

RAPPORT D'EVALUATION
DU VOLET FERTILITE DES SOLS
DU PROJET DPGT
(Développement Paysannal et Gestion de Terroirs).
AU NORD CAMEROUN

par

Eric Roose*, Jean Boutrais* et Zachée Boli**

ORSTOM*, IRAD**

Mars 1998



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : A * 13687 Ex : 2

SOMMAIRE

	page
Introduction	
1. Objectifs et méthode	3
2. Essai de zonage en fonction de la fertilité des sols	6
2.1. Les espaces saturés.....	6
2.2. Les fronts pionniers et espaces libres.....	8
2.3. Les espaces en cours de saturation.....	8
3. Evaluation technique des actions du volet fertilité du projet DPGT	9
3.1. Gestion de l'eau et lutte antiérosive : * les fossés de diversion.....	9
* les bandes enherbées.....	11
* les cordons pierreux.....	15
* les seuils empierrés.....	17
3.2. La fumure organique * les contrats de fumure.....	19
* les parcs améliorés.....	20
* les étables fumières.....	22
3.3. Les systèmes de culture extensifs.....	25
3.4. Les arbres.....	28
4. Evaluation globale et suggestions	34
4.1. La méthode de sensibilisation et vulgarisation	
4.2. L'aménagement des blocs cultivés.....	37
4.3. L'évolution de la gestion de l'eau.....	38
4.4. La restauration de la capacité de production des sols.....	39
4.5. Le calendrier des travaux.....	40
4.6. La composante foncière.....	41
4.7. L'environnement institutionnel du DPGT.....	44
5. Conclusion : les principales recommandations	44
6. Eléments de bibliographie	46
7. Annexe 1 . L	
Commentaires sur les analyses de sols et de fumiers	49
8. Annexe 2. Propositions méthodologiques pour un observatoire de la fertilité des terres aménagées	59
9. Annexe 3. Résultats d'analyse de sol et matières organiques	60

INTRODUCTION

* La Sodecoton a lancé un appel d'offres restreint pour une mission d'évaluation du volet fertilité du projet « Développement paysannal et gestion de terroir » (DPGT).

Très sensibilisée par la dégradation de la fertilité des sols tropicaux, l'ORSTOM a proposé une offre qui a finalement été retenue par le Ministère de l'Agriculture du Cameroun.

* L'équipe d'évaluation était composée des docteurs Eric ROOSE (agro-pédologue ORSTOM, responsable de la mission), Zachée BOLI BABOULE (agro-pédologue IRAD) et Jean BOUTRAIS (socio-économiste ORSTOM). À partir du troisième jour, l'équipe a été rejointe par Monsieur Athanase ESSINDI du MINAGRI.

* La mission a travaillé sur le terrain du 2 au 10 février 1998. Les investigations sur place ont été légèrement raccourcies, par rapport à un programme initial, du fait de la Fête de la Jeunesse (11 février) et de deux séances de restitution : l'une au DPGT à Garoua (12 février) et l'autre au Ministère de l'Agriculture à Yaoundé (13 février).

* Cependant, grâce aux moyens mis en œuvre par le DPGT (un véhicule avec chauffeur) et à une organisation remarquable des tournées (mobilisation des animateurs régionaux, entourés de leurs équipes : agro-aménagistes, zootechniciens...), la mission a pu procéder à une évaluation rapide sur place des actions Fertilité du DPGT, de Touboro jusqu'à Maroua. Les secteurs de Maroua-Nord et le département du Mayo-Danay n'ont pas été visités, mais les interventions du DPGT n'y semblent pas encore développées.

* En plus des investigations sur place, des enquêtes auprès des planteurs et des réunions avec les agents du DPGT, la mission a eu des séances de travail avec les responsables et chercheurs suivants :

- . Monsieur L. GAUDARD, responsable de la Direction de Production Agricole (DPA) de la Sodecoton ;
- . Monsieur J. M. HARMAND, chercheur CIRAD-Forêt/IRAD à Maroua ;
- . Monsieur F.-C. NJITI, chercheur IRAD à Garoua.

* La mission a également eu des échanges informels avec d'autres personnes, en particulier Monsieur J. EKORONG, ancien chercheur IRAD. D'une façon générale, la mission s'est préoccupée de diversifier ses sources d'informations relatives au problème du maintien de la fertilité des sols dans la zone d'action du DPGT.

I. OBJECTIFS ET METHODE

Un ajustement a d'abord été effectué entre les termes de référence de l'appel d'offre, les propositions de l'équipe d'évaluation et ce qui était réalisable et prioritaire en un temps d'investigation très court par une équipe pluri-disciplinaire.

1.1. Il a été demandé à la mission de répondre aux questions suivantes :

* évaluer les actions de vulgarisation menées par le Projet dans le domaine de la gestion de la fertilité, en insistant sur deux aspects :

- . la protection des sols et la gestion de l'eau,
- . l'amélioration de la fertilité des sols cultivés .

* évaluer la stratégie mise en œuvre pour atteindre ces objectifs ;

* évaluer les moyens mis en œuvre ;

* évaluer les points de convergence ou de divergence entre le volet fertilité, le volet gestion de terroirs et la DPA ;

* évaluer l'intérêt des producteurs à s'investir dans le maintien de la fertilité des sols ;

* évaluer les progrès permis par les actions engagées ;

* émettre des recommandations pratiques susceptibles d'orienter le Projet ;

* proposer une méthodologie du suivi de la fertilité : appui à la réflexion sur la conception d'un observatoire de la fertilité.

1.2. Propositions initiales de l'équipe

* établissement d'une typologie des problèmes de dégradation de la fertilité et de gestion de l'eau par observations dans divers terrains ;

* mesure de quelques indicateurs de dégradation de la fertilité sur des parcelles représentatives ;

* enquête sur les perceptions paysannes de la dégradation de la productivité des sols ;

* appréciation par les paysans de la pertinence des actions proposées et des contraintes socio-économiques dans leur mise en œuvre ;

* estimation par les paysans des progrès accomplis grâce à l'intervention du Projet ;

* appui à la conception d'un observatoire de l'évolution d'indicateurs de la fertilité des terres cultivées.

1.3. Priorités retenues

La constitution de l'équipe (agro-pédologues et socio-économiste), le temps imparti à la mission (8 jours de terrain), l'extension géographique et la diversité de l'aire concernée ont nécessité d'effectuer des choix dans les objectifs et les méthodes :

* Réduction du temps consacré à chaque site, au profit d'une meilleure appréhension de la diversité des situations ;

* Combinaison d'une observation du milieu physique et d'une enquête sur les perceptions paysannes des problèmes de dégradation, des actions DPGT et des progrès réalisés ;

* Abandon des mesures sur le terrain d'indicateurs de l'état physique des sols, en raison du piétinement du sol par les exploitants lors des récoltes et surtout par les animaux en divagation ;

* Prélèvements d'échantillons de sols sur des couples de situations à différents états de dégradation, en vue d'établir une échelle d'indicateurs de la fertilité ;

* Combinaison d'enquêtes individuelles et d'entretiens collectifs auprès d'informateurs à statuts sociaux variés ;

* Discussions sur les interconnexions entre le volet fertilité du Projet DPGT, le volet gestion de terroir et d'autres intervenants institutionnels.

1. 4. Investigations effectuées

* Au cours des tournées de terrain, l'équipe a visité 29 aménagements du DPGT, ce qui a constitué l'essentiel de son travail. Parmi ces aménagements, 12 sont antiérosifs (bandes herbeuses, cordons pierreux), 8 des étables ou des parcs à bétail améliorés, 3 des jachères améliorées. Les autres aménagements sont de nature diverse : fossés-bourrelets, "biefs", piquetage selon les courbes de niveau.

* Au cours d'un dimanche, la mission a découvert un aménagement antiérosif spontané, consistant en sections de haie vive établies en travers d'un passage d'eau, sur un glacis-piémont (Maroua-Nord).

* L'équipe a procédé à 11 entretiens avec des cultivateurs (7 entretiens individuels et 4 collectifs). Tous ces entretiens ont été conduits directement dans la langue véhiculaire de la région, le fouldé, un membre de l'équipe se chargeant de la traduction. Les entretiens ont été moins nombreux que les observations d'aménagements parce qu'ils nécessitent plus de temps et parce qu'ils venaient en appui à ces observations.

* Les entretiens collectifs représentent une méthode d'enquête délicate à gérer : nécessité d'une information préalable des participants, souci de diversifier les intervenants au cours de la discussion, contrôle social des intervenants par les autres participants. D'un autre côté, les entretiens collectifs ont livré des opinions et des préoccupations largement partagées par des groupes.

