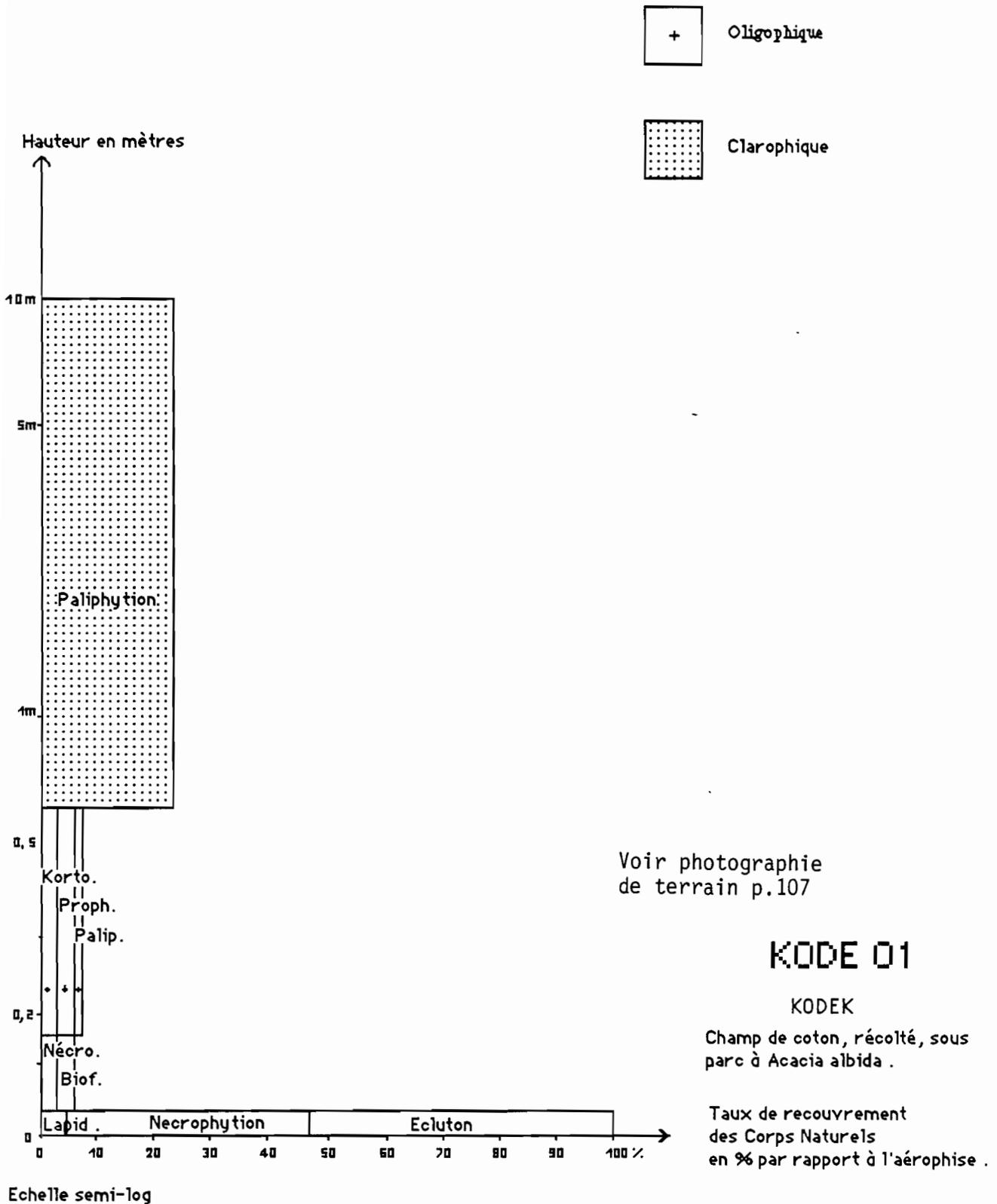
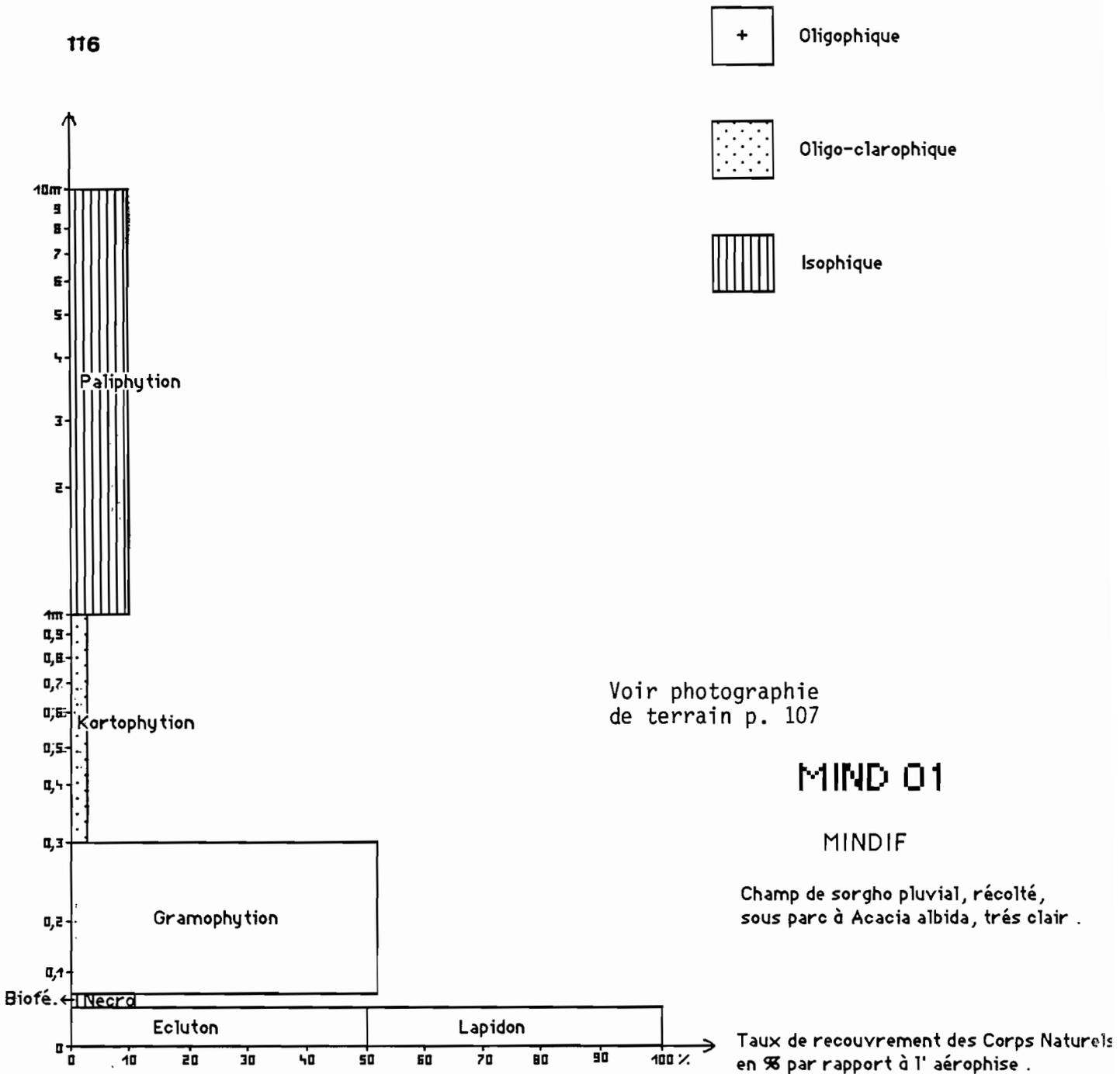


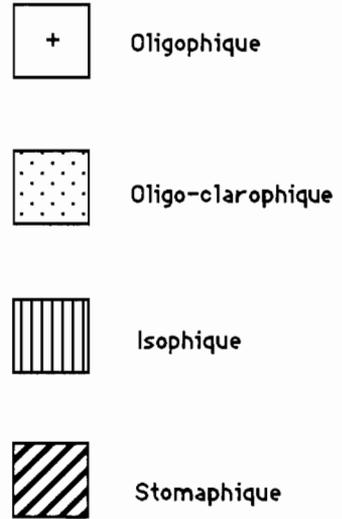
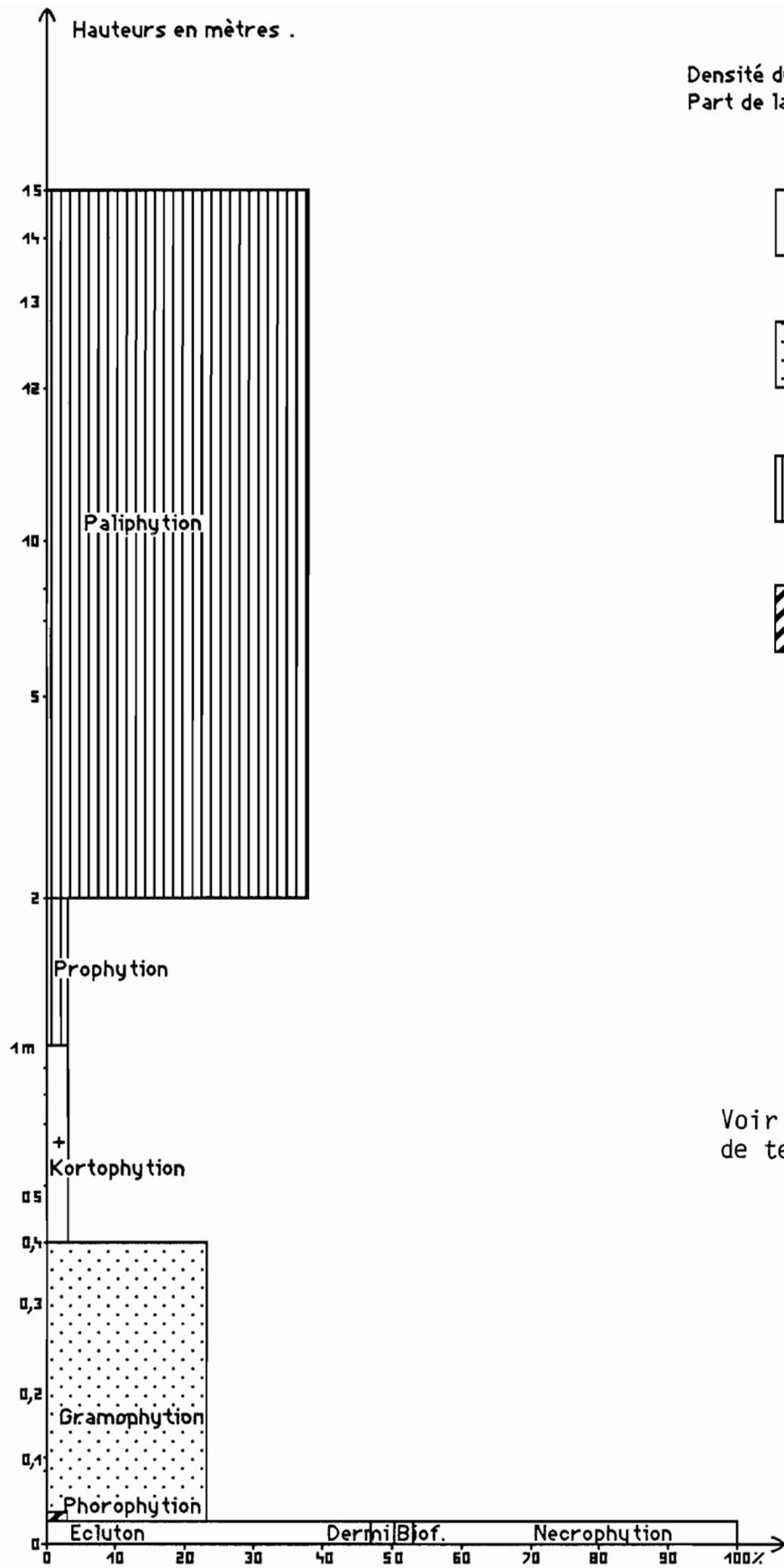
Figure 35. GRAPHE MORPHOLOGIQUE du parc arboré de KODEK, Janvier

Densité du couvert végétal :  
Part de la végétation par rapport à l'aérophise .



Echelle semi-log

Figure 36. GRAPHE MORPHOLOGIQUE du parc arboré de MINDIF,  
Janvier



Voir photographie  
de terrain p. 112

MAROUA 02

MAROUA

Champ de sorgho pluvial, récolté,  
sous parc à Acacia albida .

Taux de recouvrement des  
corps naturels,  
en % par rapport à l'aérophise .

Echelle semi-log

Figure 37. GRAPHE MORPHOLOGIQUE du parc arboré de MAROUA, Janvier

Densité du Couvert Végétal  
Part de la Végétation par rapport à celle  
de l'Aérophyse.



Oligo-clarophile



Iso-stomaphique

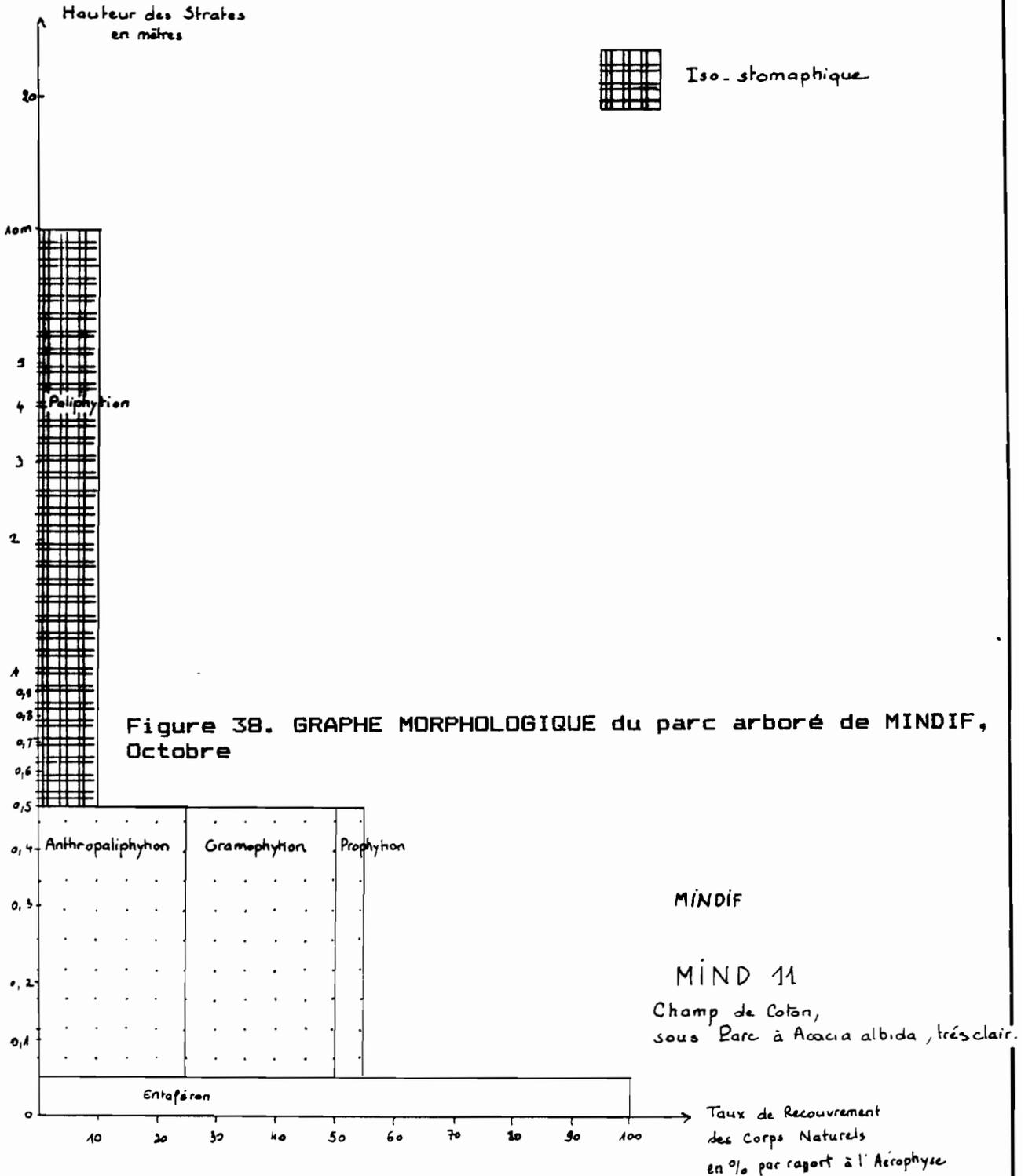
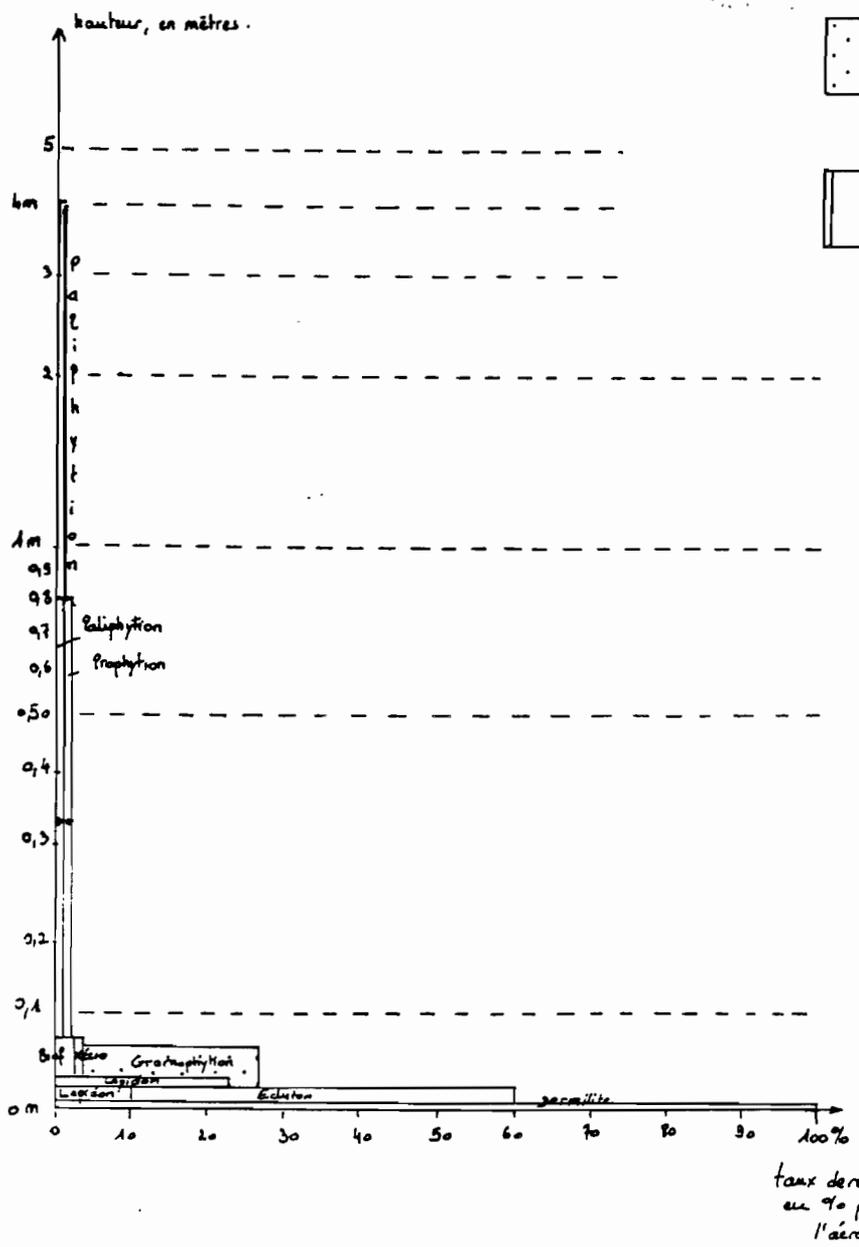
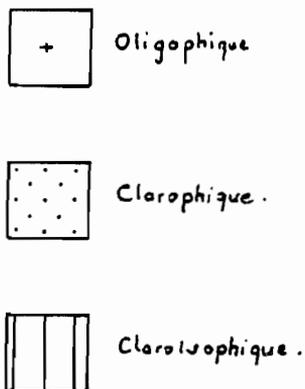


Figure 38. GRAPHE MORPHOLOGIQUE du parc arboré de MINDIF, Octobre

Densité du Couvert Végétal:  
part de la végétation par rapport à celle de l'aérophyte



Hosséré Goboré.  
HGOB 01 - "hardé"

taux de recouvrement  
en % par rapport à  
l'aérophyte.

Figure 39. GRAPHE MORPHOLOGIQUE du hardé de HOSSERE GOBORE, Janvier

Densité du Couvert Végétal:  
part de la végétation par rapport à celle de l'aérophyse.

+ Oligophique

||| Clava-isophique

||||| Iso-stomatophique.

