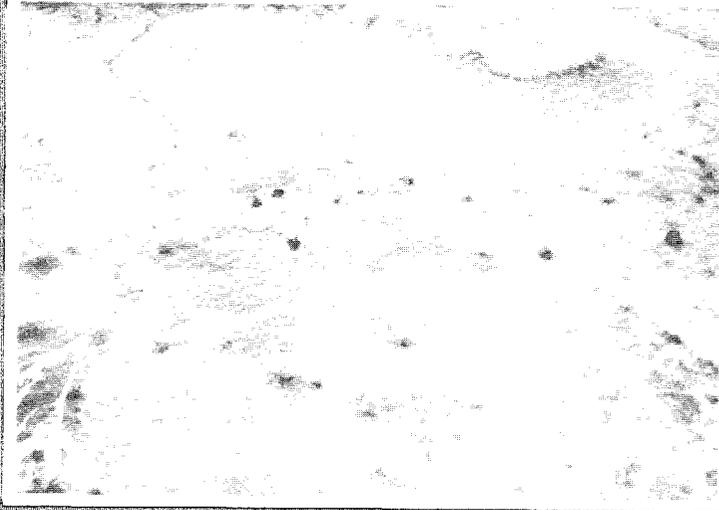


Amenagement
Integre des
Bassins Versants
Agricoles
(IMAW)



Caracterisation d'un
Site de Recherche
Pres de
Hamdallaye, Niger

Photos de couverture

Gauche: Une petite communauté de paysans entourée par un paysage érodé.

Droite: "Brousse tigrée" ou fourrés similaires à une peau de tigre, sur le plateau latéritique.

Imprimé par The Fuller Corporation
2023 Texas Avenue, Bryan, Texas.

**AMENAGEMENT INTEGRE DES BASSINS VERSANTS AGRICOLES
(IMAW)**

**CARACTERISATION D'UN SITE DE RECHERCHE PRES DE
HAMDALLAYE, NIGER**

Bulletin de TropSoils No. 91-03

Novembre, 1991

8

**AMENAGEMENT INTEGRE DES BASSINS VERSANTS AGRICOLES
(IMAW)
CARACTERISATION D'UN SITE DE RECHERCHE PRES DE
HAMDALLAYE, NIGER**

Chercheurs de TAMU/TropSoils à Niamey

Andrew Manu
Stephen C. Geiger
Anne Pfordresher

Consultants Techniques

Ellen Taylor-Powell
Saadou Mahamane

Chercheurs Collaborateurs de l'INRAN

Mamadou Ouattara
Mahamane Issaka
Moussa Salou

Chercheurs Collaborateurs de TAMU

Anthony S. R. Juo
Ruben Puentes
Lawrence P. Wilding

Bulletin de TropSoils No. 91-03. Publié par le Programme pour une Assistance à la Recherche Conjointe (CRSP) dans l'Aménagement de Sol, Box 7113, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7113 - en collaboration avec le Département des Sciences de Sol & des Cultures, Texas A&M University, College Station, U.S.A.; l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey, République du Niger; et l'Agence des Etats-Unis pour le Développement International (USAID) - Niamey, Niger. Imprimé sur du papier recyclé.

Novembre, 1991

B

Préface

L'Université de Texas A&M (TAMU), le Programme de Recherche Conjoint pour l'Aménagement des Sols (TropSoils), et l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN) ont collaboré à la planification d'un projet conjoint pour l'Aménagement Intégré des Bassins Versants Agricoles du Niger (IMAW). Un but principal du projet est la promotion de la productivité agricole et le rehaussement de la ressource naturelle de base en intégrant le savoir-faire paysan aux technologies améliorées d'aménagement des sols, de gestion des cultures, du cheptel et de la végétation, dans un bassin versant bien défini. Une proposition a été soumise, en 1989, à la Mission de l'Agence pour le Développement International (USAID) à Niamey, pour une assistance et un financement.

Dans ce rapport se trouvent les résultats des études menées, au cours de la saison culturale de 1989 dans une portion du bassin versant de Hamdallaye, sur la caractérisation du site et la faisabilité en évaluant la possibilité d'aménagement du petit bassin versant pour une productivité soutenue à l'ouest du Niger. Le site de Hamdallaye a été choisi car Dr Mamadou Ouattara de l'INRAN y avait préalablement menée une étude.

Beaucoup de personnes ont contribué à la réalisation de cette étude. Drs A.S.R Juo et Ruben Puentes ont joué un rôle important dans la planification de cette étude et ultérieurement, dans l'élaboration et l'exécution du projet pour l'Aménagement Intégré du Bassin Versant Agricole du Niger (IMAW). Drs Andrew Manu, Stephen C. Geiger, et Ms. Anne Pfordresher, chercheurs de TropSoils basés à l'INRAN, ont collecté et intégré les données de sol dans ce rapport.

Dr Ellen Taylor-Powell a été recrutée pour mener une enquête sur le savoir-faire paysan des communautés de cultivateurs du bassin versant. Professeur Saadou Mahamane de l'Université de Niamey a conduit l'enquête sur la végétation. M. Moussa Salou a supervisé l'analyse des échantillons de sol. Ms. Anne Pfordresher, Dr Larry Wilding et M. Mahamane Bachir se sont occupés du système d'informations géographiques (GIS) pour l'intégration des données de base collectées dans la zone d'étude. MM. Adamou Foumakoye, Moussa Kalla, Boukary Daouda, et Hama, personnel de terrain de TropSoils, ont participé à cette étude. Ms. Kati Ferrari, Ms. Peggy King et Mss Nathalie Castiaux ont aidé à la mise en page et à l'édition de ce rapport. Plusieurs conseillers de TropSoils/TAMU, entre autres, Drs L.R. Hossner, T.L. Thurrow, et C.W. Wendt ont pris part à la planification et à l'exécution de l'étude.

Sincères remerciements au Directeur Général de l'INRAN et aux fonctionnaires administratifs et techniques de la Mission de l'USAID-Niamey, MM. George Eaton, Directeur; John Mitchell, ADO; George Taylor, ADO; Ernest Gibson, ex-ADO, et Flynn Fuller, ex-ADO, pour leur assistance, leur intérêt et leur encouragement permanents.

L'étude a été partiellement financée par l'USAID/Niger (USAID/REDSO/TAMU No. 683-0261-A-00-9042-00) et le Programme pour une Assistance à la Recherche Conjointe (CRSP) dans l'Aménagement des Sols (Accord de l'USAID No. DAN-1311-G-SS-6018-00).

Roger G. Hanson, Directeur
Aménagement des Sols - CRSP
15 novembre 1991.

Résumé Général

La diminution du couvert végétal, le déclin de la fertilité du sol, l'augmentation des érosions éoliennes et hydriques et le raccourcissement de la période de jachère sont causés par les perturbations climatiques et les pressions démographiques qui affectent le Sahel. Les efforts précédents réalisés dans la région visaient principalement l'accroissement de la production par l'amélioration des produits de base.

L'étude de la caractérisation du site du projet de l'Aménagement Intégré des Bassins Versants Agricoles (IMAW) a examiné les paramètres physiques et biologiques appropriés à une production agricole soutenable dans un bassin versant de 500 ha et les facteurs socio-culturels qui influencent l'utilisation des terres. Elle insiste particulièrement sur le savoir-faire paysan en matière d'aménagement des sols. Le bassin versant est situé non loin du village de Hamdallaye, à environ 35 km est-nord-est de Niamey, Niger. Des enquêtes approfondies ont été conduites pendant la saison culturale de 1989 sur la topographie, les sols/la géomorphologie, le savoir-faire paysan et la biodiversité du bassin versant. Les principaux résultats sont résumés ci-après:

1. L'aspect géomorphologique dominant du bassin versant est un plateau latéritique situé à l'extrême nord de la zone d'étude. Une toposéquence de sols débute au bord du plateau et s'étend à environ 1,5 km du bas-fond. La pente du bassin versant est rompue par deux formations latéritiques, toutes deux exposées à l'ouest, mais enterrées à l'est. La pente est moins abrupte à l'approche des formations latéritiques, mais elle est plus escarpée en descente de pente de chaque affleurement. Les différences de relief sont plus importantes là où la latérite est exposée. Il y a 40 m de différence

topographique entre le plateau latéritique et le bas-fond.

2. L'hydrologie du bassin versant dépend de la géomorphologie. Il y a une grande concentration de ravins naissant sur les pentes abruptes juste en bas du plateau. Il y en a également sur le sol sous le second affleurement latéritique. Lorsque les ravins se rapprochent des sols à pentes douces -- au-dessus de la première formation latéritique et du bas-fond, respectivement -- l'eau s'écoule moins vite et les glacis se forment.

3. Les sols du bassin versant sont fonction de la topographie. Sept séries de sol et sept phases d'érosion et de dépôt ont été identifiées. Les sols agricoles -- ceux que les paysans utilisent pour la culture vivrière -- ont une texture sableuse à sable loameuse. Leur fertilité médiocre se reflète dans leur faible teneur en matière organique (<0.4%), faible capacité d'échange cationique (CEC) (<2.55 cmol (+)/kg) et leurs faibles niveaux du P assimilable (<4 ppm). La fertilité du sol doit être rehaussée pour une productivité agricole soutenable.

4. Les érosions éoliennes et hydriques sont de grands inconvénients pour la productivité des sols du bassin versant. La végétation naturelle est dégradée ce qui provoque une sensibilité de la surface arable à l'érosion éolienne pendant la saison sèche. L'érosion hydrique est manifeste par les surfaces érodées par le ravinement, le ruissellement et le ruissellement en nappes, et par la formation de glacis de sable lessivé et d'autres zones isolées très érodées (gangani). Le contrôle et la réhabilitation des systèmes de ravinement/glacis lessivé nécessiteront du travail. Le ruissellement en nappe manifeste sur les champs cultureux doit être évalué en perte de productivité du sol pour décider la

mise en oeuvre éventuelle des programmes de contrôle de l'érosion. L'encroûtement est aussi un problème dans le bassin versant.

5. Deux groupes de plantes poussent dans le bassin versant: un système de distribution de la "brousse tigrée" (*Combretum micranthum*) sur le plateau latéritique et la première formation latéritique, et une savanne sahélienne (*Guiera senegalensis*) dans la toposéquence de la vallée. Cent dix neuf espèces de plantes ont été identifiées, parmi lesquelles 116 *Angiospermes* et 2 *Bryophytes*. Vingt huit d'entre elles sont largement utilisées par les villageois pour le bois de chauffe, le bois de construction, le fourrage, les produits alimentaires et médicamenteux. Leur rapport genre/espèce indique une flore appauvrie qui est dégradée à très dégradée, compte tenu de la végétation naturelle d'origine.

6. Cinquante six agriculteurs de quatre villages cultivent des terres dans le bassin versant, où n'existe qu'un seul village. Il y a, en moyenne, 10,3 ha de terres par foyer, avec une variation de 0,7 à 41,5. Les terres cultivées représentent 5,2 ha, en moyenne, et les terres en jachère 5,1 ha, en moyenne. Environ la moitié du bassin versant était en jachère en 1989. Environ la moitié des cultivateurs sont des métayers. Les divers systèmes fonciers qui existent prennent en compte l'utilisation des terres et l'utilisateur. Les contrats écrits sont encouragés pour protéger les métayers contre les revendications des propriétaires terriens. Il a été rapporté que les femmes ne pouvaient pas s'approprier des terres. Les paysans ont un usage exclusif des champs cultivés. Les pâtures du plateau appartiennent à la communauté villageoise de même que les terres cultivées, une fois la récolte terminée. Le droit foncier en matière de jachère varie en fonction de la saison et du titre de l'usager (propriétaire/métayer). Le droit foncier, en fonction de la régénération permanente des terres, interdit aux métayers de creuser des puits ou de planter des arbres tels les manguiers, les citrus ou les baobabs.

7. Le principal système cultural est la

culture associée de mil/niébé. Les paysans savent qu'il est bénéfique d'amender le sol à l'aide d'engrais et d'utiliser des variétés améliorées de mil et de niébé. Néanmoins, le dommage causé par les oiseaux au mil amélioré (HKP) précocement mûr a empêché l'adoption totale de cette technologie. Cette situation a été aggravée par la fermeture du Centre de Multiplication des Semences (CMS) qui se situe non loin du bassin versant, et où les variétés améliorées et les engrais étaient disponibles sous des termes de crédit intéressants. L'urée et le phosphate super triple sont les engrais les plus utilisés, mais 40% des paysans ont fait savoir qu'ils n'utilisaient pas d'engrais.

8. La jachère est un système traditionnel utilisé pour accroître et restaurer la productivité du sol. Néanmoins les périodes de jachère ont été raccourcies de 10 ans à 3-5 ans. Ce fait est attribué à la culture de plus grandes zones afin de pallier à la baisse de la productivité des terres; le semis de toutes les terres pour minimiser la perte des cultures et pour empêcher que d'autres n'utilisent les terres; les pressions sur les terres en métayage, qui résultent en des cultures prématurées; et la dissémination des biens familiaux entraînant une intensification des cultures. Les paysans ont fait savoir que la culture permanente avec apport de fumier est le meilleur système pour une production soutenable. La disponibilité du fumier dans le bassin versant est, toutefois, limitée car les animaux, suite à la sécheresse de ces 20 dernières années, sont devenus rares.

9. Les résidus et la paille hâchée de mil, le refus des vieux greniers ou les coupes des arbustes natifs (*Guiera senegalensis*, *Ptilostigma reticulatum*, et *Combretum glutinosum*) servent à régénérer les zones érodées du bassin versant. Bien que les paysans savent que les paillis de surface les aident à lutter contre l'érosion, seuls 42% en font la pratique, et ce, de manière très limitée.

10. La gestion des résidus culturaux a été modifiée, au cours de cette dernière décennie, en réponse à l'accroissement de l'érosion éolienne. Les tiges de mil sont enlevées pour la construction, mais une

grande partie du résidu est laissée debout dans le champ pour "retenir le sol". Après la pâture du résidu cultural, les tiges sont déracinées et laissées sur le sol du champ, parfois sur les zones très érodées.

11. Environ trois quarts des foyers ont leur cheptel propre, constitué principalement de chèvres, de moutons et de bovins. Les animaux sont, tant pour les hommes que pour les femmes, un gros investissement en fumier, emballage, transport, et alimentation. Les Zarmas, propriétaires de bovins, ont pour habitude de les confier aux Peulhs afin qu'ils les amènent hors du bassin versant pendant la saison culturale et les ramènent paître le résidu cultural. Le chef de canton recommande que les animaux soient hors des zones de culture pendant la saison culturale. Une fois les récoltes achevées, ils ont un accès libre à toute terre cultivée. Le niébé semé et deux espèces natives, *Ipomoea involucrata* et *Merremia tridentata*, sont coupés et stockés pour l'alimentation en saison sèche ou pour être vendus.

12. Selon les paysans, le plateau latéritique et certaines zones du Tondo Kakasia et du Gangani Kirey sont des terres communautaires. Ils estiment que le bois de chauffe et le bois de construction, le fourrage, les plantes alimentaires et médicinales récoltés sur ces terres seront naturellement régénérés et ne comprennent pas, de ce fait, la nécessité d'apport d'un intrant pour soutenir la production de ces unités.

13. Les paysans sont conscients que les perturbations climatiques et la perte de la végétation dégradent leurs terres. Pour eux, le déclin de la fertilité du sol entraîne une baisse de la productivité des terres. "Les terres sont vieilles et fatiguées". L'érosion éolienne qui provoque la perte de la couche arable du sol et l'enterrement des semis de mil leur semble plus problématique que l'érosion hydrique. En ce qui concerne l'érosion hydrique, le dépôt de sable qui limite la zone cultivée et enterre la culture leur paraît plus cruciale et nuisible que l'érosion par ravinement. Les paysans font des programmes à court terme et minimisent les risques afin de récolter assez de produits

vivriers pour le foyer.

14. Les paysans du bassin versant sèment à plusieurs dates, utilisent des semences variées, exploitent les micro-environnements favorables -- définis comme zones valablement humides et riches en éléments nutritifs -- ils font prévaloir le désherbage, et utilisent les paillis de surface pour contrôler l'érosion. Ils s'adaptent facilement à un environnement imprévu et changeant. Cet abondant savoir-faire technique paysan une fois intégré aux technologies modernes appropriées devra résulter en des systèmes agricoles soutenables.

15. Les données sur les enquêtes topographiques, celles de sols/géomorphologiques, celles sur le savoir-faire paysan et la végétation ont été traitées avec le GIS. Cinq unités d'aménagement des terres (UAT) ont été délimitées compte tenu des besoins de l'aménagement. Les plans d'aménagement de chaque UAT appropriés à une production soutenable seront présentés dans un rapport subséquent.

TABLE DES MATIERES

Préface.....	i
Résumé Général.....	ii
Table des Matières.....	v
Liste des Tables.....	vii
Liste des Figures.....	viii
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 Choix du Site.....	1
1.1.1 Contexte Nigérien	1
1.1.2 L'Aménagement Intégré des Bassins Versants Agricoles (IMAW).....	2
1.1.3 Site Pilote.....	2
1.2 Description du Site.....	2
1.2.1 Villages.....	2
1.2.2 Influences locales.....	4
1.3 Contacts Initiaux.....	4
2.0 ENQUETES DE SOL/GEOMORPHOLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES.....	4
2.1 Photographie Aérienne.....	4
2.2 Enquête Topographique.....	4
2.3 Géomorphologie du Bassin Versant.....	4
2.4 Enquête de Sol.....	5
2.4.1 Méthodes d'Enquête de Sol.....	5
2.4.2 Descriptions des Unités Cartographiques.....	10
2.5 Hydrologie du Bassin Versant.....	11
2.6 Propriétés des Sol et Contraintes d'Aménagement.....	13
2.6.1 Propriétés Physiques et Chimiques des Sol.....	13
2.6.2 Classification de la Capacité de Fertilité.....	18
2.7 Contraintes à la Production.....	18
3.0 ENQUETES SUR LE SAVOIR-FAIRE PAYSAN.....	19
3.1 Méthodes.....	19
3.2 Description du Bassin Versant.....	19
3.2.1 Administration.....	19
3.2.2 Historiques des Villages.....	20
3.2.3 Caractéristiques des Paysans.....	20
3.2.4 Système d'Exploitation Agricole.....	21

3.3 Régime Foncier.....	23
3.3.1 Droits Fonciers Coutumiers.....	23
3.3.2 Accords Fonciers.....	24
3.3.3 Disponibilité des Terres.....	25
3.4 Perceptions des paysans en matière de problèmes agricoles.....	25
3.4.1 Perception des paysans sur la Dégradation des Terres.....	26
3.5 Systèmes de Classification des Paysans.....	27
3.5.1 Types de Terres.....	27
3.5.2 Classification des Champs.....	27
3.5.3 Classification des Sols.....	27
3.5.4 Variabilité à l'Intérieur du Champ.....	28
3.5.5 Classification de la Végétation du Bassin Versant.....	29
3.6 Pratiques d'Aménagement des Sol.....	30
3.6.1 Jachère.....	30
3.6.2 Apport de Fumier.....	33
3.6.3 Amendement d'Engrais.....	34
3.6.4 Utilisation des Cours et des Sites où le Refus a été Accumulé.....	35
3.6.5 Gestion du Résidu Cultural.....	35
3.6.6 Paillis.....	36
3.6.7 Autres Pratiques d'Aménagement du Sol.....	36
3.7 Etendue de l'Erosion dans le Bassin versant.....	36
3.7.1 Pratiques des Paysans pour Lutter contre l'Erosion.....	37
3.8 Résumé.....	38
4.0 ENQUETE SUR LA VEGETATION.....	39
4.1 Objectifs.....	39
4.2 Végétation.....	39
4.2.1 Végétation du Plateau Latéritique.....	39
4.2.2 Végétation de la Toposéquence de la Vallée.....	40
4.2.3 Etude Détaillée de la Végétation.....	40
4.3 Espèces de Plantes Utilisées.....	41
4.4 Etude de la Flore.....	42
4.4.1 Classification Biologique.....	43
4.4.1.1 Spectre Biologique Général.....	43
4.4.1.2 Affinités Chorologiques.....	43
4.4.1.3 Classification Botanique.....	43

5.0 DESIGNATION DES UNITES D'AMENAGEMENT DES TERRES.....	52
5.1 Description des UAT.....	52
5.1.1 UAT-I Plateau Latéritique.....	52
5.1.2 UAT-II Tondo Kakasia.....	52
5.1.3 UAT-III Terres Cultivées ou Fondu.....	53
5.1.4 UAT-IV Gangani Kirey.....	55
5.1.5 UAT-V Système de Ravin/glacis Lessivé.....	55
5.2 Contraintes de Production et Choix d'Aménagement.....	55
6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	55
7.0 REFERENCES.....	59
ANNEXE A: Descriptions des Sol.....	60
ANNEXE B: Propriétés Chimiques des Sol.....	70
ANNEXE C: Propriétés Physiques des Sol.....	76
ANNEXE D: Superficies des UAT et Unités Cartographiques.....	82

LISTE DES TABLES

Tableau 2.1 Classification de la Capacité de Fertilité.....	16
Tableau 3.1 Superficies des Terres dans chaque Village.....	21
Tableau 3.2 Système cultural dans le bassin versant de Hamdallaye, 1989.....	22
Tableau 3.3 Variétés de Mil et Niébé Utilisées dans le Bassin versant de Hamdallaye, 1989....	22
Tableau 3.4 Cheptel des Cultivateurs du Bassin versant.....	23
Tableau 3.5 Nombre d'avois fonciers familiaux et de Cultivateurs par Village dans le Bassin versant.....	24
Tableau 3.6 Enumération par les Paysans des Plantes et Arbres Bénéfiques dans le Bassin versant	31
Tableau 3.7 Pratiques de Jachère sur des Champs en Culture.....	33
Tableau 3.8 Méthodes d'Apport du Fumier par 11 paysans,1989.....	34
Tableau 3.9 Apport d' Engrais par 39 Paysans, 1989.....	35
Tableau 3.10 Apport d' Engrais par 12 Paysans, 1989.....	35
Tableau 3.11 Fréquence et Déviations-standard des surfaces dans le Bassin versant.....	38
Tableau 3.12 Plantes Natives Utilisées pour Lutter Contre l'Erosion.....	38
Tableau 3.13 Différentes Méthodes de Lutte contre l'Erosion pratiquées par les Paysans.....	38
Tableau 4.1 Degré de Dominance des Espèces dans le Transect du Bassin versant.....	44
Tableau 4.2 Espèces Dominantes du Plateau Latéritique.....	44

Tableau 4.3	Espèces Dominantes de la Toposéquence.....	45
Tableau 4.4	Fréquence des Espèces sur 2 Plateaux latéritiques déterminée par la Méthode Linéaire.....	46
Tableau 4.5	Fréquence des Espèces de la Toposéquence déterminée par la Méthode Linéaire.....	47
Tableau 4.6	Nombre et pourcentage des espèces de la classification biologique.....	48
Tableau 4.7	Affinités Chorologiques.....	48
Tableau 4.8	Classification Botanique des espèces.....	49
Tableau 5.1	Contraintes à la Production dans chaque Unité d'Aménagement.....	57
Tableau 5.2	Choix d'Aménagement dans chaque Unité d'Aménagement.....	58

LISTE DES FIGURES

Fig. 1.1	Frontières Administratives.....	3
Fig. 2.1	Carte Topographique.....	6
Fig. 2.2	Localisation des Echantillons de Sol.....	7
Fig. 2.3	Carte des Sols.....	8
Fig. 2.4	Réseau Hydrographique.....	12
Fig. 2.5	Distribution en Profondeur de l'Argile.....	14
Fig. 2.6	Différence de Rétention de l'Humidité (pF 2.5 - pF 4.2) avec la Profondeur.....	14
Fig. 2.7	Distribution en Profondeur du Carbone Organique.....	15
Fig. 2.8	Distribution en Profondeur de la Saturation de Base.....	15
Fig. 2.9	Distribution en Profondeur du Phosphore de Bray 1.....	17
Fig. 2.10	Distribution en Profondeur des Oxydes de Fer Libres.....	17
Fig. 3.1	Carte de l'Utilisation des Terres.....	32
Fig. 5.1	Unités d'Aménagement des Terres.....	53

1.0 INTRODUCTION

Les conditions climatiques qui prévalent dans le Sahel ont été caractérisées, au cours de ces dernières décennies, par des sécheresses récurrentes. Ce fait, ajouté à l'emploi inapproprié des terres, a contribué au déclin graduel mais significatif de la ressource naturelle régionale de base. Néanmoins, il a été prouvé dans les Tropiques que les améliorations des technologies propres à l'usage des terres et à la promotion des systèmes d'exploitation agricole soutenables peuvent réduire ou juguler ce déclin.

Le Projet pour une Assistance à la Recherche Conjointe (CRSP), administré par l'Université de Texas A&M (TAMU) mène, depuis 1983, des recherches au Niger en collaboration avec l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN) et d'autres organisations internationales de recherche et de développement. Il ressort de diverses études qu'il faut procéder à un aménagement efficient des systèmes physiques et biologiques des terres agricoles, des forêts, des zones pastorales et de l'eau.

TropSoils et l'INRAN ont soumis à l'Agence des Etats-Unis pour le Développement International (USAID)/Niger une proposition de projet, "Aménagement Intégré des Bassins Versants Agricoles (IMAW)". Le but est d'entreprendre une étude de faisabilité sur l'élaboration de technologies d'aménagement pour une agriculture soutenable à l'ouest du Niger. Le Gouvernement du Niger et l'USAID ont admis qu'il faut, de manière urgente, améliorer et maintenir la ressource naturelle de base du pays.

Un accord de coopération a été signé en septembre 1989 entre l'USAID/Niger et Texas A&M Research Foundation -- spécifiant que TropSoils peut conduire une étude de faisabilité de 5 mois sur l'approche intégrée de l'aménagement des petits bassins versants agricoles.

Ci-après les objectifs spécifiques de l'étude:

1. Entreprendre des études de base dans un bassin versant agricole avec une zone de captage de 2-6 km² et identifier deux autres bassins versants de mêmes dimensions pour une étude ultérieure. Les composantes spécifiques des études de base sont les inventaires des ressources sol/végétation et l'évaluation du savoir-faire paysan en matière des systèmes d'exploitation agricole traditionnels et leur point de vue sur la conservation du sol et la dégradation des terres.

2. Intégrer les données de base dans un Système d'Informations Géographiques (GIS) pour caractériser les unités d'aménagement des terres du bassin versant qui serviront de base à l'établissement des stratégies d'aménagement soutenable.

A la fin de cette période de 5 mois, TropSoils a accepté de faire une évaluation à l'USAID/Niger sur la poursuite ou la redéfinition d'un projet quinquennal pour l'élaboration et la réalisation des technologies appropriées à l'aménagement intégré des petits bassins versants agricoles au Niger.

1.1 Choix du Site

1.1.1 Contexte Nigérien

La République du Niger est, avec une superficie de 1.267.000 km², le deuxième pays le plus étendu du Sahel avec une population estimée à 7.200.000 habitants. Le Niger, pays enclavé, a un climat semi-aride et aride. Le déclin de la pluviométrie est crucial du sud au nord avec de forts taux d'évapotranspiration. Plus de 75% du pays repose sur les 300-350 mm isohètes où l'agriculture pluviale est intenable. La partie nord du pays est totalement désertique.

L'agriculture, principale activité économique, est concentrée au sud là où plus de 80% de la population nigérienne dépend de l'économie rurale. Les principales cultures céréalières sont le mil et le sorgho qui couvrent 70% de la zone cultivée. D'autres produits incluent le niébé, les oignons, le riz, le coton, les épices, les arachides, les peaux, et le bétail.

Le taux de croissance démographique annuelle de 3,2% est un désavantage pour la production agricole où les croissances annuelles de 1,5% de ces dernières décennies

sont largement attribuées à l'extension des zones cultivées plutôt qu'à des croissances de la production. Les sécheresses sont régulières. Les plus récentes sont survenues en 1968-1974 et en 1983-1984.

1.1.2 L'Aménagement Intégré des Bassins Versants Agricoles (IMAW)

Les 500 ha approximatifs de la zone du projet se trouvent à 2 km est-nord-est du village de Hamdallaye, dans l'arrondissement de Kollo, dans le département de Tillabéry (Fig. 1.1).

La région était auparavant colonisée et revendiquée par les cultivateurs Zarmas. Le récit oral de la zone remonte à la moitié du 19^e siècle. L'immigration dans la région et dans le bassin versant, en particulier, était stimulée par le désir des familles de quitter les régions les plus peuplées pour s'installer sur des terres vierges.

Le bassin versant du projet IMAW se situe dans la région occidentale du Sahel avec une caractéristique géomorphologique de vallée-plateau à l'ouest du Niger. La pluviométrie totale en 1989 était de 402 mm et de 390 mm en 1990. La végétation naturelle de la région est du type savanne. Les sols sont généralement très arrosés.

1.1.3 Site Pilote

Le site pilote du projet IMAW a été choisi non loin du village de Hamdallaye, dans l'arrondissement de Kollo, dans le département de Tillabéry, à l'ouest du Niger. La zone d'étude occupe 500 ha, sis à l'est du village.

Le choix s'est basé sur une étude pédologique de M. Ouattara, étudiant en année de doctorat (PhD) à TAMU. Ce site a été retenu pour l'étude car les paysans lui ont fait un bon accueil; les chercheurs de TropSoils et de l'INRAN sont familiers avec la zone; la capitale du Niger, Niamey n'est pas loin, environ 30 km; une route goudronnée proche du site permet d'y accéder facilement, et ce site est représentatif des bassins versants de la région.

Le site se trouve dans une zone où les variétés améliorées de mil (*Pennisetum glaucum*) et de niébé (*Vigna unguiculata*), de même que les engrais (urée et phosphate simple ou super triple) sont disponibles. Le choix du site a aussi tenu compte du fait que

les paysans connaissaient les technologies améliorées variées disponibles. L'objectif final du projet IMAW étant un meilleur aménagement des terres par les villageois, il a été pressenti que ceux déjà familiarisés au concept des nouvelles technologies seraient plus réceptifs aux innovations de l'étude qui seront testées au cours du projet.

1.2 Description du Site

1.2.1 Villages

Quatre villages ont leur territoire administratif dans le bassin versant (Fig. 1.1). Les paysans de ces villages gèrent pratiquement toutes les terres du bassin versant.

Environ 13% de ces terres sont dans le territoire de Hamdallaye, le plus grand village situé à 2 km à l'ouest du bassin versant. C'est le chef-lieu du canton, et comme tel, est administré par un chef de canton et des chefs de village. A Hamdallaye, où se trouve un bureau agricole régional administré par un agent agricole qui s'occupe de la région, se tient tous les mardis un important marché régional. Le marché le plus important de la région, cependant, se trouve à Dantiandou, environ 30 km au sud-est de Hamdallaye.

Le village de Bokotchili Kaina, 4 km à l'est de Hamdallaye par voie de piste, n'est pas dans les frontières du projet, mais 56% des terres du bassin versant sont dans ce territoire. Dix-huit paysans de ce village cultivent dans le bassin versant.