* Les 4 entretiens collectifs ont été préparés par les agents DPGT sur place. Ces entretiens ont rassemblé des interlocuteurs à statut social varié : un lamido avec son entourage (Kaélé), une majorité de planteurs de coton (Guider, Gashiga), des chefs de villages et présidents de groupements (Mafa Kilda).

* Les 7 entretiens individuels ont rarement été prévus d'avance mais décidés sur le moment, en fonction du temps disponible et de l'acceptation des personnes interviewées. Ces personnes étaient toutes concernées par une action du DPGT : étable fumière, jachère améliorée, cordons pierreux...

* Les entretiens individuels, tels qu'ils ont été conduits, ne restituent probablement pas exactement les opinions générales de la population rurale à l'égard des actions du volet Fertilité au DPGT. Il aurait fallu compléter ces entretiens par ceux de personnes prises au hasard.

* Les entretiens individuels ont touché une gamme socio-économique relativement diversifiée de personnes : jeunes adultes et anciens, personnes modestes et notables plutôt aisés. Mais ils n'ont pas concerné des personnes pauvres, ni des femmes.

* Or, les femmes se trouvent souvent impliquées par la fertilité des sols. Le mari leur octroie les terres les plus pauvres (ou appauvries) de l'exploitation pour y cultiver de l'arachide, à leur compte personnel. Les femmes possèdent souvent des petits ruminants (chèvres) dont les déjections pourraient être valorisées en fumier de qualité. Les femmes gèrent les détritiques domestiques, en particulier le trou-poubelle à proximité de l'habitation, qui pourrait être transformé en compostière.

* Certains entretiens, d'abord individuels, ont rapidement évolué en entretiens presque collectifs, par rassemblement et interventions de voisins dans la discussion.

* Des visites d'aménagements antiérosifs et d'étables fumières ont donné lieu à des mini-entretiens sur place, chaque fois que les propriétaires étaient présents. Ces courts échanges n'ont

pu être approfondis en entretiens par manque de temps, ce qui fut la contrainte principale au cours de la mission.

II. ESSAI DE ZONAGE EN FONCTION DE LA FERTILITE DES SOLS

* La zone cotonnière qui correspond à la zone d'intervention du DPGT, est reconnue pour sa grande diversité géographique. P. Dugué (1994, 1997) y distingue 7 zones, parfois elles-mêmes divisées en "sous-unités". Il prend en compte plusieurs critères de différenciation, la disponibilité en terres cultivables étant pondérée par d'autres indicateurs agricoles et les conditions de commercialisation des productions.

* Du point de vue de la fertilité des sols, les critères de zonage ne sont pas tout à fait les mêmes que ceux des systèmes agricoles. On en rappellera quelques-uns, d'ordre écologiques et socio-économiques :

- . les pluies variant de 700 à 1200 mm entraînent des risques différents de sécheresse, de ruissellement, d'érosion et de lixiviation ;

- . la sensibilité des sols à l'érosion varie en fonction de leur texture, de la pierrosité, de leur teneur en matière organique, de leur pente et de la position topographique ;

- . au-delà d'une grande diversité de situations, on constate sur toute la zone un état de dégradation avancée des terres cultivées mais aussi, localement, des initiatives spontanées de restauration de la capacité de production de terres dégradées (hardé) ;

- . la pression foncière, actuellement très inégale, tend à s'accroître partout ;

- . l'insécurité foncière due à l'existence de plusieurs systèmes juridiques et d'anciennetés différentes d'occupation, interfère avec les initiatives d'aménagement du terroir et la gestion durable de la fertilité des terres ;

- . les inégalités économiques croissantes en milieu paysan limitent la vitesse et la généralisation de l'adoption des thèmes vulgarisés ;

- . l'organisation de groupements de producteurs offre un cadre nouveau de mobilisation des populations rurales pour l'aménagement de terroir et l'accès à des moyens de production. Ces responsabilités peuvent se prolonger vers la prise en charge du maintien de la productivité des terres.

* La combinaison de ces paramètres permet de distinguer trois espaces :

- les espaces saturés de longue date à l'Extrême-Nord (exemples : Kaélé et Maroua) ou plus récemment au Nord (Guider) : absence de jachères, locations de terres ... ;
- le front pionnier, les espaces encore libres (de Touboro à Tcholliré) ;
- les espaces intermédiaires, en cours de saturation (Garoua-Ouest et Garoua-Est).

2. 1. Les espaces saturés

* Rassemblant les zones 4 (en partie), 5, 6 et 7 de P. Dugué, ils correspondent à des sols très variés : sols sableux des piémonts, sols alluviaux et argileux profonds des plaines (vertisols

et sols halomorphes), sols argilo-sableux de Guider. Une utilisation agricole dense et continue entraîne des risques de dégradation des sols fragiles (sableux et sablo-argileux).

* Les aléas pluviométriques sont contraignants : essais répétés de semis de sorgho en 1997, au nord de Maroua ; adoption de la culture tardive de haricots (niébé) comme alternative à l'échec du sorgho également en 1997 chez les Toupouri de Guidiguis.

* La pression foncière sur les terres est forte. Depuis longtemps, les habitants des piémonts qui veulent cultiver en plaine du Diamaré doivent louer des champs mais les clauses des baux semblent actuellement se durcir.

* Le coton est cultivé en rotation avec le sorgho, sans jachère, depuis une trentaine d'années sur les piémonts. Le maïs n'a pas percé dans le système de culture.

* Malgré le rétrécissement des pâturages, les effectifs de cheptel bovin augmenteraient, par suite d'investissements dans le bétail de la part des ruraux et surtout des citadins. La vaine pâture est pratiquée de façon intense en début de saison sèche, en particulier sur les piémonts. Des arrivées intempestives de troupeaux sur des terroirs non entièrement libérés des récoltes provoquent des conflits violents. Les feux de brousse sont rarement pratiqués.

* Le secteur de Guider (nord de la zone 4 de P. Dugué qui le classe comme "moyennement saturé") ressemble de plus en plus aux espaces saturés : rareté des jachères, apparition des locations de terres, érosion des sols sur les pentes. Dans les années 1950 et 60, c'était un secteur d'accueil de migrants qui ouvraient librement des champs par déboisement. Au sud de Guider s'installaient alors d'anciens montagnards Daba et des Guiziga et Moundang. Aujourd'hui, des migrants qui voudraient s'établir dans le même secteur doivent louer un quart (0, 25 ha) 5 000 F chaque année. La culture cotonnière y est importante, en rotation avec le sorgho pluvial et le maïs mais les femmes font aussi de l'arachide. La culture attelée est développée et relativement ancienne (25 ans en moyenne).

—> Les problèmes de fertilité des sols dans les espaces saturés du Nord et de l'Extrême-Nord se posent actuellement surtout à propos des glacis-piémonts situés en contrebas de reliefs montagneux. Sur des sols hétérogènes et fragiles se déversent des lames d'eau importantes issues de grands impluviums voisins, surtout lorsque ceux-ci ne sont plus aménagés en terrasses (Mowo chez les Mofou). Des piémonts n'ont pas bénéficié d'aménagements antiérosifs lorsque de nombreux montagnards furent contraints de descendre s'y installer, dans les années 1960. Comme les pentes leur paraissent faibles, les habitants actuels des piémonts n'éprouvent pas le besoin de les aménager contre l'érosion. Mais cette idée, souvent avancée, aurait besoin d'être vérifiée par des prospections systématiques des terroirs en glacis-piémonts.

—> Les rives des grands cours d'eau représentent une autre zone sensible, les déplacements de lit mineur entraînant une perte de très bonnes terres agricoles sur alluvions. Des actions de stabilisation de berges pourraient être entreprises par la plantation d'arbres à systèmes racinaires puissants, selon ce qu'a déjà entrepris l' AFVP le long du Mayo Kebbi.

—> Les sols argileux stériles (hardé) de plaine ont fait l'objet de nombreuses recherches (CIRAD, 1993 ; Masse et al., 1995) pour leur réhabilitation, notamment par une régénération de la végétation ligneuse. Quant aux cultivateurs, ils savent mettre en culture des hardé, en les transformant progressivement en karal, par l'édification de diguettes de retenue d'eau. Au fur et à mesure que la pression sur les terres continuera de s'accroître, il est probable qu'une grande partie des hardé sera aménagée en "karal-hardé" (Seignobos, 1993).