Hauteur des Strates,  
en mètres

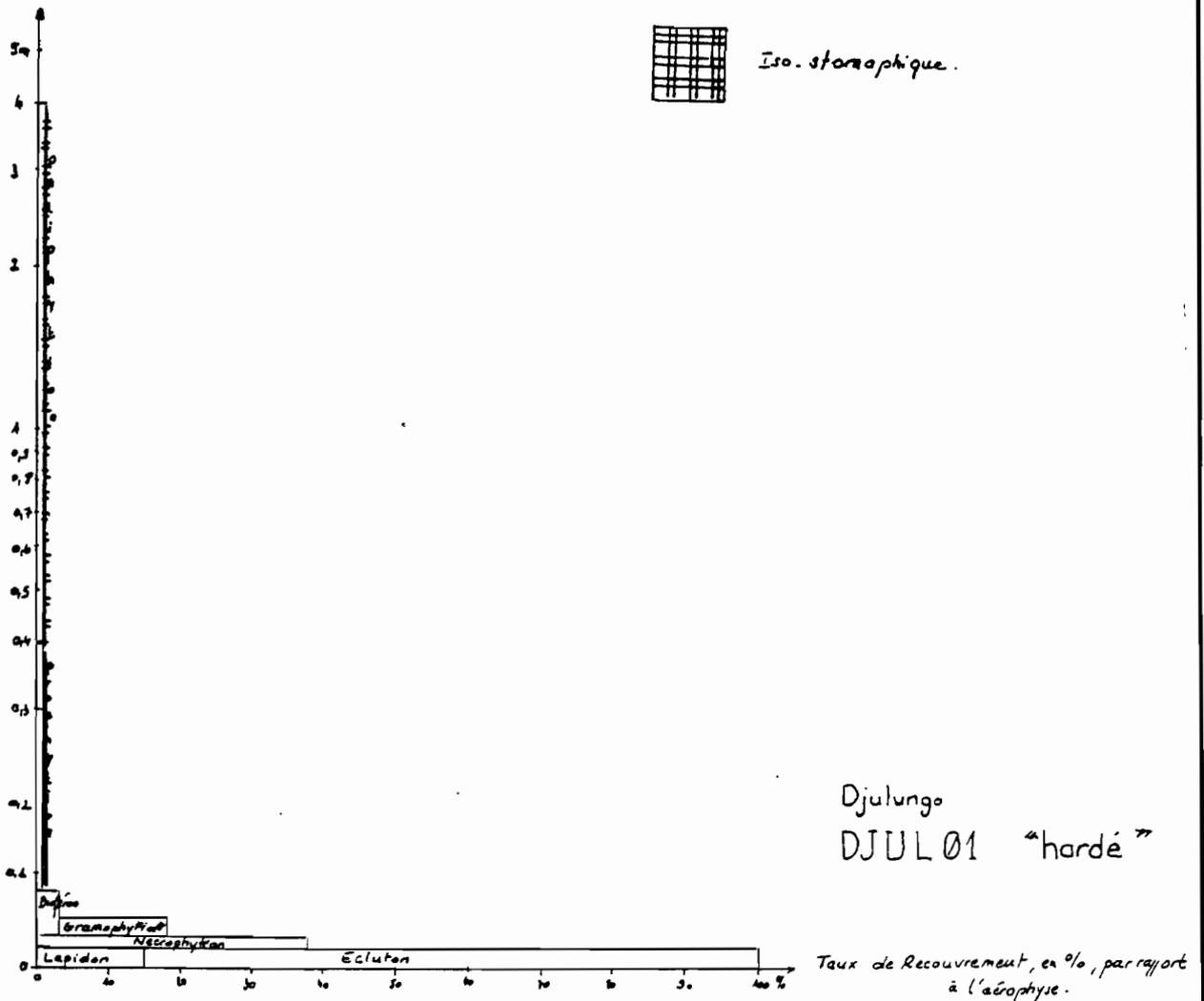


Figure 40. GRAPHE MORPHOLOGIQUE du hardé de DJULUNGO, Janvier

Densité du Couvert Végétal :  
part de la végétation par rapport à celle de l'aérophyse.

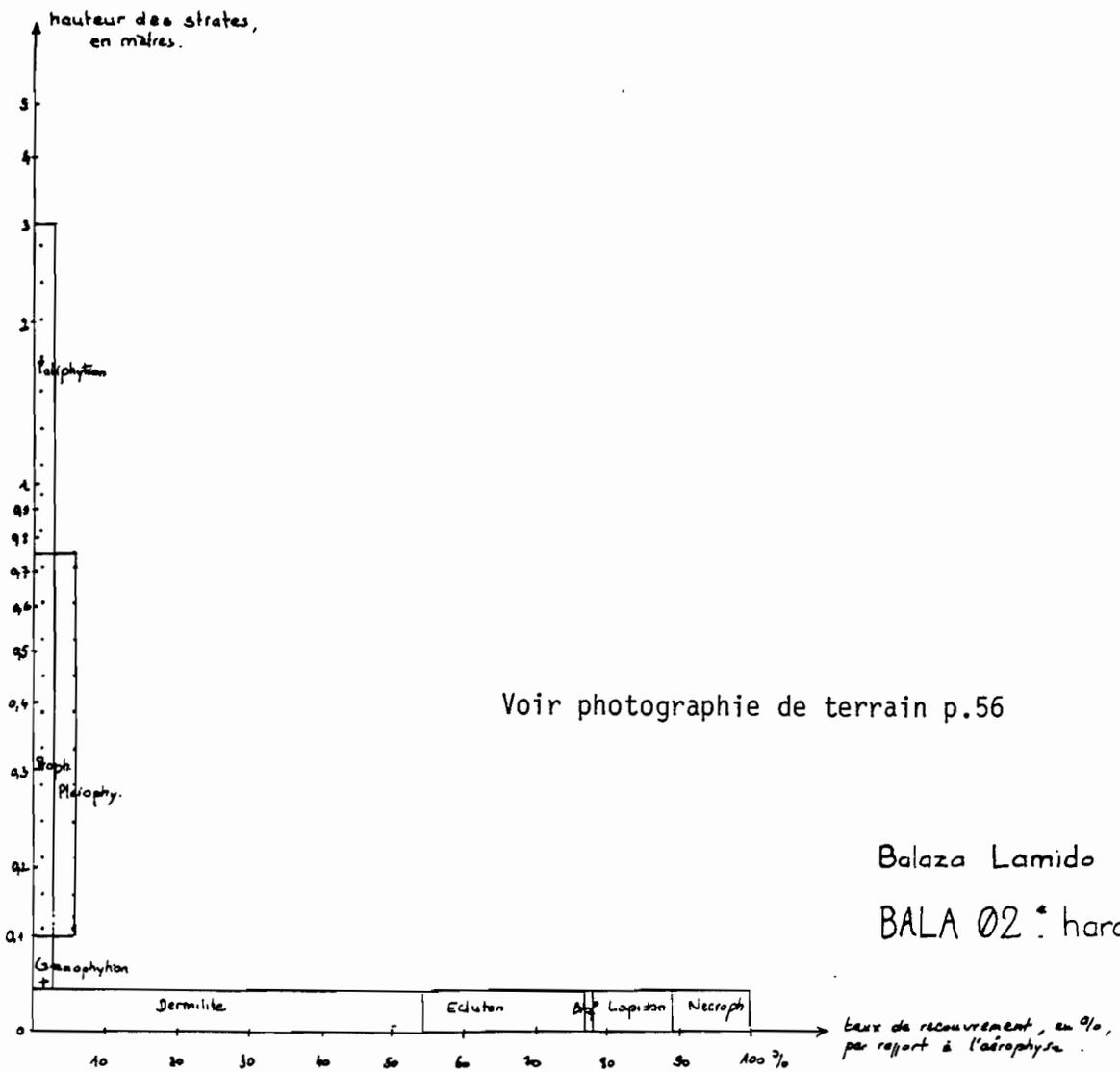
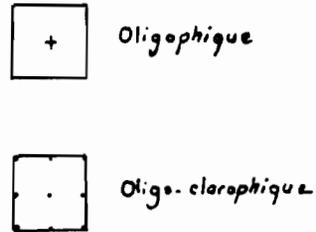


Figure 41. GRAPHE MORPHOLOGIQUE du hardé de BALAZA, Janvier

Densité du Couvert Végétal :  
part de la végétation par rapport à celle de l'aérophysa



Clarophile



Claro-isoptique

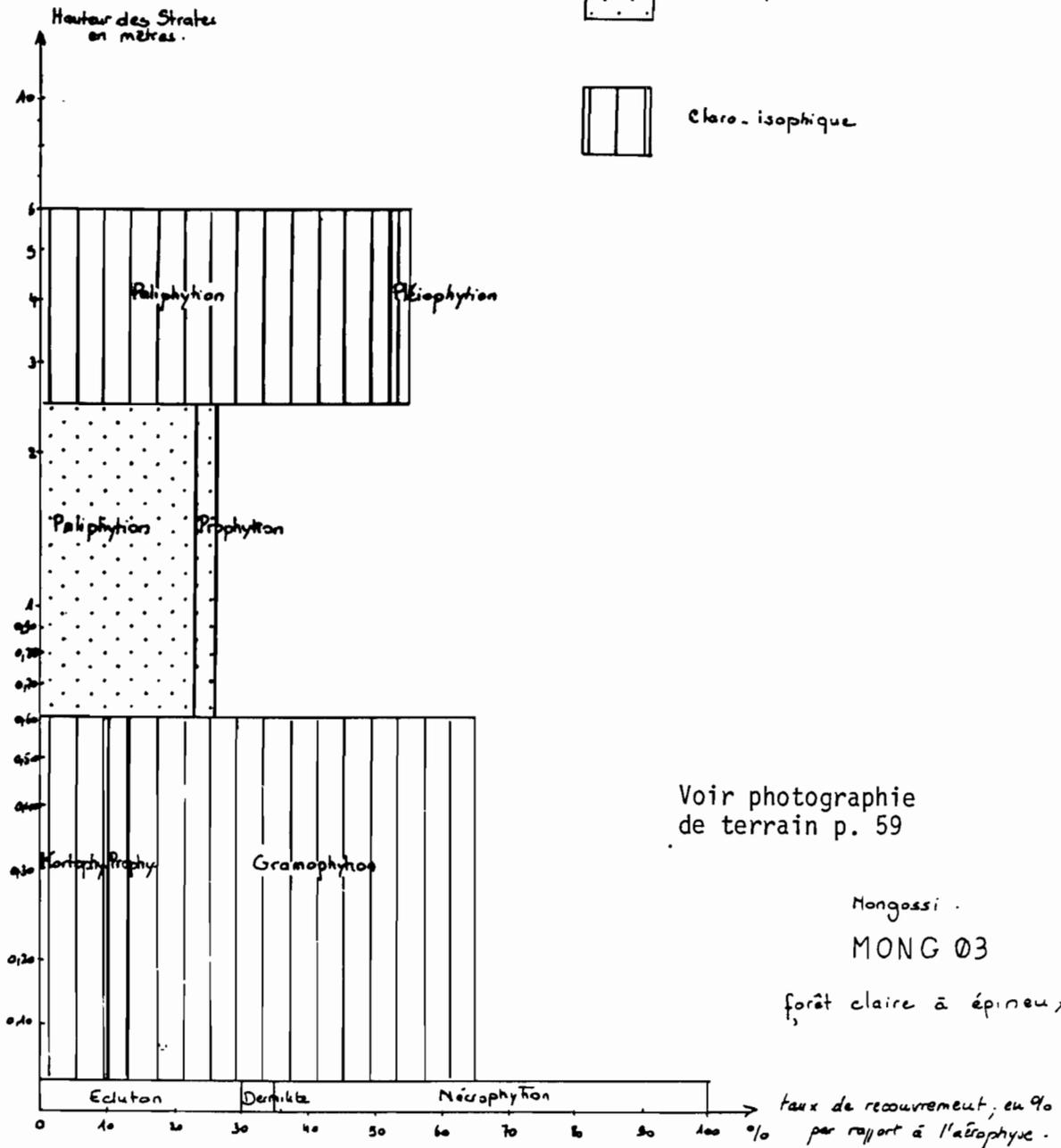


Figure 42. GRAPHE MORPHOLOGIQUE de la forêt de MONGOSI, Janvier

### 3.7. L'UTILISATION DE CES DESCRIPTIONS: A SUIVRE

Au moment où nous expérimentons la pratique et l'exploitation de la description morphologique du milieu, nous disposons déjà d'une image Spot de très bonne qualité, celle de Janvier 1987 sur la scène 087-329. A partir des données de la description morphologique des échantillons au sol, nous allons chercher la formulation d'"équations-terrain" adéquates aux thèmes de géo-archéologie de notre objectif. Par ailleurs, la description morphologique des échantillons de terrain va contribuer à la définition des indices radiométriques, texturaux, voire morphologiques, les plus judicieux. Nous chercherons ensuite à mettre en rapport systématique les "équations-terrain" et les "équations-image" ainsi obtenues, pour extrapolation et validation.

Par ailleurs, nous disposons d'un autre moyen tout à fait classique - pour identifier et spatialiser nos thèmes sur l'image: c'est de tirer parti des dynamiques végétales qui leurs sont associées. Pour cela nous utiliserons des traitements multidate qui s'appuient sur les mêmes descriptions morphologiques: on a vu plus haut les graphes morphologiques d'un parc à albida en saison sèche et du même parc en saison des pluies du cycle suivant.



## CONCLUSION

A la lecture de ce qui précède, on constate que nous n'avons que fort peu exploité les images PEPS. Dès leur réception, nous savions que Spot "pouvait faire mieux", ne serait-ce qu'en voyant les images du Djebel Amour (Algérie) ou, un peu plus tard, quelques autres produits de belle apparence. Les thèmes géo-archéologiques ou géo-historiques de notre recherche n'ont donc pas été radiométriquement identifiés ni géographiquement spatialisés sur les images Spot du 4 avril 1986. Nous avons néanmoins cartographié à la main des thèmes plus simples et plus aisément identifiables, plus stables. Mais l'objectif initial n'a pas été atteint au moyen de ces images.

Plutôt que nous obstiner à tirer parti de ces documents peu exemplaires, nous avons approfondi les problématiques liées au rapport terrain/image, afin d'exploiter ultérieurement, de façon plus efficace, des produits plus performants. En cela, les images PEPS nous ont servi de guide méthodologique. Par ailleurs, nos images PEPS, les premières données Spot sur le Cameroun, ont suscité l'intérêt d'organismes nationaux et étrangers: "publicité" rendue efficace ici parce que nos interlocuteurs y reconnaissent les traits familiers - quoique généraux - du milieu. CIRAD (programme de la région de Garoua), Centre National de Géographie et Institut des Sciences Humaines camerounais, Université de Leiden (programme écologique sur les yaérés), SEMRY (programme de développement rizicole dans les yaérés) sont devenus des consommateurs potentiels, quoique gênés par l'absence d'une indispensable formation spécialisée. Les projets et les attentes nationales ne manquent pas désormais en télédétection satellitaire auprès de l'Institut des Sciences Humaines et de l'Université de Yaoundé, sans parler de plusieurs opérations ORSTOM dans l'Adamaoua et (éventuellement) dans le sud du pays ni de projets d'intérêt hydrologique et géologique.

C'est une autre opération de télédétection que nous menons maintenant sur le Nord-Cameroun, enrichie par l'expérience qui vient d'être décrite dans les pages qui précèdent. Elle est effectuée sur la plaine du Diamaré proprement dite et fondée sur les mêmes thèmes et deux orientations méthodologiques complémentaires:

- l'exploitation des indices de texture comme révélateurs et discriminants de nos thèmes complexes;

- l'exploitation d'images multidate afin de tirer parti des importantes différences saisonnières entre les faciès végétaux, sur des images de janvier 1987, octobre 1988, novembre 1988 et, envisagée mais non encore acquise, juin 1989.

C'est donc à une réflexion méthodologique que les images du programme PEPS 183 ont servi de point d'appui: réflexion méthodologique sur le terrain et sur le paysage, et sur la gestion de l'hétérogénéité de l'information. Cette réflexion apparaît peu dans les documents courants de la télédétection "tropicaliste". Va-t-elle donc de soi ? Il ne nous semble pas. Elle paraît bien être, quoique pas toujours exprimée, au coeur des préoccupations des thématiciens qui utilisent la télédétection satellitaire pour des extrapolations et qui se préoccupent de valider leurs résultats; à ceux qui sont conduits dès maintenant, en suivant des enchaînements rigoureux, à utiliser les données satellitaires pour les intégrer à des systèmes d'information ou pour les exploiter dans le cadre de systèmes experts.

Mars 1989

## LE ZONAGE ISOPHENE

Les deux vues Spot 088-328 et 088-329 du 4 avril 1989 ont fait l'objet d'un zonage isophène manuel, à partir des données photographiques traitées en composition colorée, à 1/200 000. Ce zonage a été effectué par sélection conventionnelle des teintes dominantes de l'image et de la texture apparente des plages correspondantes. Il est bien entendu que l'importante dérive radiométrique entre les bords est et ouest de chaque image enlevait beaucoup de valeur à une discrimination par les couleurs dominantes. Néanmoins, la différenciation des couleurs, des textures et des limites a permis d'isoler des plages cohérentes, associées à une légende. Nous ne figurons pas ici le zonage des deux scènes, non plus que la carte résultante, nous présentons seulement les termes de la légende. Compte-tenu de la destination du croquis cartographique légendé (le Comice Agricole de Maroua), la légende est libellée en termes d'occupation du sol d'intérêt agricole.

L'ensemble carte et légende, à 1/200 000 (qui est aussi l'échelle des cartes topographiques de base sur la région) a été présenté au Comice Agricole de Maroua en janvier 1988.

### LEGENDE

Rizières en culture  
 Rizières non mises en culture  
 Jardins et cultures de saison sèche sous irrigation  
 Aires des cultures de saison des pluies  
 Aires sous parcs arborés

Zones d'habitat groupé  
 Feux récents

Cours d'eau intermittents  
 Réserve d'eau de la SEMRY (lac de Maga)  
 Grand cordon dunaire (cordon lacustre)  
 Dunes rouges (dunes éoliennes)  
 Inselberg: rocher de Balda

Le zonage isophène a été reproduit dans *Contribution de la télédétection à l'étude des paysages pour l'histoire des milieux et des peuplements du Nord-Cameroun*, par C.TRIBOULET, multigraphié, ORSTOM-Télédétection de Bondy.

## LE FICHER DE LA VEGETATION

Christine TRIBOULET

Au Nord-Cameroun, ce sont les faciès végétaux qui dominant dans le paysage. Mises à part les formations hardé, les espaces absolument dénudés sont rares et on a vu précédemment que le cas le plus fréquent est une superposition de strates végétales, cultivées ou spontanées, dont les rapports de hauteur, de densité, de transparence et d'état phénologique varient beaucoup.

Sur l'espace géographique qui nous intéresse, nous disposons d'une abondante documentation relative à la végétation, grâce aux travaux de G.Fotius. L'examen de sa carte et des documents annexes a vite montré que leur utilisation directe pour notre propos était limitée: si la *spatialisation* des faits végétaux nous était précieuse, leur expression nous restait obscure ainsi que peu exploitable en termes de paysages et d'interprétation d'image. Quelle est, en effet, l'allure - sur le terrain et sur l'image - d'une *formation à Vitex paradoxa* ? Dans la multiplicité des nomenclatures scientifiques des espèces présentes et citées, lesquelles étaient des indicateurs utiles de la dynamique saisonnière ? Lesquelles, mêmes, appartenaient-elles à telle ou telle strate ? Telle espèce se présentait-elle toujours sous la forme des grands arbustes étalés reproduits sur les manuels de botanique africaine ? A quelle période de l'année les espèces décidues ou semi-décidues perdaient-elles leurs feuilles dans le milieu nord-camerounais ? Peu d'informations sur ces sujets.

Il nous est donc apparu très vite la nécessité de dresser un inventaire des faciès végétaux, qui constituerait l'interface entre l'information

apportée par l'observation du paysage sur le terrain et l'information apportée par les documents d'intérêt botanique. Nous avons donc commencé à dresser cet inventaire, sous la forme d'un *fichier* par espèces.

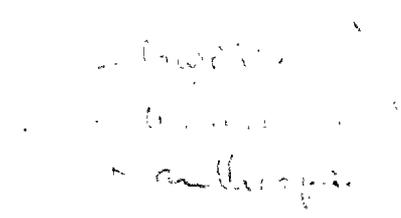
D'abord constitué en dépouillant des documents, ce fichier a été complété au fur et à mesure des observations sur le terrain. C'est un fichier évolutif par conséquent, qui se complète sans cesse. Ses rubriques - dont certaines restent encore vides faute d'informations systématisées à ce jour - correspondent aux aspects considérés comme les plus pertinents pour une utilisation en télédétection satellitaire: hauteurs et morphologies, variabilité des aspects, phénologie, sociabilité... sont passés en revue.