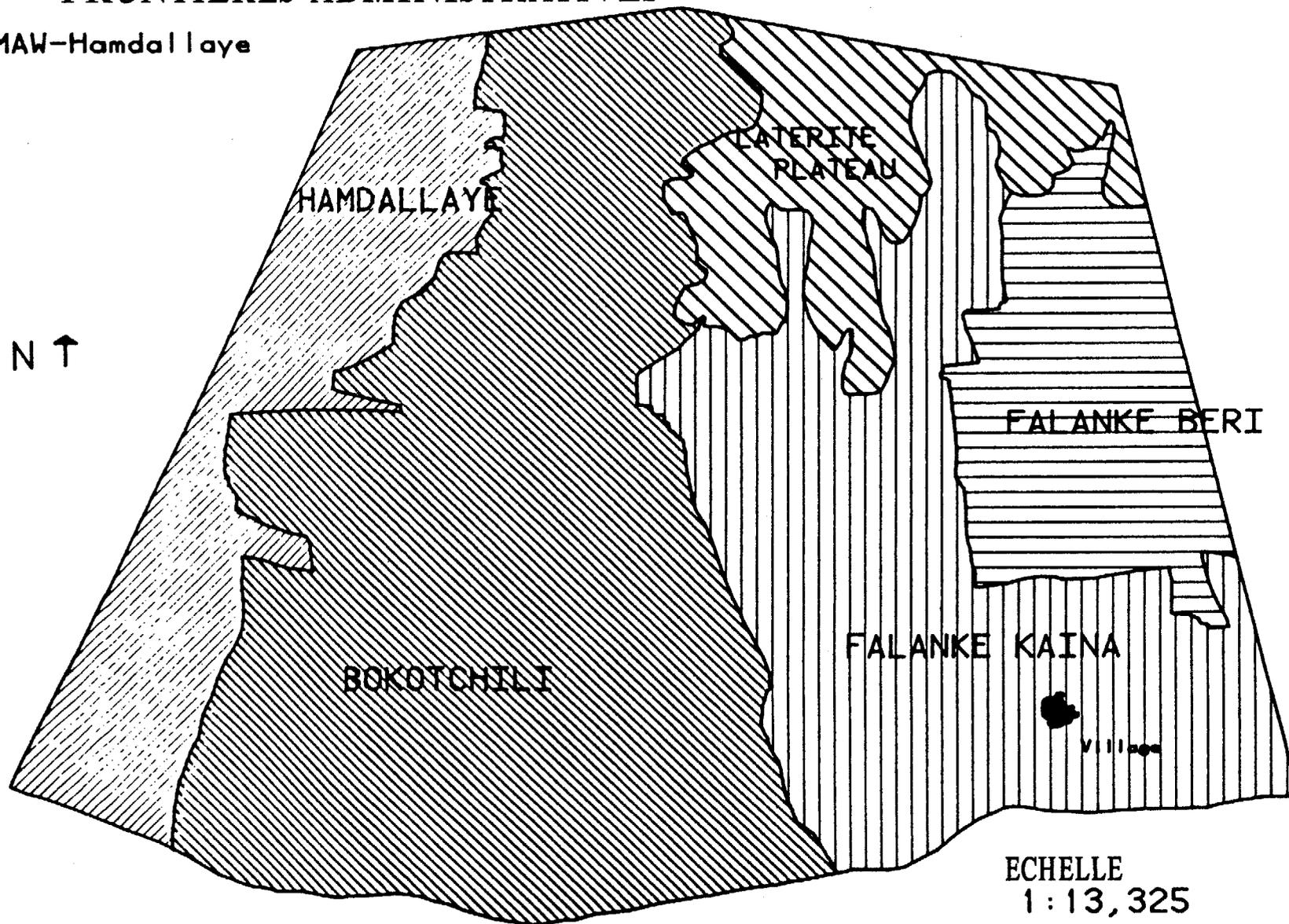
Falanke Kaina, hameau totalement inséré dans les frontières du projet, est à environ 6 km à l'est de Hamdallaye. Un quart des terres du bassin versant tombe sous l'administration du chef de famille de Falanke Kaina. Tous les villageois possèdent des terres dans la zone d'étude.

Hors des frontières du bassin versant, à l'extrême est se trouve Falanke Beri, dont le territoire administratif couvre environ 6% des terres du bassin versant. Trois paysans de ce village cultivent au nord-est du bassin versant.

FIGURE 1.1

FRONTIERES ADMINISTRATIVES

IMAW-Hamdallaye



1.2.2 Influences Locales

Un Centre de Multiplication des Semences (SMC) se trouve au sud du bassin versant. Le centre, créé avec un financement de l'USAID, est totalement géré actuellement par le gouvernement du Niger. Le centre produit des variétés améliorées de mil (HKP) et niébé (TN578) pour les sites expérimentaux et les champs des cultivateurs. Ces derniers peuvent obtenir des semences, des engrais et pesticides dont ils ont besoin pour la culture de mil ou de niébé. Un tracteur peut leur être loué mais ils déplorent son coût de location trop élevé.

La proximité de Hamdallaye de Niamey, sur une route nationale, facilite l'accès à tous les marchés de Niamey. Une coopérative de Hamdallaye fournit les engrais, les pesticides, les semences et autres produits et équipements pour l'exploitation agricole.

Un centre de formation des volontaires du Corps de la Paix se trouve sur un petit plateau latéritique à l'ouest de Hamdallaye. La possibilité qu'ils servent de liaisons, bien qu'ils n'aient pas d'activités de formation en dehors du centre, entre les paysans et les coordinateurs du projet IMAW pourrait être explorée.

1.3 Contacts Initiaux

Un représentant régional de Hamdallaye a été choisi pour être un intermédiaire entre les paysans du bassin versant, les chefs de villages, le chef de canton, et le personnel de TropSoils/INRAN. Il est aussi l'interprète (djerma-français) entre les villageois et le personnel du projet. Il assiste également l'agent technique du projet dans, entre autres, la lectures des pluviomètres et la surveillance des instruments.

Le projet a démarré le 20 septembre 1989 après l'assentiment des autorités régionales et des paysans.

2.0 ENQUETES DE SOL/GEOMORPHOLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

2.1 Photographie Aérienne

Les photographies aériennes ont permis d'élaborer des cartes de sol, géologiques, de la végétation et de localiser les données spatiales collectées au cours de l'enquête sur les paysans. Les photos

permirent aussi d'évaluer les dimensions des champs des paysans. Un projet USAID a fourni des photos stéréo prises en 1975 sur une échelle de 1:70.000. Cette imagerie a permis de délimiter la géomorphologie générale du bassin versant mais n'a pu être utilisée pour déterminer l'utilisation actuelle des terres.

Trois vols aériens de 8 heures 45 minutes ont été effectués sur le bassin versant dans un avion Piper Saratoga. Les altitudes de ces vols variaient entre 2.000 et 14.000 pieds afin d'obtenir des photographies sur une échelle de 1:5000 à 1:10000. Au cours des deux premiers vols, des films noir et blanc et couleur ont été utilisés avec des appareils photographiques de 35 mm montés avec des lentilles de 50 mm. Des photos ont été faites sur les transects du bas-fond au plateau latéritique, avec un dépassement de 60% entre les photos pour faciliter l'élaboration de photos stéréo paires. Celles-ci ont permis de délimiter la topographie et aider à la cartographie des sols et de la géologie. Des gros plans et des photos sur angle oblique du bassin versant ont été également pris. Une couverture aérienne additionnelle a été réalisée à l'aide d'un appareil vidéo couleur infrarouge Biovision. Elle permettra de déterminer, au niveau des champs des paysans, le pourcentage de ceux qui sont productifs, non-productifs et en jachère. Elle facilitera aussi l'évaluation des changements advenus dans la biomasse totale pendant la durée du projet. Le Département Forestier de TAMU développera l'imagerie vidéo et les résultats seront rapportés dans une publication future.

2.2 Enquête Topographique

Une équipe d'évaluation a dressé une carte topographique de tout le bassin versant. Un cadre grillagé a permis de faire les levés tous les 50 m pour la production d'une carte à courbe de niveau à intervalle minimum de 1 m [2m sur la figure 2.1] (Fig. 2.1). L'enquête a couvert une zone de 589 ha.

2.3 Géomorphologie du Bassin Versant

Le bassin versant est dans une zone géomorphologique de plateau et de vallée et constitue une toposéquence qui s'étend du plateau latéritique au bas-fond. La différence topographique entre le plateau et le bas-fond est de 40 m pour une distance

d'environ 1.500 m -- 2,6 degrés. Cette toposéquence se compose de plusieurs sous-unités géomorphologiques qui reflètent la géologie sous-jacente. Il y a un large plateau latéritique plan sur les débris des grandes pénéplaines. Juste au bas du plateau, des pentes abruptes de 2-8% sont recouvertes de pavés et de cailloux latéritiques non loin de la surface. Plus bas, une grande zone de pentes larges de 0,5-2% évoluent en pentes courtes de 5-7% dans le bas-fond. Le relief vertical entre le plateau latéritique et le bas-fond est d'environ 40 m. Des affleurements latéritiques siègent à deux endroits, en bas du plateau.

Une zone d'affleurement presque plane, la première formation latéritique, se trouve dans la région nord du bassin versant au-dessous des glacis lessivés qui proviennent du plateau. La latérite de cette zone est à 80 cm de la surface et, par endroits, à la surface. La seconde formation latéritique est très près du bas-fond et forme une pente de 5-7% composée entièrement de concrétions ferrugineuses et d'une zone très large de sols légers qui recouvrent la latérite. Une rupture dans la pente causée par des formations latéritiques est évidente là où la latérite est exposée. A l'est du bassin versant, les ruptures sont douces, les formations latéritiques y sont probablement très profondes.

2.4 Enquête de Sol

2.4.1 Méthodes d'Enquête de Sol

Les unités cartographiques de sol, délinées à partir d'une enquête préliminaire conduite le long des cinq transects, traversent le bassin versant le long d'une toposéquence du plateau au bas-fond (Fig. 2.2). Les sites d'échantillonnage furent choisis le long de chaque transect compte tenu de leur position géomorphologique. Le nombre de sites variait de 4 à 10 en prenant en compte la distance du plateau au bas-fond et le nombre des unités géomorphologiques traversées. Les échantillons de sol déterminant la texture, le pH, la structure et la couleur du sol ont été prélevés avec une tarière à une profondeur de 3,2 m ou à la profondeur à laquelle une couche latéritique restreignait la pénétration.

Sept unités cartographiques principales ont été identifiées à l'intérieur

des frontières du bassin versant (Fig. 2.3). Onze pédons ont été échantillonnés pour les propriétés physiques et chimiques de sol. Un seul pédon a été décrit près de la première formation latéritique à cause de la zone limitée de l'unité cartographique. Deux pédons ont été décrits dans toutes les autres unités (Fig. 2.2). Les phases de plusieurs unités cartographiques ont également été identifiées. Il s'agit de la texture pierreuse, de l'érosion, du dépôt lessivé et de la profondeur à la latérite. Une étude séparée, conduite sur le plateau latéritique comprend la caractérisation des sols dans les zones dénudées et dans les petites bandes ou fourrés. Les pédons ont été décrits sur le pan d'une fosse, jusqu'à une profondeur de 2 mètres ou jusqu'à un contact lithique en prenant en compte les procédures standard. Les observations faites sur la couleur, la texture, l'horizon, la structure, la présence de croûtes, les racines, les graviers latéritiques, et l'activité des termites ont été consignées. Les échantillons de chaque horizon ont été analysés pour la densité apparente, la texture, la rétention de l'humidité, le pH, la CEC, les bases échangeables, l'azote total, le carbone organique, le P assimilable et l'acidité échangeable.

Afin de comprendre la variabilité de chaque unité cartographique, six échantillons satellites ont été prélevés aux quatre points cardinaux de chaque pédon (6 des 11 pédons). Les échantillons ont été pris à 100 et 200 m du pédon, dans une direction est-ouest, et à 100 m dans une direction nord-sud. Les satellites ont été échantillonnés à une profondeur de 2 m avec un seau-tarière. Des observations ont été notées sur la texture et la couleur du sol et des échantillons analysés au laboratoire. Les descriptions des unités cartographiques suivent un ordre chronologique du plateau au bas-fond. La carte de sol se trouve sur la Fig. 2.3. Il y a une légende sur la cartographie du sol et les descriptions du pédon en Annexe A.

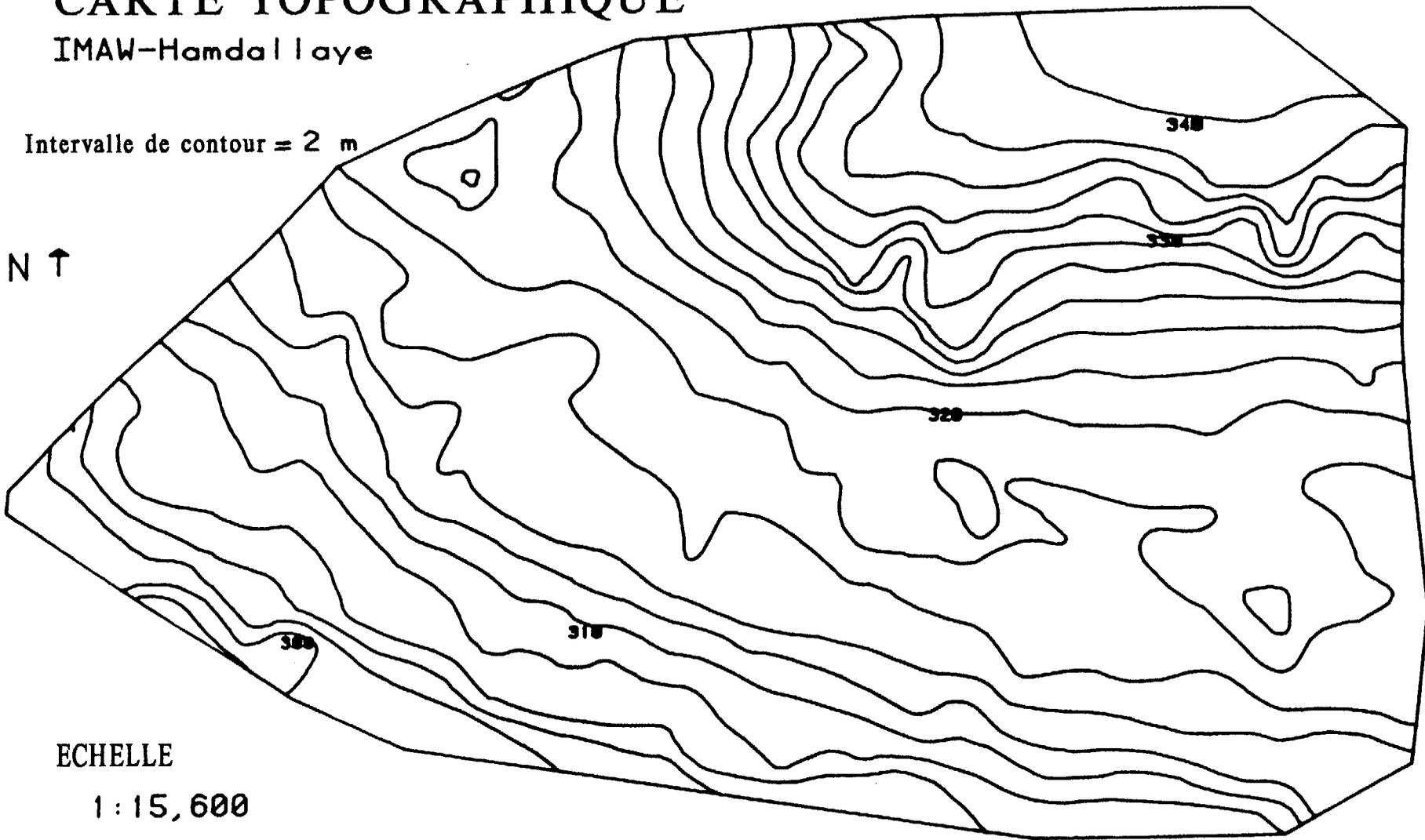
FIGURE 2.1

CARTE TOPOGRAPHIQUE

IMAW-Hamdallaye

Intervalle de contour = 2 m

N ↑



ECHELLE

1:15,600

FIGURE 2.2

LOCALISATION DES ECHANTILLONS DE SOL

IMAW-Hamdal Ilaye

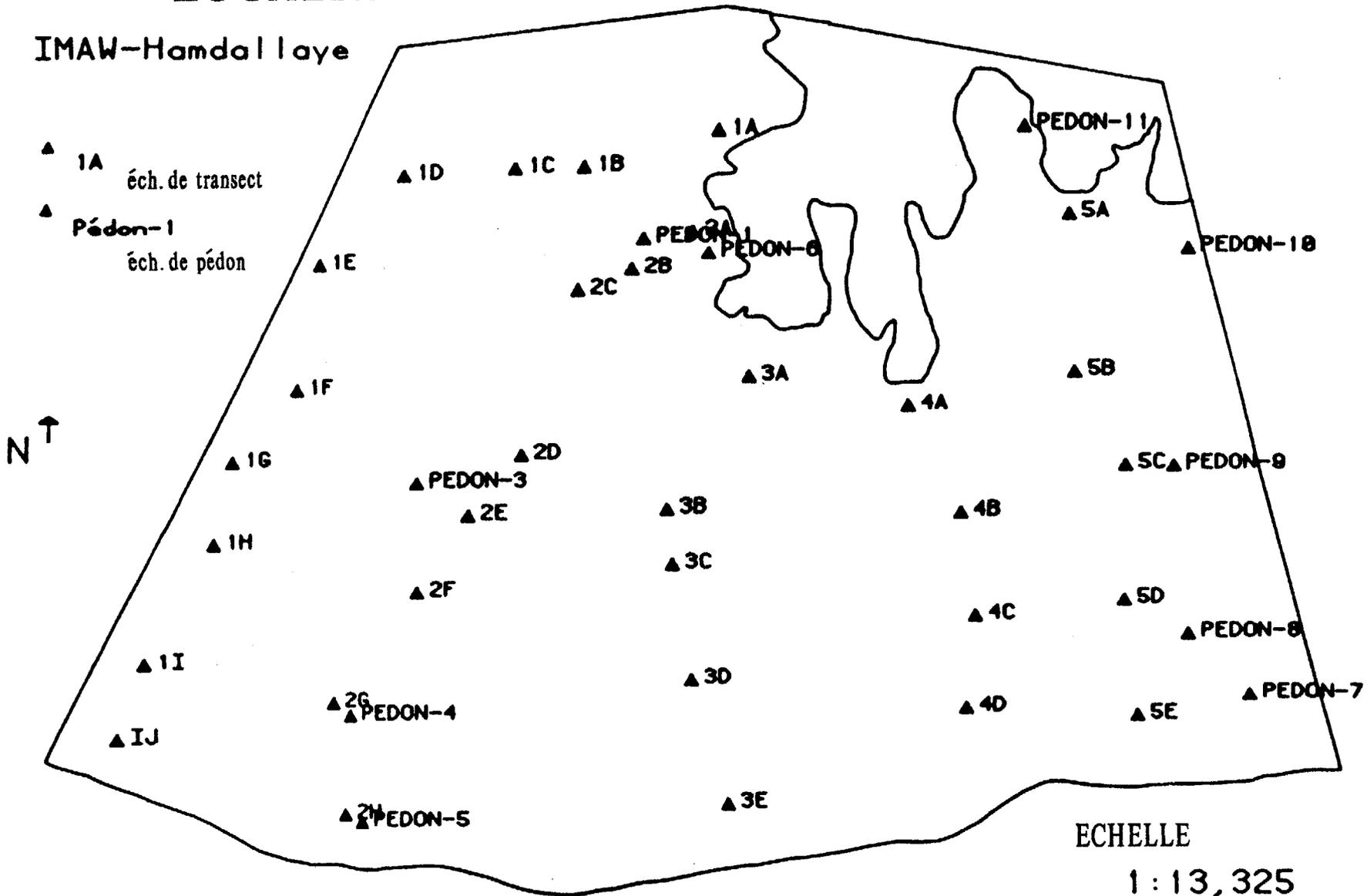
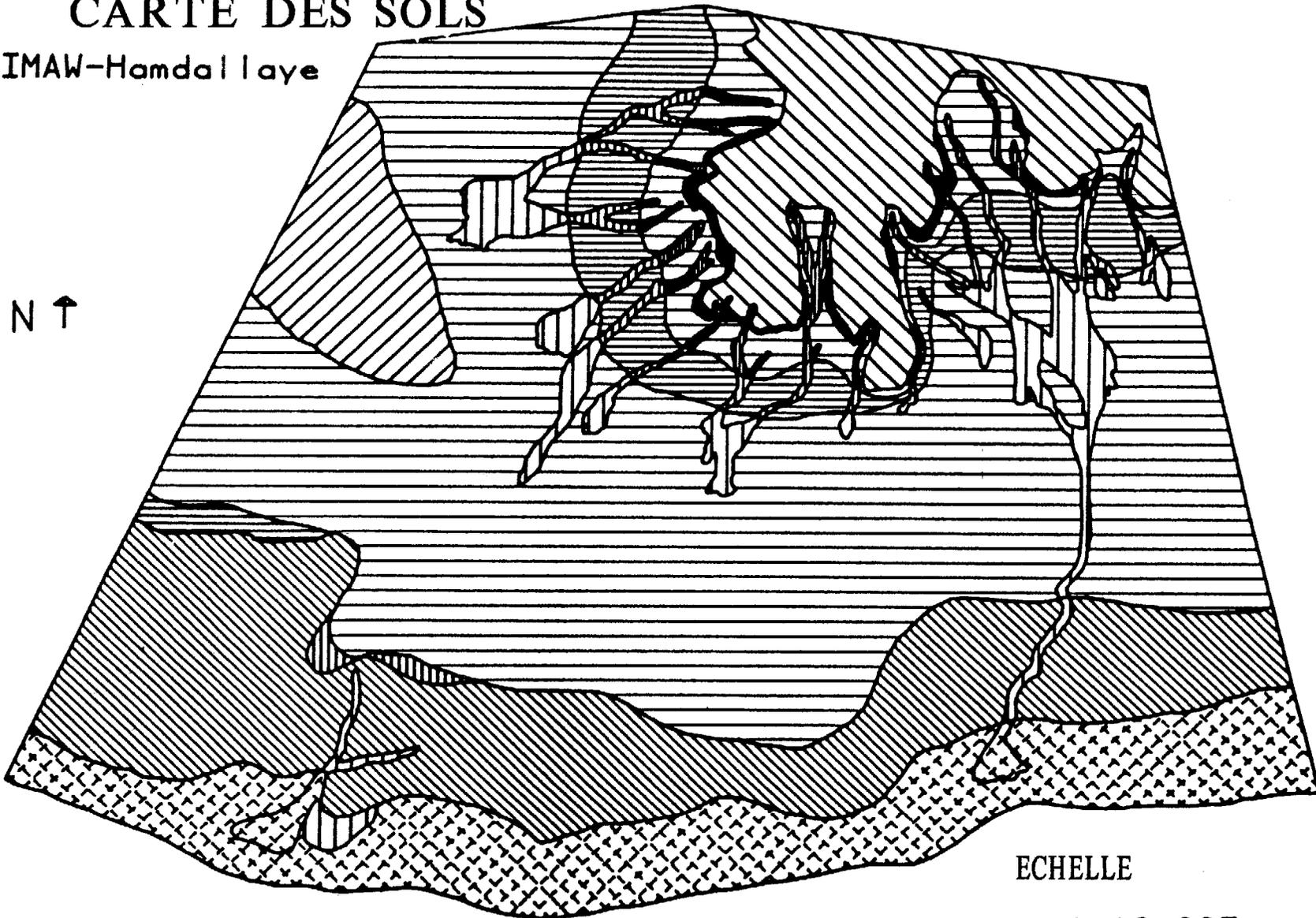


FIGURE 2.3

CARTE DES SOLS

IMAW-Hamdallaye



ECHELLE

1:13,325

- ☐ To
- ToA
- ToB
- ▨ Da
- ▨ DaA
- ☐ Ha
- ▨ HaA
- ▨ HaB
- ▨ HaC
- ▨ Be
- ▨ Be
- ☐ BeA
- ▨ Fe
- ▨ FeA
- ☐ FeB
- ▨ Lot

LEGENDE DE LA CARTE DES SOLS

SYMBOLE UNITE CARTOGRAPHIQUE

Lp	Plateau boulbène sableuse, pente de 0-1%
To	Tondo Kakasia boulbène sableuse, pente de 3-8%
ToA	Tondo Kakasia boulbène sableuse, phase pierreuse, pente de 3-8%
ToB	Tondo Kakasia boulbène sableuse, phase de ravins, pente de 3-8%
Da	Dantiandou sable, pente de 2-3%
DaA	Dantiandou sable, phase de ravins, pente de 2-3%
Ha	Hamdallaye sable, pente de 1/2-2%
HaA	Hamdallaye sable, phase de lessivage, pente de 1/2-2%
HaB	Hamdallaye sable, phase lithique, pente de 2-3%
HaC	Hamdallaye sable, phase lithique, pente de 5-7%
Ga	Gangani Kirey sable loameux, pente de 0-1/2%
Bo	Bokotchili sable, pente de 1/2-2%
BoA	Bokotchili sable, phase de ravins, pente de 1/2-2%
Fa	Falanke sable loameux, pente de 5-7%
FaA	Falanke sable loameux, phase de lessivage, pente de 5-7%
FaB	Falanke sable loameux, phase lithique, pente de 5-7%

2.4.2 Descriptions des Unités Cartographiques

I. Séries du Plateau (Lat) -- pentes de 0-1%

Ce sol léger, plan à légèrement en pente se trouve sur le plateau latéritique et varie en épaisseur sur la couche latéritique solidifiée. La couche latéritique est légèrement ondulée, avec une profondeur variant jusqu'à 50 cm sur des distances latérales de moins de 1 m. La végétation du plateau latéritique se trouve sous forme de bosquets, séparés par des zones dénudées. Les sols des zones végétales ont des profils légèrement plus profonds, jusqu'à la latérite, que les zones dénudées, avec des valeurs moyennes de 53 cm et 49 cm, respectivement. Le sol de surface des zones avec ou sans végétation est d'environ 6 cm de boubène sableuse fine de couleur marron foncé à marron rougeâtre, composée de fines lamelles. La consistance est dure à très dure. Une croûte de surface dure existe dans les zones sans végétation. Des graviers latéritiques arrondis à subangulaires composent le sol au-dessous de la surface de boubène sableuse avec environ 60% de ces horizons composés de graviers. La portion supérieure de cette zone graveleuse (A2) est une boubène argileuse/sableuse/graveleuse très marron à une boubène sableuse. La portion inférieure (Bt) est une boubène graveleuse/sableuse/argileuse rouge jaunâtre. La structure de ces horizons graveleux est virtuellement inexistante car le sol primaire recouvrait les graviers latéritiques.

II. Séries du Tondo Kakasia (To) -- pentes de 3-8%

Ce sol foncé, très érodé semble non érodé; la phase érodée (Figures 2.2 et 2.3) étant appliquée aux zones à ravins. Le sol survient sur les pentes ondulantes adjacentes au plateau latéritique. Le sol de surface est un sable loameux fin à sable d'un rouge foncé typique de 30 cm avec des lamelles peu développées dans les 6 premiers cm. De croûtes cryptogamiques peuvent être observées sur la surface. L'horizon Bt est un sable grossier loameux rouge à un sable fin loameux qui s'étend à une profondeur de moins de 2 m. La structure du sol au-dessous de 6 cm est une structure polyédrique subangulaire dure, la consistance

varie de très dure à extrêmement dure. Les racines de ce sol sont habituellement associées aux biopores ou biochenaux. La perméabilité est faible et le ruissellement de surface important car ces sol sont encroûtés avec des pentes abruptes. La conductivité hydrique est faible à cause de la structure compacte du sol. Des graviers latéritiques se trouvaient dans des échantillons prélevés à une profondeur de 310 cm de la surface. Une phase pierreuse (ToA) a été identifiée adjacente au plateau latéritique là où les pavés ferrugineux dominant la composition du sol. Une phase érodée (ToB) a été identifiée dans des zones où des courants intermittents ont fait des ravins jusqu'à des profondeurs de plusieurs mètres.

III. Séries de Dantiadou (Da) -- pentes de 2-3%

Ce sol très foncé légèrement en pente se trouve en bas de pente des séries du Tondo Kakasia. L'horizon de surface de ce sol est rouge jaunâtre et comprend 2-3 cm de sable meuble, sans structure sur 7-8 cm de lamelles de sable fin. Sous les lamelles de sable repose 30 cm de sable marron dur. Le pH du sol de cette zone est de 5,2-6,3. L'horizon Bt est un sable rouge jaunâtre à un sable rouge qui s'étend au-dessous de 2 m et a des valeurs de pH entre 5,0 et 5,2. Une structure polyédrique subangulaire faiblement développée se trouve dans ce sol et des matériels latéritiques non solidifiés ont été observés à 3 m de la surface. Une phase érodée (DaA) a été identifiée là où les courants ont formé des ravins de 100 cm de profondeur. La conductivité hydrique de ces sols est élevée et le ruissellement de surface faible.

IV. Séries de Hamdallaye (Ha) -- pentes de 0.5-2%

Ce sol très foncé, légèrement en pente se trouve dans la zone moyenne au revers de la pente de la toposéquence. Le sol de surface est un sable rouge jaunâtre d'une épaisseur de 50 cm avec des valeurs de pH entre 5,0 et 5,2. Les premiers 7 cm sont platinés. L'horizon Bt est un sable rouge (pH 4,9-5,3) qui s'étend jusqu'à un contact latéritique. La profondeur de la latérite varie de 110 à 300 cm avec une profondeur moyenne de 160 cm. Une structure polyédrique subangulaire peu développée a

été observée sur le profil. Une phase de dépôt (HaA) de ce sol a été identifiée là où des courants intermittents ont formé des glacis lessivés. Ces glacis sont d'immenses zones sur lesquelles 10-20 cm de sable meuble ont été déposés dans des canons peu profonds tracés par le courant. Une phase lithique a été identifiée dans deux emplacements près de la portion ouest des séries de sol de Hamdallaye (HaB et HaC). La latérite de cette zone se trouve à la surface et les sols alentour deviennent plus légers à l'approche de l'affleurement. La conductivité hydrique de ces sols est en rapport avec la profondeur du contact latéritique. Dans la phase lithique, la conductivité hydrique est faible comparée au reste des séries où il est modéré. Le ruissellement de surface est faible.

V. Séries de Gangani Kirey (Ga) -- pentes de 0-0,5%

Ce sol léger, presque plan se trouve au nord-est du bassin versant. Le sol de surface est un sable rouge jaunâtre stratifié (8 cm), avec un pH de 5,6 et une croûte de pores vésiculaires. Une couche de sable épaisse loameuse marron sombre de 20 cm a été identifiée sous la surface du sol. L'horizon Bt est une bouldière sableuse rouge qui s'étend au contact latéritique. Il a un pH de 5,0-5,1 et 2-10% de graviers ferrugineux. La profondeur au contact latéritique varie de 30 à 80 cm. Une structure polyédrique subangulaire dure se trouvait dans tous les horizons sauf sur la surface stratifiée. Dans environ 40% de la région de ce sol, les horizons de surface ont été érodés et au plus 10 cm de sable loameux était dans l'horizon Bt. Ces zones érodées sont dépourvues de végétation et ont généralement une croûte vésiculaire ou cryptogamique. La conductivité hydrique de ces sols est faible car la latérite s'y trouve à 1 m de la surface. Le ruissellement de surface est faible.

VI. Séries de Bokotchili (Bo) -- pentes de 0,5-2%

Ce sol très profond, légèrement en pente se trouve dans la partie la plus basse du revers de pente de la toposéquence, juste en haut du bas-fond. Le sol de surface est un sable marron foncé d'une épaisseur de 32 cm; dans les 5 premiers cm se trouvent des lamelles fines. L'horizon Bt est un sable

rouge jaunâtre qui s'étend à une profondeur de 1 m. Il recouvre un horizon C qui s'étend au-delà de 2 m. Une structure polyédrique subangulaire grossière faiblement développée se trouve à 3,5 m de la surface. La conductivité hydrique est élevée et le ruissellement de surface faible. Une phase érodée (BoA) de ce sol a été identifiée en deux emplacements où des courants intermittents ont provoqué des ravins profonds. Un ravin sis sur le côté est du bassin versant, d'une profondeur de 2 m et de 8 m de large, est la plus grande frontière du bassin versant.

VII. Séries de Falanke (Fa) -- pentes de 5-7%

Ce sol très profond, modérément en pente se trouve sur les murs de la vallée du bas-fond. La surface du sol est recouverte de 15 cm de sable très marron dont les 4 premiers cm se composent de lamelles fines. L'horizon Bt est un sable loameux rouge jaunâtre qui s'étend à 2 m de profondeur. Une structure polyédrique subangulaire grossière faiblement développée a été observée à une profondeur d'environ 1 m, sous laquelle la structure était presque massive. Il n'y avait pas de latérite solidifiée à des profondeurs de 325 cm. Des régions érodées existent en haut de pente de la vallée. Une phase lithique (FaB) a été identifiée à l'est là où la latérite solidifiée se trouvait à 140 cm de la surface du sol. Cette phase lithique est adjacente à un ravin et peut être le résultat de l'érosion qui a tronqué le profil du sol. Une phase de dépôt de cette unité cartographique (FaA) a été identifiée à la base des ravins à glacis largement lessivés. La conductivité hydrique des sols de Falanke est élevée sauf dans la phase lithique où elle est faible. Le ruissellement de surface est élevé à cause de la grande pente.