—> À l'inverse, la culture continue de sorgho repiqué sur les mêmes sols depuis les années 1950 entraîne parfois une dégradation de karal en hardé. En fait, on ne sait pas encore très bien si ces sols sont dégradés pédologiquement ou s'ils perdent momentanément leur capacité de

production, par suite de pluies ou d'inondations insuffisantes. Cependant, il est possible que, dans un proche avenir, les phénomènes de dégradation des karal deviendront le problème crucial de l'agriculture dans l'Extrême-Nord.

2. 2. Fronts pionniers et espaces encore libres du sud

* C'est la sous-unité 1.a. de P. Dugué (espaces agricoles discontinus de Touboro, Sorombéo, Madingrin, Tcholliré).

* À un faible peuplement autochtone (Mboum, Dourou, Laka, Lamé) s'ajoutent, depuis une quinzaine d'années au nord de Touboro, des migrants Toupouri et anciens montagnards (35 à 40 villages). Malgré cet appoint de population, il reste encore des brousses.

* Les cultures, organisées par ensembles de deux blocs, reposent sur la rotation coton-maïs, le maïs étant devenu une culture à la fois vivrière et commerciale. Mais, une fois soumis pendant une quinzaine d'années à ce rythme biennal et malgré l'apport d'engrais, les sols ferrugineux sont épuisés. D'après les villageois, le travail au tracteur, développé dans la région au cours des années 1980, a accéléré l'appauvrissement des terres. Récemment, de nouveaux blocs de culture sont déboisés à plus grande distance des villages, grâce à l'ouverture de pistes dites "pénétrantes" par le DPGT.

* Des stratégies de constitution de réserves foncières en brousse commencent à provoquer des conflits. D'autres conflits proviennent du déploiement rapide de terroirs de migrants aux dépens des autochtones.

* Les Mbororo transhumants pratiquent une vaine pâture des chaumes mais le séjour de ces troupeaux n'est ni codifié ni organisé par des contrats de fumure. Les Mbororo arrivent vite et ne restent pas longtemps, les cultivateurs ne cherchant pas à les retenir.

* Les migrants ont développé récemment l'élevage porcin et celui des chevaux de labour mais les déjections de ces animaux ne sont pas valorisées. Des villages mboum se sont également lancés dans l'élevage de porcs, animaux laissés en divagation autour des villages pendant une grande partie de l'année.

—> *Dans cette zone, la question de la fertilité des sols rejoint celle de la stabilisation des terroirs.*

2. 3. Espaces en cours de saturation

* Ils correspondent aux zones 2, 3 et 4 (partie sud) de P. Dugué.

* À des populations anciennes (Fali, Foulbé) se sont ajoutées plusieurs séries de migrants, soit encadrés (NEB : Nord-Est Bénoué), soit spontanés, venus des plaines du Diamaré (Guiziga) ou des monts Mandara. Au nord de Garoua, la première vague de migrants date des années 1960-70. À peu de distance au sud de Garoua, l'afflux migratoire s'est produit dans les années 1980 (Iyebi-Manjek, 1996). Encore plus loin, l'installation de migrants Mafa ne remonte qu'à la fin des années 1980 (Iyebi-Mandjek et Seignobos, 1997). Actuellement, des migrants s'installent le long de la grande route, entre Ngong et le carrefour de Poli. C'est donc un front pionnier qui progresse vers le sud.

* En arrière du front pionnier, les nouveaux terroirs s'élargissent rapidement, jusqu'à entrer en contact avec d'autres terroirs limitrophes : l'espace se ferme, en particulier aux environs de Garoua. En même temps que les terroirs s'étendent à leur périphérie, des jachères apparaissent en situation inattendue, au centre, près du village (Iyebi-Mandjek et Seignobos, 1997).

* Les deux processus relèvent d'une logique d'appropriation et de sécurisation foncière : course à la terre en périphérie, réserve de jachère au centre. Cette jachère proche reste sous le contrôle du village, tandis qu'une jachère éloignée risque toujours d'être réattribuée par l'*ardo* (chef de terre).

* Le système de culture est fondé sur une rotation biennale coton-maïs et sorgho. Le maïs a bénéficié d'un essor considérable aux environs de Garoua depuis la fin des années 1980. Malgré l'apport d'engrais, c'est pourtant une culture considérée par les cultivateurs comme épuisante. Leur crainte est probablement d'autant plus justifiée que les sols ferrugineux développés sur grès sont des sols fragiles.

* Au fur et à mesure que le front pionnier progresse et que les cultures se densifient, les pâturages diminuent pour les troupeaux des Mbororo. Les conflits se multipliant, des Mbororo partent plus loin, tandis que d'autres se sédentarisent et se mettent à cultiver, à côté d'un élevage réduit. Mais des Mbororo tiennent tête aux migrants, en s'appuyant sur les contrats qu'ils passent, contre rétribution, avec les *lamido*. Des feux de brousse continuent de balayer les restes de brousses entre les terroirs mais des villageois tentent de les maîtriser.

—> *C'est sans doute dans ces espaces intermédiaires que les problèmes de maintien de la fertilité des sols se posent avec le plus de gravité. Presque tous les villageois contactés se plaignent de l'épuisement de leurs terres.*

* Le Projet est intervenu progressivement dans les trois types d'espaces, avec des actions et des intensités différentes. L'évaluation tiendra compte de ces trois contextes spatiaux de la fertilité des sols.

III. EVALUATION TECHNIQUE DES ACTIONS DU VOLET FERTILITE

* Le Projet a distingué deux interventions : l'une visant la protection des terres (lutte anti-Érosive, LAE), l'autre le maintien ou l'amélioration de la capacité de production des sols.

* L'équipe pense qu'on améliore très difficilement les propriétés des sols mais qu'on peut améliorer assez rapidement leur capacité de production.

* Les actions entreprises par le DPGT seront replacées dans les trois espaces distingués, en analysant les perceptions paysannes des problèmes et en évaluant la pertinence des actions proposées par le Projet, pour aboutir à un premier niveau de propositions techniques.

3. 1. Gestion de l'eau et lutte antiérosive

* En milieux montagneux, les sociétés agraires des monts Mandara savent depuis longtemps gérer l'eau par un système célèbre de terrasses. Dans quelques massifs mafa, ce dispositif est complété par des réseaux complexes de drains, délimitant des lopins "en caissons" (Seignobos, 1997). À Guider, d'anciens montagnards nous ont parlé d'une technique ancienne de micro-cuvettes (*okoloore* en foulouldé) pour retenir les eaux de ruissellement sur des versants pentus. Cette technique, apparentée au Zai des mossi, serait maintenant abandonnée.

* On a constaté que les paysans n'établissent que rarement la relation entre la perte de productivité des terres et l'érosion en nappe. O. Iyebi-Mandjek (1996) est également de cet avis : "pour les paysans, ce type d'érosion n'étant pas visible, il ne leur pose pas de problèmes alarmants". Il est vrai que le ruissellement diffus est difficile à repérer mais il s'accompagne pourtant d'une érosion : arrachement et déplacement de terre, dépôts de sables à des arrivées d'eau, dépôts d'argiles et de limons dans les points bas où l'eau stagne.

* Par contre, un des éléments de la fatigue des sols est attribué à l'accélération du ruissellement concentré. Presque tous les gens enquêtés font bien le lien entre l'appauvrissement des sols et le ruissellement des eaux (peut-être à la suite des campagnes de sensibilisation du Projet). Cet écoulement est appelé *ilaagol* en foulfouldé et l'on dit *ndiyam Do ila* : l'eau ruisselle.

* Pour faire face à ce problème d'écoulement rapide, le Projet a adopté successivement plusieurs interventions. Selon O. Iyebi-Mandjek (1996), cette diversité des techniques antiérosives diffusées serait perçue négativement par les paysans, en révélant un manque d'assurance. Cette perception dénoterait, en tout cas, un manque de communication. Il conviendrait de faire comprendre aux paysans qu'il n'existe pas une solution-miracle dans la lutte contre l'érosion. À la limite, ce serait à eux d'adopter, dans chaque contexte local, la technique qui leur convient le mieux.

3. 1. 1. Première action : les fossés de diversion

* La première action du Projet a été l'établissement de fossés de diversion des eaux de ruissellement (ex. Kaélé, Ouro Dounka près de Garoua) (fig. 1). Cette technique antiérosive a été appliquée de façon expérimentale dans le périmètre de Sanguéré-Djalingo, également proche de Garoua, avec passage de sous-soleuse et aplanissement à la niveleuse (Essang, Vallée, Douzet, 1997). C'est une méthode conventionnelle mise au point aux USA par Bennet en 1939 et appliquée sans discernement dans toutes les circonstances écologiques et socio-économiques du monde, avec 80 % d'échecs. Les causes de l'échec généralisé de cette méthode en Afrique ont été décrites ailleurs (Roose, 1994).