L'ensemble constitue donc un outil qui fait la transition, au moyen d'un langage ordinaire, entre l'ensemble des individus végétaux que nous proposons l'image et le paysage, et chaque espèce botanique telle qu'elle est systématiquement répertoriée dans les ouvrages taxonomiques et les cartes de la végétation.

NOTE:

Les fiches ci-après, classées par ordre alphabétique, ne concernent que les ligneux.

Elles sont suivies de la "Liste des associations végétales de la région de Maroua", tirée des travaux de G.Fotius, 1982, non publiés.

Nom:	ACACIA ALBIDA		
Synonymes:	Faidherbia albida	Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Tchayki, Chaski		
Noms français:	Cad, Kade		
Noms hausa:	Gao		
Description:	<p>Grand arbre, 15 à 25 m (parfois 30m) devient aussi gros qu'un baobab.</p> 		
Distribution:	Du Sénégal à la Somalie de préférence dans les régions semi-arides (400 à 900 mm de pluie par an) .		
Stations:	Peu exigeant quant à la nature du sol nécessite seulement une nappe phréatique assez haute (entre 2 et 10 m)		
Utilisations:	<p>Amélioration du sol (feuilles)  Fourrage (feuilles, rameaux)  Bois (outils, ustensiles, construction clôtures)  Savon Tannin Médecine</p>		
Téledétection:	Arbre à morphologie variable selon l'âge. L'arbre adulte et vieux a un développement horizontal, une très large cime. L'arbre jeune a une cime étroite et un développement vertical. L'A. albida est assez transparent. Ses feuilles sont vert-bleuté. C'est la seule espèce du Sahel à perdre ses feuilles pendant la saison des pluies et à être feuillée en saison sèche.		
Observations générales:	Arbre du parc, protégé, donc se développent sans concurrence. Les parcs sont souvent récents. Les jeunes albida sont souvent mutilés.		
Calendrier:	Feuillé pendant la saison sèche. Fleurs 2 mois après la feuillaison. Graines mûres 3 mois après la floraison		

Nom:	ACACIA ATAXACANTHA		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Moraré - Ngoradié - Koroki		
Noms français:			
Noms hausa:	Sark'ak'ya Gumi		
Description:	<p>Petit arbre ou buisson sarmenteux, aspect lianescent, petites feuilles tirant sur le rouge.  Associé aux Combrétum glutinosum et micranthum</p>		
Distribution:	Sud-sahélien		
Stations:	Répandu sur cuirasses ferrallitiques recouvertes d'une couche sablo-limoneuse bien humectée; sur plateaux, brousse tigrée.		
Utilisations:	Clôtures Etait un moyen de défense très répandu (fourrés impénétrables) Arcs Cannes Médecine. Peu brouté		
Téledétection:	Développement multidirectionnel du dendrigé et du paliphyse les haies d'A. ataxacantha suscitent la formation de véritables bourrelets de terre.		
Observations générales:	Se propage rapidement après les défrichements. Nécessite un support pour la hauteur, donc souvent accompagné de Ficus spp., A. campylacantha ou Comm. Africana. Développé au pied des massifs.		
Calendrier:	Fleurs au début de la saison des pluies.		

Nom:	ACACIA EHREBERGIANA		
Synonymes:	A. flava	Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Bakanshili Shilluky		
Noms français:			
Noms hausa:	Tamat		
Description:	Arbrisseau ou arbuste avec faisceaux de tiges divergentes typiques. L'A. ehrenbergiana a une forme de triangle inversé.		
Distribution:	Sud et Nord du Sahara		
Stations:	Espèce particulièrement xérophile 300/400 mm de pluie par an surtout sur talus et dans vallées larges et sèches.		
Utilisations:	Fourrage pour les chèvres (branches) cordes (racines)		
Téledétection:	L'A. Ehrenbergiana forme : - soit des peuplements très denses, à couronnes jointives, dans les fonds de vallée à nappe temporaire. -soit il est très dispersé, et donc invisible en téledétection. Il est très souvent mono-spécifique		
Observations générales:	Souvent en bosquets denses		
Calendrier:			

Nom: ACACIA GERARDII

Synonymes: A. hebecladoïdes      Famille: MIMOSACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbuste ou petit arbre à cime étalée

Distribution: du Bénin au Cameroun

Stations: Savanes soudaniennes, sols lourds localement commun et grégaire  
Répartition irrégulière

Utilisations:

Téledétection:

Observations générales: Non rencontré ou non identifié sur le terrain.

Calendrier:

Nom: ACACIA HOCKII

Synonymes: A. flava  
A. stenocarpa

Famille: MIMOSACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbuste ou petit arbre à cime étalée et ouverte.

Distribution: Guinée, Cameroun, Afrique tropicale

Stations: Savanes soudano-guinéennes  
Sols caillouteux et errodés.  
Très répandu, commun, localement abondant et grégaire

Utilisations:

Téledétection: Développement du dendrigé/paliphyse plutôt horizontal

Observations générales: id. A. ehrenbergiana selon certains auteurs.

Calendrier:

Nom:	ACACIA NILOTICA var. Adansonii		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Gawari - Gaudi - Gabdi		
Noms français:	Nèb - nèb		
Noms hausa:	Bargaruwa		
Description:	Gros arbre -Taille 20 m écorce genre chêne Bois rouge très dur		
Distribution:	Zones du Sahel ou savanes humides de la Côte Atlantique jusqu'à l'Afrique Orientale		
Stations:	250 à 1.000 mm de précipitations -Bord des mares. Sols profonds, sableux; limoneux (ex. dunes fossiles) champs de mil abandonnés. Se trouve aussi sur argiles, latérites sols . calcaires. Supporte jusqu'à 50° C mais pas le gel.		
Utilisations:	Bois d'œuvre – Alimentation (graines, pousses) Fourrage – tanin – Médecine		
Téledétection:	Arbre très opaque. Les feuilles, composées, très serrées sont vert très foncé Développement multidirectionnel du dendrigé/paliphyse		
Observations générales:	En cas de nappe phréatique élevée, conserve ses feuilles longtemps (fin février) en saison sèche. Doit être exondé une partie de l'année. Arbre des bas fonds, très localisé.		
Calendrier:			

Nom:	ACACIA NILOTICA var.Tomentosa		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Gawari, Gaudi, Gabdi		
Noms français:	Gommier rouge ou Gonakié		
Noms hausa:	Marjee		
Description:	<p>Gros arbre - taille environ 20 m          écorce genre chêne (presque noire)          Bois rouge très dur</p>		
Distribution:	Zones du Sahel ou savanes humides de la côte atlantique jusqu'à l'Afrique orientale		
Stations:	<p>Supporte inondations assez prolongées          Sols argileux lourds          Arbre des bas-fonds et des bords de rivière ou de mares, marigots, étangs...          Précipitations 250/1.000 mm</p>		
Utilisations:	<p>Bois d'œuvre -- Alimentation (graines; pousses)          Fourrage -- Tannin -- Médecine</p>		
Téledétection:	<p>Arbre très opaque, les feuilles composées, très serrées, sont vert très foncé          Développement multidirectionnel du dendrigé/paliphyse</p>		
Observations générales:	Supporte des températures diurnes de 50° et plus, mais pas le gel.		
Calendrier:			

Nom:	ACACIA POLYACANTHA subsp. Campylacantha		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Patterlahy - Gorky		
Noms français:			
Noms hausa:	Kartji - Karki		
Description:	Arbre atteignant 15 m		
Distribution:	Toute l'Afrique tropicale - plusieurs variétés régionales		
Stations:	Sols frais et riches Occasionnellement sur des versants pierreux ou dans des sols lourds.		
Utilisations:	Nombreux usages : - Bois dur – gomme – sel (cendres) - Tannin – Médecine -- Combustible		
Téledétection:	Arbre assez droit, vert clair, moyennement transparent Développement vertical du dendrigé/paliphyse		
Observations générales:	A. polyacantha était également utilisé dans un rôle de défense (zone allant des monts Mandara à Maroua inclus). Souvent en exemplaire isolé au Sahel.		
Calendrier:			

Nom:	ACACIA ALBIDA		
Synonymes:	Faidherbia albida	Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Tchayki, Chaski		
Noms français:	Cad, Kade		
Noms hausa:	Gao		
Description:	Grand arbre, 15 à 25 m (parfois 30m) devient aussi gros qu'un baobab.		
Distribution:	Du Sénégal à la Somalie de préférence dans les régions semi-arides (400 à 900 mm de pluie par an) .		
Stations:	Peu exigeant quant à la nature du sol nécessite seulement une nappe phréatique assez haute (entre 2 et 10 m)		
Utilisations:	Amélioration du sol (feuilles) Fourrage (feuilles, rameaux) Bois (outils, ustensiles, construction clôtures) Savon Tannin Médecine		
Téledétection:	Arbre à morphologie variable selon l'âge. L'arbre adulte et vieux a un développement horizontal, une très large cime. L'arbre jeune a une cime étroite et un développement vertical. L'A. albida est assez transparent. Ses feuilles sont vert-bleuté. C'est la seule espèce du Sahel à perdre ses feuilles pendant la saison des pluies et à être feuillée en saison sèche.		
Observations générales:	Arbre du parc, protégé, donc se développent sans concurrence. Les parcs sont souvent récents. Les jeunes albida sont souvent mutilés.		
Calendrier:	Feuillé pendant la saison sèche. Fleurs 2 mois après la feuillaison. Graines mûres 3 mois après la floraison		

Nom:	ACACIA RADDIANA		
Synonymes:	A. tortilis subsp. raddiana	Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Shilluki - Tamakih		
Noms français:			
Noms hausa:	Kandili - Tamatchi		
Description:	Arbre de taille moyenne : 8 à 10 m rarement 20 m. Couronne hémisphérique ou étalée		
Distribution:	Arbre des régions arides et semi-arides au Sud et au Nord du Sahara.		
Stations:	Forme des peuplements purs, clairs, sur des glacis, des sols érodés par le vent ou l'eau, de la piéraille ou des éboulis latéritiques. Souvent s/sols ferrugineux tropicaux plats. Prospère bien s/sols alcalins profonds, limons sableux, dunes fossiles. Précipitations 50 à 1 000 mm/an.		
Utilisations:	Combustible (bois de feu, charbon) -- Bois d'œuvre -- Construction de clôtures -- Fourrage (feuille, rameaux, fruits) -- Tannin -- liens -- Médecine -- Consolidation de dunes.		
Télé-détection:	Arbre très sombre, très touffu très étalé. Développement horizontale du dendrigé et paliphyse. La couronne doit se voir car elle fait de l'ombre même quand l'arbre n'a plus de feuilles.		
Observations générales:	Ne tolère aucune inondation, évite les dunes récentes, aime bords de points d'eau temporaires ou permanents, le voisinage des puits. Supporte de longues périodes de sécheresse et des températures diurnes très élevées et nocturnes jusqu'à 0°C.		
Calendrier:			

Nom:	ACACIA SENEGAL		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	dibbhi - patukki		
Noms français:	Gommier blanc ou Vérek		
Noms hausa:	d'akwaro		
Description:	Arbre ou arbuste de 2 à 6m (parfois 8m) très ramifié mais peu dense en feuilles.		
Distribution:	Aire principale de répartition : 11 à 16° lat.N. Typique du Sahel.		
Stations:	Préfère des sols sableux (sols brun rouge subarides sols ferrugineux tropicaux) dunes fossiles, mais aussi sols limoneux légers, sols bruns argileux, grès argileux, lithosols. Nécessite un bon drainage.		
Utilisations:	Fournit 90% de la gomme arabique (localement : alimentation - médecine - cosmétique - œuvres d'art) -- plante mellifère -- combustible -- fourrage (gousses, feuilles, pousses fraîches) -- fixation de dunes -- enrichissement du sol.		
Téledétection:	Arbre assez transparent, développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse.		
Observations générales:	Espèce très résistante à la sécheresse. Pousse avec 100 à 800 mm de pluie (préfère 300/400) et une période de sécheresse de 8 à 11 mois. Supporte des températures diurnes très élevées mais pas le gel		
Calendrier:			

Nom:	ACACIA SEYAL	
Synonymes:		Famille: MIMOSACEES
Noms peul:	Bulbi	Tsilouki
Noms français:	Mimosa épineux	cf Letouzey
Noms hausa:	Erebi - Faca 'k'aya	
Description:	Forme en cône inversé. Arbre de taille moyenne (parfois 17m) tronc souvent orangé, presque fluorescent (poudre) le dessous est très vert.	
Distribution:	Typique des régions semi-arides africaines (Sahel).	
Stations:	Nécessite 250 à 1 000 mm de pluie /an - Supporte inondations et sécheresses périodiques, avec craquelage du sol - Souvent en bas de pente ou au voisinage des cours d'eau (marigots). Stations alluviales, sols humiques des vallées, bas-fonds vertiques.	
Utilisations:	bois -- Gomme -- Tannin -- Médecine -- Fourrage très bonne production : branches, écorces, fruits).	
Téledétection:	Arbre très transparent, vert foncé, à développement horizontal du dendrigé et paliphyse - Souvent monospécifique, sur des espaces restreints.	
Observations générales:	Souvent associé aux zones basses argileuses (Karals).	
Calendrier:		

Nom:	ACACIA SIEBERIANA		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Alluki		
Noms français:			
Noms hausa:	Fara bagaruwa		
Description:	Un des plus grands acacias africains (jusque 20m) aspect en parasol.		
Distribution:	Tout le Sahel et les autres régions semi-arides africaines.		
Stations:	Sols lourds et frais et stations sableuses (rivages, bas-fonds) 400 à 800 mm de pluie par an.		
Utilisations:	Bois d'œuvre (manches d'outils) -- Haies et brise-vents, clôtures -- Combustible -- Médecine -- Mellifère -- Fourrage, fruits, feuilles, pousses.		
Téledétection:	Arbre à cime très étalée, vert foncée, peu transparent. Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse.		
Observations générales:	Le plus souvent à l'état isolé dans les savanes. Parfois semé dans un rôle défensif.		
Calendrier:	Floraison à la fin de la saison sèche, au début de la feuillaison.		

Nom:	ADANSONIA DIGITATA		
Synonymes:		Famille:	BOMBACACEES
Noms peul:	Bokki		
Noms français:	Baobab - Pain de singe (=fruit).		
Noms hausa:	Kuka		
Description:	Tronc immense - Hauteur 25 à 30m - diamètre 3 à 6m énormes branches.		
Distribution:	Pousse dans les régions subhumides et semi-arides au Sud du Sahara. Précipitations : 250 à 1 000 mm par an (max 1 500mm).		
Stations:	Pas d'exigences particulières, mais le baobab pousse mieux sur substrat calcaire et sols profonds - assez humides - Souvent sur surfaces très caillouteuses - Haute résistance à la sécheresse -.		
Utilisations:	Alimentation et boisson, citerne à eau, grenier à céréales -- rôle culturel (rassemblement, marché, repère dans le paysage) refuge et lieu de sépulture -- médecine et usage vétérinaire - savon - fourrage -- cordage, filet, natte, compost, engrais, teinture.		
Téledétection:	A taille adulte, le baobab dépasse souvent la dimension d'un pixel spot. Son volume de branches, même défolié, peut le rendre visible, même individuellement. Non transparent, avec ou sans feuilles. Développement multidirectionnel (plutôt vertical quand il est jeune) du dendrigé et paliphyse.		
Observations générales:	Le baobab est un des arbres les plus utiles du Sahel, ce qui lui vaut la protection et la vénération de la population. Il est fréquent près des habitations (sources d'ombrage) ou comme témoin d'un établissement ancien. Résiste au feu.		
Calendrier:	Le baobab est dénudé en saison sèche. Feuilles de Juin à Novembre : La floraison a lieu avant la saison des pluies (fin Aout-début Septembre). Fruits : Septembre à Décembre.		

Nom: **AMBLYGONOCARPUS ANDONGENSIS**

Synonymes: **Tetrapleura andongensis**

Famille: **MIMOSACEES**

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: **Arbre à cime étalée et ouverte.**

Distribution: **Ghana, Cameroun, Afrique tropicale.**

Stations: **Savanes soudano-guinéennes; sur sols légers, assez rare.**

Utilisations:

Téledétection:

Observations générales: **Non rencontré ou non identifié sur le terrain.**

Calendrier:

Nom:	ANACARDIUM OCCIDENTALE		
Synonymes:		Famille:	ANACARDIACEES
Noms peul:			
Noms français:	Pommier cajou		
Noms hausa:			
Description:	Arbuste ou arbre, atteignant 15 mètres - Grande couronne hémisphérique, descendant parfois jusqu'au sol - Feuilles très larges, vert foncé.		
Distribution:	Cultivé dans toute la zone tropicale.		
Stations:	Grande amplitude. Précipitations : 500 à 4000 mm/an. Préfère les sols profonds, légers (sableux). Pousse aussi sur éboulis, graviers, dunes.		
Utilisations:	Alimentation (Anacarde et noix de cajou). -- Bois de feu et charbon -- Médecine -- Tannin, teintures.		
Téledétection:	Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse. Feuillage dense, foncé, non transparent. Sempervirent.		
Observations générales:	Espèce introduite. Cultivée en plantations.		
Calendrier:			

Nom: ANNONA SENEGALENSIS

Synonymes:  Famille: ANNONACEES

Noms peul: N'dukuhy

Noms français: Annone, Pomme cannelle du Sénégal.

Noms hausa: Gwadda

Description: Petit arbre à feuilles larges; il mesure jusqu'à 2 mètres de haut.

Distribution: Zone semi-aride à sub-humide.

Stations: Sols pierreux, graviers des rives et friches près des côtes.

Utilisations: Alimentation -- Savon (cendres) -- Coussins et matelas (feuilles) -- Bois d'œuvre, -- Médecine, -- Fourrage.

Télé-détection: Non visible sur image spot, à cause de sa petite taille et de sa "non-grégarité".

Observations générales: En général solitaire dans les sous-bois de la savane, là où la pluviométrie est supérieure à 600mm.

Calendrier:

Nom: ANOGEISSUS LEIOCARPUS

Synonymes:  Famille: COMBRETACEES

Noms peul: Kodioli

Noms français: Bouleau d'Afrique

Noms hausa: Maréké

Description: Grand et gros arbre, atteignant 30 mètres, très touffu, vert très foncé.

Distribution: Entre l'isohyète 200mm (environ) et la forêt tropicale humide.

Stations: Recherche les sols frais (mares, vallées fluviales).

Utilisations: Bois d'œuvre et combustible, -- Tannin -- Savon, -- Alimentation -- Médecine, -- Fourrage.

Télé-détection: La canopée, très développée et très dense, n'est pas transparente. Développement surtout vertical, du dendrigé et paliphyse.

Observations générales: A. leiocarpus forme souvent des peuplements purs, denses et fermés.

Calendrier:

Nom:	AZADIRACHTA INDICA		
Synonymes:		Famille:	MELIACEES
Noms peul:			
Noms français:	Nim - Lilas des Indes		
Noms hausa:	Dogo'n Yaro		
Description:	Arbre de taille variable (5 à 20m). Il reste petit sous faible pluviométrie (moins de 800mm)-. Espèce sempervirente qui perd parfois brièvement son feuillage en cas de chaleur ou de sécheresse exceptionnelle.		
Distribution:	Arbre importé. Cultivé dans toutes les régions tropicales arides et semi-arides.		
Stations:	Très résistant à la sécheresse, il est décrit comme poussant encore avec seulement 150mm/an (!?). Optimum 450 à 750mm/an, sous réserve d'arrosage au moment de la plantation. Sols indifférents - supporte une légère salinité, mais pas les inondations fréquentes.		
Utilisations:	Ombrages et brise-vent -- Bois d'œuvre -- Combustible -- Fourrage, -- Alimentation de disette -- reconstitution des sols, fumure et protection des cultures par effet insecticide (tourteaux) -- savon -- éclairage -- désinfectant -- médecine.		
Téledétection:	Arbre à couronne très dense, assez peu étalée. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse - Les alignements en ville ou dans les villages sont très repérables.		
Observations générales:	Espèce introduite. Se rencontre partout au Sahel sous le nom de Neem (Ombrage, ornement, alignement)		
Calendrier:	Sempervirent		

Nom:	BALANITES AEGYPTIACA		
Synonymes:		Famille:	BALARITACEES ou ZYGOPHYLLACEES
Noms peul:	Tanni - Manratak - adwahi		
Noms français:	Dattier du désert - dattier sauvage		
Noms hausa:	Adua - Aduwa		
Description:	Le Balanites prend toutes tailles et formes, quel que soit son âge cela dépend des conditions exogènes - (pluviométrie, broutage, mutilations etc.).		
Distribution:	Tout le Sahel et la savane voisine au Sud.		
Stations:	Très peu exigeant pour le sol. Au Sahel, très commun sur sols sableux, pierreux, argileux, alluviaux.		
Utilisations:	Bois d'œuvre, manches, pieux -- combustible -- Clôtures (branches) l'arbre lui-même est planté en haies et clôtures vives - Protection contre vent et érosion -- Alimentation -- Fourrage (rameaux, feuilles) -- Savon (noyaux) détergent -- anti-parasite (fruits) -- Médecine -- tabac (fruits).		
Téledétection:	Arbre sempervirent, à développement plutôt vertical du dendrigé et paliphyse. - Souvent en peuplement monospécifique - Peu transparent.		
Observations générales:	Très résistant, il survit partout. Il indique le surpâturage, en particulier par le petit bétail. Arbre très utile et plutôt protégé.		
Calendrier:	Fruits : Juillet à Décembre. Feuilles : sempervirent. Fleurs : sans époque fixe (juin)		

Nom:	BAUHINIA RUFESCENS		
Synonymes:	Adenolobus rufescens	Famille:	LEGUMINEUSES Sous fam. CAESALPINACEES
Noms peul:	Nammaré		
Noms français:			
Noms hausa:	Dirga - Jirga - shishi		
Description:	Arbuste ou petit arbre à cime irrégulière assez ouverte.		
Distribution:	Espèce sahélienne et sahélo-soudanienne. Sénégal - Cameroun. Afrique tropicale.		
Stations:	Sols généralement profonds et assez lourds		
Utilisations:			
Téledétection:	Feuillage pendant la saison sèche. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse - la disposition en fourrés très localisés peut le rendre très visible.		
Observations générales:	Répartition irrégulière, localement commun, formant parfois des fourrés.		
Calendrier:	Espèce appréciée pour son feuillage vert pendant et à la fin de la saison sèche.		