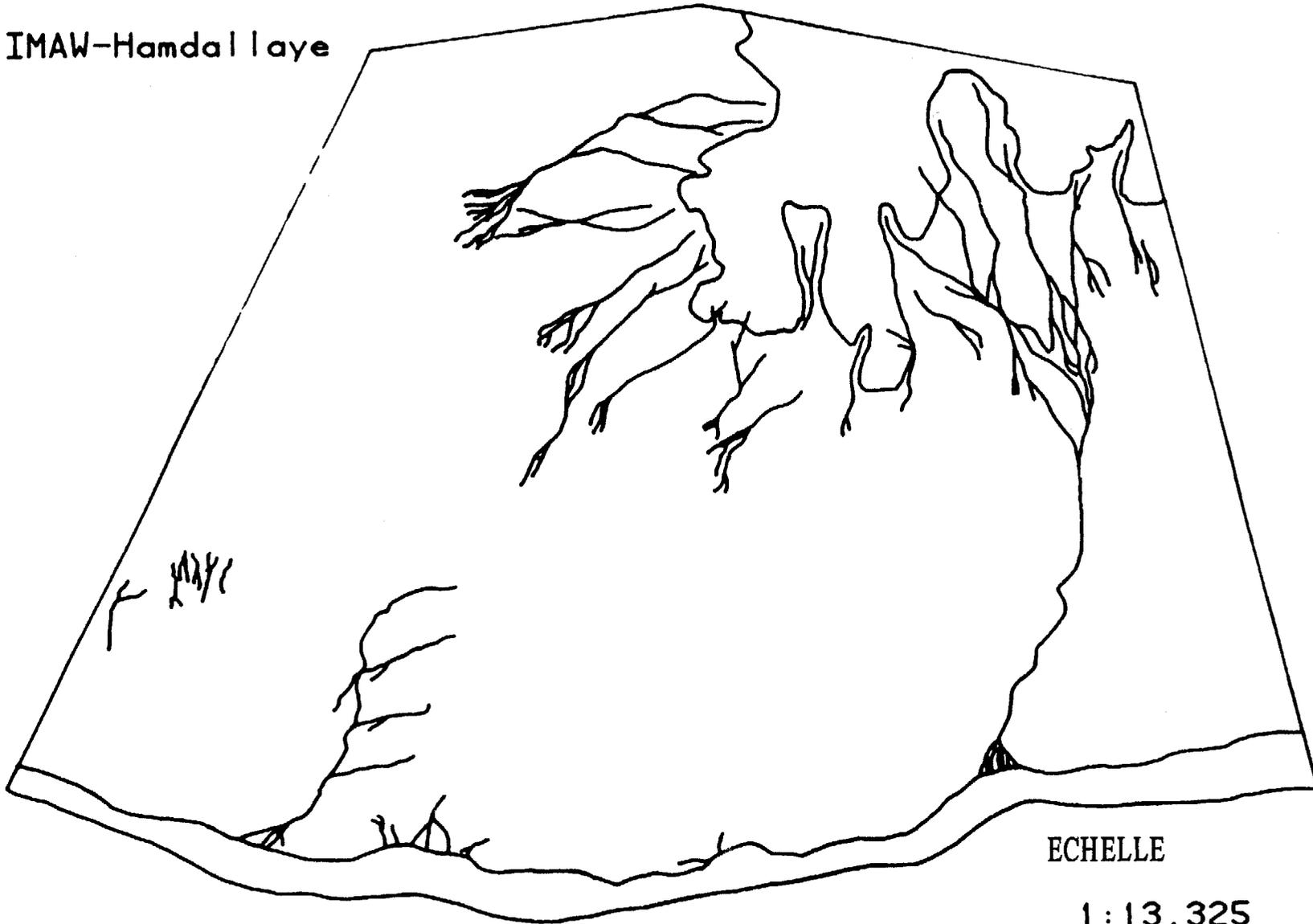
2.5 Hydrologie du Bassin Versant

L'hydrologie du bassin versant dépend de la géomorphologie. Des cours d'eau intermittents coulent dans le bassin-versant (Fig. 2.4). Il y a, sur des pentes de plus de 2%, un réseau complexe de ravins. Ces ravins discontinus, qui partent d'une

FIGURE 2.4

RESEAU HYDROGRAPHIQUE

IMAW-Hamdallaye



ECHELLE

1 : 13,325

extrémité du plateau latéritique, peuvent atteindre une profondeur de 1 m et une largeur de moins de 2m. Treize de ces ravins traversent les sols du Tondo Kakasia et du Dantiandou. Un autre réseau complexe de ravins prend sa source dans la seconde formation latéritique et se jettent directement dans le bas-fond.

L'eau qui s'écoule du plateau latéritique et du second affleurement latéritique perd sa vitesse lorsque la pente décroît à moins de 1% dans les sols de Hamdallaye et Falanke. Ceci entraîne la formation de glacis lessivés. Ces glacis peuvent être d'une largeur de 3-4 m et généralement d'une longueur de plus de 100 m en fonction de leur emplacement. Dans les séries de sol du Gangani Kirey, l'eau de pluie qui s'écoule du système de ravins et le ruissellement de surface des sols de Hamdallaye peuvent provoquer des mares.

Un cours d'eau sis à l'est du bassin versant prend sa source au plateau et se jette dans le bas-fond. Ce ravin est relativement peu développé près du plateau mais peut atteindre à certains endroits une profondeur de 2 m et une largeur de 10 m.

2.6 Propriétés du sol et contraintes d'aménagement

2.6.1 Propriétés physiques et chimiques du sol

La texture du sol est sableuse à sable loameux sur tous les profils de sol. Ses teneurs en argile sont plus élevées dans le sol du Gangani Kirey. Les sous-sols du Tondo Kakasia et de Falanke ont une teneur en argile légèrement supérieure à 10% alors que d'autres sols sont beaucoup moins riches (Fig. 2.5). Tous les profils de surface ont une texture sableuse. Les teneurs en sable vont de 78% dans les horizons à texture très riche à 94% dans les horizons sableux. Il y a très peu de différence, au niveau de la rétention d'eau, pour des pressions hydriques de 0,1 à 15 bar (Fig. 2.6). La très grande différence de rétention de l'humidité dans le sol de Gangani Kirey est due vraisemblablement à de fortes teneurs en argile.

Les teneurs en carbone organique sont extrêmement faibles (Fig. 2.7). Le carbone organique des horizons de surface A1 est de 0,08-0,14%. La teneur accroit légèrement dans les horizons A2 de tous les

sols, (0,07 à 0,30%), puis décroît avec la profondeur. Les niveaux du carbone organique sont très élevés dans les sols de Gangani Kirey, vraisemblablement par l'accumulation de matières organiques en suspension provenant du haut de pente, par la présence d'un horizon enterré à 8 cm et par une importante productivité de biomasse native.

L'azote total de ces sols varie de 0,004 à 0,025%, avec une légère augmentation dans les horizons A2 associée à l'augmentation du carbone organique. Le rapport C/N reflète la distribution du carbone organique et de l'azote total, de 6,1-15,0 dans les horizons A1, et 7,0-22,9 dans les horizons A2.

La CEC varie entre 0,84-2,55 cmol(+)/kg. Les plus grandes valeurs de la CEC étaient dans les horizons A/B de tous les sols. La saturation de base varie de 28 à 100% de la CEC (NH₄OAc) (Fig. 2.8). Les saturations de base les plus élevées ont lieu dans les horizons A1, précisément dans les séries de Dantiandou et Gangani Kirey, par les dépôts de matériaux riches en provenance du haut de pente. Après une chute soudaine dans les 40 cm, la saturation en base de ces sols accroît graduellement avec la profondeur.

Les sols sont légèrement acides à la surface et deviennent très acide avec la profondeur. Le pH du sol (H₂O) varie de 4,9 à 6,3 avec un pH KCl de 3,7-4,8. La saturation de l'aluminium varie de 0 à la surface de l'horizon A1 à 44% dans les horizons Bt.

Les teneurs en P assimilable sont généralement inférieures aux niveaux critiques requis pour la plupart des cultures - environ 8 ppm Bray 1 P (Fig. 2.9). Elles représentent 3,8 ppm P à la surface, et décroissent rapidement jusqu'à un minimum de 1,8 ppm à 2 m de profondeur.

Le citrate dithionite, Fe extractable accroit avec la profondeur dans tous les sols autres que ceux des séries de Falanke où le fer ne varie pas vraiment avec la profondeur (Fig. 2.10). Il y a de très grandes quantités de fer dans les sols de Gangani Kirey, un reflet de la texture très riche du sol, car les oxydes de fer sont principalement concentrés dans la fraction argileuse du sol.

Fig.2.5 Distribution en Profondeur de l'Argile

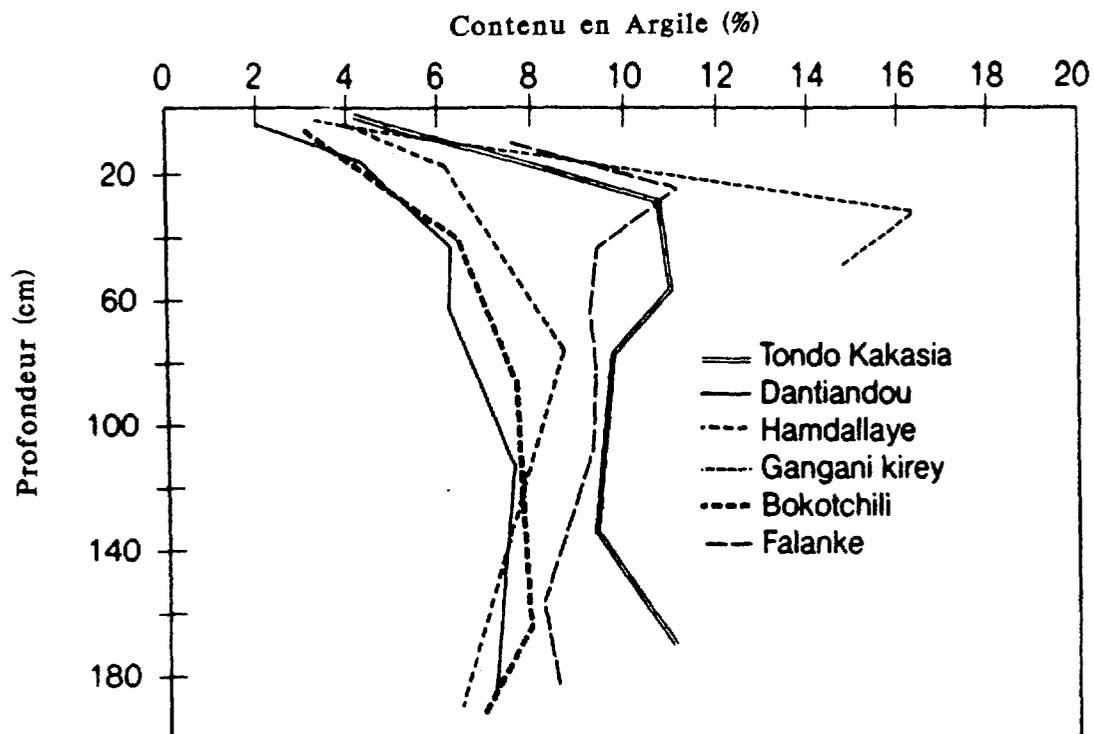


Fig.2.6 Différence de Rétention de l'Humidité (2.5 pF-4.2 pF) avec la profondeur

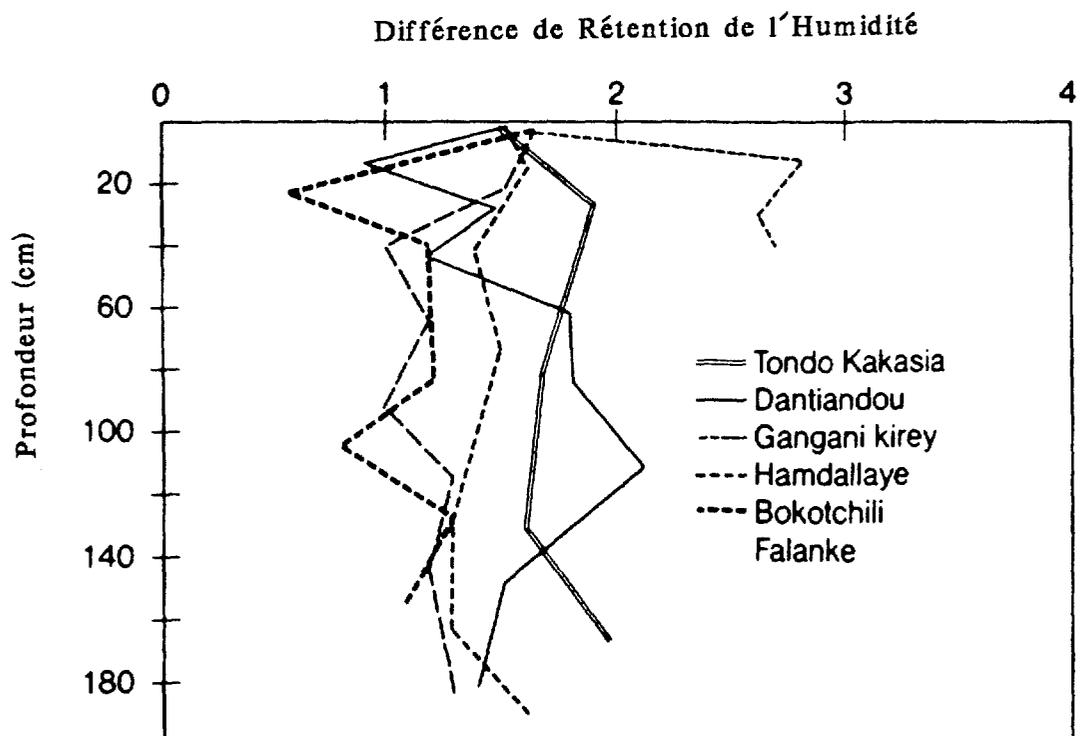


Fig.2.7 Distribution en Profondeur du Carbone Organique

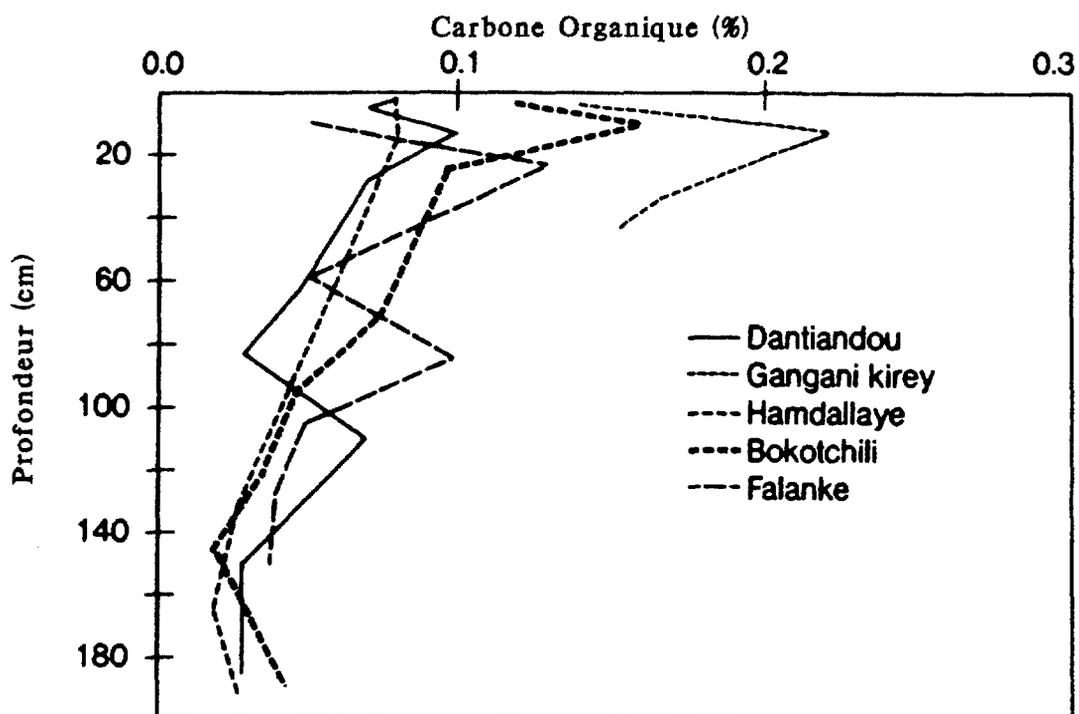


Fig.2.8 Distribution en profondeur de la Saturation en Base

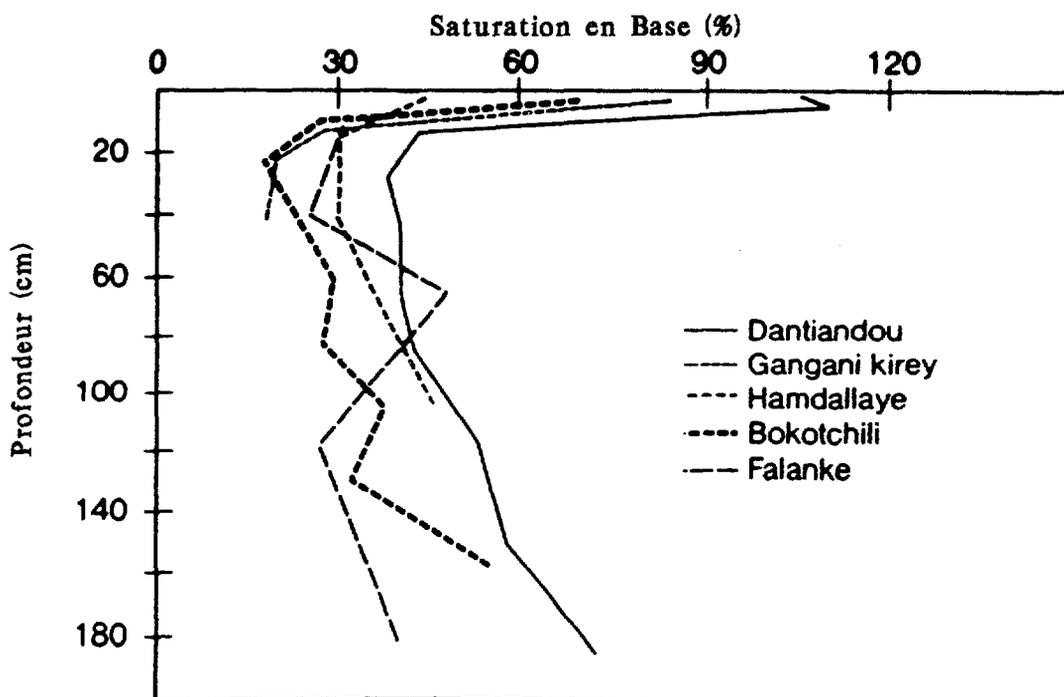


Tableau 2.1. Classification de la capacité de fertilité.

	Type	TSM	Condition
Tondo Kakasia	S	-	d,e,h,k
Dantiandou	S	-	d,e,h,k
Hamdallaye	S	-	d,e,h,k
Gangani Kirey	S	R	d,e,h,k
Bokotchili	S	-	d,e,h,k
Falanke	S	-	d,e,h,k

TSM = Type de Substrats Modificateurs

S = texture de la surface du sol

sableuse à sable loameux

R = couche limitative

d = environnement de climat sec

e = faibles valeurs de la CEC

h = conditions de l'acide

(10%-60% de saturation d'Al)

k = carence possible du K

Fig. 2.9 Distribution en Profondeur du Phosphore de Bray 1

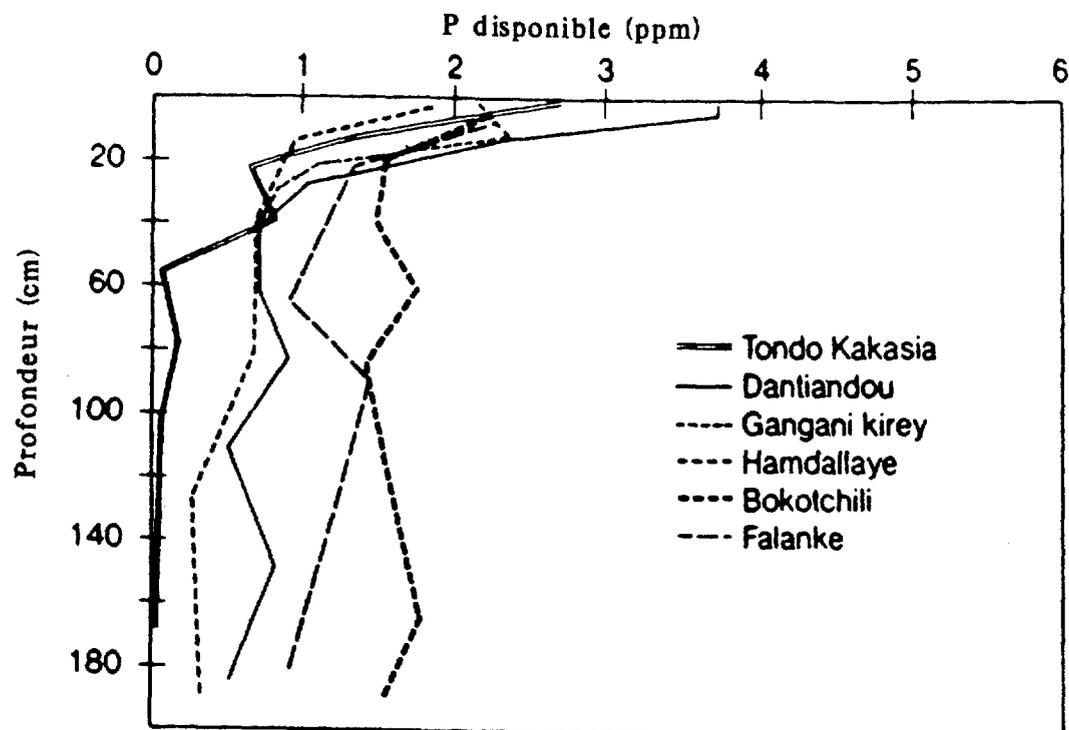
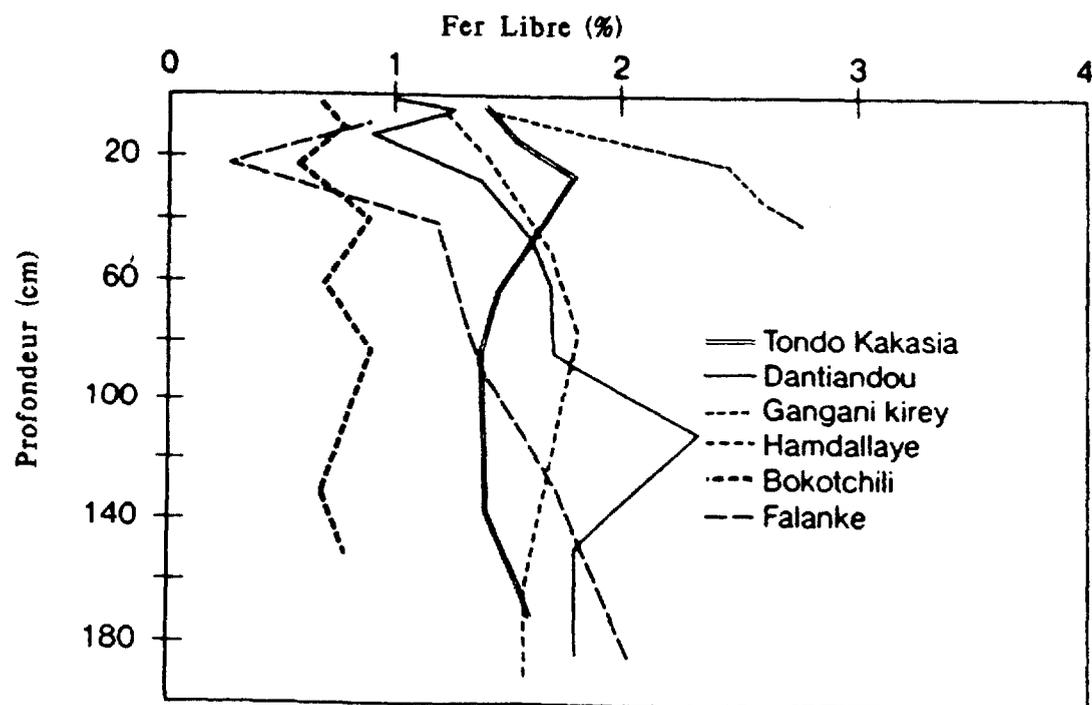


Fig. 2.10 Distribution en Profondeur des Oxydes de Fer Libres



2.6.2 Classification de la capacité de fertilité

Tous les sols du bassin versant, hormis Gangani Kirey qui a des substrats de type R à cause de sa couche latéritique, sont classés comme Sdehk. Le modificateur K est peu concerné, comme des études détaillées sur les dynamiques du K dans les sols sahéliens font peu cas de la réponse du K, même aux niveaux très faibles du K échangeable. (Tableau 2.1)

2.7 Contraintes à la production

En se basant sur les propriétés physiques et chimiques du sol et d'autres observations, la productivité des sols du bassin versant dépend du manque d'humidité, de l'encroûtement, de la profondeur à la couche limitative, des érosions éolienne et hydrique, et aux carences en éléments nutritifs.

La nature sableuse des sols favorise une infiltration rapide et une faible rétention de l'humidité. La rétention de l'eau à 0,1 bar varie de 2,0 pF à 6,5 pF. Les faibles capacités de rétention de l'humidité associées à une forte évaporation, caractéristique de l'environnement sahélien, résultent en des carences de l'humidité pendant les périodes difficiles de la saison culturale. Les cultures de contre-saison ne peuvent se pratiquer dans le bassin versant, à cause de la rétention inadéquate de l'humidité du sol après la saison des pluies.

L'encroûtement, formation d'une surface fine, scellée à la surface, est une contrainte à la production. Il est prédominant sur les sols de Tondo Kakasia et de Gangani Kirey où des croûtes vésiculaires, Bt et cryptogamiques existent. L'encroûtement intervient aussi dans des carrés parcelles isolées (gangani) des sols sableux utilisés pour la production agricole (sols de Dantiando, Hamdallaye, Bokotchili et Falanke).

Là où la latérite forme une couche imperméable à des profondeurs de moins de 1 m de la surface, elle influence le mouvement hydrique et la distribution racinaire. Le sol des séries de Gangani Kirey est recouvert de latérite. Les phases lithiques des séries de Hamdallaye et Falanke ont aussi

été cartographiées. Dans les séries de Gangani Kirey la latérite combinée au ruissellement d'eau provoque une mare périodique qui entrave la croissance culturale et mène éventuellement à la formation des croûtes de surface.

Les vents violents de l'harmattan prévalent en saison sèche lorsque le couvert végétal est à son minimum. La perte de la surface des sols meubles à texture sableuse les plus fertiles par le vent réduit la productivité du sol et augmente la sensibilité à l'érosion hydrique. Les grands volumes de sable meuble déplacés pendant les vents violents qui précèdent les tempêtes résultent aussi en l'ensevelissement des jeunes semis.

L'importante érosion hydrique du sol de Tondo Kakasia est évidente par un réseau complexe de ravins et de ruissellement en nappe et en rigoles sur le côté des pentes. Les racines de bon nombre d'arbrisseaux et arbustes sont exposées. L'érosion accélérée provient du ruissellement du plateau latéritique.

Le sol de Falanke, sur les pentes abruptes de la vallée, est intercepté par de petits ravins. L'érosion en nappe survient sur les autres sols productifs (Dantiandou, Hamdallaye et Bokotchili), toutefois, son effet sur la productivité culturale n'a pas été déterminé. L'érosion a entraîné dans ces unités cartographiques le développement de terres improductives isolées (gangani).

L'érosion hydrique, outre qu'elle transporte la surface des sols fertiles et crée des ravins, dépose des matériaux en bas de pente des sols de Dantiandou et Hamdallaye et, à une moindre étendue des sols du Falanke dans des glaciés lessivés. Ces zones sont généralement dépourvues de végétation. Une inondation périodique due au ruissellement et l'ensevelissement des semis rendent l'établissement du peuplement très difficile.

La fertilité du sol est une contrainte majeure à la production culturale dans le bassin versant. Les sols sont caractérisés par leurs faibles teneurs en éléments nutritifs, faibles valeurs du pH, forte saturation de l'aluminium, et manque de minéraux altérables pour la recharge en éléments nutritifs. Le recyclage des éléments nutritifs

est faible car une grande partie de la biomasse des cultures sert de pâture ou est utilisée par les paysans pour d'autres besoins. La saturation de l'aluminium n'est pas suffisamment forte pour servir de modificateur à la classification de la capacité de fertilité, ce qui indique que les conditions toxiques ne prévalent vraisemblablement pas.

3.0 ENQUETE SUR LE SAVOIR-FAIRE PAYSAN

Une enquête sur le savoir-faire paysan a été conduite dans le bassin versant de Hamdallaye entre octobre et décembre 1989. Les objectifs spécifiques étaient les suivants:

- + Interviewer les chefs et les anciens des villages pour récolter des données historiques et démographiques du bassin versant;
- + Identifier tous les paysans du bassin versant et réaliser l'historique des zones cultivées et en jachère;
- + Interviewer individuellement les paysans pour obtenir une évaluation générale du régime foncier, du savoir-faire en matière d'aménagement des sols et des cultures, et leurs points de vue sur les problèmes rencontrés et les solutions apportées.

3.1 Méthodes

Pour identifier les paysans, métayers ou propriétaires dans le bassin versant, le chercheur a parcouru le bassin versant accompagné des paysans bien informés, en se renseignant sur les noms associés aux champs cultivés et en jachère.

Les cartes préparées à partir des photographies aériennes ont été utilisées comme base de référence. Des 56 paysans identifiés, 42 ont été interviewés, un échantillon de 75%. Plusieurs interviews de groupe ont été réalisés avec les anciens des villages et chacun des trois chefs de village qui ont des responsabilités administratives sur les terres du bassin versant.

Au cours de l'interview, le chercheur se promenait avec les paysans sur leurs champs tout en les faisant parler sur les pratiques d'aménagement des sols et en demandant des explications.

3.2. Description du Bassin Versant

Le bassin versant se situe à 2 km à l'est du village de Hamdallaye, dans l'arrondissement de Kollo, département de Tillabéry. Hamdallaye bénéficie d'une route

nationale goudronnée qui le relie à Niamey, la capitale du Niger, et Filingué. Un réseau de routes secondaires et de pistes relie les villages des environs à Hamdallaye, qui a un marché hebdomadaire qui se tient les mardis. Les villageois vont aussi aux plus importants marchés de Dantiandou, à 30 km au sud-est; Baleyara, à 65 km au nord-est, ou Niamey, à 30 km à l'ouest.

Divers services publics et programmes d'aide au développement sont centrés à Hamdallaye. Il y a deux écoles -- une école privée arabe de 3 classes et une école publique de sept classes. Il y a une pharmacie privée et un dispensaire public. Le responsable agricole régional travaille hors de Hamdallaye avec une responsabilité sur tout le canton. Avec l'assistance de la CLUSA (Ligue Coopérative des Etats-Unis), une coopérative régionale a été créée en 1986. En 1989, un programme de commercialisation de mil a été installé.

Au début des années 80, le Corps de la Paix a construit un centre de formation permanent sur la colline de Hamdallaye. Les volontaires résident dans le village mais la plupart des activités sont confinées au centre de formation. Un Centre de Multiplication des Semences a été créé en 1968 avec un financement de l'USAID pour approvisionner les cultivateurs de la région en semences et autres intrants agricoles. En juin 1989, le programme a été transféré au gouvernement nigérien. A la moitié des années 70, le programme Sahel Vert a établi près de Hamdallaye une plantation d'arbres qui approvisionne les villageois en semis d'arbres.

3.2.1 Administration

Quatre villages ont leur territoire administratif dans le bassin versant (Tableau 3.1). Environ 14% des terres tombent dans le territoire de Hamdallaye, le chef-lieu du canton. Le village de Bokotchili Kaina, 4 kilomètres à l'est de Hamdallaye est hors des frontières du projet, mais 42% des terres du bassin versant se trouvent sous son administration.

Falanke Kaina, un hameau entièrement situé dans les frontières du projet, est à environ 6 kilomètres à l'est de Hamdallaye. Vingt cinq pour cent des terres sont sous le couvert administratif du chef de famille de Falanke Kaina. Hors du bassin

versant, sur le côté le plus à l'est, se trouve Falanke Beri dont le district administratif couvre environ 10% du bassin versant.

3.2.2 Historiques des Villages

Hamdallaye. Il semble que deux familles zarmas étaient les premières à s'y établir. Originaires des environs de Baleyara dans le canton de Tagazar, elles s'étaient établies à N'Dounga avant de rejoindre vers 1854 Hamdallaye. L'actuel chef, installé en 1988, est le cinquième d'une descendance patriarcale. La population actuelle de Hamdallaye est d'environ 1.200 foyers, en particulier des Zarmas. On y rencontre aussi certains Haoussas, Touaregs et Arabes. Au sud-ouest du village se trouve les Peuhls "Peuhls de Hamdallaye".

Bokotchili Kaina. Le fondateur de Bokotchili Kaina est originaire de Bokotchili Beri dans le canton de Koure. Après la colonisation et la revendication des terres de Bokotchili Kaina, il s'installa dans les environs du village de Binni Bokotchili. De nos jours, ses descendants revendiquent des terres dans les trois villages. La population actuelle de Bokotchili Kaina est d'environ 800 Zarmas dans 88 foyers. Il semble que la population villageoise ait baissé depuis les récentes sécheresses. Bokotchili Kaina n'a pas de services publics ni de marché.

Falanke Kaina. L'historique de Falanke Kaina remonte à cinq générations, lorsqu'un pionnier zarma, venu de Allahoni pour cultiver, revendiqua les terres vierges alentour. Le hameau regroupe environ 100 personnes dans 11 familles. Hormis une famille Peuhl qui a des rapports éleveur-propriétaire de bétail avec un Zarma résident, tous les habitants sont descendants du pionnier.

3.2.3 Caractéristiques des Paysans

Des 42 paysans interviewés, 32 sont Zarmas (76%), 6 Haoussas (14%), et 4 Peuhls (10%). Excepté 2 femmes, haoussa et Peuhl, qui en l'absence de leur époux sont chefs de foyer(1) de facto, tous sont des hommes. L'âge du chef de foyer varie de 22 à 70 ans avec une moyenne de 42ans. Cinquante quatre pour cent des chefs de foyer ont entre 22 et 40 ans et 12% plus de 61 ans. La moyenne de chaque foyer est de 9 personnes de 2-20 ans.