* Au Mali-Sud, des fossés de diversion des eaux ont été creusés dès les années 1980 dans les champs d'un terroir, afin de détourner l'écoulement vers des exutoires aménagés. La technique, nécessitant une prestation de travaux, n'a pas été généralisée (Gigou et al., 1997).

- La compréhension de ce système à haute technologie par les producteurs n'a pas été assurée (d'après le *lamido* de Kaélé). À Ouro Dounka, le *djaoro* s'estime plutôt satisfait des lignes de fossés-bourrelets tracées au tracteur en 1993-94 et dit qu'elles leur ont permis, ensuite, de remettre en culture des sols laissés en jachère. Mais, en mars 1998, les bourrelets sont émoussés par les passages d'animaux et les sillons en amont sont bouchés par des dépôts de sables. Il faudrait repasser au tracteur pour entretenir l'aménagement... Le système entraîne dans une spirale d'interventions mécanisées incompatibles avec sa reproductibilité dans le milieu villageois. Les interventions avec du gros matériel entretiennent une relation d'assistance avec les communautés villageoises qui ne s'approprient pas les aménagements ainsi effectués.

- La technique ne protège pas les terres situées en amont de la première ligne de sillon-bourrelet. Au contraire, le sillon active l'érosion juste à sa frange en amont. Si la courbe de niveau n'est pas parfaitement respectée, le sillon concentre et accélère la circulation de l'eau. À Sanguéré Ngal, O. Iyebi-Mandjek (1996 : 30) décrit de façon suggestive un collecteur creusé à travers un piémont ; "il a donné de la vitesse et du volume à des eaux qui n'en avaient pas et a entraîné une érosion spectaculaire". Le même auteur parle de "saignée".

FIGURE 1

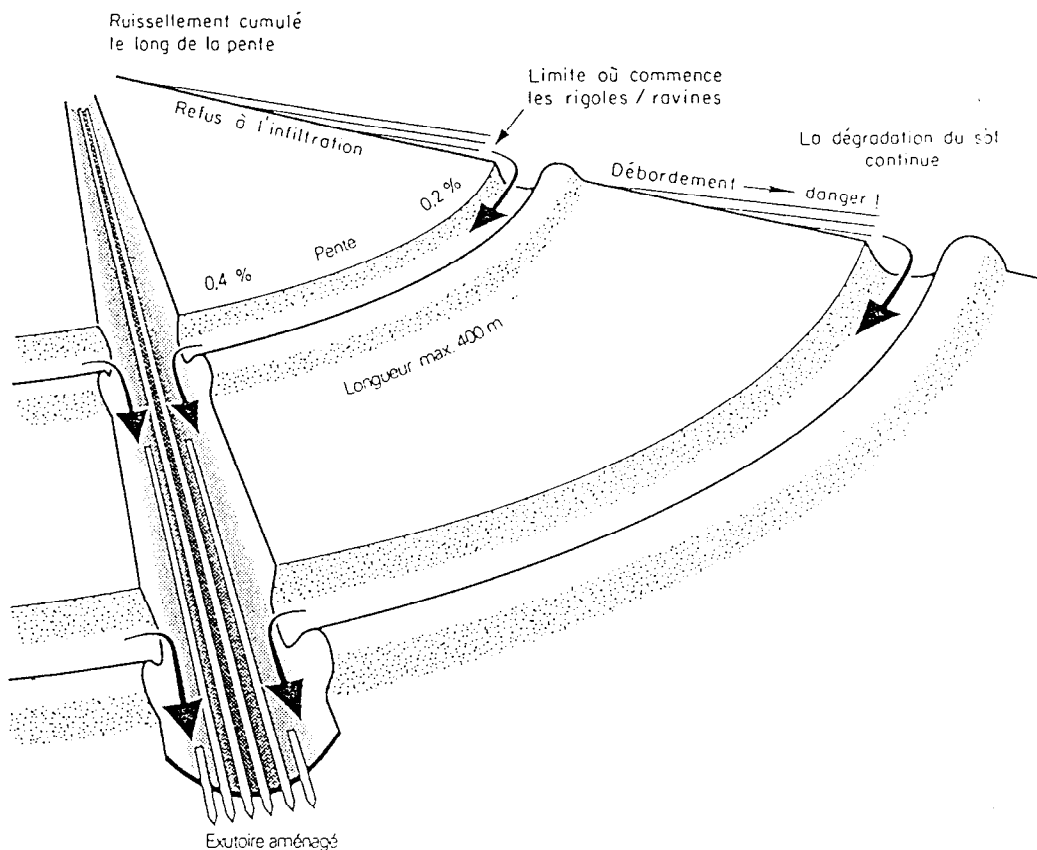
La diversion des eaux de ruissellement : principes, pratique et inconvénients

L'érosion est fonction de :

- l'énergie des pluies (constante tout le long de la pente)
- l'énergie du ruissellement (qui croît avec la pente $(MV^2)/2$. $E = f(\text{longueur}^n \times \text{pente})^m$)

Les banquettes :

- peuvent évacuer l'énergie du ruissellement accumulée
- ne peuvent pas réduire l'énergie des pluies ni la dégradation du sol



INCONVENIENTS

1. Nécessité d'équipes de topographes experts (coût élevé)
2. Important travail d'installation et d'entretien d'où généralement :
 - digues non protégées
 - canaux encombrés de sédiments
 - exutoires non enherbés ni protégés (surcreusés ou ensablés)
3. Perte de 5 à 15 % de la surface cultivée sans augmentation de rendement.
4. Perte d'eau et nutriments pour les champs cultivés en aval.
5. L'aménagement doit rompre s'il advient une pluie de fréquence inférieure à 1/10.
6. Variation de largeur des champs cultivés (mécanisation difficile).
7. N'arrête pas l'érosion en nappe ni la dégradation.
8. Finalement, risques graves de ravinement s'il y a rupture des digues (1 fois en 4 à 10 ans).
9. Accélération du temps de concentration des eaux :
 - gros débits de pointe
 - érosion marigots
 - ravinement régressif

* Au sud du Mali, Gigou et al. (1997) préconisent d'aménager chaque champ (à la houe ou à la charrue à bœufs) en ados et fossés, selon les courbes de niveau. La technique des fossés de diversion est alors conservée mais adaptée aux capacités des paysans. Reste à savoir quand ils peuvent effectuer eux-mêmes ces travaux pour ne pas empiéter sur la préparation des terres et les travaux agricoles proprement dits. Des ados, même réduits à 25 cm de haut, risquent déjà de concentrer l'écoulement des eaux dans les fossés. Cette technique n'est pas préconisée par l'équipe au Nord-Cameroun.

—> *Lorsque ce système de gestion des eaux (diversion vers exutoires) est déjà en place*, nous proposons d'en tirer parti en végétalisant le talus et en labourant tout le reste de la parcelle pour aboutir à des terrasses progressives. Sinon, il convient de changer le système de culture (semis direct sous litière).

* Un village de piémont (Mowo) a présenté une difficulté particulière. Etant situé entre la base d'un grand impluvium montagneux et le remblai d'une route goudronnée, il se trouve exposé à des risques fréquents d'inondation. Avec l'aide du Projet, le groupement villageois a écarté le danger par la construction d'une digue végétalisée, prolongée par le creusement d'un canal-bourrelet, de façon à opérer une diversion des eaux. Ce faisant, on a reporté le problème, en créant un *mayo* qui déclanchera une érosion sur une partie du glacis-piémont.

—> Il vaut mieux éviter de tenter de détourner les eaux vives issues des impluviums et formant des chemins d'eau à travers les blocs. Nous proposons soit de les aménager en un pâturage évasé, soit de les capter dans une mare pouvant abreuver le bétail ou créer un petit jardin intensif.