<b>Nom:</b>	BOMBAX COSTATUM		
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b>	BOMBACACEES
<b>Noms peul:</b>	Kuruky		
<b>Noms français:</b>	Kapokier à fleurs rouge		
<b>Noms hausa:</b>	Kuria-Gurdjia		
<b>Description:</b>	Taille : de 20 à 25 m Couronne étagée chez les jeunes, devenant trapue par la suite		
<b>Distribution:</b>	Arbre des savanes et forêts sèches		
<b>Stations:</b>	Volontiers sur sols cultivés au voisinage des localités. Indique les horizons de sols pierreux. Supporte les sols latéritiques.		
<b>Utilisations:</b>	Kapok Bois : mortiers, pilons, pirogues, ustensiles de cuisine Fourrage (fleurs) Alimentation (fruits, pétales) -- Médecine		
<b>Téledétection:</b>	Développement vertical du dendrigé et paliphyse. Assez touffu, peu transparent dans sa phase foliacée		
<b>Observations générales:</b>	Très résistant au feu		
<b>Calendrier:</b>	Floraison, après la chute des feuilles de Novembre à Février		

Nom:	BORASSUS AETHIOPUM		
Synonymes:		Famille:	PALMIERS Sous fam. BORASSOIDEES
Noms peul:	Dubby (grand) - Bagardhéhy (petit)		
Noms français:	Rônier		
Noms hausa:	Jijinia - Kabajinia		
Description:	Haut palmier. Long tronc droit		
Distribution:	Zones semi-arides et subhumides		
Stations:	Très héliophile , a besoin d'eau à faible profondeur		
Utilisations:	Sucre (boisson alcoolique avec sève) -- Alimentation (jeune pousse =chou palmiste) -- Artisanat (noyaux, coquillages) -- Bois (constructions, clôtures) -- Feuilles (tressage pour toitures) -- Fibres (filets, corbeilles, meubles). Médecine Potasse (cendres)		
Téledétection:	Développement vertical et étroit du dendrigé et paliphyse Peu visible, sauf planté en parc monospécifique		
Observations générales:	Indique la présence d'eau souterraine		
Calendrier:	Sempervirent.		

<b>Nom:</b>	BOSCIA SENEGALENSIS		
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b>	CAPPARIDACEES
<b>Noms peul:</b>	Gigilé - n'gigili - Bulduhi		
<b>Noms français:</b>			
<b>Noms hausa:</b>	Anza-dïlo (le fruit)		
<b>Description:</b>	<p>Arbuste à port buissonnant, en boule, dépassant rarement 2 à 3 m  Très répandu en bordure de vallées, replats  Feuille très dure, vert foncé</p>		
<b>Distribution:</b>	Afrique semi-aride		
<b>Stations:</b>	Sols très secs, rocheux, argileux, pierreux ou latéritiques. Plaines sablo argileuses, dunes consolidées, anciens champs et termitières.		
<b>Utilisations:</b>	<p>Alimentation (graines type lentilles et fruits)  Fourrage (caprins et ovins)  Médecine humaine et vétérinaire.</p>		
<b>Téledétection:</b>	Arbuste transparent . Souvent en peuplements monospécifiques.		
<b>Observations générales:</b>			
<b>Calendrier:</b>	Floraison : Novembre. Fruits : Décembre à Septembre. Sempervirent		

Nom:	BOSWELLIA DALZIELLII		
Synonymes:		Famille:	BURSERACEES
Noms peul:	Andakehi gorki - Andakehi dabi		
Noms français:			
Noms hausa:	Hano		
Description:	Arbre à cime arrondie et ouverte		
Distribution:	Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Cameroun, Tchad, République Centrafricaine Savanes soudaniennes et soudano-guinéennes		
Stations:	Sols légers et rocheux		
Utilisations:			
Téledétection:	Invisible en saison sèche, sur sols rocheux (branches complètement dénudées) Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse Souvent monospécifique		
Observations générales:	Répartition irrégulière, localement commun et grégaire		
Calendrier:			

Nom:	BUTYROSPERMUM PARKII		
Synonymes:	Vitellaria paradoxa	Famille:	SAPOTACEES
Noms peul:	Karedié - Kareki - Kalo		
Noms français:	Karité - Arbre à beurre		
Noms hausa:			
Description:	Arbre à feuilles caduques Hauteur 10 à 15 m (parfois 25 m)		
Distribution:	Extrême sud du Sahel et dans la savane voisine soudanienne et guinéenne. Peuplements denses au Nord du Cameroun (entre autres). Parcs entretenus et productifs.		
Stations:	Préfère les sols argileux secs et sableux avec une couche d'humus. Se contente aussi de stations pierreuses ou d'un sous-sol latéritique. Il évite les stations marécageuses à inondations prolongées ainsi que les sols argileux humides et lourds ou les cours d'eau. Précipitations 600 à 1 500 mm/an.		
Utilisations:	Fruits : noix = beurre de Karité (principal produit) pulpe = alimentation humaine et animale Bois d'œuvre dur Combustible Médecine (pommade) Cosmétique		
Téledétection:	Aspect touffu, non transparent. Développement plutôt vertical du dendrigé et paliphyse. La couronne n'est pas très large. La radiométrie des peuplements purs est certainement caractéristique.		
Observations générales:	Le karité aime la lumière. On le trouve par pieds isolés dans la savane, mais forme souvent de grands peuplements purs fermés.		
Calendrier:	Floraison : Décembre à Mars Feuillaison : à la fin de la floraison		

Nom:	CADABA FARINOSA		
Synonymes:		Famille:	CAPPARIDACEES
Noms peul:	Bagahy-Balanji		
Noms français:			
Noms hausa:	Bagey		
Description:	Arbre de petite taille (maximum 5 m)		
Distribution:	Tout le Sahel		
Stations:	Aussi bien sur les sols non inondés sableux des plaines et les dunes consolidées que sur les éboulis et les rives des mares. Pousse volontiers au pied ou sur les souches d'autres arbres ( <i>Maerua</i> spp.)		
Utilisations:	Alimentation (feuilles) Fourrage (feuilles, fleurs, fruits) réputé p. bovins Combustible (bois de feu) Médecine		
Téledétection:			
Observations générales:	Non rencontré, ou non identifié sur le terrain		
Calendrier:	Espèce appréciée pour son feuillage vert pendant et à la fin de la saison sèche		

<b>Nom:</b>	CALOTROPIS PROCERA		
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b>	ASCLEPIADACEES
<b>Noms peul:</b>	Bambamby Bamambé		
<b>Noms français:</b>	Arbre à soie du Sénégal-Pomme de Sodome		
<b>Noms hausa:</b>	Tumfafia		
<b>Description:</b>	Arbuste atteignant 5,50 m de haut, parfois sans feuilles jusqu'à 2,50 m. Enormes feuilles très dures		
<b>Distribution:</b>	Tout le Sahel		
<b>Stations:</b>	Arbre qui se répand en saison sèche sur terrains fatigués et en jachère (typique des sols dégradés près des localités).		
<b>Utilisations:</b>	Attaches (fibres du liber) -- Fruits (la bourre des fruits remplace le kapok) -- Fourrage caprin (feuilles, fruits verts) -- Latex (ancien poison pour flèches) sert à cailler le lait -- Bois et écorces : vaches pour lactation. Combustible (charbon de bois). Médecine		
<b>Téledétection:</b>	Relativement transparent, malgré la taille de ses feuille. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse		
<b>Observations générales:</b>	Bois tendre (utilisations très diverses)		
<b>Calendrier:</b>	Feuilles ? Floraison : pendant toute la saison sèche		

Nom: CAPPARIS CORYMBOSA

Synonymes:  Famille: CAPPARIDACEES

Noms peul: N'Gumi-Gumba- N'gumi balevi

Noms français:

Noms hausa:

Description: Buisson sarmenteux : épineux.

Distribution: Au Sahel et jusque dans l'Afrique orientale

Stations: Stations sèches : de préférence sur les sables, les berges, et au pied des éboulis.

Utilisations: Alimentation (fruits et feuilles cuites). Combustible

Téledétection: Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse. Non visible par exemplaire unique relativement transparent

Observations générales: Très commun

Calendrier:

Nom:	CAPPARIS DECIDUA		
Synonymes:	Sodada decidua Capparis aphylla	Famille:	CAPPARIDACEES
Noms peul:	N'gumi danevi		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Buisson sarmenteux, épineux		
Distribution:	Au Sahel et jusque dans l'Afrique orientale		
Stations:	Sèches; de préférence sur sable, berges, et au pied des éboulis		
Utilisations:	Médecine (écorce, racines) Fourrage (rameaux feuilles) Fruits comestibles		
Télédétection:	Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse Non visible en exemplaire unique, relativement transparent		
Observations générales:	Très commun		
Calendrier:	Sans feuille, ou feuilles très petites seulement pendant la saison des pluies.		

<b>Nom:</b>	CAPPARIS TOMENTOSA		
<b>Synonymes:</b>	C. persicifolia C. puberula	<b>Famille:</b>	CAPPARIDACEES
<b>Noms peul:</b>	N'Gumi dalevi		
<b>Noms français:</b>	Caprier d'Afrique		
<b>Noms hausa:</b>	Jany baybay - Hojéri		
<b>Description:</b>	Buisson sarmenteux et épineux.		
<b>Distribution:</b>	Du Sahel jusqu'en Afrique orientale		
<b>Stations:</b>	Sèches; de préférence sur sables, berges, et au pied des éboulis		
<b>Utilisations:</b>	Fourrage (chameaux seulement) Médecine (feuilles, écorce, fruits, racines)		
<b>Téledétection:</b>	Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse. Non visible en exemplaire unique, relativement transparent (?)		
<b>Observations générales:</b>	Très commun		
<b>Calendrier:</b>			

Nom:	CASSIA SIAMEA		
Synonymes:	Cassia florida	Famille:	CESALPINACEES
Noms peul:			
Noms français:	Sindian		
Noms hausa:			
Description:	Arbre de taille variable (5 à 20 m). Souvent à port buissonnant		
Distribution:	Toute la zone tropicale subhumide et semi-aride.		
Stations:	Sols profonds, pas trop pauvres, ni trop pierreux. Précipitations : à partir de 700 mm/an. Optimum 1000 à 1500 mm/an. Calcaire et latérite tolérés.		
Utilisations:	Bois de feu - Ebénisterie - Perches Fourrage Brise-vent - Décoration - Ombrage Médecine		
Téledétection:	Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse. Peu transparent. Visible quand planté en lignes		
Observations générales:	Espèce introduite, et cultivée		
Calendrier:			

Nom:	CASSIA SIEBERIANA		
Synonymes:	Cassia kotschyana	Famille:	CESALPINACEES
Noms peul:	Bosé; Gamafadahi, Kohobi, Malgahi		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbres 10 à 20 m		
Distribution:	Sud du Sahel; et savane, du Sénégal au Soudan, et en Ouganda		
Stations:	Aime les sols humides, bien drainés. pousse aussi sur les stations latéritiques ou arides. Souvent en groupe.		
Utilisations:	Bois très dur (bois d'œuvre et outils) Médecine. Poison Boisson Brise vent et plantations d'ornements		
Téledétection:	Arbre visible en téledétection quand il est planté en lignes le long des routes		
Observations générales:			
Calendrier:	Fruits de Septembre à Février Feuilles en Janvier		

Nom:	CEIBA PENTANDRA		
Synonymes:		Famille:	BOMBACACEES
Noms peul:	Pokkhy		
Noms français:	Cotonnier		
Noms hausa:	Rymy		
Description:	Grand arbre, haut branchu, à cime arrondie ou aplatie, assez dense.		
Distribution:	Sénégal, Cameroun, Pantropical		
Stations:	Dans, ou à proximité des villages		
Utilisations:			
Téledétection:	Développement vertical du dendrigé et paliphyse. Frondaison ouverte, transparente Souvent en exemplaire isolé		
Observations générales:	Espèce introduite. Epines -- Utilisé dans un système de défense. Appelé aussi Cotonnier car les capsules fournissent un kapok.		
Calendrier:			

<b>Nom:</b>	CELTIS INTEGRIFOLIA		
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b>	ULMACEES
<b>Noms peul:</b>	N'gannky		
<b>Noms français:</b>	Mboul - Micocoulier africain		
<b>Noms hausa:</b>	Dukki - Zuwuo - Zu		
<b>Description:</b>	Arbre de 10 à 25 m. Tronc dégagé		
<b>Distribution:</b>	Afrique tropicale, au Nord de l'Equateur 3 à 16° lat. Nord		
<b>Stations:</b>	Précipitations 500 à 700 mm/an. Galeries forestières, bas-fonds, mares		
<b>Utilisations:</b>	Alimentation (feuilles + feuilles baobab) -- Fourrage (feuilles, rameaux) -- Bois de grande dimension -- Nattes (fibres du liber) -- Médecine		
<b>Téledétection:</b>	Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse. Couronne vaste, assez opaque Souvent isolé		
<b>Observations générales:</b>	Bois qui dure peu		
<b>Calendrier:</b>			

Nom:	CISSUS QUADRANGULARIS		
Synonymes:		Famille:	VITACEES (Ampéidacées)
Noms peul:			
Noms français:			
Noms hausa:	Akawadaya		
Description:	Liane ou herbe dressée, en général herbacée. Perenne		
Distribution:			
Stations:	Plante des sols fortement dégradés, associée à <i>B. aegyptiaca</i> et <i>C. aculeatum</i>		
Utilisations:			
Télédéttection:			
Observations générales:			
Calendrier:	Sempervirent		

Nom:	CLERODENDRUM CAPITATUM		
Synonymes:		Famille:	VERBENACEES
Noms peul:			
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbuste ou liane		
Distribution:	Forêts et savanes guinéennes et soudaniennes, Sénégal, Cameroun, Afrique tropicale		
Stations:	Sols humides - Souvent à l'ombre		
Utilisations:			
Téledétection:			
Observations générales:	Commun et plus ou moins grégaire. Non rencontré ou non identifié sur le terrain		
Calendrier:			

Nom: **COMBRETUM ACULEATUM**

Synonymes:  Famille: **COMBRETACEES**

Noms peul: **Bulapêl - Launy - yahon niandy**

Noms français:

Noms hausa: **Bubukia-kulokulo**

Description: **Arbuste lianescent ou broussailles**

Distribution: **Cuirasses des régions surpâturées. Afrique tropicale jusqu'au Sahel**

Stations: **Sols sableux, pierreux, argileux au Sahel. Supporte l'inondation. Dans la zone soudano-sahélienne, sur termitières**

Utilisations: **Combustible -- Alimentation (graines) -- Fourrage -- Médecine -- Magie**

Téledétection: **Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse . Port buissonnent  
Non visible, car trop petit, de plus relativement transparent**

Observations générales:

Calendrier:

Nom: **COMBRETUM COLLINUM**

Synonymes: **Comb. hypopilinum**

Famille: **COMBRETACEES**

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: **Arbuste ou petit arbre, à cime étalée et ouverte.**

Distribution: **En Afrique tropicale, du Sénégal au Cameroun**

Stations: **Savanes guinéennes et soudaniennes, conditions édaphiques peu spécialisées.**

Utilisations:

Téledétection:

Observations générales: **Assez commun, très répandu, localement grégaire. Non rencontré ou non identifié sur le terrain.**

Calendrier:

Nom: **COMBRETUM GLUTINOSUM**

Synonymes:

Famille: **COMBRETACEES**

Noms peul: **Buski; Dohki**

Noms français:

Noms hausa: **Katakara; Taramnya**

Description: **Petit arbre ou arbuste, jusqu'à 12 m**

Distribution: **Commun au Sénégal et dans l'Ouest du Sahel, jusqu'au Cameroun**

Stations: **Au Sahel sur les dunes fixées; sur sols pierreux dans le Sahel soudanais et sur latérites dans la zone soudanienne. Colonise les jachères et les bords de mares. Existe jusqu'à 200mm de pluie**

Utilisations: **Bois de construction et combustible -- Colorants et indigoterie -- Médecine -- Usages vétérinaires - Fourrage recherché -- Gomme**

Téledétection: **Peu transparent (grosses feuilles), mais de taille réduite. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse**

Observations générales: **Souvent associé à l'Acacia ataxantha**

Calendrier:

Nom:	COMBRETUM MICRANTHUM		
Synonymes:	C. altum C. floribundum	Famille:	COMBRETACEES
Noms peul:	Gumuni, Kugumi, Talli		
Noms français:	Kinkéliba		
Noms hausa:	Géza, Giéza		
Description:	Arbuste ou arbre atteignant 4 m de hauteur, (10 m ) dont les rameaux s'entrelacent sur leur support jusqu'à 20 m		
Distribution:	Très commun dans tout le Sahel. Forme souvent des peuplements purs denses, du Sénégal au Niger, Gambie et Burkina-faso.		
Stations:	Sur les stations sèches (grés, argiles, latérite, roches cristallines. Sur sols pierreux au Sahel. Dans les zones sableuses, près des mares.		
Utilisations:	Thé (vendu sous le nom de Kinkéliba) – Bois de feu et charbon de bois – Construction, tressage, literie, attaches -- Médecine.		
Téledétection:	Arbuste peu dense, relativement transparent; souvent associé à d'autres combretacées, en fourrés denses et peu transparents. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse		
Observations générales:	Feuilles vert clair vif devenant typiquement rouille; souvent mélangé à Acacia macrostachya et Combretum nigricans. Indique les sols très défavorables.		
Calendrier:	"Feuilles visibles de loin pendant la saison sèche". En Gambie, on dit que la saison des pluies commence quand les nouvelles feuilles sont déployées.		

Nom: **COMBRETUM NIGRICANS**

Synonymes: **Combretum elliotii**      Famille: **COMBRETACEES**

Noms peul: **Buiti; Dokigori; Dooki; Duyki.**

Noms français:

Noms hausa:

Description: **Petit arbre ou arbuste jusqu'à 10 m, à tronc court.**

Distribution: **Très commun de l'Atlantique à l'Ethiopie; surtout dans les savanes soudaniennes et guinéennes C. nigricans manque au Sahel proprement dit.**

Stations: **Sols argileux et limoneux, latéritiques ou pierreux.**

Utilisations: **Bois dur (pilons) et combustible (charbon) -- Gomme comestible, utilisée aussi pour tanner ou faire de l'encre. -- Thé -- Médecine -- Poison à poissons et crocodiles;**

Télédéttection:

Observations générales: **Non rencontré, ou non identifié sur le terrain.**

Calendrier:

Nom:	COMMIPHORA AFRICANA		
Synonymes:		Famille:	BURSERACEES
Noms peul:	Bâdadhy (badadi wuro)		
Noms français:	Bdellium d'Afrique ou Myrrhe africaine		
Noms hausa:	Dâshi; Iskitchi		
Description:	Arbuste ou petit arbre 3 à 5 m, parfois 10 m) à tronc très épais. Les feuilles sont caduques, petites et assez dures.		
Distribution:	Forêt sèche, savanes et Sahel. (toute l'Afrique tropicale sèche)		
Stations:	Plaines sableuses, versants rocheux, éboulis, sols argileux, croûtes, latéritiques. Espèce calcicole, peu exigeante pour l'eau.		
Utilisations:	Bois d'œuvre et combustible, -- Insecticide, antiseptique, antinévralgique, -- Médecine, -- Parfumerie, -- Colliers. -- Arbre de clôture (bétail; lieux de culte) -- Fourrage pour chameaux et chèvres.		
Télé-détection:	Pas de feuilles en saison sèche, donc quasiment invisible - Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse		
Observations générales:	Souvent associé à Acacia ataxacantha en lignes de défense (Sari) bois très léger et assez tendre. Peu sensible au feu mais très atteint par la sécheresse.		
Calendrier:	Petites feuilles seulement 4 mois par an, d'Aout à Novembre. Fruits de Décembre à Mars. Fleurs avant la feuillaison (début Novembre).		