Traditionnellement, les Zarmas

cultivent pour survenir aux demandes céréalières du foyer et vendre l'excédent pour faire face aux besoins en espèces.

Suite aux récentes sécheresses et à la faible pluviométrie, de plus en plus de producteurs se sont tournés vers des travaux non champêtres, en particulier, les migrations saisonnières vers les pays côtiers où on les retrouve comme travailleurs non qualifiés. Les autres activités sont le transport avec les ânes et les charrettes de boeufs, le petit commerce, l'artisanat, le métier de tailleur, la boucherie, la fabrication de briques, la coiffure et l'élevage par les Peuhls. Deux des 42 paysans ont un travail rémunéré. Les autres sources de revenu sont la pension des membres non résidents des foyers. Bien que non étudiée, la diversité dans la disponibilité et l'allocation du capital et dans le travail des foyers est évidente.

Tableau 3.1 Superficie des terres de chaque village

Territoires Villageois	Superficie (ha)
Hamdallaye	70
Bokotchili Kaina	209
Falanke Kaina	125
Falanke Beri	49
Plateau latéritique	43
TOTAL	496

3.2.4 Système d'Exploitation Agricole

Le système d'exploitation agricole du bassin versant a pour base la culture de mil/mil associé à une autre culture. Les objectifs de la production sont la fourniture de produits de subsistance et la vente d'une portion de la récolte pour les besoins d'espèces. Les avoirs fonciers sont sous le contrôle des chefs de foyer. Outre les champs familiaux, les membres des familles tels les célibataires hommes et femmes cultivent souvent des champs individuels, ce qui leur permet d'avoir leurs revenus propres.

Superficies des Champs. Les superficies des champs du bassin versant ont été calculées par le personnel TropSoils avec un planimètre électronique afin d'avoir les dimensions des champs identifiés sur les photographies aériennes et vérifiés sur le terrain.

Les champs en jachère et en culture par foyer avaient une superficie moyenne de 10 ha par foyer, régulièrement divisée en deux. Quatre vingt trois pour cent des foyers cultivaient des terres dans le bassin versant en 1989 et 62% les avaient en jachère.

Systèmes Cultureux. Le mil domine le système cultural, généralement comme culture associée au niébé (Tableau 3.2). L'oseille est souvent associée au mil et au mil/niébé. Les micro-environnements les plus favorables du champ sont semés de sorgho, de maïs, d'oseille et de gombo. Contrairement aux femmes haoussas, les femmes zarmas sont peu impliquées dans la production culturale, mais cultivent souvent des parcelles personnelles d'arachides, des potagers non loin de leur cour, associent l'oseille à d'autres cultures principales, et

récoltent le *sunne* (épis non développés) et d'autres plantes natives variées pour l'utilisation domestique et la vente.

Outre le mil semé, deux autres types de mil sont importants dans le système de production. Le *diaraou*, mil sauvage, est en concurrence avec le mil semé mais murît le premier, d'où son importance alimentaire en période de 'soudure'. Son résidu sert à la construction et à la pâture.

Le *sunne* est un épi de mil non développé produit par les variétés locales. Il est récolté, souvent par les femmes, avant la récolte normale et est utile pendant la période de 'soudure'.

Les paysans du bassin versant ensemencent soit en saison sèche soit avec les premières pluies à la mi-juin ou fin juin. Le resemis est souvent nécessaire lorsque le semis germe à cause de la précocité de la saison des pluies mais meurt pendant la période de sécheresse qui suit ou est enterré par les vents de sable. L'ensemencement se poursuit, certaines années, jusqu'en juillet. La récolte intervient d'habitude à la mi-octobre ou fin octobre. En 1989, la récolte a démarré dans le bassin versant pendant la semaine du 16 octobre.

Apport d'Intrants. Les variétés de mil amélioré (HKP) et de niébé (TN578) étaient disponibles dans la région au Centre de Multiplication des Semences (CMS) depuis 1982-83.

Tableau 3.2 Système cultural dans le bassin versant de Hamdallaye, 1989. (n=46 champs)

Culture	Champs	
	No.	%
Mil/niébé	30	65
Mil seul	7	15
Mil seul; mil/niébé	4	9
Mil seul; niébé seul	2	4
Mil/niébé; niébé seul 2	4	
Mil/niébé/sorgho	1	2
TOTAL	46	99*

* Ne totalise pas 100% à cause de l'arrondi.

Tableau 3.3 Variétés de mil et niébé utilisées dans le bassin versant de Hamdallaye, 1989 (n=42 paysans)

Variété	Paysans	
	No.	* %
Mil local	35	83
Mil amélioré (HKP)	13	30
Niébé local	39	92
Niébé amélioré (TN57N)	3	7

* Les totaux sont parfois supérieurs à 100% car les paysans peuvent associer les variétés locales et améliorées.

Les variétés locales, toutefois, dominent (Tableau 3.3). Deux variétés locales de mil -- *ichumo* (mil sombre) et *drankoba* (mil clair) -- sont habituellement semées ensemble et peuvent être associées au HKP pour minimiser les risques. Trente trois pour cent des paysans interviewés ont eu recours à l'engrais en 1989. Les quantités et les dates d'apport étaient diversifiées.

Main-d'Oeuvre. Le travail du sol en surface et non en profondeur est réalisé avec une houe à long manche, (*hilere*). Les hommes du foyer s'occupent en principe des

travaux champêtres. Le travail a d'abord lieu dans les champs familiaux, ensuite les membres du foyer travaillent dans des champs individuels. Un cultivateur interviewé utilisait des boeufs dans le champ mais s'en servait plus souvent pour le transport. Deux autres tracteurs employés -- un pour la mise en culture des nouvelles terres latéritiques près du plateau, le second par un homme d'affaires de Niamey qui avait aussi rémunéré la main-d'oeuvre engagée(4). Ces deux cultivateurs ont les plus grandes superficies culturales du bassin versant: 16,4 ha et 15,1 ha, respectivement. La location du tracteur qui était disponible au CMS était de 40.000 CFA/jour ou 10.000 CFA/ha.

Les travaux champêtres regroupaient par foyer 1-7 personnes soit une moyenne de 2,5 personnes/foyer. Les foyers peuvent participer au *bougou*, travail collectif réciproque, ou au *gayan*, volontariat, lors du désherbage et de la récolte. La rémunération est généralement des repas. Le travail salarial est rare. En 1989, trois cultivateurs ont payé un salaire à leur main-d'oeuvre. Le paiement minimum quotidien était au moins 750 cfa/jour ou à la tâche. Au cours de la récolte de 1989, les travailleurs avaient touché 50 cfa la botte d'épis de mil liés. Les femmes zarmas de la région aident principalement à semer et récolter les champs communs du foyer et aux activités qui suivent les récoltes.

Cheptel. Tous les paysans interviewés ont fait savoir qu'il n'y a dans la région que très peu de bétail depuis la sécheresse de 1984, cependant, de nos jours, leur nombre va croissant. Presque les trois quarts des foyers ont leurs animaux propres, principalement constitués de chèvres, de moutons et de bovins (Tableau 3.4). Des 30 foyers propriétaires d'animaux, 60% possèdent 1 à 2 espèces, 33% ont 3 à 4 espèces et 6% détiennent 5 à 6 espèces. Les femmes détiennent du petit bétail car il représente un investissement plus sûr que les terres attribuées par les hommes (Painter, 1980). Un petit nombre de ruminants, ânes et chevaux sont gardés sur le champ, alors que les bovins sont soit gardés toute l'année dans le bassin versant soit emmenés hors du bassin versant pendant la saison culturale et ramenés sur les champs après la récolte pour

paître les résidus culturels et laisser du fumier. Les paysans ont rapporté qu'ils payaient 1.000 CFA/animal pour les trois mois de gardiennage.

Le bétail, sur ordre du chef de canton, est interdit sur la zone cultivée pendant la saison culturale. Il peut brouter les champs en jachère, sauf ceux qui produisent des ressources économiques telles *Andropogon gayanus* et *Aristida sieberiana*. Une fois la récolte achevée, les animaux ont accès à toutes les terres. La priorité et la valeur que les paysans zarmas, haoussas et peuhls donnent à leur cheptel sont peu différentes. Les cultivateurs peuhls qui maintiennent les troupeaux sur leurs champs (2 des 4 résidents peuhls) ont beaucoup plus intégré le cheptel dans le système de production, en équilibrant la main-d'oeuvre entre les cultures et le bétail. Pour ces deux Peuhls, la superficie culturale était relativement petite, 2,7 et 3,8 ha, respectivement, mais la productivité des terres relativement élevée par l'apport de fumier.

3.3 Régime Foncier

Le système du régime foncier dans le bassin versant est basé sur l'histoire de la colonisation de la région. Les pionniers zarmas, généralement venus en familles, émigraient dans des régions de terres vierges et gagnaient des droits sur les terres qu'ils désherbaient comme premiers cultivateurs. De nos jours toutes les terres du bassin versant sont revendiquées par des familles d'anciens colons. Quarante et une familles de quatre villages revendiquent des droits sur les terres cultivées par 56 cultivateurs (Tableau 3.5). Trente deux ou 57% travaillent sur les terres familiales. Six ou 15% sont des propriétaires non-résidents. Les avoirs fonciers sont reconnus par des délimitations permanentes telles des arbres ou des zones non désherbées.

3.3.1 Droits Fonciers Coutumiers

Sous le régime foncier zarma, les règles en cours dans le bassin versant reposent sur la lignée des premiers colons zarmas. Les terres passent de pères en fils par un système d'héritage patriarcal. Lorsqu'un fils se marie, on lui attribue des terres pour ses besoins familiaux.

Tableau 3.4 Cheptel des cultivateurs du bassin versant (n=41 paysans)

	No.	%
Foyers sans animaux	12	27
Foyers avec animaux	30	73

Type d'animal:

Bovin	15	37
Mouton	21	51
Chèvre	25	61
Ane	9	22
Chameau	1	2
Cheval	2	5

Par ce système d'héritage, les terres passent sous la gérance de chaque chef de foyer (*windi koy*) d'où la fragmentation des terres familiales originelles.

Ces chefs de foyer ont un grand sens de la propriété foncière et appellent les terres leurs "propriétés". Le régime est sûr et les décisions de gestion sont prises par le cultivateur aussi longtemps que les terres sont utilisées et durant les périodes de jachère. Les terres, néanmoins, appartiennent à la lignée. Le chef de la grande famille préside toutes les décisions sur les allocations et les arbitrages des terres familiales. Les terres non encore données en héritage et celles qui ont été remises à la famille à cause de leur emploi inadéquat sont sous son contrôle. Les femmes n'ont pas de droit foncier, mais il leur est remis des terres pour leurs cultures personnelles d'arachide ou il leur est permis de cultiver dans les jardins des foyers. Lorsqu'un homme n'a pas de fils, sa fille peut bénéficier des terres familiales. De même, une femme peut être le tenant du titre à la mort de son mari jusqu'à ce que son fils atteigne l'âge requis pour lui succéder ou en l'absence de son mari ou de son fils.

La superficie culturale s'est étendue cette dernière décennie aux terres marginales près du plateau. Un champ, mis en culture en 1988, se trouve sur des terres de passage du bétail pour le marché et pour lesquelles aucune certitude n'existe quant à leurs propriétaires.

Tableau 3.5 Nombre d'avois fonciers familiaux et de cultivateurs par village dans le bassin versant.

Village	Revendicateurs		Cultivateurs	
	No.	%	No.	%
Hamdallaye	7	17	9	16
Bokotchili Kaina	180*	44	23	41
Falanke Kaina	13	32	21	38
Falanke Beri	3	7	3	5
TOTAL	41	100	56	100

* Trois de ces revendicateurs ne vivent pas vraiment à Bokotchili Kaina mais dans les villages de Binni Bokotchili, Fandougou et Bokotchili Beri.

Celui qui les cultivait ne craignait pas l'expropriation tant qu'il les mettait en valeur. Néanmoins, une fois mises en jachère, les propriétaires des champs voisins pourraient les réclamer. En outre, les terres du plateau sont un bien public, impropres à la culture. Les paysans ont laissé entendre qu'en cas de fertilité des terres du plateau, les propriétaires fonciers des terres voisines les réclameront. La non-utilisation des terres n'implique pas leur vacance, leur disponibilité, ou leur non-revendication. Hormis deux champs récemment mis en culture, toutes les autres terres du bassin versant sont passées par un grand nombre d'utilisateurs.

3.3.2 Accords Fonciers

On peut acquérir les terres par héritage mais aussi par métayage. Quarante trois pour cent des cultivateurs du bassin versant sont des métayers. Des accords verbaux sont passés entre le chef de famille et le métayer. L'accord ne prévoit pas de date. L'arrangement est que le métayer utilise les terres jusqu'à ce que "le champ devienne trop vieux et trop difficile à cultiver", à ce moment elles sont mises en jachère et rendues à la famille propriétaire. Le métayer peut alors soit acquérir un autre champ de la même famille soit négocier avec une autre famille, ou appliquer un système de jachère rotatoire. Peu de cas se sont présentés où les

terres ont été revendiquées. Il semble que la sécurité foncière existe à travers les rapports établis entre le propriétaire et le métayer. Plusieurs paysans agissaient comme sous-traitants, en permettant à d'autres d'utiliser les parcelles des terres en métayage.

Des 24 paysans utilisant des terres empruntées, 15 ont immigré dans la région et 9 y sont nés. Pour ces derniers, la raison principale qui les a poussé à rechercher des champs loin de leur village est l'insuffisance des terres familiales pour satisfaire les besoins familiaux. Il est incertain de savoir si "Insuffisance" se rapporte à la quantité des terres familiales disponibles ou à leur niveau de productivité.

Le paysan, contre l'utilisation des terres, donne en principe au chef de foyer une proportion de la récolte, 10% du rendement, bien que la quantité varie compte tenu des relations et du rendement. Les terres ne sont ni monnayées ni vendues. Une remarque typique était que si on vend les terres l'argent se dissipera rapidement alors que les terres demeurent à jamais.

Le métayage se transmet par voie patriarcale au fils du métayer, et ce, pour des générations multiples. Ainsi les non-propriétaires bénéficient d'une sécurité foncière. Cette dernière peut aussi être cause de disputes car les métayers héritiers finissent par s'assimiler aux propriétaires

fonciers. Les contrats formels, passés par devant le chef de canton, sont encouragés pour éviter de telles mésintelligences. Lorsque surviennent des disputes que le chef de village ne peut résoudre, le chef de canton convoque les anciens bien informés pour un éclaircissement sur l'historique de la colonisation originelle.

3.3.3 Disponibilité des Terres

La disponibilité des terres dans le bassin versant est incertaine. Il semble que à Falanke Kaina, les terres familiales soient excédentaires alors que les anciens de Bokotchili faisaient savoir que les terres villageoises étaient limitées. Selon les cultivateurs, les terres sont disponibles pour ceux qui veulent les cultiver. Par exemple, "Tous les bons travailleurs, costauds sont partis. Ils s'en sont allés sous d'autres cieux. Ils refusent de cultiver; ils veulent travailler dans les villes. Ceux qui restent sont âgés. Les terres sont donc disponibles pour ceux qui veulent travailler."

De tels points de vue peuvent provenir du fait que bon nombre de pays africains sont convaincus que les terres doivent être partagées (de Wilde, 1967), ou doivent être soumises à la politique gouvernementale qui a encouragé l'usage des terres par quiconque désire les cultiver. Le résultat a été la perturbation du système de jachère, ce qui entraîna la dégradation des terres (Arnould, 1982).

La disponibilité de terres n'est pas synonyme d'accessibilité aux ou de qualité. La plupart des terres du bassin versant sont éloignées des centres villageois de Hamdallaye et Bokotchili Kaina. Certains cultivateurs qui vivent à Hamdallaye font 4-6 kilomètres pour se rendre dans leurs champs. Les Peuhls se sont procurés des terres et vivent bien dans la région de Falanke Kaina, mais il n'y a pas de Peuhls qui résident à Bokotchili Kaina. Il semble que les nouveaux venus, surtout ceux sans attaches antérieures dans la région, reçoivent les terres les plus marginales.

L'accès aux terres dépend de la réputation du métayer et du propriétaire foncier. Les chefs de famille sont connus pour leur tempérament et leur générosité. Les métayers doivent être des paysans sérieux et qui aiment travailler pour

bénéficier des terres.

La qualité des terres du bassin versant est typiquement caractérisée en termes d'historique culturel et de structure du sol. Les champs en jachère peuvent être disponibles pour la culture, mais ont une productivité défaillante lorsqu'elles sont cultivées de façon prématurée. En outre, la qualité des terres dépend de la pente, du drainage et de l'emplacement dans le bassin versant. Les terres proches du plateau sont moins désirables à cause de leur faible fertilité et de leur structure dure; il en est de même des terres soumises à des cultures à long terme. De ce fait, les terres peuvent être disponibles, mais les niveaux de productivité varient.

3.4 Perceptions des paysans en matière de problèmes agricoles

Dans un environnement incertain où les rendements annuels des cultures varient de manière considérable, l'objectif est l'autosuffisance alimentaire. Les cultivateurs ne parlent pas de changement ou de baisse de rendements mais considèrent que chaque année est différente et unique. Les problèmes principaux exprimés par les paysans ont un rapport avec les changements agro-écologiques affectant la région:

- + Pluviométrie inadéquate et irrégulière
- + Faible fertilité du sol
- + Insuffisance et accès limité au fumier. Peu de ressources financières pour acheter l'engrais chimique
- + Peu de main-d'oeuvre à cause des jeunes hommes qui s'en vont et coût de la main-d'oeuvre recrutée
- + Erosion éolienne

Les paysans considèrent la pluviométrie comme le principal facteur déterminant la production culturale. Dans les années de bonnes pluies, les niveaux de production sont suffisants pratiquement sans tenir compte de la qualité des terres. Mais sous des conditions pluviométriques non favorables, les cultivateurs insistent sur l'interaction entre la faible pluviométrie et la fertilité du sol dans la baisse de production. L'occurrence des pluies est un problème particulier car les "terres sont vieilles et fatiguées". Les sols, disent-ils, ont été cultivés trop longtemps, la structure du sol est défaillante, et l'infiltration des eaux de

pluie est faible. Alors que les cultivateurs considèrent le début et l'occurrence des pluies de première importance, ils semblaient de plus en plus concernés par la fertilité du sol. Les pratiques agricoles, en réponse à l'environnement qui prévaut dans la région, ne sont plus les mêmes.

Les cultivateurs font cas de 7-8 mois de saison sèche contre 3 mois de bonne pluie. Beaucoup dans le passé pouvaient compter sur les pluies pendant des mois. De nos jours, ils sont dépendants du samno abandonné, mil tardif, à cause du raccourcissement de la saison des pluies et de l'insuffisance de la fertilité du sol. Beaucoup de paysans sèment des variétés résistantes à la sécheresse qu'ils mélangent, et adoptent des stratégies d'aménagement de la jachère afin de minimiser les risques.

Les pratiques de jachère ont changé parce-que les rendements sont incertains et la pression sur les terres accrue. Les cultivateurs disent que les champs ne peuvent être laissés pour régénérer alors qu'un autre champ est cultivé. Ils ont aussi noté l'augmentation de l'érosion éolienne qui transporte couche arable, ce qui entraîne un changement dans la gestion des résidus cultureux.

Les cultivateurs rapportent les risques accrus de l'agriculture. Ils étaient assurés, dans le passé, une fois le semis réalisé, d'une récolte adéquate. De nos jours même la production d'une culture est incertaine. Compte tenu de ces faits, les cultivateurs préfèrent la minimisation des risques à la maximalisation de la production.

Les insectes et les animaux nuisibles n'ont pas été souvent mentionnés au cours des discussions sur les problèmes agricoles. Ceci peut s'expliquer par la variabilité des populations des animaux nuisibles en rapport avec les conditions pluviométriques. Lors de l'inspection du champ, les paysans ont fait cas immédiatement des dommages des insectes. Dans ce contexte, les paysans attribuent les pertes de rendement de 1989 aux souris, au scarabée nocturne du mil, aux sauterelles et aux différents vers mangeurs de graines de mil.

Le fumier et l'engrais chimique sont considérés comme les premiers moyens à mettre en oeuvre pour améliorer la

productivité. En général, les paysans font cas du manque et des coûts élevés du fumier à cause du nombre restreint des bovins permanents et nomades dans la région. Les changements advenus en 1989 dans la disponibilité de l'engrais et son coût semblent limiter son usage.

3.4.1 Perceptions des paysans sur la Dégradation des Terres

La dégradation des terres est, selon les paysans, une baisse de la production potentielle des terres.

La dégradation est, le plus souvent, attribuée à une perte de la végétation et à une augmentation du vent. La diminution de la productivité des terres est considérée comme un phénomène qui se perpétue et sur lequel les paysans disent avoir peu de contrôle. La baisse de la végétation a résulté en une perte de la couche arable, d'où l'incapacité du sol de soutenir la végétation. Les paysans attribuent la perte de la végétation aux changements climatiques généraux, à la grande sécheresse de 1974, à l'augmentation de la culture là où il y a beaucoup plus de terres en culture et aux raccourcis des périodes de jachère. Ils ont parlé aussi des changements dans la composition des espèces.

Les paysans ont noté une augmentation dans la fréquence et la force du vent de la saison sèche. Ces vents transportent la couche arable et laissent des ganganis ou terres nues, improductifs. Les paysans se sont plaints ensuite des dommages du vent lorsque le sol transporté enterre les semis de mil. Ils sèment dans le résidu de mil pour protéger les semis en germination.

L'érosion hydrique a été rarement mentionnée comme problème agricole par les paysans. L'érosion éolienne émerge comme un très grand problème parce que tous les paysans craignent ses effets potentiellement nuisibles. L'érosion hydrique, au contraire, dépend de l'emplacement et de la pente des champs et est considérée comme moins grave. Un commentaire représentatif: "même avec de l'eau sur le champ, vous pouvez toujours avoir un rendement, mais avec l'érosion éolienne, vous n'avez rien." Des différences apparaissent aussi dans les moyens mis en oeuvre pour combattre l'érosion hydrique et éolienne. Beaucoup plus

de techniques sont pratiquées pour le contrôle de l'érosion éolienne. Au contraire, les paysans se disent impuissants face à l'érosion hydrique.

3.5 Systèmes de Classification des Paysans

3.5.1 Types de Terre

Les paysans caractérisent trois grands groupes de terre en se référant à leur position dans le paysage:

Gorou signifie bas-fond ou ravin mais a des applications variées. Il se réfère aussi à l'érosion par ravinement. *Gorou* désigne également tout terrain bas. Il peut signifier tout le bassin de drainage, la partie basse du champ, ou les microdépressions des champs.

Fondu signifie toutes terres hautes. Hormis la zone sise entre une vallée et un plateau, *fondu* se réfère habituellement aux zones hautes d'un champ telles les buttes de sol déposé ou la portion en haut de pente d'un champ.

Tondo bon se réfère au plateau. En général, un plateau est considéré comme zone non arable et une réserve de pâturage communautaire.

Tondo kakasia se réfère aux terres, juste au-dessous du plateau, qui sont pierreuses et improductives. Les paysans laissent entendre que la culture à l'aide d'un tracteur peut rendre *tondo kakasia* productive.

La qualité générale des terres est associée à ces divisions topographiques principales. En principe, les paysans classent les terres les plus hautes comme les moins fertiles à cause du ruissellement de l'eau et des éléments nutritifs. Les terres les plus proches du plateau sont considérées comme les plus pauvres en termes de structure de sol. Ils reconnaissent, toutefois, que les pratiques d'aménagement affectent la productivité des terres et ils distinguent les attributs des sols particuliers dans une séquence topographique. En conséquence, les paysans tendent à associer la qualité des terres plus avec les pratiques culturelles et de jachère qu'avec la topographie. Par exemple, des terres marginales récemment cultivées près du plateau étaient plus productives que les vieux champs en bas de pente.

3.5.2 Classification des champs

Le système de classification des champs reflète l'importance attribuée par les paysans aux antécédents culturels. Un

champ est, selon les paysans une terre voisine sous le contrôle du foyer. Les champs sont distingués comme il suit:

Sacara: Terre remise à la culture après 1 an de jachère

Lalibanda: Première année de culture après *sacara*

Kwarkwari: Terre mise en culture pendant 3-4 années

Blanga: Terre mise en culture pendant au moins 5 années

Farezenou: Terre en jachère

Les champs regroupent souvent des parcelles de jachère de longueurs variées. Dans un seul champ, un paysan peut distinguer une portion *sacara*, une autre *lalibanda* et une autre *blanga*.

3.5.3 Classification des Sols

Les paysans, lorsqu'ils décrivent leurs terres, utilisent souvent les phrases *labu zenou* ou *labu farga*, ce qui signifie le sol est fatigué ou le sol est vieux. Ces sols ont été, selon les cultivateurs, cultivés trop longtemps et leur fertilité épuisée. Pour restaurer la productivité, les paysans les mettent, en principe, en jachère ou apportent du fumier.

Une autre phrase utilisée pour décrire les sols les moins communs est *labu sida bani*, c'est-à-dire le sol n'est pas fertile, ou "malade". Ils observent cette condition en regardant les racines de mil peu après l'ensemencement. Si de nouvelles racines ne se forment pas et les racines existantes sèchent et noircissent, le sol est considéré "malade". Les paysans expriment leur impuissance face à ce problème.

Les paysans utilisent les sens de la vue et du toucher pour déterminer les propriétés physiques du sol. Ils font attention à la couche arable et la zone racinaire du mil et du niébé. Les propriétés que les paysans distinguent sont la couleur, la matière organique, la texture, la condition de drainage, et la profondeur. Les propriétés chimiques ne semblent pas figurer dans leurs classifications.

Ils distinguent trois principaux groupes par leur couleur:

+ *labu biri*, sol noir;

+ *labu kware*, sol blanc;

+ *labu kirey*, sol rouge.

La couleur du sol a un rapport avec la présence ou l'absence de matière organique,

le processus de l'érosion du sol, et le caractère du sous-sol. Le sol noir contient plus de matière organique et est considéré plus fertile. La culture et l'érosion épuisent les éléments nutritifs riches en laissant un sol blanc, moins productif. Une dégradation ultérieure fait apparaître un sol rouge. Dans un groupe, les paysans distinguent les degrés de fertilité. Par exemple, un sol peut être un mélange de noir et blanc.

Le second système principal de classification des sols est en rapport avec la texture et est caractérisé par trois groupes importants:

- + *tassi*, sols sableux;
- + *botogo*, sols à teneur argileuse;
- + *gangani*, sols encroûtés, compacts.

Les propriétés utilisées pour décrire les sols *tassi* sont leur légèreté, leur texture sableuse, souple, poreuse et sèche. Les sols *botogo*, au contraire, ont une couleur plus foncée, sont plus lourds et ont une bonne rétention de l'eau. Ils sont décrits plus difficiles à cultiver mais plus fertiles. Les mauvaises herbes poussent plus rapidement sur les sols *botogo*, ce qui influence le choix et l'aménagement des cultures. Par exemple, comme les mauvaises herbes inhibent la croissance des semis, les sols *botogo* doivent être désherbés avec plus de soin lorsqu'ils sont semés de mil que de sorgho. D'où la nécessité d'une main-d'oeuvre plus nombreuse. Les sols *botogo* sont particulièrement difficiles à cultiver lorsqu'ils sont secs, ce qui entraîne, parfois, le report contraint du désherbage.

Des distinctions existent sur la teneur du sol en argile, en sable ou en latérite. La présence d'argile enrichit le sol. Un sol trop sableux est considéré trop léger et plus susceptible à l'érosion éolienne. Au contraire, les sols à teneur argileuse sont plus lourds et peuvent capter et maintenir les débris végétaux, ce qui entraîne la reconstitution de la matière organique.

Gangani se réfère aux terres nues. Les cultivateurs caractérisent, en général, *gangani* comme une terre où les plantes ne poussent pas. Il y a deux grands types de *gangani* en fonction de la formation du sol: *Gangani kware* signifie gangani blanc et est causé par l'érosion éolienne. Ces surfaces dures, non sableuses, se trouvent dans les

champs cultivés. *Gangani kware* peut devenir productif par le paillis avec le résidu cultural, les branches et les brindilles.

+ *Gangani kirey* signifie gangani rouge et est causé soit par l'érosion hydrique, l'inondation, soit par les termitières abandonnées. Il est caractérisé par des concentrations lourdes d'argile, de pierres, ou un sous-sol latéritique exposé. Il est plus difficile de restaurer la productivité du *gangani kirey* que celle du *gangani kware*.

On peut trouver du *gangani* sur de grandes superficies ou sur des parcelles isolées de terre nue d'un champ. Nombre de paysans régénèrent les petites parcelles de *gangani* dans les champs. Sur les grandes superficies, toutefois, la traction animale ou la culture avec un tracteur, de même que les apports de matière organique tel le fumier, la paillet et le résidu cultural sont considérés nécessaires à la restauration de la productivité.

La capacité de rétention d'eau par le sol est en rapport avec la durée de la culture et la teneur en argile du sol. La pluviométrie n'est pas considérée comme un élément critique aux rendements lorsque le champ est nouvellement cultivé. Les pluies ne sont également pas considérées comme un problème sur les sols argileux contrairement aux sols sableux. Dans peu de cas, les paysans décrivent un dépôt résistant sur le sol qui restreint l'infiltration de l'eau et la croissance racinaire de la plante.

3.5.4 Variabilité à l'Intérieur du Champ

En général, les types de sol ont été classifiés compte tenu de leur emplacement topographique.

Les terres du bas-fond comprenaient des sols argileux, alors que les sols des terres hautes étaient généralement caractérisés comme sableux. Néanmoins, la variabilité existe dans les champs. Des systèmes différents de culture associée maximisent ces microenvironnements. Par exemple, le sorgho, l'oseille, le gombo et le maïs peuvent être cultivés sur des sites à petits captages dans des sols argileux. Les emplacements les appropriés pour une productivité potentielle -- zones où les animaux ont été gardés, où il y a eu du feu de bois, et où les graines ont été pillées sont des zones où la litière a été accumulée -- sont utilisés.

Le sol ayant bénéficié d'apport éolien forme des systèmes culturels naturels de monticules-ravins. Le sol est déposé autour des plants, débris et souches, en causant des concentrations de sol très profondes et fertiles. De même, le vent peut transporter le sol d'un côté à l'autre du champ, en favorisant une meilleure productivité du côté du champ soumis au vent.

Les sites où la productivité est la plus importante sont ceux associés aux colonies de fourmis (n'kondo) et de termites (tcharra). Les termitières sont considérées comme riches en argile et en éléments nutritifs, alors que les tunnels rendent le sol meuble et le mélangent. Selon les paysans les plantes productives trouvées aux bords des termitières démontrent l'effet positif des termitières sur la fertilité du sol. Pendant la saison sèche, les termites attaquent les résidus culturels, ce qui résulte en leur décomposition et en l'enrichissement de la matière organique.

3.5.5 Classification de la Végétation du Bassin Versant

Diverses espèces végétales ont été évaluées dans le système de production. Sur le Tableau 3.6 se trouvent, par ordre de priorité, les plantes et arbres principaux et leur utilisation, selon les paysans.

Graminées. L'*Andropogon gayanus* est en grand nombre dans le bassin versant. On s'en sert pour les constructions mais un trop grand nombre dans les champs réduit les rendements de mil. Les paysans luttent contre les racines de l'*andropogon* très résistantes qui concurrencent celles du mil. Ils luttent aussi contre la rosée de l'*andropogon* trop humide pour le mil et leurs grandes plantes qui font de l'ombre au mil. L'*andropogon* et le mil sont récoltés simultanément. L'excédent de l'*andropogon* est vendu, mais son revenu n'est pas supérieur à celui du mil.

Les animaux ne sont pas autorisés à brouter les champs en jachère qui produisent l'*Andropogon gayanus* et l'*Aristida longiflora*, -- d'où leur importance dans le système de production. Hormis l'*Aristida sieberiana*, les cultivateurs utilisent deux autres herbes similaires pour les toitures: *Bata kirey* (*Heteropogon contortus*) que l'on trouve sur le plateau et *bata kwarey* (*Ctenium*

elegans) qui provient des champs.

Arbres. Parmi les ligneux du bassin versant, *kosey* (*Piliostigma reticulatum*) est reconnu le plus important. Il a un impact sur la productivité par ses feuilles qui contiennent des éléments nutritifs qui augmentent la fertilité du sol et par les apports éoliens qui se déposent autour de la base de la plante. Le mil le plus productif est celui des buttes dans la zone des arbustes *kosey*. Ce dernier, régénère les terres de la même manière que la jachère, disent les paysans. *Korkorbey* (*Combretum glutinosum*) a un effet similaire sur la fertilité du sol.