3. 1. 2. Les bandes enherbées selon des courbes de niveau lissées

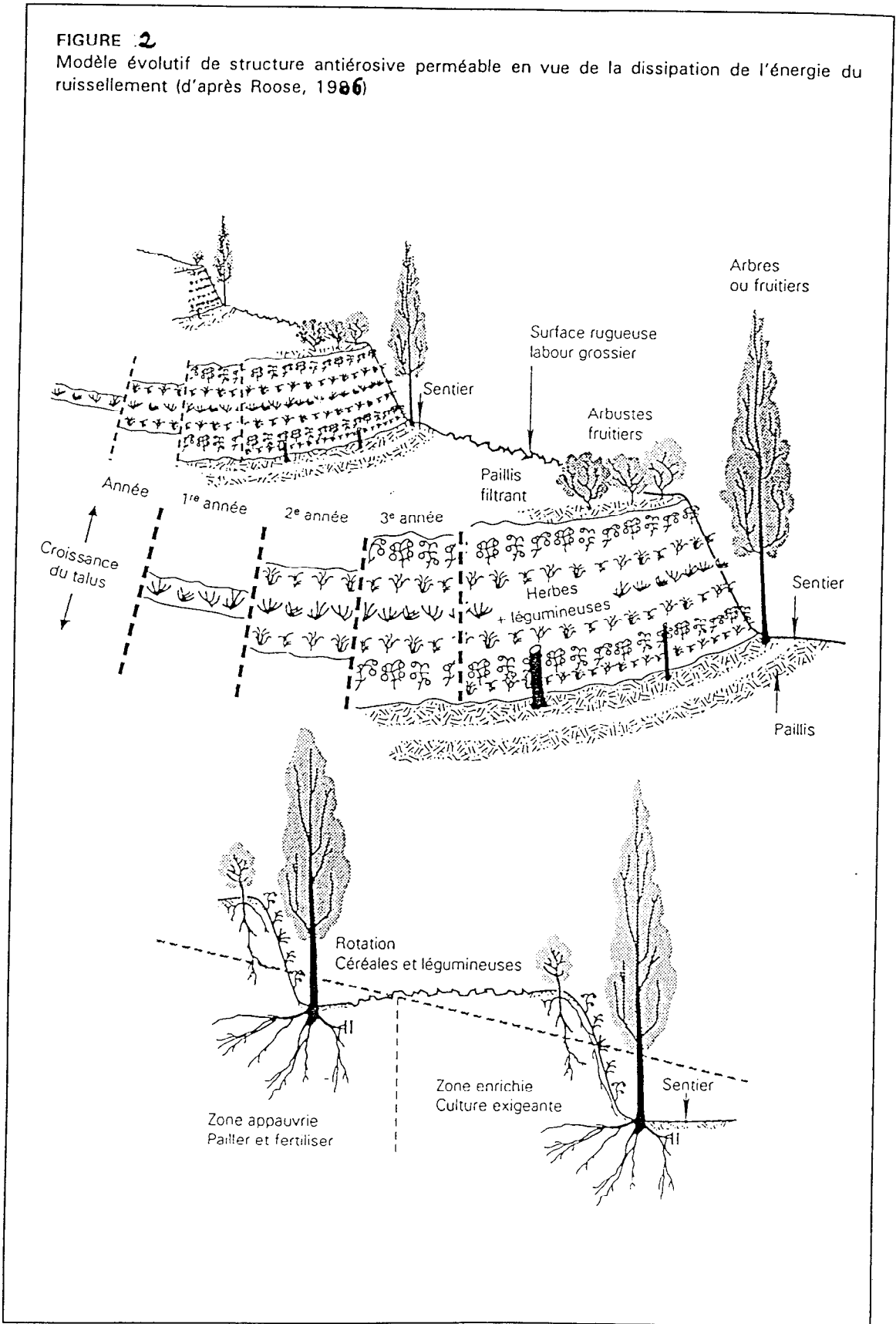
* On affirme souvent qu'une fois descendus en plaine, les anciens montagnards délaissent leurs compétences en matière d'aménagements anti-érosifs. Dès que les pentes sont faibles, ils ne s'investissent plus dans la lutte contre l'érosion. De plus, les cailloux font souvent défaut en plaine mais des touffes d'herbe pourraient s'y substituer partiellement. Or, aucune société agraire n'aurait procédé, d'elle-même, à des aménagements de glacis à faible pente en ayant recours à des bandes enherbées (Dugué, 1997). Cette affirmation, vraie en général, serait peut-être à nuancer si une prospection systématique des glacis-piémont était effectuée. Au nord de Maroua, en espace densément cultivé, nous avons observé des lignes de touffes d'herbes coupées en saison sèche : production de pailles pour les toitures et/ou ralentisseur des eaux ?

* La technique des bandes enherbées a d'abord été introduite dans le piquetage, par la Sodecoton, des blocs géométriques de parcelles. Des groupes de parcelles sont alors séparés par des bandes enherbées de 4 mètres de large. Mais, tant que le principe de découpage des parcelles n'est pas modifié, des bandes herbeuses peuvent se trouver dans le sens de la pente, ce qui leur enlève toute efficacité antiérosive.

* *L'étape décisive a consisté à établir des bandes enherbées selon les courbes de niveau.* L'aménagement est entrepris par bloc de culture, alors qu'au Mali-Sud, les aménagements antiérosifs concernent seulement un champ ou les champs d'une exploitation dont le propriétaire se porte volontaire (Gigou et al., 1997). Il est évident qu'une intervention limitée à quelques champs ne freine que partiellement l'érosion, si l'écoulement en nappe est abondant. D'un autre côté, il n'affecte pas le parcellaire, ce qui facilite sa mise en œuvre. Si cette difficulté foncière est surmontée, la coordination des aménagements sur plusieurs champs contigus confère une meilleure efficacité antiérosive à l'aménagement. Mieux encore, les aménagements en courbes de niveau ne devraient pas être limités par bloc de culture mais englober chaque unité de versant (fig. 2).

FIGURE 2

Modèle évolutif de structure antiérosive perméable en vue de la dissipation de l'énergie du ruissellement (d'après Roose, 1986)



a. Perceptions paysannes

* Il est difficile de donner un tableau représentatif des perceptions paysannes de la technique des bandes enherbées, à la suite de questions qui ne relevaient pas d'une enquête méthodique mais seulement de quelques "coups de sonde".

* Plusieurs facteurs relativisent les opinions relevées :

- Les avis des paysans intègrent la bande herbeuse à la limite de parcellaire lorsqu'elle se trouve modifiée : la contestation d'une nouvelle limite rejaillit alors sur l'utilité de la bande enherbée qui la matérialise ;
- Le respect des bandes herbeuses dépend du statut de l'exploitant de la parcelle. S'il s'agit d'un locataire, il a tendance à y passer la charrue car il perd du terrain et le bail ne court généralement que sur une année ;
- Le respect des bandes herbeuses dépend également de la situation foncière plus ou moins assurée dont disposent les paysans. Les nouveaux venus de Mafa-Kilda ne les ont acceptées au début que par crainte, sinon, d'être dépossédés de leurs terres par le *lamido* qui est partisan des aménagements (Madoum Abaïcho, 1997) ;
- Les avis des paysans peuvent évoluer avec le temps. Au début, la crainte de perdre la propriété des terres aménagées est assez générale. Elle est d'autant plus vive à Sanguéré Ngal que des relevés topographiques antérieurs avaient précédé des expropriations (Iyebi-Mandjek, 1996 : 31). Lorsque leur propriété se trouve confirmée, l'attitude des paysans devient moins négative ;
- Inversement, le comportement des paysans peut évoluer dans l'autre sens au fil des années : respect au début puis grignotage progressif jusqu'à réduction à une ligne d'herbe puis disparition, en cas de manque de terre ou baisse de rendement ;
- La conception des bandes enherbées par le Projet semble avoir évolué : au début, il était interdit de mettre à feu ou de couper les herbes. À présent, leur exploitation est acceptée.

* Des rapports antérieurs ont exprimé un scepticisme quant à la pérennité des bandes enherbées :

- À Ouro Labbo 1, village d'installation de migrants Mafa au sud-est de Garoua, les bandes antiérosives ont été rognées par la charrue en moins de 5 ans (Iyebi-Mandjek et Seignobos, 1991) ;
- À Sanguéré Ngal, où coexistent habitants anciens et nouveaux venus, les réactions ont été diverses lors de la mise en place des bandes herbeuses. D'après O. Iyebi-Mandjek (1996), la préoccupation de lutte contre l'érosion n'est pas encore intégrée par la population ;
- Dans le même village, l'acceptation des aménagements antiérosifs tiendrait moins à leur efficacité technique aux yeux des paysans qu'à la prise de position en leur faveur de leaders locaux et à une stratégie de sécurisation foncière (Abaïcho, 1997). L'importance de cette composante sociale est entérinée par P. Dugué (1997) qui la resitue cependant dans une perspective évolutive, même si une dynamique paysanne en matière de lutte contre l'érosion n'émerge pas encore dans ce village.