Nom: COMMIPHORA PEDUNCULATA

Synonymes:  Famille: BURSERACEES

Noms peul: Badadi, Ladde (brousse)

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbuste ou petit arbre, à cime arrondie et ouverte.

Distribution: Savanes soudaniennes : Sénégal , Cameroun, Soudan.

Stations: Pousse plutôt en plaine sur sols légers et bien drainés.

Utilisations:

Télédéttection:

Observations générales: Peu commun, en général disséminé. Non rencontré, ou non identifié sur le terrain.

Calendrier:

Nom:	DALBERGIA MELANOXYLON		
Synonymes:		Famille:	FABACEES (PAPILIONACEES)
Noms peul:	Dalâban, Gelhelahi.		
Noms français:	Ebénier du Sénégal.		
Noms hausa:			
Description:	Arbuste ou petit arbre, fortement ramifié, de 4 à 7m de haut (parfois 12m). Tronc d'un diamètre assez mince 20 à 30cm.		
Distribution:	Toutes régions sèches d'Afrique (Sénégal, Togo, Tchad, Cameroun, Burkina Faso Mali etc.).		
Stations:	D. ménaloxylon a besoin d'une certaine humidité du sol; Il pousse volontiers près des mares et des cours d'eau, mais aussi sur les sols pierreux.		
Utilisations:	Bois s'utilisant comme de l'ébène (cœur noir ou violet) pour les instruments de musique, la marqueterie et la sculpture. (nom commercial : Grenadill) -- Magie, -- Médecine -- Fourrage.		
Télé-détection:	Arbre peu touffu et relativement transparent en saison sèche. Couleur claire. Développement plutôt vertical du dendrigé et paliphyse.		
Observations générales:			
Calendrier:	Feuilles caduques. Floraison du Mars à Juillet		

Nom: DALBERGIA SISSOO

Synonymes:  Famille: FABACEES (PAPILIONACEES)

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbuste ou petit arbre, fortement ramifié jusqu'à 12 mètres de haut.

Distribution: Observé uniquement en plantations dans la région de Maroua (extrême Nord-Cameroun).

Stations:

Utilisations:

Téledétection: Arbre peu touffu. Couleur claire. Développement vertical du dendrigé et paliphyse relativement transparent.

Observations générales: Espèce introduite

Calendrier:

Nom:	CRATEVA RELIGIOSA		
Synonymes:	Crateva adansonii Crateva romogiosa	Famille:	CAPPARIDACEES.
Noms peul:			
Noms français:			
Noms hausa:	Gudé		
Description:	Arbre de taille moyenne, jusqu'à 10 m (parfois 16) avec une couronne ronde. Le tronc atteint un gros diamètre avec l'âge.		
Distribution:	Commun dans toute la zone sahélo-soudanienne.		
Stations:	C. religiosa a besoin d'un sol bien humide. Au Sahel on le trouve seulement près des rivages et des mares. Il supporte bien les inondations périodique.		
Utilisations:	Bois léger (selles, roues, meubles etc...) -- Combustible -- Outils diverses -- Fourrage -- Alimentation -- Gomme -- Teintures -- Médecine.		
Téledétection:	Feuilles relativement foncées, d'un aspect lisse et vernissé.		
Observations générales:	Non rencontré, ou non identifié sur le terrain.		
Calendrier:	Floraison de Janvier à Avril. Feuillaison après la floraison. Maturité des fruits : Novembre.		

Nom:	DANIELLIA OLIVERI		
Synonymes:		Famille:	CAESALPINACEES.
Noms peul:	Kaha, Karlahi, Tiéné.		
Noms français:			
Noms hausa:	Madjié		
Description:	Grand arbre à cime obconique et assez dense.		
Distribution:	Savanes guinéennes et soudaniennes. Sénégal; Cameroun; Soudan; Zaïre; Angola.		
Stations:	Conditions édaphiques peu spécialisées, commun et répandu dans les zones humides, plus localisé en savanes arides.		
Utilisations:			
Téledétection:	Développement vertical du dendrigé et paliphyse - grandes feuilles foncées - Non transparent.		
Observations générales:	Parfois grégaire.		
Calendrier:			

Nom:	DETARIUM MICROCARPUM		
Synonymes:		Famille:	CAESALPINACEES
Noms peul:	Kukéhy - balahi		
Noms français:			
Noms hausa:	Taura		
Description:	Petit arbre à cime irrégulière et assez ouverte		
Distribution:	Savanes guinéennes et soudaniennes. Sénégal, Cameroun, Soudan.		
Stations:	Sols sableux ou latéritiques		
Utilisations:			
Téledétection:			
Observations générales:	Commun, mais distribution irrégulière, souvent abondant - grégaire. Surtout sur cuirasses latéritiques ou jachères. Non rencontré ou non identifié sur le terrain.		
Calendrier:			

Nom: DICHROSTACHYS CINEREA

Synonymes: Mimosa cinerea (entre autres) Famille: MIMOSACEES

Noms peul: Bwéli - Patrulak

Noms français: Mimosa clocheté

Noms hausa: D'und'u

Description: Buisson épineux ou arbre (7m). Associations en fourrés.

Distribution: Commun dans la zone soudanaise et au sud du Sahel. Fréquent, entre autres, au Cameroun. Envahit les défrichements.

Stations: S'introduit à partir de la savane sur les champs en jachère. Prospère partout sur les sols lourds argileux ou glaiseux-sableux

Utilisations: Bois (cannes, manches, lances, pieux, clôtures), -- Combustible -- Plante mellifère -- Médecine (écorce, feuilles) -- Tressage (étagères, corbeilles, racines et fibres d'écorce) -- Alimentation (fruits, graines) -- Fourrage (fruits, graines, feuilles, rameaux).

Téledétection: Feuillage foncé mais transparent. Développement multidirectionnel du denrigé et paliphyse.

Observations générales: Amélioration des mauvais sols(?) Résiste au feu.

Calendrier: Floraison de février à Mai-Juin avant ou au début de la feuillaison.

Nom:	ENTADA AFRICANA		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Tufel lélehy - Uhel ruruhy		
Noms français:			
Noms hausa:	Tawatsa		
Description:	Petit arbre atteignant 7m		
Distribution:	Commun dans la zone sahélienne méridionale et la zone soudanienne. Burkina Faso, Ghana, Sénégal, Cameroun, Zaïre, Soudan.		
Stations:	Au pied des versants ou sur les rives des marigots. Sur des stations proches de l'eau souterraine. Précipitations : 600 à 1200 mm/an.		
Utilisations:	Fourrage (feuilles) -- Tannin (écorce) -- Cordes, bandes (greniers) liber -- Bois (tendre) -- Médecine (feuilles, écorce, racines) -- Poison à poissons (feuilles).		
Télé-détection:	Transparent en saison sèche		
Observations générales:	Très sensible au feu. Non rencontré ou non identifié sur le terrain.		
Calendrier:			

Nom:	EUPHORBIA DESMONDI		
Synonymes:		Famille:	EUPHORBIACEES
Noms peul:			
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbuste étroit, candélabriforme.		
Distribution:	Nigéria, Cameroun, Tchad.		
Stations:	Stations rocheuses en savane soudanienne.		
Utilisations:	Principalement utilisée en clôtures -- Latex (caustique) comme poison, entre autres pour l'initiation.		
Téledétection:	Les clôtures doubles pourraient être visibles.		
Observations générales:	Très souvent associé à E. Kamerunica. Souvent planté. Non rencontré ou non identifié sur le terrain.		
Calendrier:			

Nom: EUPHORBIA KAMERUNICA

Synonymes:  Famille: EUPHORBIACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbuste ou arbre - Port en candélabre cime étroite et dense.

Distribution: Mali, Cameroun.

Stations: Stations rocheuses dans les savanes guinéennes et soudaniennes. Souvent planté - Peu commun.

Utilisations: Clôtures (surtout) hautes terres, piémonts, dans des régions à élevage bovin sédentaire. -- Défense -- Pare-feu -- Latex (cautique) poison pour l'initiation.

Téledétection: Les clôtures doubles pourraient être visibles.

Observations générales: Non rencontré, ou non identifié sur le terrain - Souvent associé à E. desmondi. Cf. E. balsamifera pour l'aspect en clôture.

Calendrier:

Nom: EUPHORBIA UNISPINA

Synonymes: E. poissoni      Famille: EUPHORBIACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: Dimorphisme selon les conditions édaphiques - Port en candélabre en plaine, sur terrain sablonneux - rameaux ouverts sur hardé et sur rochers.

Distribution: Savanes soudaniennes. Guinée, Mali, Cameroun, Soudan.

Stations: Se développe en plaine comme en montagne

Utilisations: Clôtures (utilisé par population possédant un élevage bovin) – Défense (auparavant) actuellement se maintient en limite des champs avec des fonctions de bornage et de protection magique.

Téledétection: Les clôtures doubles pourraient être visibles.

Observations générales: Souvent associé à *Commiphora africana*. Peu commun, localisé et souvent grégaire. Parfois planté. Non rencontré ou non identifié sur le terrain.

Calendrier:

Nom:	FERETIA APODANTHERA		
Synonymes:		Famille:	RUBIACEES
Noms peul:	Boraouki - Tobe - Tobida		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbuste de 2 à 3m à branches tordues ou spiralées		
Distribution:	Sud du Sahel		
Stations:	Sur les rives des mares, sur des sols argilo-sableux et aussi sur des stations temporairement inondées.		
Utilisations:	Alimentation (feuilles) -- Fourrage ovin (feuilles) -- Cosmétique (fruits) -- Médecine.		
Téledétection:	Arbre de petite taille - Petite couronne assez peu transparent.		
Observations générales:	Non rencontré, ou non identifié sur le terrain.		
Calendrier:			

Nom:	FICUS GNAPHALOCARPA		
Synonymes:	F. sycomorus	Famille:	MORACEES
Noms peul:	Obbi - Jivi - Durmi		
Noms français:			
Noms hausa:	Bawri - Tiédya - Dubalé		
Description:	Grand arbre, jusqu'à 20m (parfois 45m). Cime épaisse, hémisphérique, très étalée.		
Distribution:	Savanes soudaniennes et guinéennes, du Sénégal à l'Angola. Aussi au Sud du Sahel, sur les stations riches en eaux souterraines.		
Stations:	Préfère les sols riches, frais, spécialement les rives des cours d'eau et les mares. Aussi sur sols sableux avec nappe phréatique proche.		
Utilisations:	Alimentation et boisson -- Fourrage -- Médecine -- Bois léger et facile à travailler (peu durable).		
Téledétection:	La cime de très grande taille et très épaisse n'est pas transparente, mais difficile à repérer en tant qu'arbre isolé (?) Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse.		
Observations générales:	Souvent au bord des villages ou sur la place des marchés, comme ombrage.		
Calendrier:	Arbre sempervirent. Régionalement (?) à feuilles caduques, pendant la saison sèche. Fruits : maturité de Décembre à Mars.		

Nom:	FICUS THONNINGII		
Synonymes:		Famille:	MORACEES
Noms peul:	Biskehi-Biskevi		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbre de taille moyenne jusqu'à 15 m Vaste couronne étalée, tronc court, à grosses feuilles vert foncé.		
Distribution:	Commun dans les savanes du Sénégal au Cameroun		
Stations:	Entre les rochers, dans les savanes		
Utilisations:	Ombrage Tressage et étoffe (écorce) Médecine (écorce et latex)		
Téledétection:	Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse. Couronne très vaste, très touffue, vert foncé. Sans doute visible en téledétection si l'arbre est assez grand.		
Observations générales:	Espèce la plupart du temps plantée dans les villages comme source d'ombrage.		
Calendrier:	Les feuilles tombent parfois au moment de la fructification (date?)		

Nom: GARDENIA ERUBESCENS

Synonymes: G. triacantha  
var. parvilimbis

Famille: RUBIACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa: Gaudé

Description: Arbuste de 1,5 à 2 m. Branches jusqu'à la base

Distribution: Commun dans la savane soudanienne

Stations:

Utilisations: Fourrages (feuilles recherchées pour le bétail) -- Alimentation (fruits comestibles, sauces, soupes) -- Médecine -- Cosmétique (graines pour teinture noire) -- Bois (petites sculptures)

Téledétection:

Observations générales: Non rencontré, ou non identifié sur le terrain  
Signalé par Seignobos, comme rôle défensif

Calendrier: Arbuste défeuillé pendant la saison sèche

Nom: GARDENIA TERNIFOLIA

Synonymes:

Famille: RUBIACEES

Noms peul: Diengali-Tiamelegore

Noms français:

Noms hausa:

Description: Petit arbre ou arbuste (jusqu'à 5 m), branches entrelacées

Distribution: Du Sénégal au Cameroun  
Fréquent dans la zone soudanienne, sporadique dans le Sud du Sahel

Stations: Répandu dans les savanes et leurs boqueteaux. Occasionnellement sur les sols pauvres, rocheux ou sur les éboulis. Souvent sur des sols tassés, mais aussi sur des sables des cuirasses latériques inondées plus ou moins longtemps.

Utilisations: Bois (manches, outils) -- Toits (branches) -- Saponification, teinturerie (cendres) - Cosmétique (fruits) -- Arbre décoratif (fleurs) -- Médecine et vétérinaire (racine, écorce, rameaux)

Télé-détection: Petit arbre. Couronne peu développée, assez dense mais de couleur claire. Moyennement transparent

Observations générales: Non rencontré ou non identifié sur le terrain.

Calendrier:

Nom:	GOSSYPIUM ssp		
Synonymes:		Famille:	MALVACEES
Noms peul:			
Noms français:	Cotonnier (coton)		
Noms hausa:			
Description:	<p>Plante à tige droite, ligneuse et ramifiée. C'est une plante tropicale vivace à l'état spontané et vivace ou annuelle en culture.</p> <p>G. peruvianum est une variété arborescente, de 1 à 3 m.</p> <p>G. herbaceum est une variété herbacée, de 1 m/1m50.</p>		
Distribution:	Régions tropicales, subtropicales, et tempérées chaudes.		
Stations:	<p>Le coton résiste à la sécheresse, mais a besoin d'eau avant et pendant la saison des pluies.</p> <p>Température optimum : 25/30° C. Tolère mal les sols acides et halomorphes. Préfère les sols fertiles, argilo-sableux, neutres ou alcalins.</p>		
Utilisations:	<p>Textiles -- Filets de pêche -- Sangles -- Courroies -- Ouate -- Papier Celluloïd -- Pellicules photo et cinéma -- Huile alimentaire -- Tourteaux pour le bétail -- Combustible -- Construction (tiges) -- Compost -- Tannerie -- Chimie.</p>		
Télé-détection:	<p>Plante cultivée, dense et touffue, non transparente en période feuillée; très transparente par la suite, après la récolte quand ne subsistent que les tiges ligneuses.</p>		
Observations générales:	<p>Les variétés les plus répandues sont G. hirsutum, G. herbaceum et G. peruvianum</p> <p>En particulier, au cameroun, G. hirsutum variété BIA-592</p>		
Calendrier:	<p>La durée du cycle végétatif varie de 135-140 à 170 jours et plus. Les semis se font avant ou au début de la saison des pluies, jusque fin Juillet/mi-Aout selon les régions. La récolte a lieu pendant la saison sèche, en plusieurs fois comme les semis (jusqu'en</p>		

Nom:	GREWIA BOCOLOR		
Synonymes:		Famille:	TILIACEES
Noms peul:	Kélli-Leloko-Tielle		
Noms français:			
Noms hausa:	Dargaza		
Description:	Arbre de taille moyenne, environ 9 m (14 m) Nombreux rejets, feuilles vert foncé		
Distribution:	Toute l'Afrique tropicale semi-aride et subhumide		
Stations:	Calcicole - versants pierreux, berges près des mares. Sur le sable aussi si les précipitations sont suffisantes. Fréquent en brousse sahélienne sur les sols riches en squelettes, humides pendant la saison des pluies.		
Utilisations:	Alimentation (hommes oiseaux) -- Bois (cannes, outils, arcs) -- Combustible (bon) -- Savon (feuilles) -- Fourrage (rameaux, fruits, feuilles) -- Médecine -- Récolte du liège		
Téledétection:	Aspect assez sombre. Décrit comme cime étroite. Non transparent Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse		
Observations générales:	Par grande chaleur, les feuilles pendent aux rameaux, verticalement.		
Calendrier:	Feuilles d'Aout à Janvier; fleurs en Juillet; fruits de Septembre à Janvier		

**Nom:** GREWIA FLAVESCENS

**Synonymes:**

**Famille:** TILIACEES

**Noms peul:** Chylôlli - Gurschi - Djibohi

**Noms français:**

**Noms hausa:** Kamanmua

**Description:** Arbuste sarmenteux avec de nombreux rameaux pendants. Taille 3/4 m

**Distribution:** Afrique tropicale semi-aride et subhumide

**Stations:** Crêtes rocheuses, près des mares- Sols argileux crevassés, sables, cuirasses latériques

**Utilisations:** Fruits comestibles  
Médecine  
Feuilles peu broutées

**Télédéttection:** Aspect lianescent. Paliphyse transparent, dendrigé abondant à développement multidirectionnel

**Observations générales:**

**Calendrier:**

Nom:	GREWIA VILLOSA		
Synonymes:		Famille:	TILIACEES
Noms peul:	Goursohi-Goursoi		
Noms français:			
Noms hausa:	Gwaragumi-Gwsunny		
Description:	Arbuste de 2 à 4 m, à grandes feuilles		
Distribution:	Sahel et zone Soudano-sahélienne		
Stations:	Commun au Sahel sur les sols rocheux, pierreux, riches en fer; sur sables et surfaces temporairement inondées.		
Utilisations:	Alimentation (fruits) -- Cordages (liber) -- Bois (cannes, javelots, arcs) -- Médecine (écorce) -- Fourrage : bovins, ovins et caprins -- Colle pour feuilles de tabac (écorce)		
Téledétection:	Petit arbre - assez transparent		
Observations générales:	Non rencontré ou non identifié sur le terrain		
Calendrier:			

Nom:	GUIERA SENEGALENSIS		
Synonymes:		Famille:	COMBRETACEES
Noms peul:	N'gélokhy-Gélokhi		
Noms français:	Nger-N'Guère		
Noms hausa:	Shabar		
Description:	Arbuste de 3 m, formant des taillis denses. Feuilles gris-vert. Polymorphe		
Distribution:	Zone soudano-sahélienne		
Stations:	Sur sols lessivés caractéristiques des jachères, formant dans le sous-bois des fourrés gris-vert. La plupart du temps sur sols sableux, dans des endroits très secs.		
Utilisations:	Fourrage (feuilles, rameaux p. les chameaux) (fruits, pour ovins et caprins) --Combustible -- Tressage (pousses) -- Médecine (soins dentaires -- Vétérinaire (insecticide)		
Téledétection:	Couleur argentée (pubescence) en période de fructification Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse Pied isolé transparent, mais en fourré, G. sénégalensis perd cet aspect pour devenir plus dense et opaque.		
Observations générales:	Indique le surpâturage - Grégaire espèce typique des pistes de bétail transhumant.		
Calendrier:	Garde longtemps des feuilles pendant la saison sèche Juillet à Mars. Fleurs : Septembre; Fruits : Novembre à Mars		

Nom: **HEXALOBUS MONOPETALUS**

Synonymes:

Famille: **ANNONACEES**

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: **Arbuste ou arbre à cime arrondie et ouverte**

Distribution: **Savanes guinéennes et soudaniennes  
Du Sénégal au Cameroun et jusqu'à l'Afrique Tropicale**

Stations: **Conditions édaphiques moyennes  
Souvent dans les endroits rocheux**

Utilisations:

Téledétection:

Observations générales: **Assez commun, disséminé.  
Non rencontré ou non identifié sur le terrain**

Calendrier:

**Nom:** HYMENOCARDIA ACIDA

**Synonymes:**

**Famille:** EUPHORBIACEES

**Noms peul:**

**Noms français:**

**Noms hausa:**

**Description:** Arbuste ou petit arbre à cime étroite et ouverte

**Distribution:** Savannes guinéennes et soudaniennes du Sénégal au Cameroun jusqu'à l'Afrique tropicale

**Stations:** Généralement sur sols légers

**Utilisations:**

**Téledétection:**

**Observations générales:** Commun - Localement abondant - Disséminé  
Non rencontré ou non identifié sur le terrain

**Calendrier:**

<b>Nom:</b>	HYPHAENE THEBAICA		
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b>	PALMEES
<b>Noms peul:</b>	Gélléhy (grand) - Ballahy (petit)		
<b>Noms français:</b>	Palmier doum - Doum		
<b>Noms hausa:</b>	Gôriba (grand) - Kâaba (petit)		
<b>Description:</b>	Hauteur 10 à 15 m, ou ras du sol s'il est très exploité Aspect caractéristique, à bifurcations répétées.		
<b>Distribution:</b>	Très répandu au Sahel		
<b>Stations:</b>	Indique les bons sols proches de la nappe phréatique, assez frugal mais craint l'eau stagnante. La plupart du temps, sur sables et dunes		
<b>Utilisations:</b>	Combustible (bois de feu, charbon) -- Alimentation (graines, fruits, choux palmistes, vin de palme) -- Fourrage (feuilles) -- Médecine -- Teinture pour cuir (fruits) -- Sparterie (balais, filets, cordes de puits, hamacs...) -- Bois d'œuvre très décoratif (maisons, bateaux, roues) -- Boutons, perles, sculptures (graines)		
<b>Téledétection:</b>	Feuillage assez transparent, mais l'organisation en touffes, et en peuplements monospécifiques, peut le rendre identifiable Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse		
<b>Observations générales:</b>	Très résistant aux feux de brousses		
<b>Calendrier:</b>	Sempervirent		