Sabara (*Guiera senegalensis*) est un autre ligneux commun. Il pousse sur les sols les plus durs, les plus chauds, les plus latéritiques, proches du plateau. Des parties de *kosey* et *sabara* sont consommées par les animaux. *Guiera senegalensis* et *Combretum nigricans* sont aussi considérés comme de bons bois de chauffe. Ils sont, avec *Combretum micranthum*, des espèces dont les bois de chauffe sont les plus vendus à Niamey (Heermans, 1986).

Sur les champs de culture, les arbustes sont coupés deux fois l'an. Cette pratique + Fournit du paillis pour augmenter la fertilité du sol et empêcher l'érosion éolienne,
+ Réduit l'ombre qui retarde le mil dans sa croissance et,
+ Avantage la teneur riche en éléments nutritifs des jeunes feuillages.

Il y a peu de grands arbres dans le bassin versant. Il existe peu d'arbres fruitiers dans les cours des foyers et des villages. La pénurie d'eau et les animaux errants qui mangent les semis découragent de planter des arbres. Les arbres, toutefois, servent à délimiter les champs. Le principal profit de ces arbres, selon les cultivateurs, est l'ombre qu'ils donnent en périodes de repos au cours des travaux champêtres. Les feuilles et les fruits de certains sont consommés. La très grande fertilité du sol autour du *zamturi* (*Prosopis africana*) est associée à la décomposition des feuilles et des écorces et au fumier que les animaux qui recherchent de l'ombre y laissent. La loi nigérienne prohibe la coupe des arbres.

Les paysans ont fait savoir leur préférence pour le *gao* (*Acacia albida*) et

garbey (*Balanites aegyptica*). Le gao augmente la fertilité du sol. Il est utilisé pour la médication traditionnelle et ses fruits et feuilles sont consommés par les animaux. Néanmoins, le gao qui a besoin d'eau, se trouve près des cours d'eau et non sur les terres hautes de culture (*fakara*). *Garbey* est aussi associé à l'augmentation de la fertilité du sol. Ses fruits et feuilles sont consommés par les animaux, dans les foyers, et sont vendus. (Tableau 3.6)

Les dispositions des paysans en matière des grands arbres sont positives bien qu'ils n'aient pas pour habitude de les planter. Des appréhensions ont été exprimées quant aux petits arbres des champs car leur ombre inhibe la croissance du mil. Une phrase zarma indique l'importance attribuée au nettoyage des champs, "Da turi kaina go faro ra haino si kasu gumo", ce qui signifie que le mil ne sera pas gros s'il y a pas des petits arbres dans le champ. La pratique est de couper les buissons pour faire de la place au mil. Ce qui se traduit pour les paysans par ces mots: "le mil a besoin d'air et de soleil pour pousser."

Pâturage. Plusieurs plantes sont récoltées et stockées comme pâture de saison sèche. Deux sont considérées de même valeur nutritive que le niébé: *fugutu* (*Ipomoea involucre*) et *kongo zara* (*Merremia pinnata*). On trouve *fugutu* sur les sols fertiles et *kongo zara* sur des sols moins productifs. Le cultivateur est seul autorisé à récolter ces plantes, d'où leur importance dans le système de production. Elles sont stockées pour la saison sèche ou vendues. Une troisième espèce, *kullum* (*Eragrostis tremula*), n'a pas la même valeur nutritive, et toute personne peut la couper et l'utiliser. Les branches de deux grands arbres, *zamturi* et *farka hanga* (*Terminalia avicenioides*), sont souvent coupées pour la pâture tard en saison sèche.

3.6 Pratiques d'Aménagement des Sols

3.6.1 Jachère

La jachère demeure la principale pratique d'aménagement pour la restauration de la productivité du sol.

Environ la moitié du bassin versant était en jachère en 1989 (Fig.3.1). Cependant la pratique traditionnelle de jachère à long terme s'est effondrée. Les paysans ont

rapporté que les premières périodes de jachère, généralement au moins 10 ans, ne dépassent plus 3-5 ans pour les propriétaires terriens. Période plus réduite pour les métayers, 2-3 ans. Sinon le propriétaire pensant qu'ils n'ont pas besoin des terres les reprendront pour les remettre à autrui.

Une exception à la jachère à court terme est une zone de 24,3 ha en jachère pendant 10 ans. Le propriétaire refuse de louer cette terre, contrairement aux coutumes.

Les quatre types principaux de jachère sont les suivants: (Tableau 3.7).

1. Jachère de la moitié de l'année. Les terres ne sont pas utilisées pendant la période qui existe entre la récolte et le prochain semis. Les résidus culturels sont broûtés par le cheptel ou mis en paillis. Cette jachère est pratiquée par tous les paysans.

2. Jachère de tout le Champ. La productivité des terres a tellement baissé qu'il n'est plus rentable de les cultiver. Tout le champ est laissé en jachère. La période habituelle de jachère est de 2-5 ans. Environ 65% des paysans interviewés ont fait savoir que la totalité de leurs champs a été laissée en jachère. Cette mesure implique l'accès à d'autres champs pour les cultiver pendant ce temps. Cinquante sept pour cent des paysans ont plus d'un champ d'où la flexibilité dans leur aménagement.

3. Jachère à l'intérieur du champ. Les zones les moins productives du champ sont mises en jachère. Le reste est cultivé. La jachère à l'intérieur du champ implique que l'on a suffisamment de terres voisines pour un déplacement de la zone cultivée dans le champ. C'est ainsi qu'un champ peut contenir plusieurs parcelles de diverses durées de jachère. La période de jachère est habituellement de 2-3 ans. Trente cinq pourcent des paysans pratiquent la jachère à l'intérieur de leur champ.

4. Jachère d'urgence. Un champ ou une portion de champ peut être mis en jachère si le cultivateur est malade, par manque de main d'oeuvre, ou pour d'autres circonstances contraignantes qui retardent le semis.

Tableau 3.6 Enumération par les paysans des plantes et arbres bénéfiques dans le bassin versant.

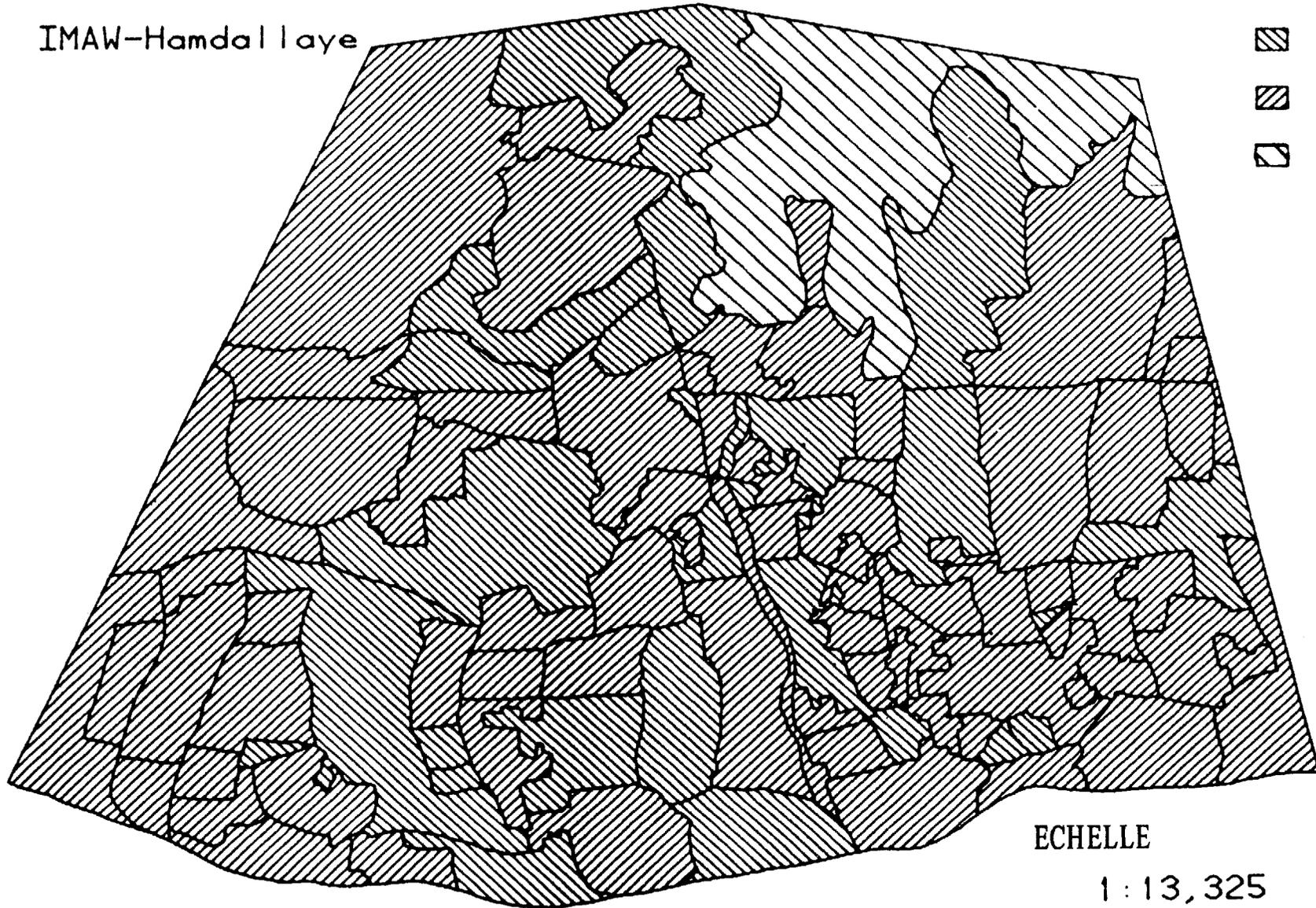
Nom zarma	Nom scientifique*	Utilisation
PLANTES		
Subu nya	<i>Andropogon gayanus</i>	nattes; toiture; feuilles comme pâture
Bata	<i>Aristida sieberiana</i>	nattes; toiture comme sous couche de Andropogon
Borbot	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	pâture; peut remplacer Aristida comme toiture
Ganda bani comme toiture	<i>Cassia mimosoides</i>	fertilité du sol; natte; peut remplacer Aristida
Haramdam	<i>Diheteropogon hagerupii</i>	pâture; toiture comme sous couche de Aristida
Tutu	<i>Setaria pallide-Fusca</i>	pâture
Fugatu	<i>Ipomeoa ivolucrate</i>	pâture
Kongo zara	<i>Merremia pinnata</i>	pâture
Kullum	<i>Eragrostis tremula</i>	pâture
ARBRES		
Kosey	<i>Piliostigma reticulatum</i>	corde avec l'écorce; fertilité du sol; fruit consommé; fruit séché / nouvelle feuille comme pâture
Korkobey Darey	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Ziziphus mauritiana</i>	médicament; fertilité du sol fruit consommé; feuilles comme pâture; branches épineuses pour protéger les nattes et les greniers des animaux
Zamturi	<i>Prosopis africana</i>	construction; fertilité du sol; branches comme pâture tard en saison sèche; bois comme daba, etc.
mortier, Sabara	<i>Guiera senegalensis</i>	médicament; feuilles pour les moutons; bois de chauffe
Deli-nya	<i>Combretum nigricans</i>	bois de chauffe; fruit consommé/vendu
Gao	<i>Acacia albida</i>	améliore la fertilité du sol; médication traditionnelle; fruit/feuilles comme pâture
Garbey	<i>Balanites aegyptiaca</i>	améliore la fertilité du sol; fruit/feuilles comme pâture et alimentation des hommes
Farka hanga	<i>Terminalia avicenioides</i>	pâture

* Pour des noms scientifiques complets, voir la section 4.0 (Enquêtes sur la végétation)

Figure 3.1

CARTE DE L'UTILISATION DES TERRES

IMAW-Hamdallaye



-  Jachère
-  Cultivé
-  Latérite

ECHELLE

1:13,325

Tableau 3.7. Pratiques de jachère sur des champs en culture (n= 40 paysans).

Jachère de tout le champ	Paysans	
	No.	%
Jachère de 1-5 ans	15	38
Jachère de 6-10 ans	4	10
Jachère de 10 ans	7	18
Jachère à l'intérieur du champ	14	35
TOTAL	40	100*

*Dépasse 100% à cause de l'arrondi

Deux paysans ont fait savoir qu'ils avaient mis leurs champs en jachère en 1989 malgré eux car la main-d'oeuvre n'était pas disponible.

Sept paysans n'ont pas mis leurs champs en jachère. Les périodes culturales étaient de 10-50 ans avec une moyenne de 23 ans. Il semble que, afin de soutenir la productivité, une certaine forme de gestion est pratiquée. Trois cultivateurs, utilisent, par exemple, des quantités substantielles de fumier. La jachère intervient pour tout champ ou portions de champ non rentables. Une pratique commune aux paysans de Bokotchili est une jachère de 3 ans suivie de 7 années de période culturale.

Les paysans sans exception ont fait savoir qu'une jachère d'un minimum de 3 ans est nécessaire à la régénération de la productivité du sol, mais que ce délai peut être raccourci compte tenu du déroulement de la saison des pluies. Les pluies tardives de 1989 ont entraîné une remise en culture prématurée des champs. Les caractéristiques du sol, la situation des terres en jachère, l'arrivée des pluies, les besoins familiaux et la disponibilité des ressources interviennent dans la détermination des périodes de culture et de jachère.

Une autre pratique assez répandue est le semis de tout le champ. Tout ou partie du champ sera abandonné si la main-d'oeuvre n'est pas disponible pour le sarclage ou s'il y a peu de chance d'obtenir une bonne récolte à cause d'une pluviométrie inadéquate. Le semis de tout le champ permet d'un autre

côté de propager les risques. Les paysans évaluent les champs et concentrent la main-d'oeuvre là où elle est vraisemblablement la plus rentable. Une autre raison pour le semis de tout le champ est de montrer son utilisation pour empêcher les autres de s'en servir. Des pressions existent pour que les terres en jachère profitent aux membres de la famille ou aux autres. Les terres doivent être mises en valeur pour maintenir les droits fonciers. Au moins 25% des paysans du bassin versant ont semé des champs entiers sans les sarcler ou sans en sarcler des portions. Ces terres sont des "jachères déguisées" (McIntire, Hopkins, Lamar, Fussell, 1989) et ne rapportent pas.

3.6.2 Apport de Fumier

Les cultivateurs reconnaissent -- les Peuhls en particulier -- que la possession d'animaux peut soutenir la production agricole.

Le fumier est préféré aux engrais chimiques car il dure 5-10 ans si les éléments suivants sont pris en compte; la quantité et le type appliqués (chèvre, mouton, bovins ou âne), le groupe de sol, la méthode d'apport (parcage ou transport de fumier des cours au champ) et la saison considérée. Onze des 39 cultivateurs (28%) en possession de champs cultivés ont appliqué le fumier en 1989, principalement par parcage des animaux sur les terres en culture (Tableau 3.8).

L'apport de fumier par parcage dure 10 ans contre 3 ans pour le fumier transporté. La saison des pluies est considérée plus effective car les pluies entraînent une meilleure infiltration du fumier et de l'urine. Souvent, cependant, les animaux ne sont pas disponibles pour le parcage en saison des pluies. Les Zarmas ont l'habitude de confier leur bétail aux éleveurs Peuhls. Les bovins peuvent être emmenés hors du bassin versant pour toute la saison culturale, et n'y revenir qu'après les récoltes, pour brouter le résidu cultural.

Tableau 3.8. Méthodes d'apport du fumier par 11 paysans, 1989.

Apport	Paysans	
	No.	%
Parcage		
Saison des pluies	4	36
Saison sèche	10	90
Transport	3	27

Si les bovins sont maintenus près des champs cultivés et donc disponibles pour le parcage en saison des pluies, l'éleveur Peuhl emporte le droit sur le fumier. Trois Peuhls résident se sont occupés des troupeaux durant la saison culturale de 1989.

L'amélioration de la fertilité du sol par l'apport de fumier pendant la pâture du résidu cultural est insignifiante. Selon les paysans, les animaux doivent être parqués ou des grandes quantités de fumier transportées et appliquées pour un accroissement de la productivité. Souvent les sites où les ânes et les chèvres sont attachés sont semés de cultures à forte demande de fertilité du sol telles le gombo et l'oseille.

Quinze des paysans interviewés (37%) possèdent des bovins mais n'ont pu évaluer la quantité de fumier.

Plusieurs circonstances semblent limiter l'utilisation du fumier pour la soutenance de la productivité des terres. D'abord, il y a très peu de bétail dans la région, et ce, depuis les sécheresses des deux dernières décennies, bien qu'il semble que leur nombre va croissant. Il y a aussi une réduction dans les troupeaux transhumant qui empruntent le bassin versant sur une base saisonnière. Dans le passé, les troupeaux Peuhls se reposaient plusieurs nuits sur les champs des cultivateurs ou parquaient plus longtemps. En deuxième lieu, les paysans considèrent que le fumier est cher. Les Peuhls ont fait savoir qu'ils sont rémunérés quotidiennement en graines -- une commodité précieuse pour beaucoup de paysans -- ou perçoivent 7.500-10.000 cfa par mois, compte tenu de la taille du troupeau. Au cours de la saison sèche de 1989-90, un cultivateur a payé 2.500 cfa tous les 10 jours pour le parcage. En

troisième lieu, les Peuhls se disent prêts à travailler comme éleveurs mais peu d'entre eux sont propriétaires d'animaux. De ce fait, afin de s'assurer une fourniture fiable en fumier, les cultivateurs doivent avoir leurs propres animaux, mais sont handicapés par le manque de ressources financières et de pâture.

3.6.3 Amendement d'Engrais

Presque 60% des cultivateurs interviewés ont eu à utiliser de l'engrais (Tableau 3.9). Ce ne fut plus le cas en 1989, pour la moitié d'entre eux. Ces décisions semblaient être affectées par le transfert du centre de multiplication des semences de Hamdallaye; transfert de l'USAID au gouvernement nigérien. Les termes de crédit et la disponibilité des engrais ont changé.

L'amendement rapporté par un homme d'affaires de Niamey variait entre un sac de 50 kilos de phosphate super triple (PST) ou d'urée à 20 sacs de phosphate et 14 sacs d'urée (Tableau 3.10). En général, les taux d'application étaient minimaux à la zone totale cultivée par foyer. La période d'application dépendait de la date de fourniture de l'engrais. Dans quatre cas, l'engrais n'avait été réservé que pour les cultures de niébé amélioré (TN578).

Tableau 3.9. Apport d'engrais par 39 paysans, 1989

	Paysans	
	No.	%
Apport d'engrais en 1989	12	30
Apport d'engrais avant 1989	11	28
Aucun apport d'engrais	16	41
TOTAL	39	99*

*N'atteint pas 100% à cause de l'arrondi.

Tableau 3.10. Apport d'engrais par 12 paysans, 1989

Type/quantité d'engrais (sacs de 50 kg)	Nombre de paysans
1 PST	1
1 Urée	2
1 PST et 1 Urée	4
2 PST et 1 Urée	1
2 PST et 2 Urée	2
4 Urée	1
20 PST et 14 Urée	1
TOTAL	12

3.6.4 Utilisation des Cours et des Sites où le Refus a été Accumulé

Les Peuhls qui vivent dans le bassin versant déplacent leurs cours trois fois par an dans les zones réservées à leur usage, afin de profiter du refus et du fumier accumulés dans les foyers pour améliorer la productivité du sol. Les sites de la nouvelle résidence sont choisis de manière réfléchie là où les demandes d'amendements pour la fertilité du sol sont les plus fortes. Trois cultivateurs zarmas qui résident sur leurs champs déplacent aussi leurs cours, au moins une fois

l'an, pour fertiliser les zones culturales.

Une autre pratique pour rehausser la fertilité est la culture sur les sites où les graines devant servir pour les repas sont pilées. Certains paysans brûlent le refus accumulé pour, pensent-ils, rendre ainsi la zone particulièrement fertile. D'habitude, ces sites sont à l'ombre d'un arbre ou sur un *gangani*, là où se fait le séchage du mil. Il a été rapporté que les hommes peuvent demander à leurs femmes d'aller piler les graines sur un *gangani* particulier qu'ils veulent restaurer.

3.6.5 Gestion du Résidu Cultural

Les cultivateurs rapportent qu'ils ont modifié la gestion du résidu cultural ces 10 dernières années en réponse à l'augmentation de l'érosion éolienne. Avant, le résidu cultural non utilisé et les débris sont collectés et brûlés sur le champ. Maintenant, le résidu cultural et les petites broussailles sont laissés sur le champ, "Avant il y avait beaucoup d'arbres. Maintenant le vent emporte le sol. Il vaut mieux laisser les tiges sur le champ pour sauver le sol."

Les épis de graines et les tiges de mil, les plantes de niébé et d'autres fourrages sont récoltés pour la pâture, la construction des greniers, des parasols, et d'autres clôtures. Le fourrage de niébé est une partie rentable de la récolte; sa culture est donc justifiée, selon certains paysans. Ce résidu est récolté et vendu aux commerçants de bétail; il est stocké pour une vente ultérieure ou pour alimenter les animaux domestiques.

Les paysans ont laissé entendre qu'un marché de résidu de mil a existé depuis la sécheresse de 1984. Ils ne vendent, cependant, le résidu de mil qu'au cas où il n'y en a pas assez pour nourrir le bétail.

Le résidu qui reste dans le champ après la récolte est laissé debout pour la pâture. Un ordre général du Chef de Canton (fin novembre 1989) accorde au bétail un accès libre aux zones cultivées. "Maintenant la terre est comme la brousse et les animaux peuvent aller n'importe où", dit un paysan. Les animaux dénudent le mil de leurs feuilles et enveloppes comestibles. Ce qui reste des tiges sert de brise-vent et maintient le sol.

Au sud où est produite une quantité importante de résidu cultural et où existe la concurrence, des négociations sont élaborées

par l'éleveur-le cultivateur et des systèmes de paiement établis (Powell et Taylor-Powell, 1984; Perrier, 1984).

Le résidu cultural est retourné sur le champ de fin décembre à janvier après la période de pâture ou en avril pendant la préparation du sol. Cette dernière pratique inclut le déracinement des plantes mortes de mil à l'aide d'un outil à long manche, appelé *somé*. Les tiges sont laissées sur le champ, parfois sur le *gangani*, pour reconstruire le sol érodé.

L'arrachage du mil en décembre-janvier ou plus tard en avril dépend si le cultivateur désire poursuivre les travaux champêtre après la récolte et si la main-d'oeuvre est disponible pendant la saison sèche. Le déracinement du mil après la pâture est considéré bénéfique car les tiges attirent les termites, se décomposent en saison sèche, et captent les apports éoliens. Outre l'enrichissement du sol, le mil arraché empêche certaines blessures qui pourraient survenir pendant le désherbage par l'accrochage du daba aux racines enfoncées. Les insectes qui pourraient vivre sous terre en saison sèche dans les racines sont également détruits.

3.6.6 Paillis

Le paillis est pratiqué principalement pour restaurer les sols érodés et contrer l'érosion éolienne. Les cultures, plantes et résidus des foyers servent de paillis, y compris les branches des arbustes natifs, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*; le résidu des tiges de mil; le refus des vieux greniers; la paille des toitures des maisons démontées; les branches d'arbres tombées, et les herbes coupées.

En principe, les arbustes natifs sont élagués deux fois par an et utilisés comme paillis entre décembre (après la récolte) et avril (avant le semis) et au moment du deuxième désherbage du mil. Le dernier élagage procure de l'espace et du soleil pour le mil.

Les matériaux du paillis peuvent être distribués sur les champs ou placés sur plusieurs zones érodées pour capter les apports éoliens. Cette pratique procure une profondeur du sol adéquate à la croissance de la plante sans devoir briser la croûte

latéritique. Le paillis est aussi placé sur le côté du champ soumis au vent pour contrer l'érosion éolienne.

3.6.7 Autres Pratiques d'Aménagement du Sol

Les autres mesures de conservation du sol sont pratiquées sur une échelle plus réduite. Par exemple, les opérations de désherbage peuvent être suspendues sur les zones improductives pour conserver le couvert végétal et capter les apports éoliens. Les femmes peuvent briser les parties encroûtées des terres érodées par le vent, qui, avec des apports de paillis de mil et de fumier, peuvent devenir productives au bout d'un an.

Très peu de pratiques de lutte contre l'érosion hydrique existent. Ce fait est dû aux difficultés rencontrées pour les travaux d'aménagement. Il y a des voies navigables de graminées, mais, en général, les paysans faisaient cas de leur grand besoin de désherber et cultiver toutes les terres pour une production maximale. Quelques paysans sont expérimentés dans l'établissement de barrages de branches ou de pierres pour combattre l'érosion par ravinement, ou empêcher l'eau d'entrer dans la zone de culture. Il est difficile de combattre l'érosion par ravinement à cause de la grande force de l'eau en comparaison à la résistance du barrage. Le labour avec un tracteur est considéré comme un moyen de ralentir les dépôts de sable et l'érosion en nappe, mais peu de paysans ont les moyens de louer un tracteur. Il a été fait mention de la construction d'une digue comme seul moyen de combattre l'érosion par ravinement qui sévit avec force à l'est du bassin versant - une alternative qui ne peut être résolue financièrement par les paysans.

3.7 Etendue de l'Erosion dans le Bassin Versant

Une enquête a été menée pour évaluer l'étendue des surfaces qui ont subi l'érosion et les moyens mis en oeuvre par les paysans pour lutter contre l'érosion éolienne et hydrique.

Cinq types d'érosion ont été distingués:

1. *Tassi gande*: Dépôts de surface de glakis de sable alluvial suite à la baisse de la pente à la fin d'un ravin ou ruisseau. Il n'y a

pas de végétation à cause du courant d'eau très rapide sous les pluies intenses, ce qui tend à déraciner les semis ou à les couvrir de sable. Il y a généralement un bon bilan hydrique pour la croissance culturale mais le sol est parfois dépourvu d'éléments nutritifs et de matière organique. Les paysans disent qu'une fois le mil établi, il pousse bien dans ces zones.

2. *Gorou gande*: Une surface créée par l'érosion en nappe, et rendue évidente par la stratification de l'horizon de surface.

3. *Gorou*: Un ravin qui se présente en une concentration d'eau sur les surfaces imperméables, telles celles du plateau latéritique, des affleurements, et des sols To et Gak.

4. *Gangani kware*: Gangani blanc, un sol dénudé par l'érosion éolienne, où des parties de la surface du sol ont été enlevées en exposant la partie la plus basse de l'horizon A et parfois la plus haute de l'horizon Bt.

5. *Gangani kirey*: Gangani rouge, un sol dénudé résultat de l'érosion hydrique et probablement éolienne où l'horizon de surface a été complètement enlevé et l'horizon Bt exposé. Il est généralement encroûté et plus difficile à régénérer que le gangani kware. Ces zones peuvent être des sites de vieilles termitières, etc.

De ces types d'érosion hydrique, tassi gande a été le plus fréquemment cité pour son inconvénient à la production car plus de champs sont sujets aux dépôts de sable. De même, le sable profond des champs est considéré comme un problème car il limite la zone cultivée et enterre les cultures. Par contre, l'érosion par ravinement a été considéré comme un problème à long terme où "l'eau mange le champ petit à petit", d'où une réduction de la zone disponible pour la culture. Les paysans par nécessité, afin de subvenir aux besoins familiaux, ont des vues à court terme.

Gangani kirey a la plus grande surface dégradée par l'érosion dans le bassin versant, suivi par tassi gande. Toutefois, moins de 2% des champs des paysans sont affectés par gangani kirey. Une moyenne de 3,69% des champs des paysans ont subi un des cinq types d'érosion. Cependant, la distribution des surfaces dégradées par

l'érosion n'était pas uniforme, ceci est mis en évidence par de grandes déviations standard pour chaque type de surface. (Tableau 3.11)

Les paysans associaient gangani kware aux surfaces dégradées par le vent. Les résultats de l'enquête indiquent que, si l'on tient compte du pourcentage de tous les champs cibles, gangani kware n'avait pas un taux très élevé. Toutefois, Gangani kirey résulte aussi en partie de l'érosion éolienne. De ce fait, les deux surfaces de gangani indiquent une contribution substantielle des processus des érosions hydrique et éolienne.

3.7.1 Pratiques des Paysans pour Lutter contre l'Erosion

Plusieurs espèces de plantes natives sont utilisées par les paysans pour lutter contre l'érosion éolienne, principalement sur les zones de *gangani kware* (Tableau 3.12). Les branches sont généralement coupées deux fois par an et étalées sur les surfaces érodées pour piéger les apports éoliens.

D'autres méthodes utilisées pour contrôler l'érosion (Tableau 3.13) incluent l'utilisation du résidu et de la paille de mil comme paillis de surface, l'amendement de fumier pour reconstruire la fertilité du sol et piéger le sol éolien, et la traction animale pour briser les sols de gangani kirey.

Guiera senegalensis est l'arbuste dominant des terres de savanne semi-arides de l'Afrique Occidentale, et ce n'est pas étonnant s'il est le plus utilisé par les paysans pour contrer l'érosion. *G. senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* poussent en grand nombre dans le bassin versant, principalement car leur goût désagréable ne plait pas aux animaux.

Tableau 3.11. Fréquence et déviations -standard des surfaces dans le bassin versant (n=25 champs)

Type d'Erosion	% des champs	Dev. Std.
Tassi gande	0,73	2,07
Gorou gande	0,50	1,48
Gorou	0,25	0,58
Gangani kware	0,23	0,46
Gangani kirey	1,98	2,73
MOYENNE	3,69	

Tableau 3.12. Plantes Natives Utilisées pour Lutter Contre l'Erosion (n=25 paysans)

Nom scientifique	champs utilisés	
	#	%
<i>Guiera senegalensis</i>	12	48
<i>Piliostigma reticulatum</i>	10	40
<i>Combretum glutinosum</i>	6	24
<i>Cassia mimosoides</i>	1	4
<i>Combretum micranthum</i>	1	4

Tableau 3.13. Différentes méthodes de Lutte contre l'Erosion pratiquées par les Paysans (n=25 paysans)

Méthode	champs utilisés	
	#	%
Paillis de surface de mil		
résidu de récolte	4	16
paille	1	4
Fumier	2	8
Traction animale	1	4

3.8 Résumé

Les paysans du bassin versant ont beaucoup de résistance et s'adaptent aux modifications agroécologiques. Ils font de nombreuses expérimentations pour réduire le risque de perte des cultures en utilisant des dates culturales multiples, en mêlant les variétés de semences, en utilisant les microenvironnements favorables, en donnant la priorité au désherbage, en utilisant des techniques de restauration du sol, et en contrôlant l'érosion éolienne par le paillis avec les résidus culturaux et les espèces ligneuses natives.

Les occurrences pluviométriques infavorables et la baisse de la fertilité du sol sont considérées comme premiers inconvénients de la production culturale. Les paysans en principe décrivent leurs terres comme "vieilles et fatiguées". La jachère et l'apport de fumier sont toujours les principaux moyens de soutien de la productivité agricole. Cependant, les périodes de jachère sont passées de 10 ans à 2-5 ans en fonction de la sécurité foncière. Les pressions pour utiliser les terres au risque de perdre les droits fonciers découragent la pratique de la jachère. La disponibilité de l'engrais est limitée à cause du déclin du nombre du cheptel et de la baisse du fourrage dus aux récentes sécheresses. Les animaux sont importants dans le système de production -- pour le fumier, le transport, et l'alimentation -- donc il est possible que les paysans motivés produisent du fourrage pour le couvert végétal du sol et l'alimentation des animaux. Les espèces de plantes natives de valeur sont actuellement le niébé, fugutu (*Ipomoea involucrata*), et kongo zara (*Merremia pinnata*).

Presque la moitié des paysans cultivent sur des terres louées. Un certain degré de sécurité foncière semble exister à travers les relations prêteur-emprunteur, et la coutume qui permet aux fils de récupérer les terres louées. Comme les terres deviennent très rares et les valeurs augmentent, il est vraisemblable que ces règles coutumières changent. Les encouragements aux contrats formels peuvent signifier aussi des changements en cours. Le bassin versant est un système de terres à régimes multiples (Bruce, 1986) où un

mélange de régimes fonciers existent en fonction de l'utilisation des terres (culture, jachère, ou broutage) et des utilisateurs (foyer, paysans individuels - hommes ou femmes). Les paysans ont un usage exclusif des champs cultivés, notamment les espèces natives variées et les résidus culturaux. Les pâturages du plateau sont des biens publics de même que les terres cultivées dans le bassin versant, après la récolte. Les règles foncières sur la jachère des terres varient, compte tenu de la saison et de l'utilisateur - le propriétaire ou le métayer -. Ces arrangements fonciers multiples doivent être considérés dans l'élaboration et l'exécution du projet du bassin versant. En outre, il serait important de noter que les terres du bassin versant tombent sous la juridiction de quatre villages.