* Des observations sur place et de quelques entretiens, il ressort une impression de perceptions divergentes des bandes enherbées par les paysans :

- Au début, l'appréhension d'une perte de propriété au profit de la Sodecoton ou celle d'un envahissement des champs par les herbes est forte ;

- Mais l'efficacité des bandes enherbées pour réduire l'ampleur et la vitesse du ruissellement est comprise rapidement. Dans certains aménagements (Gashiga), cette efficacité est qualifiée de spectaculaire ;
- Beaucoup de cultivateurs remarquent une amélioration des rendements dans les parcelles aménagées avec bandes herbeuses. Reste à savoir si cette amélioration pallie la perte en surface cultivée (10 % en moyenne avec des bandes de 2 mètres de large tous les 25 mètres) ;
- Les bandes herbeuses peuvent fournir de la paille pour les toits et les *sekko* (panneaux de paille tressée). La coupe de ces pailles en brousse intervient après la récolte des sorghos et du coton ;
- L'entretien des bandes herbeuses par une coupe en début de saison sèche entrerait en compétition avec des travaux agricoles.

* En espaces encore libres dans le sud, plusieurs critiques sont opposées à la nouvelle technique des bandes herbeuses rapprochées tous les 25 mètres : risques de propagation des feux de brousse dans les cultures, gîtes pour serpents et prédateurs, repli des insectes lors des traitements phytosanitaires du coton, "enlaidissement" des champs par l'herbe. À Eléphants, au nord de Touboro, on a observé une mise à feu contrôlée des bandes herbeuses en début de saison sèche, entre des parcelles cotonnières non encore récoltées. Avec ce traitement, les bandes herbeuses jouent un rôle inattendu de pare-feux, ce qui renverse l'accusation dont elles sont souvent l'objet.

* En espaces en cours de saturation, des bandes herbeuses sont progressivement laminées, voire supprimées, ce qui traduit soit une méconnaissance du problème, soit un manque aigu de terre cultivable (perte de 8 à 10 % de la surface du bloc). Après une phase initiale de mise en culture intégrale des terres, des migrants dans la région commencent à préserver des lignes d'herbes, notamment en bordure des sentiers. Les grandes graminées servent d'abord à canaliser la circulation du petit bétail (effet d'écran visuel cachant les cultures), avant d'être utilisées pour les toitures et les *sekko*. Les bandes herbeuses qui sont empruntées par des sentiers ont le plus de chances de devenir permanentes.

* En espaces saturés, la technique n'est probablement pas applicable, ce que le Projet a pris en compte. Aucune action dans ce sens n'a d'ailleurs été entreprise dans la région de Maroua. Cependant, le manque de paille pour les toits se fait souvent sentir. La plantation de lignes de touffes de graminées sélectionnées (*Andropogon gayanus*) pourrait être acceptée dans certains champs.

b. Evaluation

Globalement, la méthode des bandes enherbées est intéressante :

- + c'est une méthode simple, exigeant relativement peu de moyens matériels et pas de surcroît de travail en saison agricole,
- + les bandes herbeuses orientent les lignes de labour ou de semis dans les parcelles. Les travaux agricoles se font dès lors selon les courbes de niveau, ce qui limite l'érosion dans les parcelles,
- + leur mise en place est transférable à des équipes villageoises,
- + la bande filtre et ralentit l'eau sans la bloquer ni accumuler l'énergie du ruissellement,
- + une réserve herbeuse à faible distance présente un intérêt pour affourager les animaux gardés à l'étable en saison des pluies,
- + c'est une source de matériaux pour la confection des toits et des *sekko*,
- + il est possible d'entretenir la bande herbeuse par la coupe des herbes avant les récoltes, pour fournir du fourrage et de la litière,
- + c'est une source de biomasse pour la réalisation d'un paillage,

+ les bandes herbeuses offrent des allées de circulation dans les cultures (dans certains villages, on appelle les bandes "allée" en franco-foulfouldé).

Signalons cependant quelques inconvénients :

- c'est une technique qui va à l'encontre des habitudes des bons cultivateurs vis-à-vis de l'herbe, surtout si des bandes herbeuses sont établies en travers des parcelles,
- les opérations de piquetage, report sur papier puis délimitation des parcelles sur le terrain constituent une procédure longue et qui peut aboutir à des incohérences de terrain. La détermination directe des courbes de niveau sur le terrain est plus réaliste. Au Mali-Sud, le piquetage selon les courbes de niveau est effectué directement au champ, sans levé topographique préalable (Gigou et al., 1997) sur des pentes pourtant souvent très faibles.
- la méthode vise la dispersion et le freinage du ruissellement en nappe. Or, le buttage concentre les eaux et les chemins d'eau traversent les bandes. Il y a incohérence entre cette technique et le buttage en courbes de niveau : il faut donc envisager, soit d'abandonner le buttage, soit de renforcer les points bas, soit de remplacer la bande enherbée (2 mètres) par un marqueur en courbe de niveau (lignes de cailloux + arbustes + herbes).
- en zone de savane, l'herbe n'est pas un marqueur satisfaisant parce qu'il n'est pas permanent : les touffes de Panicum, les pois d'Angole ne sont que des pis-aller pour démarquer la bande. Lorsque les parcelles aménagées seront laissées en jachère, les bandes herbeuses ne seront plus repérables au bout de quelques années. Au moment de la remise en culture, il faudra recommencer la délimitation des bandes herbeuses.

Pourquoi ne pas utiliser des arbres particuliers comme repères des limites de parcelles ?

c. Suggestions

—> Le bornage des coins de parcelles pourrait être prolongé par une ligne d'arbres suivant les courbes de niveau, au moins toutes les 4 bandes (fig. 3).

—> Le choix des arbres devrait se faire en concertation avec les souhaits/besoins des paysans et les qualités du terrain.

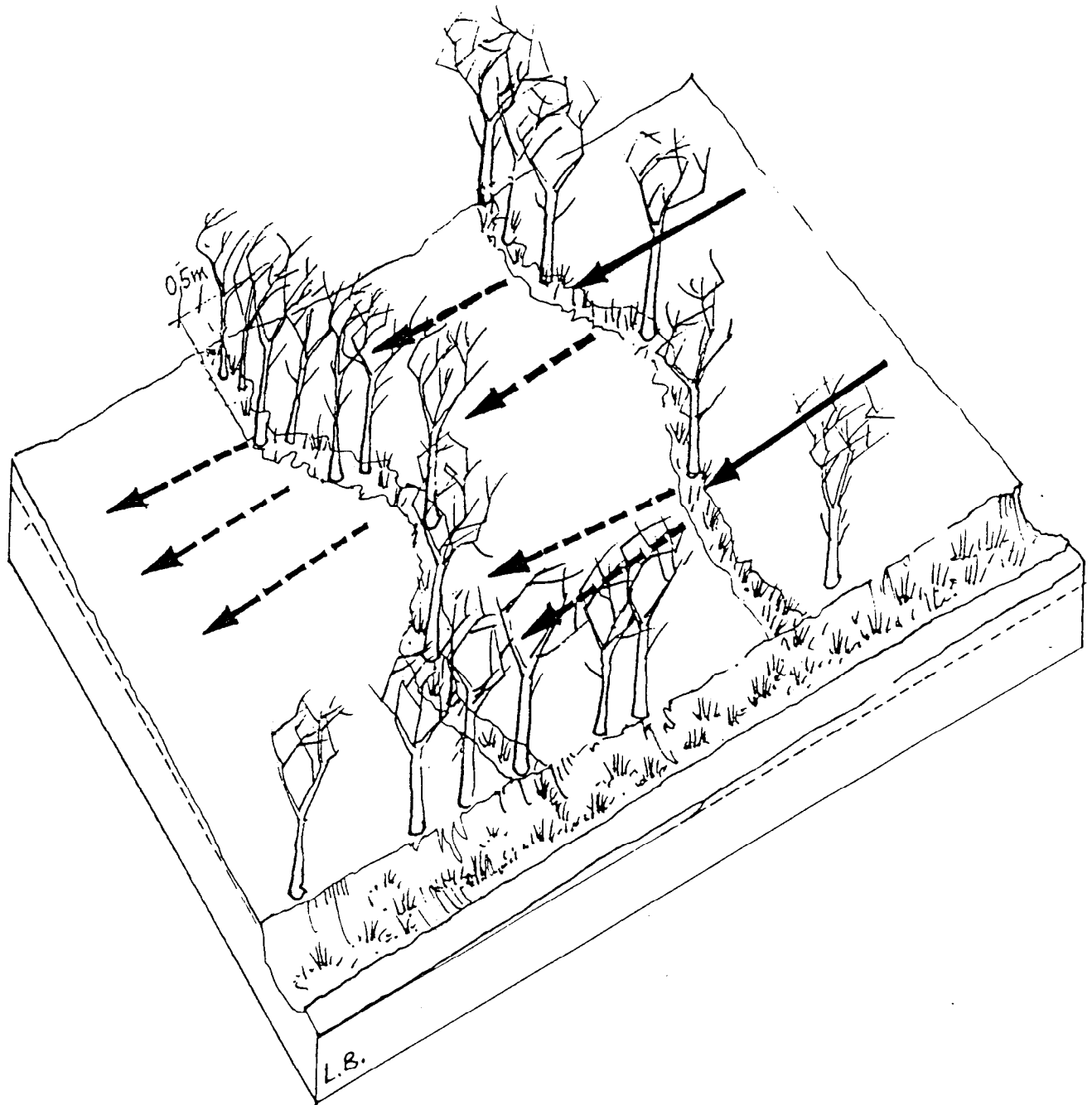
—> Il devrait être possible de réduire la bande consacrée à la LAE de 2 mètres de large à 0,5 mètre, en plantant une ligne d'arbres renforcée à sa base par un paillage continu.