Nom: ISOBERLINIA DOKA

Synonymes:

Famille: CAESALPINACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbre à cime assez étroite et ouverte

Distribution: Guinée, Mali, Soudan, Savanes guinéennes et soudaniennes

Stations: En général sur sols argileux et bien drainés

Utilisations:

Téledétection:

Observations générales: Non rencontré ou non identifié sur le terrain

Calendrier:

Nom:	KHAYA SENEGALENSIS		
Synonymes:		Famille:	MELIACEES
Noms peul:	Kaïl-Kahi		
Noms français:	Caïlcédrat - Acajou du Sénégal - Faux acajou		
Noms hausa:	Mad'âtchi		
Description:	Arbre atteignant 35 m, au fût souvent sans branches jusqu'à + de 10 m. Diamètre supérieur à 1 m. Est plus branchu sur stations favorables. Très grande cime.		
Distribution:	Savanes guinéennes et soudaniennes du Sénégal eu Cameroun et au Soudan		
Stations:	Sols humides, profonds; alluvions, le bord des cours d'eau et les bas-fonds non inondés (sols bien drainés). Pousse aussi sur les stations très sèches ou superficielles ou latéritiques quand les précipitations suffisent. Pluies 650 à 1 300 mm sur 4 à 7 mois		
Utilisations:	Bois massif (meubles, mortiers, aménagements intérieurs, fenêtres, travaux de tournage) -- Combustible (occasionnellement) -- Fourrage (bovins et chameaux, feuilles) -- Magie -- Poison pour flèches -- Médecine -- Conserve du Mil (dans cendres)		
Téledétection:	Développement plutôt vertical du dendrigé et paliphyse. L'arbre adulte doit apparaître en téledétection mais la cime n'est pas très touffue. Moyennement transparent		
Observations générales:	Commun, parfois grégaire		
Calendrier:	Floraison de Février (déc.) à Mars (Avril) les feuilles tombent pendant la saison sèche et se remplacent tout de suite. Maturité des graines Janvier à Mai		

Nom:	LANNEA ACIDA		
Synonymes:		Famille:	ANACARDIACEES
Noms peul:	Bembey - Farouh - Pepuhy - Kibihé		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbre à feuilles caduques, de 4 à 6 m.		
Distribution:	Savane soudannienne, Sud du Sahel, jusqu'au Cameroun et région centrafricaine		
Stations:	Sols secs mais a besoin de 600 mm ou stations humides		
Utilisations:	Alimentation (pulpe, feuilles, gomme) -- Boisson (pulpe) -- Médecine (feuilles, racines, écorce) -- Combustible excellent -- Bois (sièges, ustensiles domestiques -- Arcs (jeunes tiges) -- Cordes (fibres de l'écorce)		
Téledétection:	Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse. Absolument transparent en saison sèche. Peu touffu, moyennement transparent en période de feuillaison		
Observations générales:	Résistance au feu supérieure à la moyenne		
Calendrier:	Feuilles et fruits disponibles avant la saison des pluies		

Nom: LANNEA HUMILIS

Synonymes:  Famille: ANACARDIACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa: Teb-hi

Description: Arbuste ou petit arbre de 4 à 6 m, irrégulier (?) Cime étalée et ouverte

Distribution: Espèce sahélienne et sahélo-soudanienne, Sénégal, Cameroun, Afrique tropicale

Stations: Caractéristique des sols lourds et compacts

Utilisations:

Téledétection:

Observations générales: Localement commun et grégaire. Non rencontré, ou non identifié sur le terrain

Calendrier:

Nom: LONCHOCARPUS LAXIFLORUS

Synonymes:

Famille: PAPILIONACEES

Noms peul:

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbre à cime étroite et ouverte

Distribution: Savanes guinéennes et soudaniennes du Sénégal au Cameroun, Soudan, Kenya

Stations: Conditions édaphiques moyennes

Utilisations:

Téledétection:

Observations générales: Peu commun, disséminé. Non rencontré ou non identifié sur le terrain

Calendrier:

Nom:	MAERUA CRASSIFOLIA		
Synonymes:	M. sénégale <span style="font-size: small;">nsis</span>	Famille:	CAPPARIDACEES
Noms peul:	Jigahy - Cheincherni - Hassou - Sogui		
Noms français:	Agar (?)		
Noms hausa:	Jiga		
Description:	Petit arbre de 6 à 10 m. Tronc tourmenté, branches sarmenteuses et retombantes. Peu denses. A petites feuilles		
Distribution:	Zone semi-aride		
Stations:	Stations sèches de la brousse épineuse sahélienne. Assez fréquent sur sables		
Utilisations:	Bois très dur (manches, charettes, charues, armes, abreuvoirs) -- Fourrage (rameaux) fleurs (chameaux) -- Alimentation (fruits, feuilles) -- Médecine (feuilles)		
Téledétection:	Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse. Transparent à l'état brouté mais même dans son état normal, l'arbre n'est pas très touffu, ni très sombre.		
Observations générales:	Souvent rabougri, buissonnant et mutilé par le bétail		
Calendrier:	Arbre sempervirent Floraison : Février, Mars , maturité des fruits : Avril		

Nom:	MITRAGYNA INERMIS		
Synonymes:		Famille:	RUBIACEES
Noms peul:	Kôli - Kadiauli - Ngoboli		
Noms français:			
Noms hausa:	Giayia - Diéya - Kabé		
Description:	Existe sous deux formes : grand arbre (jusqu'à 16 m) ou arbuste buissonnant de 4 à 5 m (parfois 6/7 m) rond et épais. feuilles foncées.		
Distribution:	Du Sahel jusqu'à la forêt humide tropicale, Sénégal, Cameroun, Soudan, etc.		
Stations:	Dans les bas-fonds argileux, inondés chaque année pendant plusieurs mois; près des mares et des rives de cours d'eau. Tolère les sols salés. "Toutes espèces de sols lourds, mal drainés, surtout autour des points d'eau temporaires" Geerling.		
Utilisations:	Bois (tablettes, outils, meubles) -- Combustibles -- Plante mellifère -- Fourrage : ovins, caprins et chameaux spécialement pendant la saison sèche -- Nattes (rameaux) -- Colorant (écorce)		
Télé-détection:	-Sous son aspect grand arbre : grande taille, cime très importante, très touffue, très étalée, absolument pas transparente à développement plutôt vertical. -Sous son aspect buisson : ?		
Observations générales:	Parfois en peuplement pur (grégaire). Assez commun. Annonce le début de la saison de la pêche à l'éclosion des jeunes feuilles rouges.		
Calendrier:	Chute des feuilles en Janvier - Feuillaison : Juin. Floraison : Mai/Septembre c'est à dire pendant la saison des pluies. Conserve longtemps ses feuilles en saison sèche.		

Nom:	PARKIA BIGLOBOSA		
Synonymes:		Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Nété - Néré- Nérehi - Narghi		
Noms français:	Arbre à farine - Arbre à fauve (?) - Nété - Néré Carouhier africain - Mimosa pourpre		
Noms hausa:			
Description:	Grand arbre de 15 à 20 m à la large cime étalée en parasol		
Distribution:	Arbre souvent dominant de la zone soudanienne et des forêts sèches, Sahel		
Stations:	Près des villages, sur des surfaces cultivées à très courte rotation; sur les jachères avec peu de buissons. Aime les sables limoneux profonds. Pluie : 500 à 700 mm par an.		
Utilisations:	Alimentation et Boisson (graines et pulpe) -- Médecine (feuilles, écorce) -- Café (succédané) -- Ablutions (pâte de feuilles) -- Savon (cendres) -- Poison pour poissons (cosses) -- Tabac ("prise"- cendres) -- Bois (travaux faciles) -- Teinture (cosses, écorce) -- Indigoterie (cendres) -- Arbre décoratif et d'ombrage		
Téledétection:	Développement horizontal du dendrigé et paliphyse. Très étalé, moyennement transparent. Les grands arbres sont sans doute individuellement visibles		
Observations générales:	Améliore le sol (feuilles)		
Calendrier:	La floraison et la maturité des fruits ont lieu pendant la saison sèche.		

<b>Nom:</b>	PENNISETUM ssp.	
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b> GRAMINEES/PANICEES
<b>Noms peul:</b>		
<b>Noms français:</b>	Petit mil, mil chandelle, mil pénicillaire, millet, Sorgho à épis	
<b>Noms hausa:</b>		
<b>Description:</b>	Plante herbacée céréalière, composée de tiges de 1m50 à 3 m de haut. Jusqu'à 10 talles et plus. Racines souterraines et aériennes. Feuilles longues (60 cm à 1 m) et étroites. Epis à l'extrémité des tiges.	
<b>Distribution:</b>	Pays à climats subtropicaux et tropicaux (climats de savane). En Afrique occidentale le mil est cultivé dans les zones sahélienne et soudanienne, de 250 à 1500 mm pluie/an. Résistant à la sécheresse.	
<b>Stations:</b>	Céréale moins exigeante que le sorgho. Elle pousse sur le sable des dunes et dans les basses terres argileuses, selon les variétés.	
<b>Utilisations:</b>	Alimentation (grau, farine) -- Diététique -- Bière -- Fourrage -- Industrie (?) -- Culture sidérale (fumure du sol par enfouissement de matière verte)	
<b>Télé-détection:</b>		
<b>Observations générales:</b>	Il y a environ 440 000 hectares de mils au Cameroun. Les principales variétés y sont : P. typhoideum, P. gambiense; P. nigratum, P. maiwa, etc.	
<b>Calendrier:</b>	Cycle végétatif de 150 à 210 jours et plus. Possibilité de repousse après coupe ou pâture. Les semilles ont lieu avant ou juste après les premières pluies.	

Nom: **PILIOSTIGMA RETICULATUM**

Synonymes: **Bauhinia réticulata** Famille: **CAESALPINACEES**

Noms peul: **M'barkéhi - Kadagao - Barkei**

Noms français:

Noms hausa: **Kalgo**

Description: **Arbuste ou petit arbre, à cime touffue et ronde. (rarement grand arbre)**

Distribution: **Espèce sahélo-soudanienne du Sénégal au Cameroun - Soudan.**

Stations: **Dans les vallées, sur des jachères, forme souvent des fourrés. Colonise divers sols (sables, latérites, argiles). Bords des mares et des cours d'eau temporaires, stations périodiquement inondées, sables humides. "Sols lourds, mal drainés, grégaire surtout sur jachères" Geerling.**

Utilisations: **Ombrage -- Cordes (écorce) -- Combustible (bois) -- Fourrage (rameaux, feuilles, fruits) -- Tannin (écorce, racine, graines, gousses) -- Médecine (feuilles, écorce).**

Téledétection: **Arbre dense - Non transparent, grandes feuilles, vert foncé, étalées. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse.**

Observations générales: **Arbre dioïque**

Calendrier: **Maturité des fruits : Novembre à Janvier. Feuilles persistentes**

Nom: PILIOSTIGMA THONNINGII

Synonymes: Bauhinia thonningii      Famille: CAESALPINACEES

Noms peul: Barkehi - Barkevi - Balkilehe

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbuste touffu, atteignant 6m. Tronc tordu, très branchu, quelquefois sarmenteux

Distribution: Toute l'Afrique, dans les savanes arborées. Va de l'extrême sud de la zone sahélienne aux forêts humides.

Stations: Volontier sur sols cultivés. Stations avec un approvisionnement en eau sûr. Semblable à P. reticulatum, nécessite plus de 700mm/an.

Utilisations: Cordes -- Gomme à calfater -- Médecine -- Alimentation -- Sel -- Fourrage -- Combustible -- Teinture rouge (écorce) bleu (gousses/graines) noire (graines grillées) -- Bois d'œuvre dur mais peu durable -- Fruits secs pour lisser les récipients d'argile.

Télédéttection:

Observations générales: Non rencontré ou non identifié sur le terrain.

Calendrier: Floraison de Décembre à Juin. Fruits persistants longtemps sur l'arbre (?)

Nom:	PROSOPIS AFRICANA		
Synonymes:	P. oblonga ou P. lanceolata	Famille:	MIMOSACEES
Noms peul:	Kohi - Rimajogaahi		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbre de 4 à 20m. Cime claire, légère, comme celle de Tamarindus indica - feuillage retombant.		
Distribution:	Unique espèce de Prosopis africaine tropicale. Répandu du Sénégal à l'Ethiopie, entre le Sahel et la forêt sèche.		
Stations:	Souvent sur des jachères. Sur des sols sablo-argileux, au-dessus de latérite.		
Utilisations:	Bon bois d'œuvre et de sculpture -- Combustible (bois et charbon) -- Tannin (écorce, racines) -- condiments (graines) -- Médecine -- Poison à poisson (fruits) -- Fourrage (rameaux, feuilles, fruits).		
Téledétection:	Plutôt transparent		
Observations générales:	Les surexploitations ont exterminé l'essence presque entièrement dans de grandes parties de la zone sahélienne méridionale. Non rencontré ou non identifié sur le terrain.		
Calendrier:	Floraison juste avant la saison des pluies. Maturité des fruits : Février à Mars. Feuilles ?		

<b>Nom:</b>	PTEROCARPUS ERINACEUS		
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b>	PAPILIONACEES (= FABACEES)
<b>Noms peul:</b>	Banaahi - Bani - Bary - Banovhi - Banuhi		
<b>Noms français:</b>	Palissandre - Sental du Sénégal - Kino de Gambie		
<b>Noms hausa:</b>			
<b>Description:</b>	Arbre de 12/15m (parfois 35m) à couronne ovale ou ronde, projetant peu d'ombre.		
<b>Distribution:</b>	Dans les savanes et au bord sud du Sahel sur stations favorables.		
<b>Stations:</b>	Sols peu épais, sur fond gravillonnaire, au pied des talus et sur les pentes.		
<b>Utilisations:</b>	Bois très dur, durable (construction, tournage, ébénisterie, perches, piquets, masques, xylophone) – Usages ménagers et agricoles – Colorants (racines, bois) -- Combustible -- Cosmétique -- Arcs (racines) -- Satinage des étoffes (résine) -- Tannin (écorce).		
<b>Téledétection:</b>	Couronne assez importante en hauteur mais signalée comme produisant peu d'ombre. Arbre à développement vertical du dendrigé et paliphyse. Relativement transparent.		
<b>Observations générales:</b>			
<b>Calendrier:</b>	Fruits mûrs en Décembre/ Janvier. "Fleurs quand l'arbre est presque défeuillé et les arbre voisins n'ayant pas encore leur feuillage" Maydell		

Nom:	PTEROCARPUS LUCENS		
Synonymes:		Famille:	PAPILIONACEES (= FABACEES)
Noms peul:	Tami - Tani - Tiame - Tieni		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbuste à feuilles caduques, de 3 à 4m (parfois 12m)		
Distribution:	Espèce typique des régions sahélienne et soudanienne; disparition actuelle de peuplements entiers (sécheresse ?)		
Stations:	Sur des terrains secs, occasionnellement en peuplements purs buissonnants. Souvent sur collines, sols pierreux, gravillonnaires ou latéritiques, sols ferrugineux.		
Utilisations:	Alimentation (feuilles) -- Fourrage (feuilles, fruits) -- Bois (manches, pilons, perches) -- Combustible (bon) -- Médecine (écorce).		
Téledétection:	Petite taille, assez peu branchu. Très transparent en saison sèche, quand défeuillé. Feuilles assez brillantes.		
Observations générales:	Accompagné de Combretum micranthum, et Dalbergie mélanoxylon.		
Calendrier:	Les dates de feuillaison dépendent beaucoup de la présence d'eau sur la station. Fleurs : de Janvier à Juin		

<b>Nom:</b>	RANDIA NILOTICA		
<b>Synonymes:</b>	Xéromphis nilotica Catunaregam nilotica	<b>Famille:</b>	RUBIACEES
<b>Noms peul:</b>			
<b>Noms français:</b>			
<b>Noms hausa:</b>	Chibra		
<b>Description:</b>	Arbuste ou petit arbre à cime étroite et ouverte.		
<b>Distribution:</b>	Savanes soudaniennes : Guinée, Cameroun, Soudan, Tanzanie.		
<b>Stations:</b>	Sur sols légers et profonds.		
<b>Utilisations:</b>			
<b>Télédéttection:</b>			
<b>Observations générales:</b>	Peu commun, disséminé. Non rencontré ou non identifié sur le terrain		
<b>Calendrier:</b>			

<b>Nom:</b>	SALVADORA PERSICA		
<b>Synonymes:</b>		<b>Famille:</b>	SALVADORACEES
<b>Noms peul:</b>	Katiaki - Bawudy - Khirohy - Gudi		
<b>Noms français:</b>			
<b>Noms hausa:</b>	Talaekia - Babul		
<b>Description:</b>	Arbuste de 4 à 6 m (parfois 9,50 m) ou petit arbre quelquefois sarmenteux		
<b>Distribution:</b>	Espèce sahélienne sur sols bien drainés. Afrique tropicale.		
<b>Stations:</b>	Sur sols argileux, au bord des mares, sur termitières, dans les limons parfois atteints par les crues.		
<b>Utilisations:</b>	Médecine (soins dentaires) -- Sel (cendres du bois et des feuilles) -- Fourrage (feuilles et pointes des rameaux broutés toute l'année par bovins, ovins caprins, chameaux) -- Bois (bâts) -- Combustible -- Alimentation (fruits cuits)		
<b>Téledétection:</b>	Assez dense - Non transparent - Dendrigé très important et à développement plutôt horizontal.		
<b>Observations générales:</b>			
<b>Calendrier:</b>	Floraison : Janvier, Février. Maturité des fruits : Février, Mars. Sempervirent		

Nom:	SCLEROCARYA BIRREA	
Synonymes:		Famille: ANACARDIACEES
Noms peul:	Hedi - Héri, Edéhi	
Noms français:	Prunier	
Noms hausa:	Dânia	
Description:	Arbre à feuilles caduques, atteignant 15 m à cime bien développée, vert clair.	
Distribution:	Arbre de la zone sahélienne, large dispersion.	
Stations:	Peu exigeant. Sur sols sableux, pierreux et sur des croûtes latéritiques.	
Utilisations:	Bois tendre, grande dimension (mortiers, pions, plats) -- Alimentation (pulpe, amandes) -- Boisson (pulpe) -- Teinturerie (cendres) -- Fibre (écorce) -- Fourrage (rameaux) -- Médecine (écorce) -- Ombrage -- Encre (gomme + suie + eau)	
Téledétection:	Transparent. Pas de feuilles en saison sèche. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse	
Observations générales:	Parfois en peuplements purs.	
Calendrier:	L'arbre est sans feuilles d'Octobre à Juillet. Floraison de Janvier à Avril/Mai Fruits : maturité d'Avril à Juin.	

Nom:	SECURINEGA VIROSA		
Synonymes:		Famille:	EUPHORBIACEES
Noms peul:	Sugurlaagahi		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Petit arbuste ou arbre d'environ 3 m (parfois 7 m)		
Distribution:	Répandu au Sahel et dans la zone soudano-sahélienne.		
Stations:	Fréquent au bord des mares où la végétation est dense et l'approvisionnement en eau garanti		
Utilisations:	Alimentation (fruits) -- Médecine (écorce, feuilles, racines) -- Combustible -- Bois (pieds de chaise) -- Rameaux tressés p/planchers de greniers, haies et clôtures -- Haies		
Téledétection:	Relativement dense, mais trop petite taille pour la téledétection.		
Observations générales:	Non rencontré, ou non identifié sur le terrain. Indique l'eau souterraine. "Typique des terrains perturbés" Geerling		
Calendrier:	Floraison : Avril-Juin. Sempervirent ou à feuilles caduques		

Nom:	SORGHUM ssp.		
Synonymes:		Famille:	GRAMINEES/ANDROPOGONE ES
Noms peul:	Muskwari, babouri		
Noms français:	Sorgho, gros mil		
Noms hausa:			
Description:	Plante herbacée, céréalière. Hauteur : 80 cm à 6 m. Diamètre de la tige : 1 à 4 cm. Système racinaire très important, souterrain et aérien. Grosses feuilles rubannées, identiques à celles du maïs. Aspect des panicules variable selon les variétés.		
Distribution:	Le Sorgho est cultivé dans les pays à climats méditerranéens, subtropicaux et tropicaux (45-49° lat N à 40° lat S) jusqu'à 2500 m d'altitude.		
Stations:	La plupart des variétés préfèrent les sols sablo-limoneux mais certaines acceptent des sols argileux lourds, ou des sols de termitières. Sols légers et sableux pour les variétés hatives. Sol neutre ou acide. Température optimum : 27 à 35° C. Précipitation optimum : 500 à 700 mm		
Utilisations:	Alimentation (farine, gruaux) -- Amidon -- Alcool -- Bière -- Jus sucré -- Papier -- Cire -- Fourrage.		
Téledétection:	Le sorgho de décrue est la seule culture qui subsiste dans les champs en Janvier. (excepté les cultures irriguées).		
Observations générales:	Il existe 3 grandes catégories de sorgho : sorgho à balais, sorgho sucré, sorgho non sucré Les groupes principaux de cultivars sont Sorghum bicolor, S. guinea, S. caudatum, S.kafir, S. durra (25 variétés courantes). Le sorgho peut se faire en semis direct (sorgho hybride, sorgho pluvial hybride) ou être repiqué (non hybride; sorgho des karals).		
Calendrier:	Le sorgho en culture sèche est semé avant les pluies. Le sorgho en décrue est semé après les pluies (Oct-Nov) et récolté en Janvier/Février.		