L'économie de subsistance implique une vue à court terme des foyers. L'érosion hydrique n'est pas, selon les paysans, un gros problème. Le problème le plus important est la perte de la couche arable du sol par l'érosion éolienne. Les paysans envisagent les problèmes en termes de foyers individuels. Pour eux, les menaces pèsent sur leurs subsistances plutôt que sur celles de toute la communauté et d'un point de vue plus général elles provoquent la dégradation des terres. Ils participeront au travail de conservation des terres s'il est profitable en matière de main-d'oeuvre et n'entre pas en compétition avec les besoins en aliments de subsistance. Les terres du bassin versant ont des superficies et des qualités très variées à cause de la capacité des foyers à acquérir et allouer d'autres ressources.

Cette étude n'englobe pas toute la diversité et la complexité de ces foyers ruraux. Les données qui seront collectées dans la région par l'"International Food Policy Research Institute of Washington Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics" près de Hyderabad, Inde, contribueront à la compréhension de l'économie paysane nigérienne et l'effet de l'économie du foyer et de la production sur les prises de décisions des paysans.

Le projet IMAW a démarré avec l'objectif d'incorporer le savoir faire-paysan et leurs perspectives dans un programme. Il faut espérer que les paysans seront

encouragés à poursuivre, en tant que participants actifs, à la réalisation et à l'évaluation des activités du projet. Les paysans considèrent leur emploi en tant que main-d'oeuvre rémunérée du projet comme leur seul profit immédiat. Ceci indique l'importance de la main-d'oeuvre rémunérée en période de pénurie pour les besoins d'espèces.

4.0 ENQUETE SUR LA VEGETATION

4.1 Objectifs

Entre octobre et décembre 1989, une enquête a été menée dans le bassin versant sur la végétation native pour les objectifs suivants:

- + Examiner les groupes existant de végétation et étudier leur aspect écologique,
- + Etudier la flore, notamment ses aspects taxonomique, biogéographique, et écologique,
- + Obtenir des données de base sur les groupes de végétation présents pour un meilleur suivi des changements éventuels qui pourraient résulter de l'utilisation future de cette ressource naturelle de base.

Les deux composantes principales de cette étude étaient la distribution et la description de la végétation et sa classification biologique et écologique.

4.2 Végétation

Deux types distincts de végétation ont été observés dans le bassin versant en fonction de la géomorphologie: la végétation du plateau latéritique et celle de la toposéquence de la vallée.

4.2.1 Végétation du Plateau Latéritique

La végétation type du plateau latéritique du Continental Terminal correspond au bosquet *Combretum micranthum*. Ce type de végétation se trouve dans la "brousse tigrée".

La végétation (forêt) est très utilisée par les villageois. N'étant pas cultivée, elle sert de passage pour le cheptel, surtout pendant la saison des pluies lorsque les animaux sont bannis des zones cultivées. La zone est caractérisée par des termitières pour la plupart située hors des bosquets. La végétation du plateau est une importante source de bois et de plantes médicinales.

Description de la végétation. La végétation se présente sous forme d'un réseau de bosquets de dimension et de

composition floristique variables. Ceux-ci sont séparés par des zones claires où des pieds de ligneux sont disséminés de même que des petits tapis d'herbacées formés le plus souvent d'un monticule de sable. Ces derniers se forment autour des souches de ligneux vivants ou morts et jouent un important rôle dans la cinétique de la lame d'eau qui recouvre le plateau après une pluie importante. Ces monticules ralentissent la vitesse de la lame. Ce qui permet une percolation plus grande dans le sol et la constitution de petites flaques où certaines espèces semi-aquatiques peuvent évoluer -- notamment *Microchloa indica*, *Tripogon minimus*, et *Pycneus macrostachyos*.

La végétation du plateau latéritique est structurée en trois strates:

- + Une strate herbacée ouverte dans les espaces clairs et à croissance dense dans les bosquets. Sa taille peut atteindre 40 cm.
- + Une strate arbustive ouvertes dans les espaces clairs et à croissance dense au niveau des lisières. Leur taille est de 0.5-2.5 m.
- + Une strate arborée au centre des bosquets et dont la taille peut atteindre 10 m.

Les lisières des bosquets sont composés principalement de *Combretum micranthum* et *Guiera senegalensis*. Ils constituent une voûte qui dévie les courants d'air, réfléchit les rayons solaires et collecte l'eau de pluie. Elle piège aussi les sables éoliens, qui graduellement forment un sol meuble sur le sol des bosquets.

Au centre des bosquets se trouvent les ligneux aux demandes hydriques élevées, tels *Combretum nigricans*, *Acacia macrostachya*, *Grewia flavescens*, *Acacia erythroculyx* et *Acacia ataxantha*. Ces espèces ont souvent des racines traçantes qui leur permet une meilleure utilisation de l'eau de pluie. Les espèces de plantes que l'on peut trouver sous les bosquets sont: *Microchloa indica*, *Tripogon minimus*, *Triumphetta pendandra*, *Cardiospermum halicacabrum*, *Aspilia kotschyii*, *Commelina forskalaei*, *Ipomoea heterotricha*, *Sporobolus panicoides*, *Borreria scabra*, *Hybanthus enneaspermus*, *Cyanotis lanata*, *Archidium tenellum*, and *Riccia trichocarpa*. La présence de ces deux dernières espèces, des Muscinées, indique la bonne humidité des sols des fourrés.

Dans les espaces clairs, on trouve *Combretum glutinosum*, *Commiphora africana*, *Boscia senegalensis*, *Boscia augustifolia*, *Schyzachirium exile*, *Aristia adscencionis*, *Evolvulus alsinoides*, *Indigofera bracteolata*, *Jacquemontia tamnifolia*, *Brachiaria disticophylla*, *Merrimea pinnata*, *Polycarpaea* spp., *Dactyloctenium aegyptium*, *Schoenefeldia gracilis*, and *Alysicarpus ovalifolius*.

4.2.2 Végétation de la Toposéquence de la Vallée

La végétation de la toposéquence de la vallée peut être assimilée à une savanne arbustive de *Guiera senegalensis*, qui est définie comme une strate herbacée supérieure d'une hauteur d'au moins 80 cm qui influence une strate inférieure de graminées annuelles et de plantes ligneuses.

La végétation de toposéquence est structurée dans trois strates: une strate herbacée dominée par les graminées, une strate d'arbustes clairsemés et une strate composée de quelques arbres dépassant 10 m de haut.

La structure horizontale de cette végétation permet aux rayons solaires d'atteindre le sol. Dans les zones de jachère de longue durée, la végétation s'est reconstituée et des arbres se développent.

La distribution spatiale de la végétation suit la topographie, où les espèces qui ont le plus besoin d'eau sont non loin des ravins qui collectent le ruissellement de l'eau du plateau après une pluie.

4.2.3 Etude Détaillée de la Végétation

La distribution de la végétation a été étudiée le long d'un transect partant de la surface du plateau primaire jusqu'au bas-fond. Ce transect suivait le transect A de l'enquête sur le sol et est situé sur le versant ouest du bassin versant. Les zones d'étude du transect se trouvaient sur le plateau primaire, le plateau secondaire, et en sept positions de la toposéquence. Toutes les zones d'échantillonnage de la toposéquence étaient en jachère, d'où une meilleure appréciation de la végétation native. Les sites spécifiques peuvent être localisés sur la cartographie obtenue après l'enquête sur le sol (Fig. 2.2) et correspondent à:

1. Plateau primaire
2. Toposéquence 1: végétation

naturelle (jamais cultivée) proche de IA*

3. Toposéquence 2: jachère récente
proche de IB

4. Toposéquence 3: jachère récente
proche de IC, non loin du plateau secondaire

5. Plateau secondaire: proche de ID

6. Toposéquence 4: jachère de durée
inconnue proche de IE

7. Toposéquence 5: jachère de durée
inconnue proche de IF

8. Toposéquence 6: jachère de durée
inconnue proche de IH

9. Toposéquence 6: jachère de durée
inconnue proche de II

* IA-I indique les sites décrits pour
le transect A de l'enquête sur le sol.

Deux méthodes ont été utilisées pour
déterminer la distribution de la végétation: la
méthode linéaire ou la méthode des
segments, qui est mieux adaptée à l'étude
d'une végétation herbacée, et la méthode de
comptage, mieux adaptée à la distribution
des espèces ligneuses.

La méthode linéaire consistait à
mesurer la distribution de toutes les espèces
le long d'une ligne fixe. Pour la
toposéquence, les lignes avaient une longueur
de 50 m, et des intervalles de 0,5 m. Pour les
plateaux, les lignes avaient une longueur de
100 m et des intervalles de 1,0 m. Cent
segments ont été étudiés dans tous les cas.
Chaque espèce a été comptée une fois dans le
segment, de ce fait, tout au long de l'étude,
la fréquence finale représente une
distribution linéaire, sans totaux.

La méthode de comptage utilisée
pour faire les relevés de la distribution des
lignes était un dispositif de 100 m x 50 m
(5000 m²) dans la toposéquence de vallée. La
non homogénéité de la distribution de la
végétation sur le plateau n'a pas permis de
déterminer de manière fiable l'aire minimale
pour le comptage de la végétation.

Des données collectées aux points
d'échantillonnage du bassin versant les
paramètres suivants ont été déterminés:

+ Fréquence spécifiques (FS) =
nombre de segments sous lesquels une espèce
donnée survient.

+ Fréquence relative (FR) =
Fréquence spécifique (FS)/nombre total de
segments (N).

FR tend vers une estimation de

"recouvrement" quand la surface observée se
réduit à un point.

+ Contribution spécifique due à la
présence (CSP) = le rapport entre les espèces
individuelles FS et la somme des espèces FS.
La loi de Gini-Lorenz sur la concentration
permet d'expliquer la structure des
phytocénoses comme la relation entre les
pourcentages cumulés d'une unité
d'échantillonnage et leurs CSP cumulées.

La CSP et le pourcentage cumulé ont
permis de classer les espèces en espèces
moins dominantes (EMD) (CSP 1-4%),
espèces non-dominantes (END) (CSP<1%),
espèces dominantes (ED) (CSP>1), et espèces
très dominantes (ETD) (CSP>4). Le Tableau
4.1 énumère le degré de dominance des
espèces pour chaque position le long du
transect.

La distribution des espèces de la
toposéquence 3 (T3) est similaire à celles des
plateaux (P1 et P2). Comme ce site se
trouvait proche du plateau secondaire, ces
données indiquent qu'il peut s'agir d'une
brousse tigrée très dégradée.

Les Tableaux 4.2. et 4.3 énumèrent
les espèces dominantes de chaque relevé
linéaire dans chaque site. Les Tableaux 4.4.
et 4.5. présentent la distribution des espèces
le long de chaque transect.

4.3 Espèces de Plantes Utilisées

Andropogon gayanus: Plante vivace
utilisée pour faire des nattes, des clôtures,
des toits, les murs des maisons, et des
greniers. Espèce pastorale à forte
productivité. On s'en sert pour stabiliser les
dunes et les sols contre l'érosion éolienne.

Aristida sieberiana: Plante vivace
utilisée pour fabriquer des rideaux, des
nattes et des balais. Peut remplacer *Ctenium
elegans* pour les toits de chaume.

Ctenium elegans: Espèce annuelle
très sensible aux variations pluviométriques.
Espèces préférées pour la confection des
toits des cases/maisons.

Cenchrus biflorus: Espèce pastorale à
très forte distribution à cause de ses graines
munies de crochets qui s'attachent aux
animaux.

Pennisetum pedicellatum: Espèce
annuelle, pas très abondante dans le bassin
versant. Sert à confectionner des cordes et à
alimenter le bétail quand elle est fraîche.

Dactyloctenium aegyptium: Espèce annuelle à forte demande.

Digitaria horizontalis: Espèce annuelle, pastorale, et recherchée.

Branchiaria disticophylla: Espèce annuelle utilisée comme fourrage pour les chevaux.

Brachiaria xantholenca: Espèce pastorale annuelle de bonne productivité.

Corchorus tridens: Espèce annuelle très répandue. Fraîche ou séchée, elle sert à épaissir les sauces.

Ceratotheca sesamoides: Espèce annuelle des jachères des dunes. Fraîches ou séchées, ces feuilles sont utilisées comme agent épaississant.

Zornia glochidiata: Espèce annuelle, pastorale, légumineuse.

Alysicarpus ovalifolius: Espèce annuelle utilisée comme fourrage pour les chevaux.

Cassia italica: Espèce pérenne, guérit la constipation.

Merremia tridentata: Espèce annuelle des jachères des dunes, utilisée comme fourrage pour les petits ruminants.

Pergularia tomentosa: Espèce pérenne contenant des tanins et utilisée pour tanner les peaux.

Calotropis procera: Espèce pérenne utilisée comme bois de charpente. Le bois n'est pas attaqué par les insectes.

Leptadenia hastata: Espèce pérenne dont les feuilles sont bouillies et mangées avec le tourteau d'arachide.

Citrillus colocynthus: Espèce pérenne à fruits très riches en eau et consommés par les humains et les animaux.

Prosopis africana: Ligneux utilisé pour faire des mortiers, des pilons, et autres ustensiles ménagers. On en tire du bon charbon, d'où sa préférence par les forgerons, les bijoutiers et les blanchisseurs.

Acacia albida: Espèce ligneuse sahélienne à phénologie atypique: perd ses feuilles en saison des pluies, les retrouve en octobre-novembre, fleurit en hiver. L'espèce est protégée par l'Etat et les paysans car elle a un effet bénéfique sur l'environnement. Son bois est utilisé pour faire des mortiers, et ses fruits sont une pâture pour les petits ruminants.

Terminalia avicennioides: Espèce

ligneuse sahélienne populaire chez les éleveurs comme pâture en saison des pluies. Espèce en danger à cause d'incessants élagages.

Combretum aculeatum: Espèce ligneuse sahélienne grimpante. Ses fruits sont consommés par les humains et les petits ruminants.

Balanites aegyptica: Fourrage pour les petits ruminants. Elle est riche en protéine, ses fruits sont consommés pour préparer la pâte de mil. L'amande se mange bouillie. Ses fleurs sont mélangées avec l'arachide, bouillies et mangées. La sève est utilisée comme parfum.

Commiphora africana: Espèce ligneuse utilisée comme haie vive.

Boscia senegalensis: Utilisée sur le plateau comme fourrage en saison des pluies. En période de famine, ses graines sont bouillies et mangées comme le niébé. Les enfants mangent les fruits.

Piliostigma reticulatum: Les fleurs et les jeunes feuilles sont consommées bien que d'un goût légèrement acidulé. Les fruits immatures sont grillés. Les fibres de l'écorce sont utilisées comme cordage.

Combretum migrans: Arbuste à levée de bourgeon précoce producteur de gomme arabique. Ses branches droites sont utilisées pour rôtir la viande. Son bois est recherché comme bois de chauffe, tout comme *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum* et *Guiera senegalensis*.

Espèces parasites des plantes cultivées: *Striga gesnerioides* sur *Vigna unguiculata* (niébé) et *Striga hermontheca* sur *Pennisetum glaucum* (mil).

Espèces des sols pauvres: *Borreria radiata*, *Fimbristylis hispidula*, *Mitrocarpus scaber*, *Indigofera berhautiana*, *Ceratotheca sesamoides*, *Aristida stipoides*.

4.4 Etude de la Flore

Il y avait 119 espèces de plantes dans le bassin versant le long du transect choisi, dont 117 espèces étaient des *angiospermes* et 2 espèces des *bryophytes*. Il y avait 34 familles d'*angiospermes*, dont quatre étaient des monocotylédones (31 espèces) et 30 des dicotylédones.

Les familles les mieux représentées le long du transect étaient *Poaceae* (23 espèces), *Fabaceae* (15 espèces), *Convolvulaceae* (8

espèces), et *Combrataceae* (6 espèces). Il y avait 24 espèces de *Leguminosae*.

Les genres les mieux représentés étaient *Acacia* (4 espèces), *Indigofera* (5 espèces), *Tephrosia* (4 espèces), *Combretum* (4 espèces) et *Ipomea* (4 espèces).

Le coefficient générique (# genres/# espèces) est 0,73. Ce qui indique un appauvrissement de la flore qui peut être décrite comme dégradée à très dégradée. La végétation s'est dégradée à cause du climat caractérisé par une faible pluviométrie et une saison sèche de longue durée (8-9 mois); l'instabilité du sol (notamment sur la toposéquence); et les activités humaines.

Les plantes annuelles sont prédominantes dans le bassin versant (66% de toutes les espèces), ce qui indique leur adaptation aux conditions arides de la zone écologique (Tableau 4.6). Les hémicryptophytes (2% de toutes les espèces) sont bien adaptées à l'environnement. Leur petit nombre est compensé par une plus large occupation de l'espace.

4.4.1 Classification Biologique

4.4.1.1 Spectre Biologique Général

Le système de classification de Raunkiaer a permis d'évaluer le spectre biologique avec les types biologiques identifiés suivants:

Mesophanerophytes (mP): arbres de 8-30 m de hauteur.

Microphanerophytes (mp): arbustes de 2-8 m de hauteur.

Nanophanerophytes (np): arbustes de 0,25-2 m de hauteur.

Chamephytes (CH): ligneuse, pérenne et sufrutescente de 0-25 cm.

Geophytes (G): plantes à organe souterrain pérenne -- géophytes à bulbes (Gb), géophytes à rhizomes (Gr), géophytes à tubercules (Gt).

Therophytes (T): plantes accomplissant leur cycle en un maximum d'un an, notamment en saison favorable.

Le spectre biologique indique une prédominance importante des thérophytes, suivies des microphanérophytes, des chaméphytes, des nanophanérophytes, des mésophanérophytes, des hémicryptophytes, et des géophytes tuberculeux, bulbeux, et rhizomateux dans l'ordre d'importance décroissante. Cette situation peut être

attribuée à la sécheresse de la région. Les Thérophytes sont mieux adaptés au milieu aride.

La présence d'un nombre important de chaméphytes est provoquée par leur adaptation aux environnements secs contre ceux des grands arbres.

Les *Hémicryptophytes* sont en principe abondantes dans ces environnements, mais ne sont pas proéminentes dans le bassin versant. Cet environnement ne favorise pas le développement de grands arbres, d'où les espèces d'arbres et d'arbustes dominées par les micro-nano et géophytes à tubercules (Gt).

Les Hémicryptophytes (H): pérennes avec des bulbes placées sous le sol. Les phanérophytes et les chamephytes (16%, 5%, et 6% de toutes les espèces, respectivement). Il y a une prédominance d'espèces généralement dans les zones écologiques Guinéo-Congolaises et Soudano-Zambésiennes (46%) et Soudano-Zambésiennes (51%).

4.4.1.2 Affinités Chorologiques

Les affinités chorologiques de la flore du bassin versant se trouvent sur le Tableau 4.7.

4.4.1.3 Classification Botanique

La classification botanique des espèces se trouve sur le Tableau 4.8.

Tableau 4.1. Degré de dominance des espèces dans le transect du bassin versant.

Catégorie	Position sur le transect								
	P1	T1	T2	T3	P2	T4	T5	T6	T7
	% des espèces								
Dominante:	80	61	93	76	62	50	70	79	72
Très dominante		36	26	29	24	21	23	33	2222
Moins dominante		44	35	64	42	41	27	37	5750
Non dominante	20	39	7	24	38	50	30	21	28

P1 et P2 sont les plateaux primaire et secondaire T1-T7 sont les positions sur la toposéquence

Tableau 4.2. Espèces dominantes du plateau latéritique.

Très dominante	Moins dominante
Bois de chauffe:	
<i>Combretum micranthum</i>	<i>Combretum nigricans</i>
<i>Guiera senegalensis</i>	
Pasture:	
<i>Zornia glochidiata</i>	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	
<i>Aristida adscencionis</i>	
<i>Brachiaria disticophylla</i>	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	
autres:	
<i>Microchloa indica</i>	<i>Tripogon minimus</i>
<i>Aristida adscencionis</i>	<i>Polycarpaea eriantha</i>
<i>Pandiaka heudelotii</i>	<i>Evolvulus alsinoides</i>
<i>Borreria scabra</i>	<i>Ipomoea vagans</i>
<i>Eragrostis pilosa</i>	<i>Sporobolus festivus</i>
<i>Achyranthes aspera</i>	<i>Sporobolus panicoides</i>
<i>Desmodium setigerum</i>	<i>Mitracarpus scaber</i>
	<i>Setaria pallide-Fusca</i>
	<i>Digitaria horizontalis</i>
	<i>Mollugo nudicaulis</i>
	<i>Panicum laetum</i>
	<i>Pycneus macrostachyos</i>
	<i>Acacia erythrocalyx</i>
	<i>Persitrophe bicalyculata</i>

Tableau 4.3. Espèces dominantes de la toposéquence.

Très dominante	Moins dominante
Bois de chauffe:	<i>Piliostigma retiulatum</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum glutinosum</i>
Pâtûre:	
<i>Eragrostis tremula</i>	
<i>Aristida adscencionis</i>	
<i>Zornia glochidiata</i>	
<i>Cenchrus biflorus</i>	
<i>Digitaria horizontalis</i>	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	
Fabrication:	<i>Aristida sieberiana</i> <i>Ctenium elegans</i> <i>Andropogon gayanus</i>
Autres:	
<i>Mitracarpus scaber</i>	<i>Waltheria indica</i>
<i>Borreria radiata</i>	<i>Ceratothera sesamoides</i>
<i>Merrimia pinnata</i>	<i>Digitaria gayana</i>
<i>Indigofera herhautiana</i>	<i>Annona senegalensis</i>
<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	<i>Monechma ciliatum</i>
<i>Tephrosia linearis</i>	<i>Schoenefeldia gracilis</i>
<i>Cassia memosoides</i>	<i>Ipomoea vagans</i>
<i>Indigofera bracteolata</i>	<i>Guiera senegalensis</i>
<i>Kohautia senegalensis</i>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Polycarpaea linarifolia</i> <i>Chrozophora brocchiana</i> <i>Indigofera pilosa</i> <i>Aristida stipoides</i> <i>Fimbristylis hispidula</i> <i>Stereospermum kunthianum</i>

Tableau 4.4 Fréquence des espèces sur 2 plateaux latéritiques déterminées par la méthode linéaire.

Espèces	Plateau #	
	1	2
	Espèces #	
<i>Acacia erythrocalyx</i>	4	
<i>Achyranthes aspera</i>	3	19
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>		7
<i>Aristida adscencionis</i>	17	6
<i>Borreria scabra</i>	8	6
<i>Brachiaria disticophylla</i>	9	
<i>Brachiaria xantholenca</i>		2
<i>Cassia mimosoides</i>	1	
<i>Cenchrus biflorus</i>	3	
<i>Celosia trigyna</i>		3
<i>Citrillus lanatus</i>		1
<i>Combretum micranthum</i>	17	31
<i>Combretum nigricans</i>	5	4
<i>Commelina forskalai</i>		1
<i>Corchorus tridens</i>	1	
<i>Cyanotis lanatus</i>	2	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	8	11
<i>Desmodium setiferum</i>		19
<i>Digitaria horizontalis</i>		7
<i>Eragrostis pilosa</i>		27
<i>Eragrostis tremula</i>	1	
<i>Evolvulus alsinoides</i>	1	
<i>Guiera senegalensis</i>	1	
<i>Ipomoea vagans</i>		9
<i>Jacquemontia tamnifolia</i>		1
<i>Microchloa indica</i>	15	
<i>Mitracarpus scaber</i>	12	
<i>Mollugo nudicaulis</i>	6	
<i>Pandiaka heudelotii</i>	3	
<i>Panicum laetum</i>		6
<i>Panicum subalbidum</i>	1	
<i>Panicum subglobosum</i>	1	
<i>Pennisetum pedicellatum</i>		1
<i>Peristrophe bicalyculata</i>		4
<i>Polycarpaea eriantha</i>		3
<i>Pycneus polystachyos</i>	6	
<i>Riccia trichocarpa</i>	1	
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	5	13
<i>Setaria pallide-Fusca</i>		9
<i>Sesbania pachycarpa</i>		1
<i>Sida cordifolia</i>		1
<i>Sporobolus festivus</i>	2	2
<i>Tephrosia purpurea</i>	1	

Espèces	Plateaux #	
	1	2
	Espèces #	
<i>Tripogon minimus</i>	6	
<i>Triumphetta pentandra</i>	2	20
<i>Waltheria indica</i>		1
<i>Zornia glochidiata</i>	41	30

Tableau 4.5 Fréquence des espèces de la toposéquence déterminée par la méthode linéaire

Espèces	Position dans la toposéquences						
	1	2	3	4	5	6	7
	nombre d'espèces						
<i>Acanthospermum hispidum</i>	1						
<i>Achyranthes aspera</i>		2					
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	2		10	33	11	47	8
<i>Andropogon gayanus</i>		3	1				
<i>Annona senegalensis</i>		2				7	3
<i>Aristida adscencionis</i>	65	18	6	7	4	14	4
<i>Aristida sieberiana</i>	6			6			1
<i>Aristida stipoides</i>						6	
<i>Blepharis linarifolia</i>	1						
<i>Borreria radiata</i>	25	1	1	42	14	76	55
<i>Borreria scabra</i>			6	1			5
<i>Brachiaria disticophylla</i>		3				1	
<i>Calotropis procera</i>				1			
<i>Cassia mimosoides</i>	8		7	6	25	4	9
<i>Cenchrus biflorus</i>	24	6	52	20	17	54	22
<i>Ceratotheca sesamoides</i>	5			1	9	5	5
<i>Chrozophora brocchiana</i>						4	6
<i>Combretum aculeatum</i>						2	
<i>Combretum glutinosum</i>				3	4	7	
<i>Combretum micranthum</i>			3				
<i>Crotalaria atrorubens</i>						2	2
<i>Ctenium elegans</i>			11	7		14	1
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>			13				
<i>Digitaria gayana</i>	5	3					
<i>Digitaria horizontalis</i>		21	2				
<i>Eragrostis tremula</i>	72	78	36	81	80	50	88
<i>Fimbristylis hispidula</i>				1		3	9
<i>Gueira senegalensis</i>		4	7	8	5	6	2
<i>Indigofera berhautiana</i>	10		1	10	14	6	34
<i>Indigofera bracteolata</i>					16		
<i>Indigofera pilosa</i>	1				4		
<i>Indigofera secundiflora</i>						2	
<i>Ipomoea coscinosperma</i>				3	2		
<i>Ipomoea vagans</i>			10	1			
<i>Jacquemontia tamnifolia</i>		2	10	10	9	16	2
<i>Kohautia senegalensis</i>	4			1	15		
<i>Merremia pinnata</i>	25	9	1	13	3	10	18
<i>Merremia tridentata</i>							
<i>Mitracarpus scaber</i>	66	39	24	88	99	6	27
<i>Monechma ciliatum</i>			10	3	6		
<i>Panicum laetum</i>			2				
<i>Pennisetum pedicellatum</i>			4				
<i>Phyllanthus maderaspatensis</i>	2	3		2	3	1	
<i>Ptilostigma reticulatum</i>		3		7			
<i>Polycarpaea linarifolia</i>	1	1			1	7	
<i>Schoenfeldia gracilis</i>			10				
<i>Schyzachirium exile</i>	3	2					
<i>Sesamum alatum</i>	1				2		
<i>Sporobolus festivus</i>	2				1		
<i>Stereospermum kunthianum</i>						6	
<i>Tephrosia linearis</i>	5			2	7	15	11
<i>Tephrosia lupunifolia</i>							1
<i>Tephrosia purpurea</i>	2						
<i>Terminalia avicennioides</i>	1			1	1		
<i>Waltheria indica</i>	8			1	1		
<i>Zornia glochidiata</i>	32		29		1		

Tableau 4.6. Nombre et pourcentage des espèces de la classification biologique

	Formes Biologiques								
	mP	mp	np	CH	H	Gr	Gb	Gt	T
# espèces:	4	19	6	7	2	1	1	17	8
% espèces:	3.4	16.0	5.0	5.9	1.7	0.8	0.8	0.86	5.5

Tableau 4.7. Affinités Chorologiques.

	Affinités Chorologiques			
	Gc-SZ	Gc-SZ-Dah.S.	SZ	SZ-Sah.S
Espèces #	55	2	61	1
Pourcentage	46,2	1,7	51,3	0,8
Gc-SZ:	<i>Taxon Guineo-congolais et Soudano-Zambesien</i>			
Gc-SZ-Sah.S.:	<i>Taxon Guineo-congolais, Soudano-Zambesien et Saharo-Sindien</i>			
SZ:	<i>Taxon Soudano-Zambesien</i>			
SZ-Sah.S.:	<i>Taxon Soudano-Zambesien et Saharo-Sindien</i>			

Tableau 4.8. Classification Botanique des espèces.