—> Lorsque l'espace ne fait pas défaut, on suggère de laisser des arbres présents naturellement sur les bandes, quitte à augmenter la largeur des bandes. À Eléphants, de larges bandes de végétation naturelle subsistent entre des champs disposés "en lanières". Les grandes graminées des bandes d'arrêt freinent l'érosion et servent de brise-vent.

—> La largeur des parcelles cultivées ne devrait pas dépasser 25 mètres, même sur de faibles pentes. Sur des pentes de plus de 2 %, il faudrait envisager de réduire cette largeur, éventuellement par une ligne intermédiaire.

Il existe une dizaine d'équations régionales liant la distance entre structure de LAE et l'inclinaison de la pente ; elles donnent des valeurs variant de 1 à 3 et ne tiennent compte que de la pente. Nous suggérons une approche très pragmatique qui consiste à observer la distance de naissance des rigoles (du ruissellement concentré) et à croiser cette valeur théorique avec les contraintes vécues par les paysans (Roose, 1994).

—> Le lissage des courbes doit être raisonnable, sans quoi on aboutit à des aberrations locales. L'usage d'un rayonneur au lieu d'une corde permettrait de semer en courbes de niveau et de corriger les difficultés liées à l'usage de corde de semis.



- * chemins d'eau enherbés
- * emprise moindre : 2 %
- * production de bois
- * valorisation maximum

Fig. 3 : Evolution vers des lignes de défense arborées plus étroites

—> Développer toutes formes de valorisation économique des bandes antiérosives, en fonction des besoins exprimés par les producteurs.

3. 1. 3. Les cordons pierreux

* Contrairement aux bandes enherbées, les cordons pierreux ne représentent pas une innovation complète.

* Cette technique antiérosive est surtout mise en œuvre par le Projet dans la région de Guider où ce n'est pas une nouveauté. Des paysans disent que leurs ancêtres l'utilisaient déjà mais beaucoup reconnaissent qu'ils la négligeaient ou, même, qu'ils l'avaient abandonnée. Cependant, on a observé les restes d'anciens cordons-terrasses dans un petit bassin versant aménagé au sud de Guider (Mayel Baïnga).

* L'ancien projet SEMNORD de Babouri avait encouragé cette technique dans les années 1960 mais en recourant à des manœuvres salariés, si bien que les cultivateurs ne se l'étaient pas appropriée.

* Alors que le soutènement des terrasses en montagnes implique un jointoyage de pierres sèches, le cordon pierreux est un assemblage en ligne de cailloux libres (*teengugo* en foulfouldé). Il participe à la fois de l'épierrage des champs et de la lutte antiérosive (fig. 4).

a. Perceptions paysannes

* Pour faciliter le passage de la charrue attelée dans les champs rocailleux, des paysans constituent d'eux-mêmes des tas d'épierrage mais sans toujours les disposer en alignements selon les courbes de niveau.

* Des paysans reconnaissent l'utilité des cordons pierreux contre le ruissellement et pour maintenir la fertilité des sols.

* Des paysans aisés organisent maintenant des travaux collectifs (*surga*) pour constituer (ou reconstituer) des cordons pierreux dans leurs champs.

* Des paysans disent labourer en longeant les cordons pierreux mais nous avons observé, au nord de Garoua, un champ de cotonniers dont tous les billons croisent en biseau un ados pourtant renforcé de grosses pierres.

b. Evaluation

+ L'incitation, par le Projet, à créer des cordons pierreux dans les champs caillouteux revalorise, aux yeux des paysans, une technique ancestrale qui était tombée en désuétude.

+ Cette technique est efficace pour former, en combinaison avec d'autres matériaux, des "lignes de défense" dans les chemins d'eau.

+ Les cordons permettent l'accumulation localisée de terre et la formation de "terrasses progressives". Cette accumulation de terre peut contribuer à une réhabilitation de terres décapées.

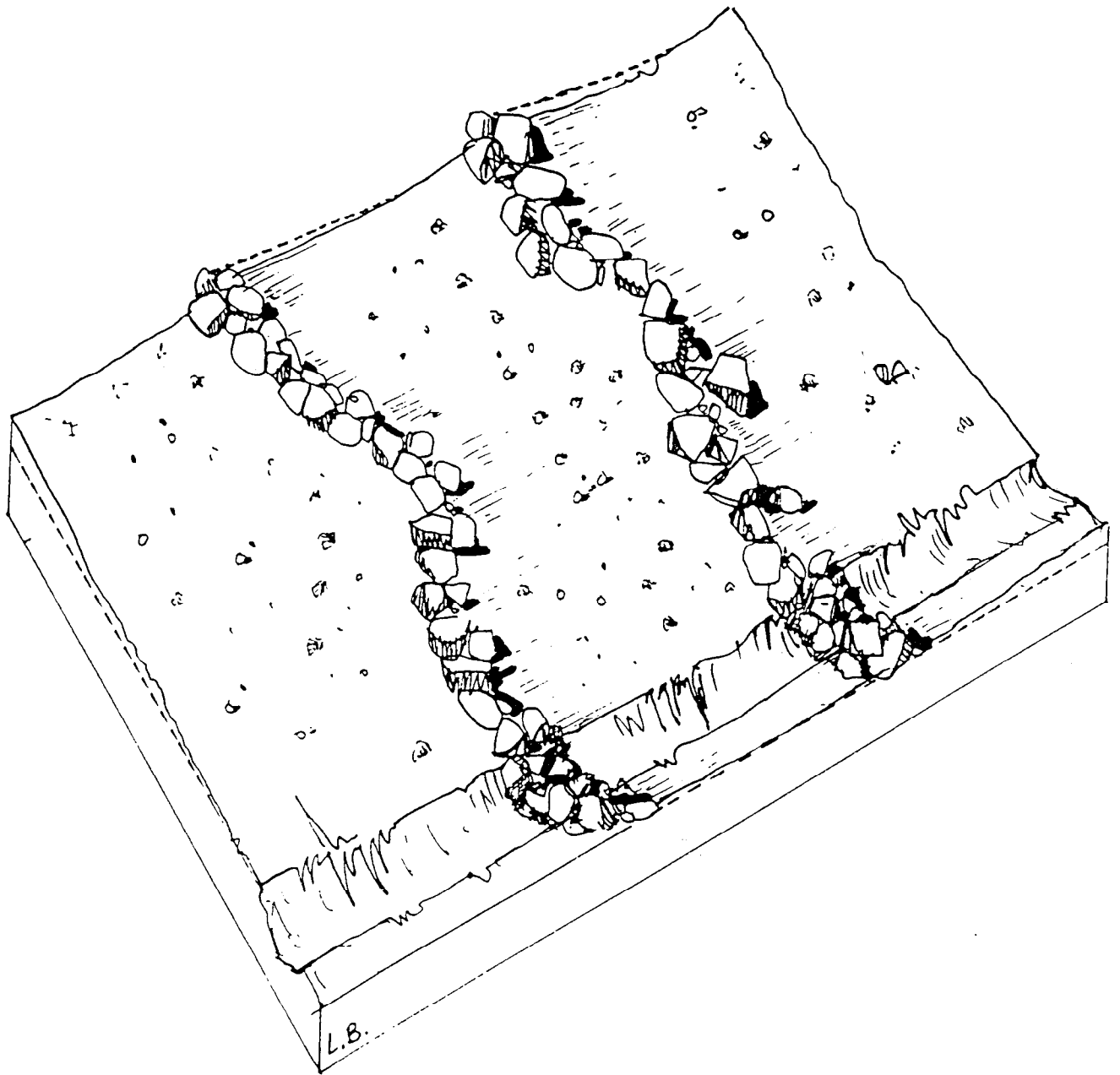
+ Les cordons pierreux consomment moins d'espace que les bandes enherbées,

+ Les cordons pierreux s'accommodent mieux de la culture attelée que des pierres dispersées ou accumulées en tas,

+ Les cordons libèrent de la surface cultivable et facilitent le travail en courbes de niveau,

+ Les cordons fonctionnent comme un filtre et un ralentisseur. Il faut disperser l'énergie de chute à l'aval par une ligne d'herbe.