Nom:	STERCULIA SETIGERA		
Synonymes:	Sterculia cinerea Sterculia tomentosa		Famille: STERCULIACEES
Noms peul:	Bobôli - Bobori - Néfine		
Noms français:	Arbre à gomme - gommier Mbep - Mbep - Platane du Sénégal		
Noms hausa:	Kukuki		
Description:	Arbre moyen : 16 m - Dépasse 35 m dans la zone soudanienne et guinéenne. Bas branchu Puissante cime très ouverte		
Distribution:	Répandu dans les zones soudano-sahélienne et soudano-guinéenne.		
Stations:	Sols rocheux ou peu profonds . Colonise les jachères		
Utilisations:	Alimentation (gomme, graines) -- Bois de feu -- Bois d'œuvre -- Médecine (écorces, feuilles) -- Habillement (liber) -- Nattes et cordes (fibres d'écorce)		
Télé-détection:	Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse. Arbre touffu (cime dense). Doit être visible.		
Observations générales:			
Calendrier:	Floraison quand l'arbre est défeuillé ou au début de la feuillaison, de Février à Avril. Fruits mûrs en Décembre.		

Nom:	STEREOSPERMUM KUNTHIANUM		
Synonymes:		Famille:	BIGNONIACEES
Noms peul:	Golombi, wabéhé		
Noms français:			
Noms hausa:	Sansami		
Description:	Petit arbre à feuilles caduques, persistant longtemps pendant la saison sèche. 12 m (15 m) mais pas plus. 5 m (6 m) au Sahel.		
Distribution:	savanes africaines (guinéennes et soudaniennes)		
Stations:	Très répandu. Spécialement sur les stations sèches et rocheuses. Aussi sur termitières. Aime les sols sableux et argileux		
Utilisations:	Arbre décoratif -- Fourrage (feuilles/chevaux) -- Mauvais combustible -- Bois (mortiers) -- Cosmétique (rouge à lèvres)		
Téledétection:	Arbre vert foncé - très dense, mais la couronne est étroite et à développement vertical. Arbre le plus souvent isolé.		
Observations générales:			
Calendrier:	Les fleurs apparaissent en saison sèche, longtemps avant la feuillaison.		

Nom:	TAMARINDUS INDICA		
Synonymes:		Famille:	CAESALPINACEES
Noms peul:	Djammi - Dobé - Diami		
Noms français:	Tamarinier		
Noms hausa:	Tsamia		
Description:	Sempervirent sauf en région semi-aride, grand arbre (30 m). Grande cime étalée. Arbre d'importation. Précipitation 500 mm/an		
Distribution:	Répandu dans toute l'Afrique tropicale semi-aride		
Stations:	Prospère de préférence à partir de 500 mm/an. pour le développement des fruits, à besoin d'une saison sèche longue et bien marquée. Ne pousse pas sur les marécages. Préfère sols profonds et perméables. Au Sahel pousse sur les rivages.		
Utilisations:	Alimentation et fourrage -- Teinture (feuilles) -- Combustible -- Tannage -- Usage industriel -- Protection, ornement, ombrage (arbre de repos et de palabre -- Rideaux brise-vent -- Bois d'œuvre très dur (outils, engrenages) -- Papier		
Téledétection:	Grand arbre à la couronne très étalée, relativement dense - Ombrage au sol - Feuillage sombre. Développement plutôt horizontal du dendrigé et paliphyse.		
Observations générales:	Tolère salinité - ph 5,5. R rare végétation sous lui. Se mélange parfois avec <i>Adansonia digitata</i>		
Calendrier:	Floraison : Décembre à Mai Fruits mûrs: Décembre à Janvier		

Nom:	TERMINALIA AVICENNIODES		
Synonymes:		Famille:	COMBRETACEES
Noms peul:	Boodi ou Pulémi		
Noms français:			
Noms hausa:			
Description:	Arbuste jusqu'à 10 m à couronne étalée		
Distribution:			
Stations:	Sur sable, sol profond. Stations sableuses du sud de la zone sahélienne et des savanes voisines, jusqu'aux forêts humides. Commun sur les latérites de la zone soudano-sahélienne et sur dunes fixées.		
Utilisations:	Bois de construction -- Bois de feu et charbon -- colorants (racine, écorce, feuille) -- Fourrage (feuilles) -- Médecine (feuilles, racines, écorces)		
Télé-détection:	Couronne étalée sur arbuste mais plus haute et étroite sur arbre. Assez dense.		
Observations générales:			
Calendrier:			

Nom:	ZIZIPHUS MAURITIANA		
Synonymes:	Z. jujuba	Famille:	RHAMNACEES
Noms peul:	Djâbbi ou Ngiabi		
Noms français:	Jujubier		
Noms hausa:	Magaria		
Description:	Arbuste de 4 à 5 m ou arbre jusqu'à 12 m		
Distribution:	Très répandu dans l'Afrique semi-aride		
Stations:	Supporte de grandes chaleurs et sécheresses. Précipitations 150 à 500 mm/an. Pas d'air humide. Très frugal. (Sables, pierres, terrains cultivés, rives de cours d'eau et aussi sols temporairement inondés).		
Utilisations:	Aliments (fruits, feuilles) -- Boisson (fruits) -- Farine (pulpe) -- Fourrage (feuilles, fruits) -- Haies, clôtures et brise-vent		
Téledétection:	Arbre à petites feuilles mais dense et très sombre. Couronne peu étalée. Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse. Les feuilles sont vertes même pendant la saison sèche.		
Observations générales:	Quand il est exploité en taillis; Z. Mauritiana a une rôle défensif. Associé parfois à Commiphora africana.		
Calendrier:	Floraison d'Octobre à Janvier		

Nom:	ZIZIPHUS MUCRONATA		
Synonymes:	Z. mitis	Famille:	RHAMNACEES
Noms peul:	Dabiforu - Gulijabi - Gulunjaabi - Ngulunjaabi		
Noms français:	Jujubier de la hyène		
Noms hausa:			
Description:	Arbuste sarmenteux, ou arbre (jusqu'à 3 m)		
Distribution:	Toutes régions semi-arides d'Afrique. Savanes guinéennes et soudaniennes.		
Stations:	Berges, surfaces inondées, mais aussi éboulis, termitières, crêtes, s'adapte à beaucoup de sols.		
Utilisations:	Fourrage (feuilles, fruits) -- Médecine -- Alimentation de famine -- Succédané de café -- Bois de feu et charbon -- Clôtures, huttes, outils -- Tannin -- Fleurs mellifères.		
Télé-détection:	Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse		
Observations générales:	Très répandu et assez commun. Disséminé		
Calendrier:			

Nom: ZIZIPHUS SPINA-CHRISTI

Synonymes: Ziziphus amphibia      Famille: RHAMNACEES

Noms peul: Ngulunjaabi

Noms français:

Noms hausa:

Description: Arbuste (4 à 5 m), ou arbre (15 à 20 m). cime arrondie et ouverte.

Distribution: Zone saharienne et sahélienne.

Stations: Rives des marigots. sols temporairement inondés. Conditions édaphiques moyennes.

Utilisations: Fourrage -- Alimentation (fruits) -- Décoration -- Ombrage -- Bois (outils, meubles, pieux) -- Ebénisterie -- Médecine -- Bois de feu -- Charbon

Télé-détection: Développement multidirectionnel du dendrigé et paliphyse

Observations générales: Forme des fourrés impénétrables. Espèce introduite. Commun. localement grégaire.

Calendrier:



## **"Liste des Associations Végétales de la Région de MAROUA"**

*Tiré de : Légende des formations végétales selon G. FOTIUS -  
Feuille MAROUA, au 1/200 000 ère - 1982  
(non publiée)*

**N.B.**

Sur la feuille des relevés phytogéographiques de G. FOTIUS, de la région de Maroua, seules sont prises en compte les formations végétales qui concernent la zone photographiée par le satellite SPOT, début 1986.

FORMATIONS VEGETALES DES ZONES ROCHEUSES.

- R 0. CHAOS ROCHEUX  
*Ficus abutilifolia*, *Jasminum ovalifolium*, *Vitex ferrugina*, *Croton zambesicus*, *Arthraxon lansifolius*,  
*Actinoptéris radiata*  
 Herbacées :  
 ex : Hossère Goboré et dôme de Djoulgouf.
- R.11 RELIEFS ROCAILLEUX.  
 Groupement à *Terminalia brownii* et *Lannéa microcarpa*.  
 Autres espèces : *Commiphora africana*, *Haématostaphus bartéri*  
 Herbacées : *Cymbopogon giganteus* et *Héteropogon contortus*  
 ex : Rocher de Balda.
- R 3 RELIEFS A ROCHE ALTEREE  
 Groupement à *Boswellia Dalzielii* et *Lannea acida*  
 Autre espèce : *Acacia Hockii*  
 Herbacées : *Dihéteropogon amplexans*, *Panicum nigerense* et *Cymbopogon giganteus*  
 ex : région de Maroua.

13 ACACIA SEYAL

- 13 Groupement à *Acacia seyal* et *Panicum anabaptistum*,  
 sur vertisol.  
 Autre herbacée : *Echinochloa obtusiflora*.
- 13+841 idem+ Formation anthropique à *Acacia albida*.  
 avec *Ziziphus mauritiana* et *Hyphaene thébaïca* sur  
 sable  
 Herbacées : *Loudetia togoensis* et *Panicum laetum*.
- 130 Groupement à *Acacia seyal* et *Balanites aegyptiaca*  
 Forme de dégradation sur sol argileux ou vertisol  
 Herbacées : *Loudetia togoensis* et *Panicum laetum*.
- 131 Groupement à *Acacia seyal* et *Ziziphus mauritiana*;  
 Faciès de Jachère sur sol argilo-sableux  
 Herbacées : *Panicum laetum*, *Loudetia togoensis*, et  
*Setaria pallide-Fusca*.
- 133 Groupement à *Acacia seyal* et *Acacia Hockii*  
 Jachères surtout  
 Herbacées : *Echinochloa obtusiflora*, *Andropogon pinquipes*.
- 136 Groupement à *Acacia seyal* et *Piliostigma reticulatum*;  
 sur sol plus ou moins vertique  
 Autres espèces : *Combretum elliotii*, *Combretum glutinosum*  
 Herbacées; *Echinochloa obtusiflora*, *Panicum laetum* et  
*Schizachyrium exile*.

- 13+26 Groupement à *Acacia seyal* et *Panicum anabaptistum* sur vertisol; +Groupement forestier à *Mitragyna inermis*, *Crateva religiosa*, sur bas-fonds argileux Herbacées; *Panicum anabaptistum*, *Oryza longistaminata*, et *Echinochloa pyramidalis*.
- 130+36 Groupement à *Acacia seyal* et *Balanitès aegyptiaca*.  
+171 Forme de dégradation. + Yaéré fortement inondable + Faciès à *Bauhinia rufescens* et *Ziziphus mauritiana* sur sol sableux.

#### 14 TAMARINDUS INDICA

- 14 Groupement à *Tamarindus indica*  
Zones très dégradées, argileuses ou sur plateau. Dans ce dernier cas, c'est un faciès de relief dégradé.  
Autres Espèces : *Anogeissus leiocarpus*, *Lanea humilis* et *Acacia sieberiana*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Schoenfeldia gracilis* et *Tétrapogons*.

#### 16 ACACIA HOCKII

- 162 Groupement à *Acacia Hockii* et *Ziziphus mauritiana* sur sol argileux-caillouteux.  
autres espèces; *Combretum glutinosum* et *nigricans*  
Herbacées : *Schizachyrium exile*, *Loudetia togoensis* et *Aristida hordeacea*.
- 165+ Groupement à *Acacia Hockii* et *Ziziphus mauritiana* sur  
133 sol argileux humide.  
Autres espèces : *Piliostigma réticulatum* *Acacia seyal* et *Pseudocedrela kotschyi*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Panicum laetum* et *Setaria-pallide-Fusca*.  
Groupement à *Acacia seyal* et *Acacia Hockii*.

#### 17 BALANITES AEGYPTIACA

- 17 Groupement à *Balanitès aegyptiaca* et *Combretum aculeatum* de dégradation forte  
Autre espèce : *Cissus quadrangularis*.  
Herbacées : *Sporobolus cordofanus*, *Zornia glochidiata*
- 17+26 idem+ Groupement forestier à *Mitragyna inermis* et *Crateva religiosa* des bas-fonds argileux, avec *Panicum anabaptistum*, *Oryza longistaminata* et *Echinochloa pyramidalis*.
- 174 Groupement à *Balanitès aegyptiaca* et *Guiera sénégaleensis*, sur sable  
Autres espèces : *Sclerocarya birrea* et *Acacia ataxacantha*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata* et *Sporobolus festivus*.

- 175 Groupement à *Balanitès aegyptiaca* et *Acacia seyal*;  
sur sol argileux hydromorphe.  
Autres espèces : *Anogeissus leiocarpus* et *Acacia Hockii*  
Herbacées : *Panicum laetum*, *Sétaria pallide-Fusca* et  
*Sporobolus cordofanus*.
- 174 Groupement à *Balanitès aegyptiaca* et *Guiera*  
+673 *sénégalensis* sur sable (cf ci-dessus)+  
Formation mixte de transition, ou mosaïque, à  
*Anogeissus leiocarpus* et *Acacia seyal*. (Faciès  
hydromorphe)  
Autres espèces : *Acacia Hockii* et *Acacia polyacantha*.  
Herbacée : *Panicum anabaptistum*.
- 175+26 Groupement à *Balanitès aegyptiaca* et *Acacia seyal* sur  
sol argileux hydromorphe  
+le Groupement forestier à *Myragina inermis* et  
*Crateva religiosa*; des bas-fonds argileux.  
Herbacées : *Panicum anabaptistum*, *Oryza* et  
*Echinochloa*.

#### 18 ACACIA HEBECLADOIDES.

Groupement à *Acacia hebecladoides* et *Anogeissus leiocarpus* sur "naga" perméable.  
Autres espèces : *Balanitès aegyptiaca* et *Combretum glutinosum*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata* et  
*Schizachyrium exile*.

#### 26 GROUPEMENT FORESTIER

- 26 Groupement forestier à *Myragina inermis* et *Crateva religiosa*  
Bas-fonds argileux.  
Herbacées : *Panicum anabaptistum*, *Oryza longistaminata* et  
*Echinochloa pyramidalis*.
- 26+413 idem+  
Jachère à *Guiera sénégaleensis* et *Anogeissus leiocarpus*;  
sur sols sableux compact.  
Autres espèces : *Sterculia setigera* et *Balanitès aegyptiaca*  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata* et  
*Andropogon pseudapricus*.

#### 3 SOLS HYDROMORPHES. ZONE PLUS OU MOINS INONDABLE

- 321 Groupement à *Acacia seyal* de reconstitution sur sol  
hydromorphe: (KARAL)  
(Intermédiaire entre 46 et 130-132)  
46 : Jachère sur sol très hydromorphe (Karal) avec de  
très rares arbustes (*A. seyal*)

- 130-132 : Groupement à *A. seyal*, *B. aegyptiaca* et *M. inermis*  
Herbacées : *Acrocerus amplexans* et *Echinochloa obtusiflora*
- 34 Groupement à *Acacia seyal* et *Balanites aegyptiaca* variante du 13 (*A. seyal* et *Panicum anabaptistum* sur vertisol) en bordure de Yaéré verticale ou Jachère.  
Autre espèce : *Piliostigma reticulatum*  
Herbacées : *Pennisetum ramosum*, et *Echinochloa colonum*.
- 341 Faciès hydromorphe du 34 (cf ci-dessus) à *Acacia seyal* et *Ziziphus mauritiana*.  
Autre espèce : *Piliostigma reticulatum*  
Herbacées : *Pennisetum ramosum*, *Oryza longistaminata* et *Panicum anabaptistum*
- 352 Marais sur vertisol à inondation forte à moyenne  
*Vetiveria nigritana*, *Oryza longistaminata*,  
*Echinochloa* et *Panicum anabaptistum*.
- 36 Yaéré fortement inondable à :  
*Echinochloa stagnina*, *Echinochloa pyramidalis*, *Oryza longistaminata* et *Helcocharis dulcis*.
- 361 Faciès à *Sesbania microphylla* et *Melochia corchorifolia* des yaérés à inondation moins fortes.  
(?)
- 371 Yaéré à *Oryza longistaminata* et *Vetiveria nigritana*.  
Autres espèces : *Terminalia macroptera* (dispersés)  
*Helcocharis acutangula*.
- 372 Yaéré à *Oryza longistaminata* et *Acrocerus amplexans*
- 373 Yaéré à *Oryza longistaminata* et *Echinochloa obtusiflora*.  
Mosaïque 372+13 (Yaéré à *Oryza* et *Acrocerus amplexans*/*Acacia seyal* et *P. anabaptistum* sur vertisol) à faciès de jachère sur vertisol  
Ligneux très clairs : *Ziziphus mauritiana*,  
*Piliostigma reticulatum*, *Acacia seyal* et *Acacia polyacantha*.
- 374 Yaéré à *O. longistaminata* et *Echinochloa pyramidalis*.  
Faciès dégradé ou à inondation plus faible  
Ligneux présents : *Mitragyna inermis* et *Mimosa pigra*  
Autre herbacée : *Hyparrhenia rufa*
- 382 Faciès à *Echinochloa pyramidalis*  
inondation de durée plus longue.
- 391 Groupement à *Panicum anabaptistum* et *Ischaemum afrum*,  
sur vertisol à fort microreliefs  
Ligneux : *Mitragyna inermis*. (rare)  
Autre herbacée : *Pennisetum ramosum*.

230

- 392 Groupement à *Panicum anabaptistum* et *Vetiveria nigritana*  
Bordure de Yaéré verticale  
Ligneux : *Mitragyna inermis* et *Piliostigma reticulatum*.
- 394 Groupement à *Panicum anabaptistum* et *Loudetia togoensis*, sur vertisol faiblement inondable.
- 395 Groupement à *Panicum Anabaptistum* et *Hyparrhénia glabriuscula*, souvent sur plaine d'épandage plus ou moins verticale  
Autre espèce : *Hyparrhénia rufa*
- 394+ Groupement à *Panicum anabaptistum* et *Loudetia togoensis* sur vertisol faiblement inondable,  
413 + Jachère à *Guiera sénégaleensis*, *Anogeissus leiocarpus*  
Sur sol sableux compact.
- 40 Villages avec leurs auréoles de dégradation et cultures, à :  
*Azadirachta indica*, *Balanitès aegyptiaca*, *Ficus Scott Elliotii*, *Cassia tora*, *Dactyloctenium aegyptium*,  
*Acantha spirmum hispidum*
- 408 Même groupement avec *Hyphaene thebaica* abondant et *E. tremula*.  
Groupement de Jachère nette, avec *Pennisetum pedicellatum*, du 41 au 474
- 411 Jachère à *Guiera Sénégaleensis* et *Sclérocarya birréa* sur sol sableux.  
Autre espèce : *Bombax costatum*  
Herbacées : *Eragrostis trémula* et *Zornia glochidiata*
- 41 Jachère à *Guiera sénégaleensis* et *Acacia albida* sur sol sableux  
Autres espèces : *Prosopis africana* et *Annona sénégaleensis*;  
Herbacées : *Brachiaria xantholeuca* et *Chloris pilosa*
- 412 Jachère à *Guiera sénégaleensis* et *Combretum hypopilinum*, sur sol sableux dunaire  
Autres espèces : *Prosopis africana*, *Détarium microcarpum*, *Ambligonocarpus andongensis*.  
Herbacées : *Zornia glochidiata*, *Brachiaria xantholeuca* et *Brachiaria disticophylla*
- 413 Jachère à *Guiera sénégaleensis* et *Anogeissus leiocarpus*, sur sol sableux compact.  
Autres espèces : *Sterculia sétigera* et *Balanitès aegyptiaca*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata*, *Andropogon pseudapricus*.
- 42 Jachère à *Combretum hypopilinum* et *Hyménocardia acida*, sur sable.  
Autre espèce : *Terminalia avicennioidès*.  
Herbacées : *Digitaria gayana* *Schizachirium exile*, et *Aristida kerstingii*.