Famille et Espèces Biologique	Zone Ecologique	Type		
ANGIOSPERMES				
<i>Acanthaceae</i>				
<i>Blepharis lenariifolia</i> Pers.	SZ	T		
<i>Monechma ciliatum</i> (Jacq) Milne. Redhead	Gc-SZ	T		
<i>Peristrophe bicalyculata</i> (Retze) Nees.	SZ	T		
<i>Amaranthaceae</i>				
<i>Achyranthes aspera</i> L.	Gc-SZ	T		
<i>Amaranthus graecizans</i> L.	Gc-SZ	T		
<i>Celosia trigyna</i> L.	Gc-SZ	T		
<i>pandiaka heudelotii</i> Hook. F.	Gc-SZ	T		
<i>Anacardiaceae</i>				
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	SZ	mp		
<i>Annonaceae</i>				
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	SZ	np		
<i>Asclepiadaceae</i>				
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) f.	Gc-SZ Sah.S	mp		
<i>Caralluma dalzielle</i> NE. Br.	SZ	CH		
<i>Ceropegia rhyndantha</i> Schl.	Gc-SZ	Gt		
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Devne	SZ	mp		
<i>Pergularia tomentosa</i> (L.) Mant.	SZ Sah.S	np		
<i>Asteraceae = Composeae</i>				
<i>Aspilia kotschyi</i> (Sch. Bip.) Oliv.	SZ	T		
<i>Balanitaceae</i>				
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	SZ	mp		
<i>Bignoniaceae</i>				
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	SZ	mp		
<i>Burseraceae</i>				
<i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl.	SZ	mp		
<i>Capparidaceae</i>				
<i>Polycarpaea corymbosa</i> (L.) Lam.	SZ	T		
<i>Polycarpaea eriantha</i> Hochst. ex A. Rich.	SZ	T		
<i>Polycarpaea linearifolia</i> (DC.) DC.	SZ	T		
<i>Combretaceae</i>				
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	SZ	mp		
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	SZ	mp		
<i>Combretum micranthum</i> G. Don.	SZ	mp		
<i>Combretum nigricans</i> var. <i>elliotii</i> (Engl. et Diels.) Aubrev.	SZ	mp		
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	SZ	mp		
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.	SZ	mp		
<i>Commelinaceae</i>				
<i>Commelina forskalaei</i> Vahl.	SZ	T		
<i>Cyanotis lanata</i> Benth.	Gc-SZ	T		
<i>Convolvulaceae</i>				
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Gc-SZ	T		
<i>Ipomoea captica</i> (L.) Roth.	Gc-SZ	T		
<i>Ipomoea coscinosperma</i> Hochst. ex Choisy.	SZ	T		
<i>Ipomoea heterotricha</i> F. Didr.	Gc-SZ	T		
<i>Ipomoea vagans</i> Bak.	SZ	T		
<i>Jacquemonia tamnifolia</i> (L.) Griseb.	Gc-SZ	T		
<i>Merremia pinnata</i> (Hochst.) Hallier.	Gc-SZ	T		
<i>Merremia tridentata</i> (L.) Hallier.	Gc-SZ	T		
<i>Cucurbitaceae</i>				
<i>Citrullus coloapnthis</i> (L.) Schrad.	SZ	CH		
<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsumara et Nakai.	SZ	CH		
<i>Cyperaceae</i>				
<i>Bulbostylis barbata</i> (Rottb.) C.B.Cl.	Gc-SZ	T		
<i>Bulbostylis coleotricha</i> C.B.Cl.	Gc-SZ	T		
<i>Cyperus amabilis</i> Vahl.	Gc-SZ	T		
<i>Fimbristylis hispidula</i> (Vahl.) Kunth. subsp. <i>hispidula</i>	Gc-Sz	T		
<i>Pycreus macrostachyas</i>	SZ	T		
<i>Euphorbiaceae</i>				
<i>Chrozophora brocchiana</i> Vis.	SZ	np		
<i>Phyllanthus maderaspatensis</i> L.	Gc-SZ	T		
<i>Liliaceae</i>				
<i>Aparagus africanus</i> Lam.	SZ	Gr		
<i>Dipcadi tacazezanum</i> (Hochst. ex A. Rich) Bak.	SZ	Gb		
<i>Malvaceae</i>				
<i>Hibiscus asper</i> Hook.	Gc-SZ	T		
<i>Sida cordifolia</i> L.	Gc-SZ	T		
<i>Sida ovata</i> Forsk.	SZ	CH		
<i>Molluginaceae</i>				
<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	Gc-SZ	T		

Tableau 4.8. Classification Botanique des espèces. (Suite)

Famille et Espèces	Zone Ecologique	Type Biologique
Pedaliaceae		
<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	SZ	T
<i>Sesamum alatum</i> Thon.	SZ	T
Poaceae		
<i>Andropogon gayanus</i>		
var. <i>gayanus</i>	SZ	H
<i>Aristida adscencionis</i> L.	Gc-SZ	T
<i>Aristida sieberiana</i> Trin.	SZ	H
<i>Aristida stipoides</i> Lam.	SZ	T
<i>Brachiaria disticophylla</i> (Trin.) Stapf.	Gc-SZ	T
<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	Gc-SZ	T
<i>Ctenium elegans</i> Kunth.	SZ	T
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv.	Gc-SZ	T
FABACEAE		
Caesalpinioideae		
<i>Cassia italica</i> (Mill.) Lam. ex F.W.Andr.	SZ	CH
<i>Cassia mimosoides</i> L.	Gc-SZ	T
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr.	SZ	mp
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	SZ	mp
Mimosoideae		
<i>Acacia albida</i> Del.	SZ	mp
<i>Acacia ataxacantha</i> DC.	SZ	mp
<i>Acacia erythrocalyx</i> Brenan.	Gc-SZ	mp
<i>Acacia macrostachya</i> Reich. ex Benth.	SZ	mp
<i>Prosopis africana</i> (Guill. et Perr.) Taub.	SZ	mp
Papilionoideae		
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schum. et Thonn.) J. Leonard.	Gc-SZ	T
<i>Crotalaria atrorubens</i> Hochst. ex Benth.	SZ	T
<i>Desmodium setigerum</i> (E.Mey.) Benth. ex Harv.	Gc-SZ	T
<i>Indigofera behautiana</i> Gillet.	SZ	T
<i>Indigofera bracteolata</i> DC.	SZ	T
<i>Indigofera lepricurii</i> Bak. f.	Gc-SZ	T
<i>Indigofera pilosa</i> Poir.	SZ	T
<i>Indigofera secundiflora</i> DC.	SZ	T
<i>Sesbania pachycarpa</i> DC.	SZ	T
<i>Stylosanthes erecta</i> P. Beauv.	Gc-SZ	T74
<i>Tephrosia linearis</i> (Willd.) Pers.	SZ	T

<i>Tephrosia lupunifolia</i> DC.	SZ	CH
<i>Tephrosia pedicellata</i> Bak.	Gc-SZ	T
<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. sp. <i>Leptostachya</i> (DC.) Brumm. var. <i>Leptostachya</i>	Gc-SZ	CH
<i>Zornia glochhidiata</i> Reichb. ex DC.	Gc-SZ	T

BRYOPHYTES

Mousses		
<i>Archidium tenellum</i>	SZ	T
Hépatiques		
<i>Riccia trichocarpa</i>	SZ	T
<i>Digitaria gayana</i> (Kunth.) A. Chev.	Gc-SZ	T
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Gc-SZ	T
<i>Diheteropogon hagerupii</i> Hitch.	SZ	T
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.	Gc-SZ	Sah.S T
<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Stend.	Gc-SZ	T
<i>Microchloa indica</i> (L.) R. Beauv.	Gc-SZ	T
<i>Panicum subalbidum</i>	Gc-SZ	T
<i>Penisetum pedicellatum</i> Trin.	Gc-SZ	T
<i>Schyzachirium exile</i> (Hochst.) Pilger.	Gc-SZ	T
<i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth.	Gc-SZ	T
<i>Setaria pallide Fusca</i> (Schummach.) Stapf et C.E. Hubb.	Gc-SZ	T
<i>Sporobolus festivus</i> Hochst. ex A. Rich.	SZ	T
<i>Sporobolus panicoides</i> A. Rich.	SZ	T
<i>Tripogon minimus</i> (A.Rich.) Hochst. ex Stend.	Gc-SZ	T
Rhamnaceae		
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	SZ	mp
Rubiaceae		
<i>Borreria radiata</i> DC.	Gc-SZ	T
<i>Borreria scabra</i> (Schum. et Thonn.) K. Schum.	Gc-SZ	T
<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.	Gc-SZ	T
<i>Kohautia senegalensis</i> Cham. et Schlecht.	Gc-SZ	T
Sapindaceae		
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Gc-SZ	np
Scrophulariaceae		
<i>Striga gesnerioides</i> (Willd.) Vauke.	SZ	T
<i>Striga hermontheca</i> (Del.) Benth.	SZ	T
Sterculiaceae		
<i>Waltheria indica</i> L.	Gc-SZ	np

Tableau 4.8. Classification Botanique des espèces. (Suite)

Famille et Espèces	Zone Ecologique	Type Biologique
<i>Tiliaceae</i>		
<i>Corchorus tridens L.</i>	Gc-SZ	
<i>Grewia flavescens Juss.</i>	SZ	mp
<i>Triumphetta pentandra</i>		
A. Rich.	Gc-SZ	T
<i>Verbenaceae</i>		
<i>Vuex doniana Swest.</i>	Gc-SZ	mp
<i>Violaceae</i>		
<i>Hybanthus enneaspermus (L.)</i>		
F.V. Muell.	Gc-SZ	T

5.0 DESIGNATION DES UNITES D'AMENAGEMENT DE TERRES

Un des objectifs de ce rapport est d'intégrer des données de base obtenues pendant l'étude de faisabilité pour délimiter et caractériser des unités d'aménagement des terres (UAT) dans le bassin versant. Les UAT peuvent être définies comme des séries récurrentes des enquêtes qui incluent la topographie du bassin versant, l'utilisation des terres, la distribution et la diversité de la végétation native, le degré de la dégradation des terres, et l'aménagement de la ressource naturelle de base dans le bassin versant. Ces enquêtes ont fourni des données de base comme référence à l'élaboration et à l'intégration dans un système d'informations géographiques (GIS). Les données des enquêtes ont permis de désigner des frontières d'UAT individuelles qui

- + Carte Topographique (Fig. 2.1)
- + Caractérisation du sol et description du pédon (Fig. 2.2)
- + Hydrologie du bassin versant (Fig. 2.4)

Les technologies testées dans le bassin versant expérimental le seront également dans des sous-systèmes d'UAT similaires de la même région.

Les attributs ont été étudiés à travers une

- + Distribution de jachère/terres cultivées (Fig. 3.1)

Des cartes topographique, de sol, de l'hydrologie du bassin versant, ont été combinées avec l'utilisation du GIS pour délimiter, les UAT (Fig. 5.1).

Les UAT suivantes ont été identifiées:

- LMU-I Plateau Latéritique
- LMU-II Tondo Kakasia
- LMU-III Terre cultivée ou Fondu
- LMU-IV Gangani Kirey
- LMU-V Systèmes de ravins/glacis lessivés

5.1 Description des UAT

5.1.1 UAT-I: Plateau Latéritique

Le plateau latéritique a un aspect géomorphologique frappant dans le paysage. Il occupe dans le relief la position la plus élevée. La superficie totale est de 42,7 ha et regroupe le Plateau (Lp) et la phase pierreuse des sols du Tondo Kakasia (toA). La surface

du plateau est caractérisée par une surface nue, plane, encroûtée, interceptée par une série de bosquets de tailles diverses. Vu d'en haut la distribution des bosquets et les zones claires ressemblent aux rayures de tigre. Ce système de distribution de la végétation a été nommée "brousse tigrée".

L'UAT du plateau latéritique peut être divisé en deux sous-groupes -- bosquets et zones claires. Une description détaillée est faite des sols associée aux deux sous-groupes dans la section 2.3.2 (cartographie des unités de descriptions).

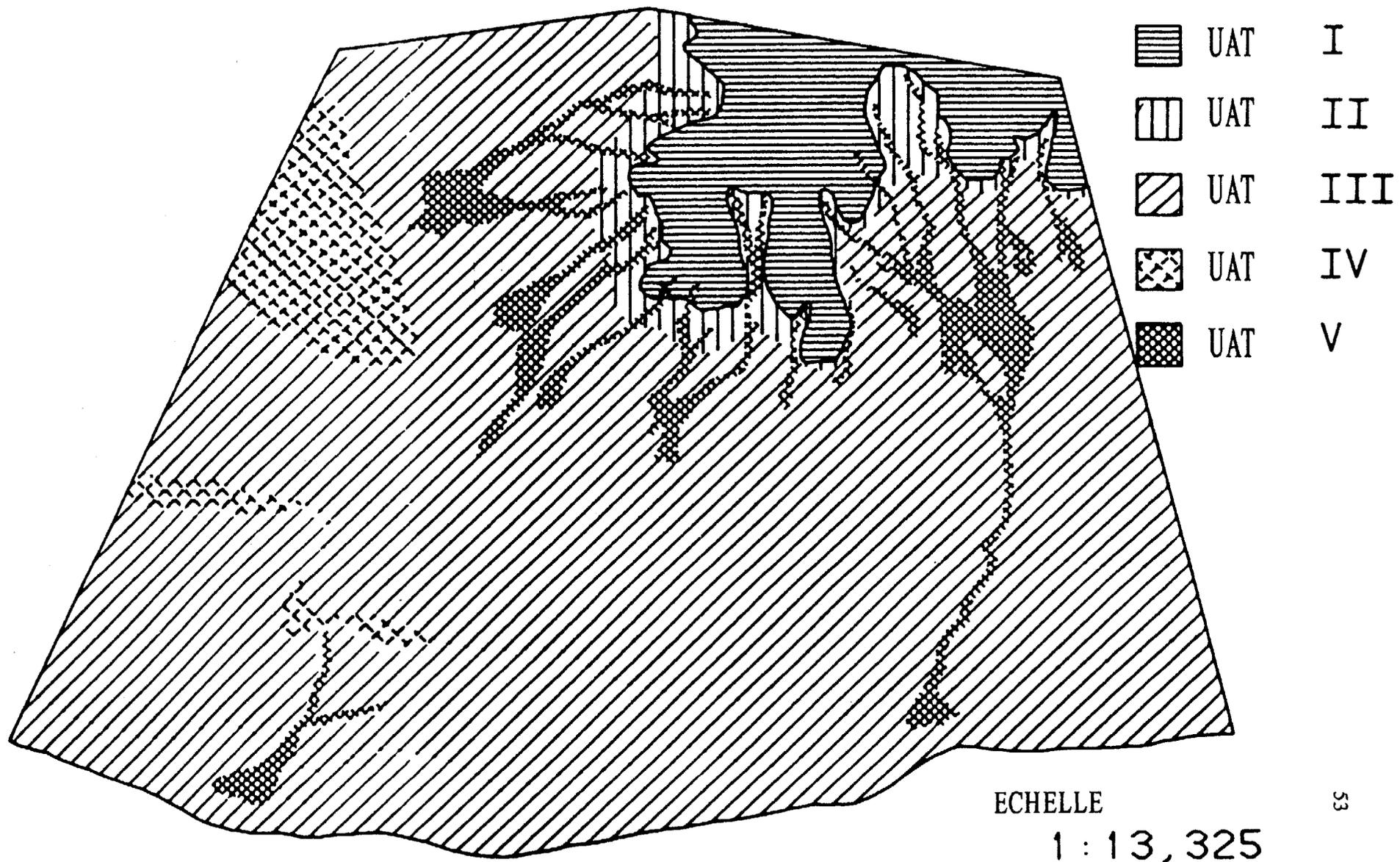
Selon les paysans le plateau est une zone publique qui fournit une source perpétuelle de bois de chauffe, bois de construction, plantes médicinales, et de produits alimentaires. Il n'y a plus de règle qui régit la pâture du cheptel sur le plateau. Malgré leur importance, les paysans manifestent peu d'intérêt dans la gestion de ces ressources. Le plateau latéritique, à l'ouest du Niger, a connu un développement successif en tant que réserves forestières. Toutefois, il a fallu le développement de coopératives régionales pour gérer la forêt et ses produits. Sans cette structure, le développement de la ressource du plateau par les paysans serait difficile. Le ruissellement latéral de l'eau de pluie sur le plateau est un grand problème à cause de la surface encroûtée. Il faut utiliser les diguettes et faire d'autres travaux de contrôle pour diminuer le ruissellement et accroître l'infiltration. Le résultat sera une productivité de biomasse très élevée par la régénération naturelle pour un intrant minimum. Le ruissellement du plateau crée des problèmes graves d'érosion.

5.1.2 UAT-II: Tondo Kakasia

Tondo Kakasia est le nom djerma du sol directement au-dessous du plateau latéritique. Les pentes sont généralement abruptes (3-8%) et les sols, bien que très profonds, sont très érodés avec des horizons Bt exposés. La surface est recouverte d'une croûte fine imperméable. La superficie totale de cette UAT est de 20,0 ha et l'unité cartographique To.

Figure 5.1

UNITE D'AMENAGEMENT DES TERRES



Le Tondo kakasia n'est généralement pas utilisé pour la production agricole. La pente abrupte, la croûte de surface et la densité apparente élevée empêchent l'infiltration et accélèrent le ruissellement. Ce qui résulte en des faibles recharges d'eau du sol. Un paysan a essayé de récupérer ces sols en les labourant avec du fumier, pour rendre le sol meuble -- le fumier empêche la reformation de la croûte de surface. Ce procédé incluait la traction animale, pratique que grand nombre de paysans n'ont pas les moyens de réaliser. Les villageois récoltent dans cette zone des herbes médicinales, des produits alimentaires et, les matériaux de construction, *Andropogon gayanus*.

Les grands désavantages de la production sont l'érosion hydrique et la faible infiltration de l'eau. Le ruissellement du plateau latéritique a provoqué des systèmes de ravins répandus qui ont été identifiés dans une autre UAT (systèmes ravins/glacis lessivés).

5.1.3 UAT-III: Terres cultivées ou Fondu

Les séries des sols du Dantiando, Hamdallaye, Bokotchili, et Falanke (unités cartographiques Do, Ha, Bo, Fa, et FaA) sont des sols profonds sableux très utilisés pour la production agricole. Ces sols se trouvent sur des pentes modérées et ont des caractéristiques chimiques et physiques similaires (se référer 2.6.1: Propriétés Physiques et Chimiques du Sol). La superficie totale est 379 ha, la plus grande UAT du bassin versant (76%). Cette UAT sera très utilisée pour la démonstration des technologies améliorées du système d'exploitation agricole.

Les grands inconvénients à la production agricole de l'UAT sont la faible fertilité du sol, l'érosion éolienne et à une étendue moindre, l'érosion hydrique. Les sols ont une texture sableuse à sable loameux et de faibles capacités de rétention de l'humidité. Ils sont de façon caractéristique pauvres en fertilité et sont caractérisés par une faible teneur en matière organique, un N total peu évaluable, et de faibles CEC. Le P assimilable est au-dessous des niveaux critiques requis par la plupart des cultures.

Ces sols ont en principe de forts taux d'infiltration et de perméabilité. Néanmoins, la stratification de la surface du sol indique

une érosion en nappe dominante, notamment dans les zones de pentes modérées. Ceci a été confirmé par des observations en saison des pluies. La grande érosion hydrique résulte en la formation de *Gangani Kirey*, zones où les horizons de surface ont été emportés et les croûtes de surface formées. D'où l'aggravation du problème de l'érosion qui peut être la source des ruisselets et des petits glacis lessivés.

L'érosion éolienne est un grand problème sur ces sols. Les horizons de surface meubles et à texture légère avec une végétation clairsemée de la saison sèche rendent ces sols particulièrement vulnérables. Les zones de dépression sont communes, de même que celles des petites dépressions associées à la croissance des arbustes et aux frontières des champs. Ceux-ci piègent le matériel éolien érodé.

Sous-unités: Dans les sols de *Fondu*, l'UAT a quatre sous-unités considérées comme des entités séparées pour l'aménagement réussi du bassin versant:

- + Terre cultivée (*sacara*, *lalibanda*, *kwarkwari*, *blanga*)
- + Jachère (*farezenou*)
- + *Gangani* (*kware* et *kirei*)
- + Terres basses

Les sous-unités cultivées/jachère, bien que temporaires, affecteront à divers points dans les UAT les options d'aménagement. La sous-unité de *gangani* comprend des surfaces dégradées par l'eau et le vent, qui n'encouragent pas une bonne croissance végétale.

Les bas-reliefs sont situés dans les deux formations latéritiques en causant une rupture de pente. Les pentes peuvent atteindre le niveau 0%, leur niveau peut aussi descendre au-dessous de zéro (formation d'une dépression). Les bas-reliefs ont généralement une superficie inférieure à 0,25 ha. Les sols sont légèrement plus riches en texture, et les éléments nutritifs de qualité supérieure à ceux des sols culturaux alentour. L'eau en provenance du ruissellement du haut de pente s'y accumule, et permet aux paysans de cultiver des produits tels le sorgho et le maïs qui requièrent une plus grande humidité du sol que le mil.

5.1.4 UAT-IV: Gangani Kirey

La phase lithique des séries de sol de *Gangani Kirey* (Ga) et Hamdallaye (HaB et HaC) est sur l'affleurement de la première latérite au nord-ouest du bassin versant. Cette UAT occupe 23,0 ha, et a les caractéristiques suivants:

- + Couche latéritique légère à limitative (40-80 cm)
- + Fortes teneurs en argile et oxide de fer
- + Forte capacité de rétention de l'humidité
- + Horizons B, généralement encroûtés, exposés

La végétation est la même que celle du plateau latéritique. Toutefois, la production potentielle est beaucoup plus importante grâce à un bilan hydrique plus favorable et la fertilité de sol enrichi résulte en dépôts de sédiments érodés par le ruissellement de haut de pente. Les mares se créent après la pluie et rendent la croissance culturale difficile.

Cette UAT a des sols très encroûtés et n'est pas beaucoup utilisée pour la culture. Les cultures ont lieu dans des zones où une couche de sable de 10-20 cm recouvre le sol encroûté. Il y a une grande distribution de *Andropogon gayanus* et *Aristida sieberiana*, graminées utilisées pour la construction.

5.1.5 UAT-V: Système de ravin/glacis lessivé

Le système de ravin/glacis lessivé comprend des phases de ravins des sols de *Tondo Kakasia*, *Dantiandou* et *Bokotchili* (ToB, DaA et BoA) et les phases de lessivage des sols de Hamdallaye et Falanke (HaA et FaA). La superficie des UAT est de 31.1 ha. Il y a 13 ravins qui proviennent du plateau latéritique et deux du second affleurement latéritique. Les ravins qui sont dans les unités cartographiques de *Tondo Kakasia*, *Dantiandou*, et *Bokotchili* sont généralement peu importants (<1 m de profondeur). Quand les ravins approchent les unités cartographiques de Hamdallaye et Falanke, la pente décroît. Ceci provoque une réduction de la vitesse de l'eau et le dépôt du sol forme des glacis lessivés qui se répandent à travers les champs productifs.

Les ravins dissèquent et marquent de leurs empreintes le paysage, en réduisant les

terres cultivées. Ils agissent comme des conduits d'où l'eau fuit. Les glacis lessivés n'ont pas de végétation naturelle. Les semis de mil survivent rarement à l'inondation périodique du ruissellement qui enfouit les semis.

Les paysans sont concernés par la perte de la productivité associée aux glacis lessivés, mais se sentent impuissants face à ce problème. Le système de ravins/glacis lessivé a été réuni en une seule unité car la régénération des glacis lessivés nécessitera le contrôle de l'eau qui s'écoule des ravins en haut de pente.

5.2 Contraintes de Production et Choix d'Aménagement

Les contraintes de production ont été énumérées pour chaque UAT et les sous-unités sur le (Tableau 5.1.). Tous les choix d'aménagement pour chaque UAT sont présentés sur le Tableau 5.2. Une considération détaillée des contraintes de production et d'aménagement se trouvent dans un document séparé qui traite des plans d'exécution pour le Projet IMAW.

6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Cette étude peut nous amener à conclure qu'une caractérisation complète physique et socioéconomique d'un seul bassin versant combiné aux technologies d'aménagement adoptées par les paysans peut être vulgarisée dans d'autres bassins versants avec des attributs similaires.

Les perturbations climatiques de ces dernières décennies et l'utilisation excessive de la ressource végétation ont laissé le bassin versant étudié dans un état dégradé. Atteindre une production agricole soutenable, nécessite des améliorations agronomiques, écologiques et socioéconomiques avec une approche multidisciplinaire.

Les sols du bassin versant ont une carence en éléments nutritifs, ils sont assujettis à l'encroûtement et vulnérables à l'érosion éolienne et hydrique. Les systèmes d'exploitation agricole incorporant les techniques modernes et les méthodes traditionnelles de maintien de la fertilité de sol doivent être développés. Les domaines spécifiques où devront intervenir les améliorations doivent se centrer sur des

systemes de jachère traditionnelle mieux adaptés, l'apport efficient d'engrais et de fumier, l'amendement de résidus tels les paillis de surface et le développement des systemes efficients de rotation culturale et de cultures associées qui peuvent soutenir de façon continue la production culturale.

Il faut considérer la restauration du sol et de la végétation sur le plateau. L'inexistence de droit de propriété défini des terres -- le non intéressement à l'aménagement du plateau -- nécessitera l'adoption des choix d'aménagement à faibles intrants. La régénération des zones claires et le contrôle du ruissellement de l'eau doivent être une priorité dans l'aménagement du plateau.

La pluviométrie est extrêmement variable dans le bassin versant. La texture de ces sols sableuse à sable loameux entraînent de forts taux d'infiltration et de faibles capacités de rétention de l'humidité. Toutefois, la pluviométrie peut dépasser les taux d'infiltration et provoquer le ruissellement de surface. Les techniques de gestion de l'eau du sol afin d'améliorer son utilisation doivent être mises en place.

Les paysans ont fait savoir que l'érosion éolienne est un problème majeur à la production. Les vents réduisent la productivité en enlevant la surface fertile du sol, ce qui peut entraîner l'enfouissement des jeunes plantes. Des mesures doivent être prises pour contrôler l'érosion éolienne, notamment l'utilisation des brise-vent et des paillis de surface.

Pour les paysans l'érosion hydrique n'est pas une contrainte grave à la productivité, alors qu'il existe dans le bassin versant de grands ravins. Ces derniers finissent en glacis lessivés qui entravent l'établissement des semis. Pour faire face à ce type d'érosion, il faut investir dans des travaux de contrôle de l'érosion sur le plateau latéritique et les sols du Tondo Kakasia.

Tableau 5.1. Contraintes à la Production dans chaque Unité d'Aménagement

UAT	R	WD	Contraintes à la production					F
			C	P	S	WE	WIE	
Plateau latéritique								
espaces clairs	x	x	x				x	x
bosquets	x							x
Tondo Kakasia		x	x		x	x		x
Fondu								
terres cultivées						x	x	x
terre en jachère				x				
gangani	x	x			x	x	x	
terres basses	x			x				
Gangani Kirey	x	x	x	x	x			
Système ravin/glacis lessivé								
ravin			x	x		x		
glacis lessivé	x	x						

R = couche limitative

WD= carence relative de l'eau

C = croûte de surface

P = mare

S = pente abrupte

WE = érosion hydrique

WIE = érosion éolienne

F = fertilité du sol

Tableau 5.2. Choix d'Aménagement dans chaque Unité d'Aménagement

UAT	Erosion hydrique		Erosion éolienne		Systèmes d'exploitation agricoles*	Végétation** naturelle
	D	B	W	M		
Plateau latéritique espaces clairs bosquets	x	x				x
Tondo Kakasia	x	x				x
Terres arables ou Fondu terres cultivées			x	x	x	
terres en jachère gangani	x	x				x
terres basses				x		
Gangani Kirey	x			x	x	x
Système ravin/glacis lessivé ravin	x	x	x			
glacis lessivé	x		x	x		x

D = diguettes ou monticules

B = courbe de niveau

W = brise-vent

M = paillis de surface

7.0 REFERENCES

- Arnould, E.J. 1982. Regional market system development and changes in relations of production in three communities in Zinder province, the Niger Republic. Ph.D. Dissertation, Department of Anthropology, University of Arizona.
- Bruce, J.W. 1986. Land tenure issues in project design and strategies for agricultural development in sub-saharan Africa. Land Tenure Center, University of Wisconsin-Madison.
- de Wilde, J.C. 1967. Experiences with agricultural development in tropical Africa. Volume 1. Johns Hopkins University press, Baltimore.
- Heermens, J.G. 1986. The Guesselbodi experiment: Bushland management in Niger. *Rural Africana*, 23-23, Fall-Winter, 1986, pp. 67-77.
- McIntire, J., J. Hopkins, J. Lamars, and L.K. Fussel. 1989. The millet system of western Niger. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia.
- Ouattara, M. 1990. A study of two toposequences of the dry valley systems of western Niger (West Africa). Ph.D. Dissertation, Department of Soil and Crop Sciences, Texas A&M University.
- Painter, T. 1980. Social soundness analysis of the Niamey department development project (Niger Republic). Part I. USAID contract No. AID/afrC-1686.
- Perrier, G.K., 1984. The grazing management strategy and practices of settled Fulani livestock producers near Zaria, Northern Nigeria. Report to NAPRI, Samaru, Nigeria.
- Powell, J.M. and E. Taylor-Powell. 1984. Cropping by Fulani agropastoralists in Central Nigeria. ILCA bulletin, No. 19, Addis Ababa, Ethiopia.

APPENDICE A

DESCRIPTION DES SOLS

I. Séries des sols de Plateau (Lp)

SOUS zone de végétation

Localisation : IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé au milieu du plateau latéritique, sous une zone de végétation.

Relief : plateau latéritique pente : 0-1%
 Topographie : plane Drainage : pauvre
 Matériel parental : latérite

Profondeur Description du sol (les couleurs sont données pour des
 de l'horizon (cm) sols humides)

A1 0-8 Limon fin sableux brun foncé (7.5YR 4/4); brun (7.5YR5/4) sec; structure fine en plaques; friable; plusieurs fines racines et peu de moyennes; intense activité biologique à la surface (termites); pédotubules; chenaux, chambres et tubules biologiques communs; transition régulière nette.

A2 8-16 Limon argilo-sableux graveleux brun soutenu (7.5YR 4/6); brun (7.5YR 5/4) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière (entre les graviers); dur; friable; plusieurs racines moyennes et fines; plusieurs pores, chenaux biologiques; pédotubules avec des infiltrations de sable brun grisâtre foncé (10YR 4/2); transition régulière graduelle.

Bt1 16-34 Limon argilo-sableux graveleux rouge jaunâtre (5YR 5/6); jaune rougeâtre (5YR 6/6) sec; granulaire (entre les graviers); dur; ferme; plusieurs racines fines et moyennes, peu de grosses racines; plusieurs pores biologiques; transition régulière graduelle.

Bt2 34-60 Argile graveleuse rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (5YR 6/6) sec; granulaire (entre les graviers); pas de consistance; plusieurs racines fines et moyennes; transition onduleuse brusque.

> 60 Latérite.

I. Séries des sols de Plateaux (suite)

HORS d'une zone de végétation

Localisation : IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé au milieu du plateau latéritique, hors d'une zone de végétation.

Relief :	plateau latéritique	Pente :	0-1%
Topographie :	plane	Drainage :	pauvre
Matériel parental :	latérite		

Profondeur de l'horizon (cm)	Description du sol (les couleurs sont données pour des sols humides)
-------------------------------------	---

- | | | |
|-----------|----------------|--|
| A1 | 0-4 | Limons fins sableux brun rougeâtre (5YR 4/4); brun clair (7.5YR 6/4) sec; forte structure polyédrique subanguleuse grossière se développant en une fine structure en plaques; extrêmement dur; friable; croûte dure en surface (1 mm d'épaisseur); pores vésiculaires; un peu de fines racines; peu de chenaux biologiques; peu de graviers ferrugineux; transition onduleuse brusque. |
| A2 | 4-18 | Limons fins sableux graveleux brun soutenu (7.5YR 5/6); brun clair (7.5YR 6/4) sec; granulaire (entre les graviers); pas de consistance; un peu de fines racines (mortes); très peu de chenaux biologiques; concrétions ferrugineuses jusqu'à 15 cm dia.; transition régulière nette. |
| B | 18-35 | Limons argilo-sableux graveleux brun soutenu (7.5YR 5/6); jaune rougeâtre (7.5YR 6/6) sec; structure polyédrique subanguleuse faiblement développée; un peu de fines racines (mortes); peu de chenaux biologiques; transition régulière graduelle. |
| BC | 35-54 | Argile sableuse graveleuse brun soutenu (7.5YR 5/6); jaune rougeâtre (7.5YR 7/6) sec; structure polyédrique subanguleuse faiblement développée (entre les graviers); très peu de fines racines (mortes); pas de chenaux biologiques; peu de gallets latéritiques; transition onduleuse brusque. |
| | > 54 | Latérite. |

II. Séries des sols de Tondo Kakasia (To)

Localisation : IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé à 390 m. au NW du jalon permanent Archie.

Relief :	haut de revers de pente	Pente :	3-8%
Topographie :	ondulé	Drainage :	bon
Matériel parental :	Continental Terminal	Pédon# :	5-B
Localisation du pédon :	surface en jachère		

Profondeur de l'horizon (cm)	Description du sol (les couleurs sont données pour des sols humides)
-------------------------------------	---

- | | |
|------------------|---|
| A 0-4 | Sable fin brun soutenu (7.5YR 4/6); jaune rougeâtre (7.5YR 6/6) sec; fine structure en plaques; dur; ferme; un peu de fines racines associées à des pores biologiques; chenaux communs (2-3 mm), chambres communes (5 mm), plusieurs pores biologiques; gros grains de quartz arrondis; horizon en couches avec des lamelles de 2-3 mm d'épaisseur; pH 5.9; transition onduleuse brusque. |
| A2 4-19 | Sable fin limoneux rouge jaunâtre (5YR 5/6); forte structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; très ferme; fines racines communes; peu de racines moyennes; plusieurs chenaux (1-5 mm), peu de pores, chambres communes biologiques; graviers latéritiques jusqu'à 1 cm dia.; un peu de fragments de charbon de bois; pH 5.3; transition régulière nette. |
| AB 19-35 | Sable fin limoneux rouge (2.5YR 4/8); forte structure polyédrique subanguleuse grossière; dur; ferme; fines racines communes associées à des pores ; chenaux communs, peu de chambres (2 cm dia.) biologiques; chenaux racinaires (2cm); la consistance varie dans l'horizon; pH 5.2; transition régulière graduelle. |
| Bt1 35-47 | Sable fin limoneux rouge (2.5YR 4/8); faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; ferme; fines racines communes; peu de racines moyennes; chenaux communs biologiques; petits fragments de charbons de bois; transition régulière nette. |
| Bt2 47-64 | Sable grossier limoneux rouge (2.5YR 4/8); faible structure polyédrique subanguleuse grossière; dur; friable; fines racines communes; peu de racines moyennes; chenaux communs biologiques; fragile; très peu de graviers latéritiques; pH 5.5; transition régulière graduelle. |

II. Séries des sols de Tondo Kakasia (suite)

- Bt3 64-87** Sable fin limoneux rouge (2.5YR 4/8); faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines et moyennes racines; peu de grosses racines; chenaux biologiques communs; pH 5.4; transition régulière graduelle.
- BC 87-119** Sable fin limoneux rouge (2.5YR 4/8); structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; peu de larges chenaux biologiques; peu de graviers latéritiques (jusqu'à 1 cm dia.); pH 5.2; transition régulière graduelle.
- C1 119-145** Sable fin limoneux rouge (2.5YR 4/8); structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; très peu de fines racines; peu de petits (<1 cm) et plus gros (4 cm) graviers latéritiques; pH 5.2; la consistance est variable dans l'horizon.
- C2 145-200** Sable fin limoneux rouge (2.5YR 4/8); forte structure polyédrique subanguleuse grossière; très dur; friable; très peu de fines et moyennes racines; pH 5.3; sec dans les 20 premiers cm. de l'horizon et humide au-dessous.

****** De la latérite a été trouvée dans des échantillons pris à la tarière à une profondeur de 310 cm.

III. Séries des sols de Dantiandou (Da)

Localisation: IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé sur le plateau à 250 m à l'ouest de la jauge de pluie permanente.