- 422 Faciès à *Guiera senegalensis* de la Jachère à *Combretum hypopilinum* et *Combretum glutinosum*, en bas-fond sableux, plus ou moins argileux  
Autres espèces : *Terminalia laxiflora* et *Piliostigma thonningii*  
Herbacées : *Loudetia togoensis* et *Andropogon pseudapricus*
- 45 Jachère à *Piliostigma reticulatum* et *Acacia seyal*, sur sol très hydromorphe. (Karal)  
Les ligneux sont très dispersés.  
Herbacées : *Acrocerus amplexans*, *Cyperus procerus*, et *Borreria filifolia*.
- 451 Jachère à *Piliostigma reticulatum* et *Sterculia setigera*, sur sable compact.  
Autres espèces : *Balanites aegyptiaca* et *Guiera senegalensis*  
Herbacées : *Panicum laetum*, *Hyparrhénia bagirmica* et *Chloris pilosa*
- 452 Jachère à *Piliostigma reticulatum* et *Ziziphus mauritiana*, sur sable plus ou moins argileux  
Autres espèces : *Anogeissus leiocarpus* et *Balanites aegyptiaca*.  
Herbacées : *Andropogon pseudapricus*, *Setaria pallide-fusca* et *Echinochloa colonum*.
- 453 Jachère (en groupement) à *Piliostigma reticulatum* et *Combretum elliotii*, sur sol hydromorphe semi-vertique.  
Autre espèces : *Combretum glutinosum* et *Acacia seyal*.  
Herbacées : *Loudetia simplex*; *Panicum afzelii* et *Panicum anabaptistum*.

#### 46 ACACIA SEYAL

- 46 Jachère à sol très hydromorphe (Karal) avec de très rares arbustes: *Acacia seyal*. Très proche de 45.  
Herbacées : *Acrocerus amplexans*, *Panicum laetum* et *Cyperus pustulatus*.
- 461 Jachère à *Acacia seyal* en zone sèche argileuse. (semi-naga) autres espèces : *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca* et *Combretum glutinosum*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Chysochloa hindsii* et *Zornia glochidiata*.

#### 47 ZIZIPHUS MAURITANIA

- 47 Jachère à *Ziziphus mauritania* et *Acacia seyal*. Sur sol sablo-argileux.  
Autre espèce : *Guiera senegalensis*.  
Herbacées : *Andropogon pseudapricus*, *Panicum laetum* et *Setaria pallide-fusca*.

232

47

+18

= idem + Groupement à *Acacia hebecladoides* et *Anogeissus leiocarpus*, sur naga perméable.  
Autres espèces : *Balanites aegyptiaca* et *Combretum glutinosum*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata* et *Schizachyrium exile*.

471

Jachère à *Ziziphus mauritiana* et *Acacia Hockii*, sur basses pentes plus ou moins caillouteuses.  
Autres espèces : *Anogeissus leiocarpus* et *Sclérocarya birréa*.  
Herbacées : *Hyparrhénia bagirmica* et *Andropogon pseudapricus*.

472

Jachère à *Ziziphus mauritiana* sur sol plus ou moins vertique, argileux.  
Autres espèces : *Acacia seyal* et *Piliostigma reticulatum*.  
Herbacées : *Panicum laetum*; *Setaria pallide-fusca* et *Loudetia togoensis*.

471

Jachère à *Ziziphus mauritiana* et *Acacia Hockii*  
+236 (cf.ci-dessus) +Groupement à *Acacia seyal* et *Piliostigma reticulatum* sur sol plus ou moins vertique.  
Autres espèces : *Combretum* spp.

474+26

Jachère à *Ziziphus mauritiana* et *Piliostigma reticulatum*, sur sol sablo-argileux.  
Autres espèces : *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca* et *Sclérocarya birréa*.  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Schoenefeldia gracilis* et *Andropogon pseudapricus*.  
+ Groupement forestier à *Mitragyna inermis* et *Crateva religiosa*, des bas-fonds argileux.

#### 54 PILIOSTIGMA THONNINGII

545

Groupement à *Piliostigma thonningii* et *Piliostigma reticulatum*, sur sol semi-vertique. (vieille jachère ?).  
Autre espèce : *Acacia seyal*.  
Herbacées : *Loudetia simplex*, *Diheteropogon amplectens* et *Panicum anabaptistum*.

#### 6 ANOGEISSUS LEIOCARPUS

62

Groupement à *Anogeissus leiocarpus*, *Sclerocarya birréa* et *Guiera senegalensis* sur sable.  
Autre espèce : *Securinega virosa*  
Herbacées : *Eragrostis tremula*, *Brachiaria xantholeuca* et *Borreria radiata*.

62+13

idem + Groupement à *Acacia seyal* et *Panicum anabaptistum*, sur vertisol.  
Herbacées : *Echinochloa obtusiflora*.

- 62+26 idem + Groupement forestier à *Mitragyna inermis* et *Crateva religiosa* des bas-fonds argileux.
- 62+13 (Mosaïque) *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia seyal*, *Panicum anabaptistum*, *Mitragyna inermis*, *Crateva religiosa*, des bas-fonds argileux plus ou moins vertiques. Autres herbacées : *Eragrostis tremula*, *Echinochloa obtusiflora*, *Oryza longistaminata* et *Echinochloa pyramidalis*.
- 63+18 Groupement à *Anogeissus leiocarpus*, *Sterculia setigera*, *Sclerocarya birrèa* sur sol sablo-argileux. Herbacées : *Hyparrhènia bagirmica*, *Loudetia togoensis* et *Loudetia simplex*.  
+ Groupement à *Acacia hebecladoides* et *Anogeissus leiocarpus* sur naga perméable. Autres espèces : *Balanites aegyptiaca*, *Combretum glutinosum*. Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Schyzachirium exile* et *Zornia glochidiata*
- 63+18/2 idem + *Terminalia macroptera*.
- 631 Faciès à *Hexalobus monopetalus*, *Combretum glutinosum* et *Detarium microcarpum* sur sol compact. Herbacées : *Hyparrhènia bagirmica*, *Aristida kerstingii* et *Loudetia simplex*.
- 63/2 Groupement 63 à *Anogeissus leiocarpus* + *Terminalia macroptera*
- 65+151 Groupement à *Anogeissus leiocarpus*, *Sterculia setigera*, *Combretum glutinosum*, sur sol argilo-sableux. Autres espèces : *Terminalia laxiflora* et *Crossopteryx febrifuga*  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Sporobolus festivus* et *Tephrosia bractéolata*.  
+ Groupement à *Balanites aegyptiaca* et *Lannèa humilis*, des sols de naga sèche. Autres espèces : *Férétia apodanthera*, et *Dalbergia mélanoxylon*. Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Schoenefeldia gracilis* et *Chrysochloa hindsii*
- 65/5+  
151 idem + *Vitellaria paradoxa*
- 653 Faciès à épineux sur sol argileux sec avec : *Acacia Hockii* (dominant) *Acacia hebecladoides* et *Acacia seyal*. Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Andropogon pseudapricus* et *Andropogon fastigiota*.
- 654 Faciès à *Combretum hypolinum* (avec *Combretum glutinosum* abondant) des zones dégradées en mosaïque. (sud Bongor)  
Herbacées : *Loudetia togoensis*, *Scleria tessellata* et *Panicum anabaptistum*

234

- 673 Formation mixte de transition ou mosaïque à *Anogeissus leiocarpus* et *Acacia seyal*.  
Faciès hydromorphe du 653. (faciès à épineux sur sol argileux sec)  
Autres espèces : *Acacias Hockii* et *polyacantha*.  
Herbacées : *Panicum anabaptistum*
- 673 idem + Groupement forestier à *Mitragyna inermis* des bas-fonds argileux.  
Herbacées : *P. anabaptistum*, *Oryza longistaminata*, et *Echinochloa pyramidalis*.

#### 7 FORMATIONS SUR SABLES

- 71 Jachère à *Guiera sénégalsensis*, *Sclerocarya birréa* et *Terminalia avicennioides* sur sable.  
Herbacées : *Eragrostis tremula*, *Aristida mutabilis* et *Loudetia togoensis*.
- 711 Variante à *Combretum glutinosum* et *Ziziphus mauritiana*, sur sable.  
Herbacées : *Eragrostis tremula*, *Aristida mutabilis* et *Dactyloctenium aegyptium*.
- 72 Groupement à *Sclerocarya birréa* et *Detarium microcarpum*, sur dunes  
Autres espèces : *Amblygonocarpus andongensis*, *Schwartzia madagascariensis*.  
Herbacées : *Aristida mutabilis*, *Tephrosia platycarpa*, et *Aristida stipoides*.
- 721 Faciès à *Anogeissus leiocarpus* et *Pterocarpus érinacéus* sur sable humide. (ou jachère ancienne)  
Herbacées : *Eragrostis tremula*, *Cténium élégans* et *Zornia glochidiata*.
- 73 Même groupement 72 (*S. birréa*, *Detarium microcarpum*, sur dunes) avec *Sécurinaga virosa* et *Piliostigma thonningii*. Faciès de jachère plus récente que 721  
Herbacées : *Pennisetum pedicellatum* et *Schizachyrium exile*.

#### 8 FORMATIONS ANTHROPIQUES à ACACIA ALBIDA (très variables dans leurs compositions)

- 841 *Acacia albida* avec *Ziziphus mauritiana* et *Hyphaene thébaïca*, sur sable ou arène sableuse.
- 842 *Acacia albida* avec *Anogeissus leiocarpus* et *Balanites aegyptiaca*. Dégradation du 631 ou 634.  
(Faciès à *Hexalobus monopetalus* et *Comb. glutinosum* sur sol compact/Faciès à *Comb. glutinosum* sur sol hydromorphe ou jachère ancienne).

- 843 Acacia albida avec Ziziphus mauritiana et Acacia seyal sur sol argilo-sableux.
- 843 idem+Groupement à Acacia seyal et Piliostigma réticulatum sur sol plus ou moins vertique.  
+136 Autre espèce : Combretum spp.
- 844 Acacia albida avec Guiera senegalensis et Sclérocarya birréa sur sable.
- 847 Acacia albida avec Anogeissus leiocarpus et Acacia sieberiana souvent sur terrasses fluviatiles.
- 842/1 Acacia albida avec A. leiocarpus et Balanites aegyptiaca + Daniella oliveri.
- 849 Acacia albida avec Piliostigma reticulatum et Ziziphus mauritiana, sur bourrelets exondés du Logone.

Extrait de : "Les sols de la vallée de la Bénoué, de Lagdo au confluent du Faro". Etude au 1/25 000. Yaoundé, Centre ORSTM 1975

-51-

NOMS VERNACULAIRES DES PLANTES LES PLUS COMMUNES  
(langue fulfulde)

BARKEHI, BARKEDJI	= <i>Piliostigma thonningii</i>
	= <i>Piliostigma reticulatum</i>
BAOUCHI	= <i>Terminalia glaucescens</i>
BOBORI	= <i>Lanea Barteri</i> (ou <i>Kerstingii</i> )
BORE	= <i>Ipomea aquatica</i>
BOURGOU	= <i>Echinochloa stagnina</i>
DEDIDJIRE, DIRIGUIRE	= <i>Schyzachirium</i> sp.
DINGALE	= <i>Gardenia erubescens</i>
DOUKOUDJE	= <i>Annona senegalensis</i>
FALAO	= <i>Andropogon gayanus</i>
GALBIHI	= <i>Vitex cuneata</i>
GALBIOUAL	= <i>Phyllanthus muellerianus</i>
GANKI	= <i>Celtis integrifolia</i>
GANZANZE	= <i>Mimosa pigra</i>
GUIEI	= <i>Acacia sieberiana</i>
GOLOMBE	= <i>Stereospermum kunthianum</i>
GOULOUM DJABE	= <i>Ziziphus mucronata</i>
IAMDOU	= <i>Bridelia scleroneura</i>
IBI	= <i>Ficus</i> sp. ( <i>gnaphalocarpa</i> )
IRIM BICHEHI	= <i>Ficus capensis</i>
JIR GAHI	= <i>Bauhinia rufescens</i> (?)
JABI	= <i>Ziziphus abyssinica</i> ou <i>Tamarindus indica</i>
KAREHI	= <i>Butyrospermum parkii</i>
KATKADE	= <i>Alysicarpus glumaceus</i>
KAYARE	= <i>Echinochloa pyramidalis</i> ou <i>Paspalidium</i> sp.
KODA	= <i>Terminalia laxiflora</i>
KODJOLI	= <i>Anogeissus leiocarpus</i> et <i>schimperi</i>
KOHI	= <i>Prosopis africana</i>
KOLE	= <i>Mitragyna inermis</i>
KOUDI	= <i>Sesbania</i> sp.
KOULAOUANE	= <i>Terminalia laxiflora</i>
LALO	= <i>Corchorus fascicularis</i>
LEKOI	= <i>Ammania gracilis</i>
LOGO	= <i>Eragrostis</i> sp. ( <i>namaquensis</i> ?)
LOGLOGAL	= <i>Bechenopsis uniseta</i>
NANARE	= <i>Oryza bartii</i>
NELBI	= <i>Diospyros mespiliformis</i>
OUDOGNIWA	= <i>Andropogon gayanus</i>
OULOUNDE	= <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>subangustum</i>
OUSDE, OUSKI	= <i>Combretum ghasalense</i> , <i>binderianum</i> ...
PADE OUANDO	= <i>Albizzia chevalieri</i> et <i>Entada abyssinica</i>
PATARLAHI	= <i>Acacia campylacantha</i>
SABOLE	= <i>Ximenia americana</i>
SAME	= <i>Securinega virosa</i>
SEHUKO	= <i>Eragrostis turgida</i>
SOBARIA	= <i>Hyparrhenia rufa</i>

SOHO	= Imperata cylindrica
SODORNDE	= Vetiveria nigritana
SOSSIKININGEL	= Hyparrhenia rufa
SOUKAWARE	= Hyparrhenia subplumosa
TAGOL	= Echinochloa pyramidalis
TAPO	= Panicum sp.
TOUMODE OUANDO	= Strychnos spinosa

## BIBLIOGRAPHIE

Atlas Jeune-Afrique, 1982: Cameroun, Editions Jeune-Afrique, Paris.

BEAUDOU A., BLIC P.de, CHATELIN Y., COLLINET J., FILLERON J.C., GUILLAUMET J.L., KAHN J.F., ZUELI K.B., RICHARD J.F. 1977: *Recherche d'un langage transdisciplinaire pour l'étude du milieu naturel (tropiques humides)*, Travaux et Documents ORSTOM n 91, 143 p.

BEAUDOU A., 1988: *Recherche d'un système d'information pour le milieu physique, une méthode de saisie et de traitement des données géopédologiques appliquées aux régions tropicales*, thèse de Géographie sous la direction de G.Beaudet, Université Paris I, à paraître dans éditions de l'ORSTOM.

BERNUS et al. 1983 et suivantes: *Programme Archéologique d'urgence, la région d'In Gall - Tegidda n-Tesemt (Niger)*, Etudes Nigériennes n 47, 48, 49, 50, Paris - Niamey.

BEZPALY I. 1984: *Les plantes cultivées en Afrique Occidentale*, éditions Mir, Moscou.

BOUTRAIS et al. (collectif), 1984: *Le Nord du Cameroun, des hommes, une région*, Mémoire ORSTOM n 102, ORSTOM, Paris.

BRABANT P. et GAVAUD M. 1985: *Les sols et les ressources en terres du Nord-Cameroun*, ORSTOM / MESRES (IRA), Paris, Yaoundé.

CHATELIN Y., MARTIN D., 1972: *Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques*, Cahiers ORSTOM série Pédologie, 10,1, 25-44.

FOTIUS G. 1982: *Carte phyto-géographique de Maroua, légende des formations végétales*, 1/200 000, ORSTOM, non publié.

LAMOTTE M., à paraître: *Rôle de l'anthropisation ancienne et actuelle sur la dégradation des sols en hardé au Nord-Cameroun*, sous la direction de G.Pedro, Université Paris IV, à soutenir à la fin de 1990.

MARLIAC A. 1981: *Etat des connaissances sur le Paléolithique et le Néolithique au Cameroun*, Colloque International CNRS "Contribution de l'ethnologie à l'histoire des civilisations du Cameroun, Paris, 1973, Colloque International du CNRS n 551 vol.1, 27-77.

MARLIAC A. 1983: *Pour une approche pluridisciplinaire d'un problème préhistorique: les peuplements néolithiques et post-néolithiques au Nord du Cameroun*, 1 *Symposium International "Archéologie Africaine et Sciences de la Nature appliquées à l'Archéologie"*, Bordeaux, sept.1983, ACCT-CNRS-GMPCA, 305-314.

MARLIAC A. 1985 (révisé 1987): *L'Age du Fer au Cameroun septentrional: le site de Salak au Diamaré*, ORSTOM-LATAH / MESRES, multigraphié, 235 p.

MARLIAC A. 1988: *L'Age du Fer au Cameroun septentrional, le site de Goray au Diamaré*, ORSTOM-LATAH / MESRES, multigraphié, 155 p.

MARLIAC A. 1988: *L'Age du Fer au Cameroun septentrional: le site de Mongossi dans la plaine du Logone*, ORSTOM-LATH / MESRES, multigraphié, 267 p.

MARLIAC A. et PONCET Y. 1986: *Une expérience d'application de la télédétection spatiale à l'anthropologie: l'étude des peuplements anciens du Diamaré (Cameroun Septentrional)*, ORSTOM, *Cahiers des Sciences Humaines*, 22 (2), 159-183.

ORMAUX S. 1987: *Paysages et géotypes*, *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 2, 157-161.

PONCET Y. 1986: *Images spatiales et paysages sahéliens, une étude régionale des milieux naturels par télédétection*, Azawagh, République du Niger, *Travaux et Documents n 200*, ORSTOM, Paris, 255 p. cartes h.t.

PONCET Y. 1984: La télédétection spatiale dans un inventaire géographique à petite échelle, *L'Espace Géographique* n 3, 173-184, 289.

PONCET Y. 1983: Minerais et exploitations métallurgiques: une réflexion géographique, *Métallurgies Africaines, Nouvelles contributions*, ed. par N.Echard, Mémoire de la Société des Africanistes n 9, 199-208.

POUGET J.M. et MULDER P. 1988: Description of landscape surface for correlation with remote sensing data, *International Agrophysics*.

RECLUS E. 1906 réédité 1982: *L'Homme et la Terre*, Maspéro-La Découverte, 2 vol.

RICHARD J.F., KAHN F., CHATELIN Y., 1977: Vocabulaire pour l'étude du milieu naturel (tropiques humides), *Cahiers ORSTOM série Pédologie*, 10,1, 43-62.

ROUPSARD M. 1987: *Nord-Cameroun, ouverture et développement*, thèse, Université de Paris X - Nanterre, impression Claude Bellée, Coutances (Manche)..

SEIGNOBOS C. 1978: Les systèmes de défense végétaux pré-coloniaux, paysages de parcs et civilisations agraires au Tchad et Nord-Cameroun, *Annales de l'Université du Tchad*.

SEIGNOBOS C. 1980: Des formations végétales dans la zone soudano-sahélienne (Tchad et Nord-Cameroun), *Cahiers Orstom série Sc.Hum.* n spécial *L'Arbre*, vol.XVII, n 3-4: 191-222.

SEIGNOBOS C. 1981: L'arbre et la cité dans la zone soudano-sahélienne, *Revue de Géographie du Cameroun*, vol.2 n 1.

SEIGNOBOS C. 1982: Matières grasses, parcs et civilisations agraires, *Les Cahiers d'Outre-Mer* vol.35 n 139.

SEIGNOBOS C. 1982: Végétations anthropiques dans la zone soudano-sahélienne: la problématique des parcs, *Revue de Géographie du Cameroun* vol.III n 1.

TRIBOULET C. 1986: *Typologie des paysages naturels et humanisés du Nord-Cameroun*, mémoire de maîtrise sous la direction de M.Hotyat, Université Paris VII, 220 p. multigraphiées et ill.

SUCHEL J.B. 1972: *La répartition des pluies et des régimes pluviométriques au Cameroun, contribution à l'étude des climats tropicaux*, CEGET, Talence, microfiche.

TRIBOULET C. 1987: *Evolution des milieux en liaison avec les peuplements*, mémoire de DEA sous la direction de J.Boutrais, EHESS, Paris, 210 p. multigraphiées et ill.

WESTPHAL E. et al. 1985: *Cultures vivrières tropicales, avec références spéciale au Cameroun*, PUDOC, Wageningen (Pays-Bas).

WIEBER J.C. 1987: *Le paysage, questions pour un bilan*, *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 2, 143-155.