Relief :	haut de revers de pente	Pente :	2-3%
Topographie :	pente douce	Pédon# :	1-A
Matériel Parental :	sable éolien	drainage :	bon
Localisation du pédon :	champ de mil		

Profondeur de l'horizon (cm)	Description du sol (les couleurs sont données pour des sols humides)
-------------------------------------	---

- | | |
|----------------|---|
| Ap1 0-3 | Sable rouge jaunâtre (5YR 4/6); rouge jaunâtre (5YR 5/6) sec; grains meubles; extrêmement fragile; pH 6.3; transition régulière brusque. |
| Ap2 3-7 | Sable rouge jaunâtre (5YR 4/6); rouge jaunâtre (5YR 5/6) sec; fine structure en plaques avec des bandes de sable brun rougeâtre foncé (5YR 3/4); légèrement dur; friable; peu de fines racines; pores vésiculaires communs; peu de pores biologiques (1-3 mm dia.); pH 6.0; transition régulière brusque. |

III. Séries des sols de Dantiandou (suite)

- A 7-20** Sable fin brun soutenu (7.5YR 4/6); brun soutenu (7.5YR 5/6) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines racines; chenaux communs, tubules (1-3 mm dia.) biologiques; pédotubules; peu de fragment de charbon de bois (1-2 mm); pH 5.3; transition régulière graduelle.
- B/A 20-36** Sable brun soutenu (7.5YR 4/6); brun soutenu (7.5YR 5/6) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines racines; pores communs, peu de chenaux biologiques (plus de 1 cm); peu de crotovinas (3-4 mm); pH 5.2; transition régulière graduelle.
- Bt1 36-52** Sable fin rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines racines; pores communs, chambres (1-2 mm) biologiques ; pH 5.0; transition régulière graduelle.
- Bt2 52-73** Sable rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines racines; chambres (1-2 mm) biologiques; peu de chenaux racinaires (jusqu'à 4 cm); peu de crotovinas (jusqu'à 9cm); fragments de charbon de bois (1-3 mm); pH 5.1; transition régulière graduelle.
- Bt3 73-93** Sable rouge (2.5YR 4/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines racines; un peu de pédotubules, de chenaux (2 mm), de pores (4mm) biologiques; peu de crotovinas; peu de chenaux racinaires (jusqu'à 1.5 cm); fragments de charbon de bois (1-3 mm); peu de graviers latéritique (jusqu'à 3cm); pH 5.1; transition régulière graduelle.
- Bt4 93-130** Sable fin limoneux rouge (2.5YR 4/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines racines; très peu de pores biologiques; peu de fragments de charbon de bois; pH 5.0; transition régulière graduelle.
- * les échantillons sous 130 cm ont été pris à l'aide d'une tarière.
- Bt5 130-170** Sable rouge (2.5YR 4/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; pH 5.2.
- Bt6 170-200** Sable rouge (2.5YR 4/8); rouge (2.5YR 5/8) sec; pH 5.2.
- ** Les échantillons, pris jusqu'à 300 cm de profondeur à l'aide d'une tarière, ne contenaient pas de graviers latéritiques.

IV. Séries des sols de Hamdallaye (Ha)

Localisation : IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé à 470 m au SE du jalon permanent I-F.

Relief :	milieu de revers de pente	Pente :	1/2-2%
Topographie :	doucement ondulé	Pédon # :	3-A
Materiel Parental :	sable éolien	Drainage :	bon
Localisation du pédon :	champ de mil		

Profondeur de l'horizon (cm)	Description du sol (les couleurs sont données pour des sols humides)
------------------------------	--

A1 0-7 Sable rouge jaunâtre (5YR 4/6); brun soutenu (7.5YR 5/6) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; dur; friable; fines racines communes; peu de chambres (2.5 mm), peu de chenaux (2.3 mm) biologiques; fines croûtes vésiculaires (1 mm d'épaisseur) à la limite supérieure; lignage discret de sable brun rouge (5YR 5/4) dans l'horizon; pH 5.2; transition ondulée nette.

A2 7-24 Sable rouge jaunâtre (5YR 4/6); rouge jaunâtre (5YR 4/6) sec; (7.5YR 5/6) faible structure polyédrique subanguleuse grossière; dur; friable; fines racines communes; pores communs, très peu de chenaux biologiques; peu de crotovinas (jusqu'à 3 cm); peu de fragments de poteries; fragments de charbon de bois; pH 5.1; transition régulière graduelle.

A/B 24-50 Sable rouge (2.5YR 4/8); rouge jaunâtre (5YR 5/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; fines racines communes; peu de racines moyennes; peu de chenaux biologiques (1-3cm); crotoquina très large (15 cm); peu de graviers latéritiques (1-2 mm); pH 5.0; transition régulière graduelle.

Bt1 50-102 Sable rouge (2.5YR 4/8); rouge (2.5YR 5/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; fines racines communes; peu de racines moyennes et grosses; peu de petites chambres biologiques; peu de crotovinas larges (jusqu'à 2 cm dia.); fragments de charbon de bois; pH 5.1; transition régulière graduelle.

Bt2 102-148 Sable rouge (2.5YR 5/8); faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; un peu de fines et moyennes racines; peu de chenaux biologiques (2-3 mm); peu de concrétions ferrugineuses (2-5 mm); activité des termites indiquée par la présence de nodules durs formés de chenaux; pH 4.9; transition régulière graduelle.

Bt3 148-179 Sable rouge (2.5YR 4/8); pH 5.2.

Bt4 179-200 Sable rouge (2.5YR 4/8); pH 5.3.

* Les échantillons au-dessous de 150 cm ont été pris avec une tarière.

** Des graviers latéritiques ont été trouvés à 300 cm de profondeur.

V. Séries des sols de Gangani Kirey (GaK)

Localisation : IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé à 360 m au SO du jalon permanent I-C.

Relief :	bas de pente	Pente :	0-1/2%
Topographie :	plane	Pédon # :	2-A
Matériel Parental :	Continental Terminal	Drainage :	modérément bon
Localisation du pédon :	surface en jachère		

Profondeur de l'horizon (cm)	Description du sol (les couleurs sont données pour des sols humides)
------------------------------	--

Ap 0-8 Sable rouge jaunâtre (5YR 4/6); brun soutenu (7.5YR 5/6) sec; fine structure en plaques avec des bandes de sable brun rougeâtre (5YR 4/4); légèrement dur; friable; plusieurs fines racines; plusieurs pores vésiculaires; plusieurs pores, peu de chambres (jusqu'à 1 cm) et chenaux (1-4 mm) biologiques; pH 5.6; transition régulière brusque.

2A 8-17 Sable limoneux brun foncé (7.5YR 3/4); brun foncé (7.5YR 4/4) sec; forte structure polyédrique subanguleuse grossière; dur; ferme; plusieurs fines racines; chenaux communs (1-3 mm), pores communs (1-4 mm), peu de chambres (jusqu'à 5mm); pH 5.1; transition régulière nette.

2A/B 17-27 Sable limoneux rouge jaunâtre (5YR 4/6); brun soutenu (7.5YR 5/6) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière, modérément développée; dur; friable; peu de fines racines; peu de pores biologiques (jusqu'à 3 cm); des concrétions ferrugineuses représentent 5% du sol; pH 5.1; transition régulière graduelle.

2Bt1 27-35 Limon sableux rouge (2.5YR 4/6); rouge jaunâtre (5YR 5/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; dur; friable; plusieurs fines racines; peu de racines moyennes; plusieurs pores biologiques (1-3 mm); peu de fragments de charbon de bois; des concrétions ferrugineuses représentent 2-5% du sol; pH 5.0; transition ondulée brusque.

2Bt2 35-53 Limon sableux rouge (2.5YR 4/6); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière, modérément développée; légèrement dur; friable; plusieurs fines racines; peu de racines moyennes et grosses; plusieurs pores et tubules biologiques; des concrétions ferrugineuses arrondies représentent 10-20% du sol; pH 5.1; transition ondulée brusque.

2C >53 Latérite indurée.

VI. Séries des sols de Bokotchili (Bo)

Localisation : IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé à 450 m au NE du village de Falanke Kaina.

Relief :	bas de revers de pente	Pente :	1/2-2%
Topographie :	doucement ondulé	Pédon # :	3-B
Matériau Parental :	sable éolien	Drainage :	bon
Localisation du pédon :	surface en jachère		

Profondeur de l'horizon (cm)	Description du sol (les couleurs sont données pour des sols humides)
-------------------------------------	---

- | | | |
|------------|---------------|---|
| A1 | 0-13 | Sable brun foncé (7.5YR 4/4); brun (7.5YR 5/4) sec; fine structure en plaques; fragile; friable; bandes de grains de sable; plusieurs fines et moyennes racines communes; pores et chambres biologiques communs (jusqu'à 1 cm); pH 6.0; plusieurs graviers latéritiques (2-3 mm); transition régulière nette. |
| A2 | 13-30 | Sable brun foncé (7.5YR 4/4); brun soutenu (7.5YR 5/6) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; fines racines communes; peu de racines moyennes; peu de chambres biologiques (2-4 mm); peu de crotovinas (to 4 cm); pH 5.6; transition régulière nette. |
| A/B | 13-49 | Sable brun soutenu (5YR 4/6); rouge jaunâtre (5YR 4.6) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; fragile; friable; fines racines communes; peu de racines moyennes; plusieurs chenaux biologiques (2-3 mm); un peu de crotovinas avec des infiltrations de sable brun très clair (10YR 7/3); pH 5.3; peu de graviers latéritiques (2-3 cm); plusieurs fragments de charbon de bois (jusqu'à 5mm); transition régulière nette. |
| Bt1 | 49-74 | Sable rouge jaunâtre (5YR 5/8); rouge (2.5YR 4/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; fines et moyennes racines communes; peu de chenaux et chambres biologiques; peu de crotovinas (jusqu'à 3 cm); peu de fragments de charbon de bois (5 mm); peu de graviers latéritiques (2-3 cm); pH 5.0; transition régulière graduelle. |
| Bt2 | 74-95 | Sable rouge jaunâtre (5YR 5/8) (humide et sec); faible structure polyédrique subanguleuse grossière; fragile; friable; fines racines communes; peu de racines moyennes; peu de chambres biologiques (5 mm); peu de graviers latéritiques (2-3 cm); pH 5.1; transition régulière graduelle. |
| Bt3 | 95-144 | Sable rouge (2.5YR 5/8); jaune rougeâtre (5YR 5/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; peu de fines et moyennes racines; peu de chenaux et chambres biologiques; pH 5.4; transition régulière graduelle. |

VI. Séries des sols de Bokotchili (suite)

B/C 144-182 Sable rouge (2.5YR 4/8); rouge jaunâtre (5YR 5/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; peu de fines et moyennes racines; peu de chenaux et chambres biologiques; peu de crotovinas (2-4 cm dia.); peu de graviers latéritiques (2-3 mm); pH 5.4; transition régulière graduelle.

C1 182-200 Sable rouge (2.5YR 4/8); rouge jaunâtre (5YR 5/8) sec; structure polyédrique subanguleuse grossière; légèrement dur; friable; peu de fines et moyennes racines; peu de chenaux et chambres biologiques; peu de crotovinas (2-4 cm dia.); peu de graviers latéritiques (1-2 mm); pH 5.7; transition régulière graduelle.

* Les échantillons pris à l'aide d'une tarière à 350 cm de profondeur ne contenaient pas de latérite.

VII. Séries des sols de Falanke (Fa)

Localisation : IMAW bassin versant. Ce pédon est localisé à 470 m à l'est du village de Falanke Kaina, à 25 m du fond de la vallée.

Relief :	bas de pente	pente :	5-7%
Topographie :	ondulé	Pédon # :	4-B
Matériel Parental :	sable éolien	Drainage :	bon
Localisation du pédon :	champ de mil		

Profondeur de l'horizon (cm)	Description du sol (les couleurs sont données pour des sols humides)
------------------------------	--

A1 0-4	Sable brun soutenu (7.5YR 4/6); fine structure en plaques; dur; friable; pores vésiculaires; fines et moyennes racines communes; chenaux biologiques communs (2-3 mm); inclusions de sable jaune rougeâtre (7.5YR 7/6); transition onduleuse brusque.
--------	---

A2 4-15	Sable limoneux brun soutenu (7.5YR 6/4); faible structure polyédrique subanguleuse grossière; très dur; friable; fines racines communes; peu de chambres (jusqu'à 1 cm), et pores communs biologiques; peu de fragments de charbon de bois; inclusions de sable brun foncé (10YR 4/3); pH 5.3; transition onduleuse brusque.
---------	--

A/B 15-31	Sable limoneux rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; extrêmement dur; friable; fines racines communes; peu de racines moyennes; pores, chenaux (1-3 mm), chambres (jusqu'à 1 cm) communs et biologiques; plusieurs pédotubules avec des infiltrations de sable brun foncé (7.5YR 3/4); peu de fragments de charbon de bois; pH 5.1; transition régulière brusque.
-----------	---

VII. Séries des sols de Falanke (suite)

- Bt1 31-51** Sable limoneux rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; faible structure polyédrique subanguleuse grossière; fragile; friable; fines racines communes; peu de chambres biologiques communes (jusqu'à 1 cm); pores communs, peu de chenaux biologiques; peu de fragments de charbon de bois; pH 5.3; transition régulière graduelle.
- Bt2 51-79** Sable limoneux rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (5YR 6/8) sec; séparation pratiquement massive se développant en une faible structure polyédrique subanguleuse grossière; fragile; friable; fines racines communes; peu de moyennes racines; chambres (4-7mm), chenaux (1-3mm), pores (1-2 mm) communs biologiques; peu de fragments de charbon de bois; pH 5.4; transition régulière graduelle.
- Bt3 79-105** Sable limoneux rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (7.5YR 6/8) sec; pratiquement massif; fragile; friable; peu de fines et grosses racines; chenaux racinaires communs (5 mm dia.); pédotubules communs avec des infiltrations de sable brun jaunâtre (10YR 5/4); pH 5.2; transition régulière graduelle.
- B/C 105-126** Sable limoneux rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (7.5YR 6/8) sec; pratiquement massif; fragile; friable; chambres (jusqu'à 3 cm) biologiques; pédotubules très durs résultant de l'activité des termites; pH 5.6; transition régulière graduelle.
- C1 126-164** Sable limoneux rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (7.5YR 6/8) sec; pratiquement massif; légèrement dur; friable; peu de fines racines; peu de chambres et chenaux; pores communs biologiques; pH 5.8; transition régulière graduelle.
- C2 164-200** Sable rouge jaunâtre (5YR 5/8); jaune rougeâtre (7.5YR 6/8) sec; massif; légèrement dur; friable; peu de fine racines; peu de pores biologiques; peu de pédotubules avec des infiltrations de sable jaune rougeâtre (7.5YR 6/6); pH 5.8.

****** Les échantillons pris à 325 cm de profondeur à l'aide d'une tarière ne contenaient pas de graviers latéritiques.

APPENDICE B

PROPRIETES CHIMIQUES DES SOLS

Pédon: 1-A Le pédon 1-A était localisé dans un champ cultivé de mil en 1989
Séries: Dantiandou

Horizon (profondeur)	---pH---		Ca	Mg	K	Na	SB	CEC	H	Al	P	Fe	C	MO	N	
	H ₂ O	KCL	----- Meq/100g -----				-----			ppm	----- % -----		C/N			
Ap1 (0-3cm)	6.3	4.8	1.10	0.05	0.05	0.03	1.23	0.85	0.06	---	3.7	1.03	0.08	0.13	0.010	8.0
Ap2 (3-7cm)	6.0	4.4	0.80	0.03	0.06	0.03	0.92	0.84	0.11	0.02	3.7	1.33	0.07	0.12	0.010	7.0
A3 (7-20cm)	5.3	3.9	0.40	0.09	0.04	0.02	0.55	1.24	0.48	0.25	2.4	0.86	0.10	0.17	0.025	4.0
A/B(20-36cm)	5.2	3.9	0.33	0.07	0.02	0.01	0.43	1.11	0.59	0.45	1.1	1.44	0.07	0.12	0.008	8.8
Bt1(36-52cm)	5.0	4.0	0.38	0.07	0.01	0.01	0.47	1.14	0.53	0.40	0.8	1.56	0.06	0.10	0.007	8.6
Bt2(52-73cm)	5.1	4.0	0.30	0.07	0.01	0.01	0.39	0.95	0.53	0.42	0.8	1.68	0.05	0.09	0.008	6.3
Bt3(73-93cm)	5.1	4.0	0.35	0.08	0.02	0.01	0.46	1.06	0.48	0.35	0.1	1.66	0.03	0.05	0.007	4.3
Bt4(93-130cm)	5.0	4.0	0.50	0.19	0.01	0.01	0.71	1.37	0.50	0.35	0.6	2.30	0.07	0.11	0.006	11.7
Bt5(130-170cm)	5.2	4.1	0.42	0.15	0.01	0.01	0.59	1.01	0.34	0.19	0.9	1.78	0.03	0.04	0.004	7.5
Bt6(170-200cm)	5.2	4.2	0.40	0.26	0.01	0.02	0.69	0.95	0.18	0.07	0.6	1.79	0.03	0.04	0.010	3.0

pH = mesuré avec un rapport sol/solution égale à 1/2.5;

SB = somme des bases échangeables (Ca, Mg, K, Na) en meq/100g de sol;

CEC = capacité d'échange cationique déterminée par le déplacement d'acétate d'ammonium 1M à pH 7.0 avec un lavage à l'éthanol;

H = acidité d'échange totale (H + Al) par KCl 1M;

Al = aluminium échangeable par KCl 1M;

P = Phosphore extrait (ppm) par la solution Bray No. 1;

Fe = % total d'Oxides de Fer libres;

C = % carbone organique;

MO = % matière organique;

N = % total de nitrate.

Pédon: 2-A Le pédon 2-A était localisé dans un champ en jachère.
Séries: Gangani Kirey

Horizon (profondeur)	---pH---		Ca	Mg	K	Na	SB	CEC	H	Al	P	Fe	C	MO	N	
	H ₂ O	KCL	----- Meq/100g -----					----- ppm -----			----- % -----		C/N			
A1 (0-8cm)	5.6	4.3	0.68	0.21	0.04	0.02	0.95	1.13	0.22	0.05	2.2	1.42	0.14	0.24	0.14	10.0
2A (8-17cm)	5.1	3.7	0.48	0.17	0.02	0.02	0.69	2.31	0.83	0.62	2.4	1.75	0.22	0.37	0.020	11.0
2A/B(17-27cm)	5.1	3.7	0.38	0.11	0.03	0.02	0.54	2.55	1.16	0.91	1.2	2.38	0.19	0.33	0.017	11.2
2Bt1(27-35cm)	5.0	3.8	0.35	0.14	0.02	0.02	0.53	2.52	1.16	0.95	0.9	2.50	0.17	0.29	0.018	9.4
2Bt2(35-53cm)	5.1	3.8	0.30	0.13	0.02	0.02	0.47	2.41	1.07	0.85	0.8	2.75	0.15	0.25	0.021	7.1

Pédon: 3-B Le pédon 3-B était situé au sein d'une surface de jachère
Séries: Bokotchili

Horizon (profondeur)	---pH---		Ca	Mg	K	Na	SB	CEC	H	Al	P	Fe	C	MO	N	
	H ₂ O	KCL	----- Meq/100g -----					----- ppm -----			----- % -----		C/N			
A1(0-5cm)	5.5	4.0	0.35	0.12	0.02	0.04	0.53	1.20	0.29	0.16	2.3	0.88	0.14	0.24	0.011	12.7
A2(13-30m)	5.2	3.8	0.13	0.05	0.02	0.04	0.24	1.47	0.65	0.49	1.6	1.14	0.12	0.20	0.008	15.0
A/B(30-49cm)	4.8	3.8	0.10	0.06	0.02	0.05	0.23	1.49	0.74	0.57	1.6	1.31	0.11	0.18	0.008	13.8
Bt1(49-74cm)	5.1	3.9	0.15	0.06	0.02	0.01	0.24	1.39	0.68	0.46	1.8	---	0.08	0.13	0.007	11.4
Bt2(74-95cm)	5.0	3.9	0.20	0.07	0.03	0.01	0.31	1.29	0.60	0.38	1.5	1.51	0.05	0.09	0.007	7.1
Bt3(95-144cm)	4.9	3.9	---	---	---	---	---	1.20	0.42	0.28	1.6	1.43	0.04	0.07	0.006	6.7
B/C(130-170cm)	5.2	4.1	0.42	0.15	0.01	0.01	0.59	1.01	0.34	0.19	0.9	1.78	0.03	0.040	0.004	7.5
C(182-200cm)	5.2	4.1	0.43	0.22	0.02	0.01	0.68	1.18	0.26	0.15	1.6	1.38	0.02	0.04	0.010	2.0

Pédon : 4-B Le pédon 4-B était situé au sein d'une surface de jachère
Series: Falanke

Horizon (profondeur)	---pH---		Ca	Mg	K	Na	SB	CEC	H	Al	P	Fe	C	MO	N	
	H ₂ O	KCL	----- Meq/100g -----					----- ppm -----		----- % -----		C/N				
A1(0-4cm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
A2(4-15cm)	5.3	3.9	0.35	0.13	0.03	0.01	0.52	1.61	0.61	0.42	2.2	0.92	0.05	0.08	0.007	7.1
A/B(15-31cm)	5.1	3.8	0.38	0.17	0.03	0.03	0.61	2.04	0.74	0.51	1.4	0.32	0.13	0.23	0.011	11.8
Bt1(31-51cm)	5.3	3.9	0.28	0.09	0.02	0.01	0.40	1.54	0.66	0.45	1.2	1.15	0.09	0.15	0.010	9.0
Bt2(51-79cm)	5.4	3.9	0.33	0.10	0.02	0.03	0.48	0.97	0.60	0.41	1.0	1.27	0.08	0.14	0.008	8.0
Bt3(79-105cm)	5.2	3.9	---	---	---	---	---	1.00	0.58	0.43	1.5	1.36	0.05	0.09	0.008	6.3
B/C(105-126cm)	5.6	3.9	0.25	0.09	0.02	0.03	0.39	1.41	0.50	0.32	1.4	1.56	0.04	0.07	0.008	5.0
C1(126-164cm)	5.8	4.0	0.23	0.11	0.03	0.03	0.40	1.23	0.46	0.32	1.2	1.78	0.02	0.04	0.007	2.9
C2(164-200cm)	5.8	4.0	0.30	0.12	0.03	0.03	0.48	1.18	0.40	0.26	1.0	2.01	0.04	0.06	0.006	6.7

Pédon: 5-B Le pédon 5-B était situé au sein d'une surface de jachère
Series: Tondo Kakasia

Horizon (profondeur)	---pH---		Ca	Mg	K	Na	SB	CEC	H	Al	P	Fe	C	MO	N	
	H ₂ O	KCL	----- Meq/100g -----					----- ppm -----			----- % -----		C/N			
A(0-4cm)	5.9	4.4	0.70	0.30	0.06	0.03	1.09	1.89	0.36	0.08	2.8	1.35	0.11	0.18	0.018	6.1
A2(4-19cm)	5.3	3.8	0.23	0.10	0.09	0.04	0.46	1.70	0.33	0.18	1.5	1.49	0.30	0.51	0.022	13.6
A/B(19-35cm)	5.2	3.7	0.035	0.13	0.04	0.04	0.56	1.93	0.77	0.50	0.7	1.75	0.13	0.23	0.024	5.4
Bt1(35-47cm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bt2(47-64cm)	5.5	3.8	0.13	0.16	0.03	0.04	0.36	1.82	0.70	0.42	0.1	1.52	0.05	0.09	0.025	2.0
Bt3(64-87cm)	5.4	3.8	0.15	0.24	0.02	0.04	0.45	---	0.64	0.35	0.3	1.39	0.04	0.07	0.008	5.0
B/C(87-119cm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C1(119-145cm)	5.2	3.8	0.25	0.34	0.03	0.04	0.66	---	0.36	0.17	0.1	1.35	0.02	0.03	0.007	2.9
C2(145-200cm)	5.3	4.0	0.43	0.36	0.04	0.04	0.87	---	0.29	0.12	trace	1.55	0.02	0.03	0.007	2.9

Pédon: 3-A Le pédon 3-A était situé dans un champ cultivé de mil en 1989
Series: Hamdallaye

Horizon (profondeur)	---pH---		Ca	Mg	K	Na	SB	CEC	H	Al	P	Fe	C	MO	N	
	H ₂ O	KCL	----- Meq/100g -----					----- ppm -----		----- % -----		C/N				
A1(0-7cm)	5.2	4.0	0.35	0.12	0.02	0.03	0.52	1.19	0.46	0.30	1.9	1.22	0.08	0.14	0.008	10.0
A2(7-24cm)	5.1	3.9	0.28	0.11	0.01	0.02	0.42	1.33	0.64	0.30	1.0	1.42	0.08	0.14	0.011	7.3
A/B(24-50cm)	5.0	3.9	0.23	0.09	0.02	0.05	0.39	1.29	0.63	0.48	0.8	1.57	0.07	0.11	0.006	11.7
Bt1(50-102cm)	5.1	4.0	0.03	0.14	0.01	0.02	0.47	1.19	0.52	0.38	0.8	1.75	0.05	0.09	0.010	5.0
Bt2(102-148cm)	4.9	4.0	0.60	0.05	0.02	0.03	0.70	1.23	0.36	0.25	0.4	1.72	0.03	0.05	0.011	2.7
Bt3(148-179cm)	5.2	4.0	0.25	0.17	0.01	0.02	0.45	1.13	0.39	0.27	0.4	1.59	0.02	0.03	0.013	1.5
Bt4(179-200cm)	5.3	4.0	0.25	0.27	0.01	0.04	0.57	1.09	0.36	0.22	0.4	1.60	0.03	0.04	0.010	3.0

Pédon: 5-IN Ce pédon était situé au sein (IN) d'une zone de végétation
Series: sols de Plateau.

Horizon (profondeur)	Ca	Mg	K	Na	H	Al	P(ppm)
	----- Meq/100g -----						
A1 (0-7cm)	1.44	0.89	0.27	0.05	0.37	0.18	7.53
A2 (7-15cm)	0.94	0.63	0.17	0.05	1.36	0.85	5.43
Bt1 (15-34 cm)	0.79	0.60	0.26	0.01	2.14	1.50	2.47
Bt2 (34-60 cm)	0.89	0.65	0.32	0.01	2.35	1.67	1.28

Pédon: 5-OUT Ce pédon était localisé en-dehors (OUT) d'une zone de
 végétation
Series: sols de Plateau.

Horizon (profondeur)	Ca	Mg	K	Na	H	Al
	----- Meq/100g -----					
A1 (0-4 cm)	1.0	0.42	0.31	0.09	0.26	0.19
A2 (4-18 cm)	0.67	0.41	0.23	0.13	0.90	0.56
Bt1 (18-35 cm)	0.32	0.40	0.09	0.14	1.84	1.35
Bt2 (35-54 cm)	0.26	0.53	0.12	0.17	2.25	1.67

APPENDICE C
PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS

* Toutes les classes de tailles de particules sont exprimées en %.

Pédon: 5-In
Séries: Sol de Plateau,
Zone de végétation

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable	
		fin	grossier	fin	grossier
A1 (0-8 cm)	14.5	8.8	10.6	35.3	30.7
A2 (8-16 cm)	20.1	8.5	6.4	34.4	30.5
Bt1 (16-34 cm)	1.7	8.3	7.7	26.8	25.5
Bt2 (34-60 cm)	40.1	9.2	6.4	22.9	21.5
> 60 cm Latérite					

Pédon: 5-Out
Séries: Sol de Plateau
Hors d'une zone de végétation

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable	
		fin	grossier	fin	grossier
A1 (0-4 cm)	12.3	8.3	8.1	38.6	32.7
A2 (4-18 cm)	17.4	6.1	5.3	36.7	34.6
B (18-35 cm)	29.8	6.0	4.4	27.4	32.3
BC (35-54 cm)	40.1	8.0	6.7	22.5	22.6
> 54 cm Latérite					

Pédon: 5-B
Séries: Tondo Kakasia

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable		Rétention d'eau	
		fin	grossier	fin	grossier	pF 2.5	pF 4.2
A (0-4 cm)	4.1	2.8	4.4	52.8	35.8	3.1	1.6
A2 (4-19 cm)	6.9	1.9	3.3	53.5	34.3	3.3	1.6
AB (19-35 cm)	10.5	1.6	1.5	50.6	35.7	3.9	2.0
Bt2 (47-64 cm)	10.7	0.7	2.2	49.1	37.3	3.6	1.8
Bt3 (64-87 cm)	9.5	0.9	1.0	52.3	36.3	3.3	1.6
C1 (119-145 cm)	9.1	0.9	2.0	56.8	31.1	3.2	1.6
C2 (145-200 cm)	10.9	1.0	2.0	51.5	34.5	4.0	2.0

Pédon: 1-A
Séries: Dantiandou

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable		Rétention d'eau	
		fin	grossier	fin	grossier	pF 2.5	pF 4.2
Ap1 (0-3 cm)	2.1	1.0	1.8	36.4	58.5	2.2	0.7
Ap2 (3-7 cm)	2.0	1.0	1.7	37.1	58.2	2.0	0.6
A (7-20 cm)	4.2	1.1	1.5	50.6	42.5	2.3	1.4
A/B (20-36 cm)	5.3	1.1	1.7	49.4	42.5	2.9	1.4
Bt1 (36-52 cm)	6.2	0.8	1.5	52.0	39.4	2.7	1.5
Bt2 (52-73 cm)	6.2	1.3	1.5	48.0	42.9	3.3	1.5
Bt3 (73-93 cm)	6.9	1.1	1.5	47.1	43.4	3.6	1.8
Bt4 (93-130 cm)	7.5	0.8	2.1	53.4	36.3	4.1	2.0
Bt5 (130-170 cm)	7.3	1.2	1.5	47.8	42.2	3.4	1.9
Bt6 (170-200 cm)	7.1	1.0	1.1	40.1	50.8	3.3	1.9

Pédon: 3-A
Series: Hamdallaye

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable		Rétention d'eau	
		fin	grossier	fin	grossier	pF 2.5	pF 4.2
A1 (0-7 cm)	4.0	1.2	1.1	41.7	52.1	2.6	1.1
A2 (7-24 cm)	5.9	0.7	1.5	45.4	46.4	3.0	1.4
A/B (24-50 cm)	6.9	0.7	1.2	38.9	52.2	2.9	1.5
Bt1 (50-102 cm)	8.6	0.6	1.2	39.8	49.7	3.5	2.0
Bt2 (102-148 cm)	7.6	0.7	1.4	44.3	45.9	3.1	1.8
Bt3 (148-179 cm)	6.9	1.0	1.8	46.7	43.6	3.0	1.7
Bt4 (179-200 cm)	6.4	0.8	1.4	45.0	46.4	3.1	1.5

Pédon: 2-A
Séries: Gangani Kirey

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable		Rétention d'eau	
		fin	grossier	fin	grossier	pF 2.5	pF 4.2
A1 (0-8 cm)	3.3	1.4	1.3	40.8	53.2	2.6	1.0
2A (8-17 cm)	6.9	4.5	2.8	38.2	47.6	4.9	2.1
2A/B (17-27 cm)	11.9	3.6	2.4	36.1	46.0	5.8	3.1
2Bt1 (27-35 cm)	16.1	3.5	2.7	35.2	42.5	6.5	3.7
2Bt2 (35-53 cm)	14.8	3.0	2.6	31.0	48.6	6.3	3.6

Pédon: 3-B
Séries: Bokotchili

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable		Rétention d'eau	
		fin	grossier	fin	grossier	pF 2.5	pF 4.2
A1 (0-13 cm)	3.2	0.8	1.9	44.8	49.3	2.2	1.2
A2 (13-30 cm)	4.9	0.9	1.1	43.6	49.6	2.5	1.4
A/B (30-49 cm)	6.3	0.8	0.8	44.7	47.3	2.7	1.7
Bt1 (49-74 cm)	6.9	0.6	1.2	42.3	49.0	2.6	1.8
Bt2 (74-95 cm)	7.4	0.8	0.7	35.0	56.1	3.1	2.1
Bt3 (95-144 cm)	7.7	0.9	0.8	37.9	52.7	3.6	2.2
B/C (144-182 cm)	7.7	0.8	1.2	40.8	49.5	3.1	2.1
C1 (182-200 cm)	6.7	0.7	0.9	38.3	53.3	3.2	1.8

Pédon: 4-B
Séries: Falanke

Horizon (profondeur)	Argile	Limon		Sable		Rétention d'eau	
		fin	grossier	fin	grossier	pF 2.5	pF 4.2
A1 (0-4 cm)	----	-----	-----	-----	-----	---	---
A2 (4-15 cm)	7.4	1.4	1.2	46.1	43.9	3.8	2.2
A/B (15-31 cm)	11.0	0.9	1.1	39.6	47.5	4.4	2.9
Bt1 (31-51 cm)	9.2	1.3	0.6	40.5	48.3	3.5	2.5
Bt2 (51-79 cm)	9.0	0.6	1.5	37.4	51.4	3.7	2.5
Bt3 (79-105 cm)	9.1	0.7	1.1	40.6	48.5	3.7	2.7
B/C (105-126 cm)	8.9	0.9	1.5	45.2	43.5	3.6	2.3
C1 (126-164 cm)	8.6	0.9	1.4	46.5	42.8	3.5	2.3
C2 (164-200 cm)	8.2	0.8	1.2	41.7	48.1	3.5	2.2

APPENDICE D

Superficies des UAT et unités cartographiques

UAT	Symbole	Unité Cartographique m ²	Surface	UAT
			ha	ha
I	Lp	395,271	39.52	42.7
	ToA	31,955	3.20	
II	To	200,060	20.01	20.0
III	Da	277,730	27.77	378.7
	Ha	1,973,981	197.40	
	Bo	943,072	94.31	
	Fa	580,394	58.04	
	FaB	12,128	1.22	
IV	Ga	187,769	18.78	23.0
	HaB, HaC	42,369	4.24	
V	ToB	52,881	5.29	31.1
	DaA	52,404	5.24	
	HaA	164,336	16.43	
	FaA	25,918	2.59	
	BoA	15,393	1.54	
TOTAL				495.5