Mais :



- * amélioration foncière
- * mécanisation facilitée
- * formation de terrasses progressives

Fig. 4 : Cordons pierreux et seuils

Mais :

- La technique n'est pas généralisable : elle suppose la présence de pierres en taille et en nombre suffisants sur place ou à très faible distance.
- Les cordons pierreux, assemblages de cailloux non consolidés, s'éboulent et se défont rapidement. Ils sont particulièrement sensibles au passage des animaux, lors de la vaine pâture en saison sèche.
- Ces aménagements exigent souvent une réfection annuelle, par remise en tas des cailloux dispersés. C'est un travail manuel et minutieux, alors que les cultivateurs de la région de Guider sont habitués maintenant à travailler vite en culture attelée.
- Les cordons pierreux sont interrompus au passage des sentiers qui fonctionnent comme des voies d'eau en saison des pluies, ce qui réduit l'efficacité antiérosive des aménagements.
- Pour être efficaces, les cordons pierreux doivent suivre au mieux les courbes de niveau, ce qui réduit la part du lissage des courbes. D'un autre côté, un tracé trop sinueux ne facilite pas la culture attelée. Un compromis entre les deux contraintes n'est pas facile à trouver.
- L'enlèvement de tous les cailloux de la surface cultivée risque d'augmenter la sensibilité du sol à l'érosion en nappe.
- Comme elle implique du travail manuel, cette technique n'est mise en œuvre que par des propriétaires-exploitants. Le mode de faire-valoir de la parcelle aménagée est encore plus déterminant que pour les bandes herbeuses.

c. Propositions

- > Dégager seulement les grosses pierres pour former des cordons pierreux ou renforcer les bandes enherbées,
- > Garder et concentrer à la surface du sol les petits cailloux pour dissiper l'énergie des pluies et du ruissellement,
- > Disposer les plus grosses pierres dans les seuils sur les chemins d'eau,
- > Consolider des cordons pierreux par des graminées.
- > Laisser aux paysans la responsabilité d'établir des cordons pierreux dans leurs champs et la gestion du travail manuel nécessaire pour leur entretien.

3. 1. 4. Les seuils (appelés localement biefs)

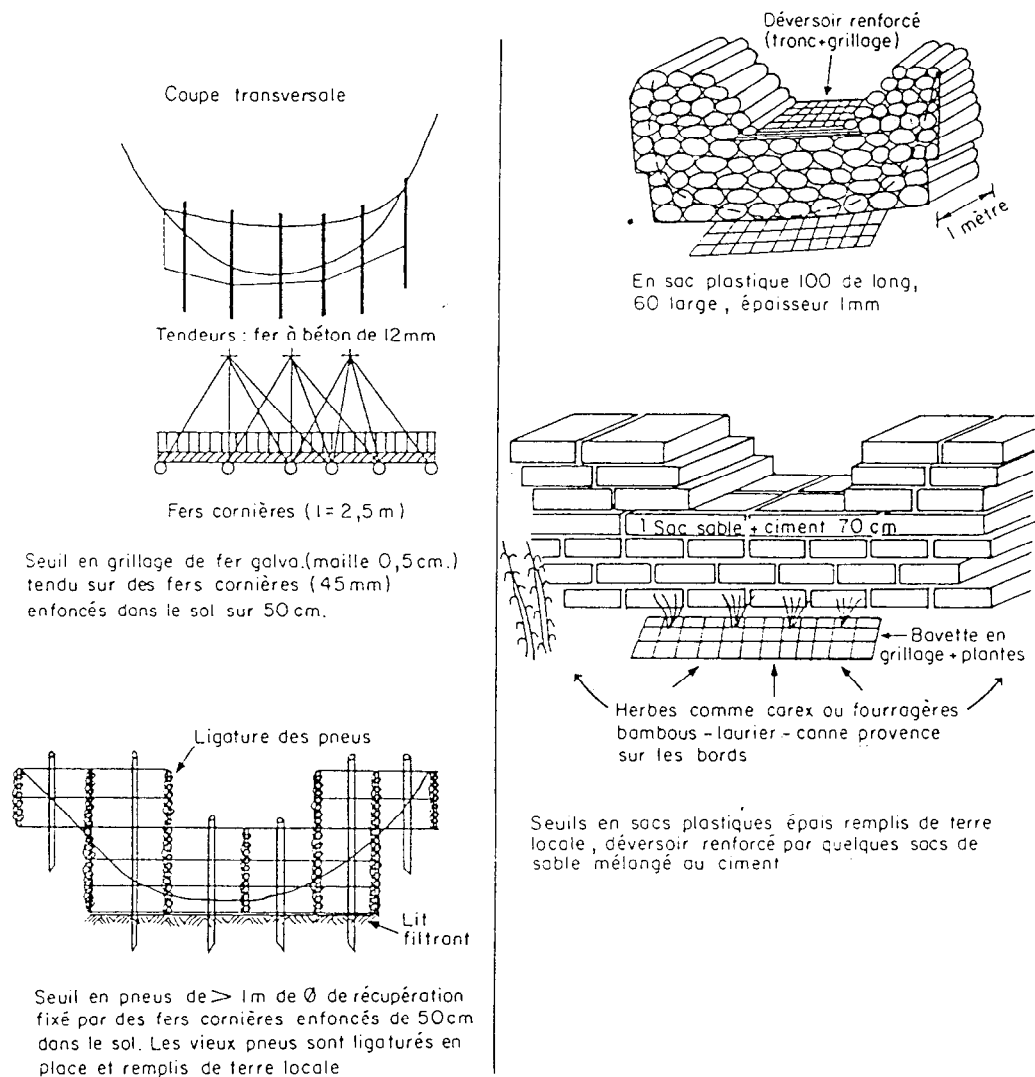
- * Il s'agit d'une technique connue dans certains secteurs des monts Mandara. Chez les Mafa de Ziver, C. Seignobos (1997) a observé des micro-barrages, sortes de "proto-biefs".
- * Le projet SEMNORD de Guider avait prévu, dans les années 1960, l'édification de petits barrages en marches d'escalier, en travers de certains torrents.
- * Il est étonnant que le Projet n'ait pas tenté d'édifier des petits barrages pour constituer des réserves d'eau, comme cela se fait de plus en plus au Burkina Faso. (Rochette, 1989)

a. Perceptions paysannes

- * Les paysans sont généralement satisfaits de ces travaux. À Bidzar, ils affirment que, grâce aux seuils, on observe une résurgence d'eau en aval.

FIGURE 5

Différents types de seuils perméables peu coûteux souples, faciles à monter avec des matériaux produits localement



Prix pour seuil de 4 m^3
(matériel + main d'oeuvre + transport)
à 90 dinars par jour

1 dinar = 0,25 FF en juin 1992

2200 dinars

84 %

34 %

21 %

20 %

($\pm 15\%$)

en France = 500 FF/ m^3 de gabion

en gabion

en pierres sèches

en grillage de fer

en toile brise-vent plastique

en pneus récupérés

en sacs plastique

DIX COMMANDEMENTS POUR L'AMENAGEMENT DES RAVINES

1. Tant qu'on n'a pas amélioré l'infiltration sur le bassin versant, il ne faut pas tenter de reboucher la ravine (sinon elle trouvera un autre lit), mais prévoir un canal stable capable d'évacuer les débits de pointe de la crue décennale (au minimum).
2. L'aménagement mécanique et biologique d'une ravine peut être réalisé progressivement en 1 à 6 ans, mais il doit concerner tout le bassin dès la première année. La fixation biologique d'une ravine vient consolider les versants et le fond de ravine stabilisé par différents types de seuils ; si on inverse l'ordre, les plantes sont emportées avec les terres lors des crues.
3. L'emplacement des seuils doit être choisi avec soin selon l'objectif visé. Si on cherche seulement à rehausser le fond de ravine pour que les versants atteignent la pente d'équilibre naturel, il faut choisir un verrou, une gorge étroite où de nombreux seuils légers pourront s'appuyer sur des versants solides.

Si on cherche à fixer le maximum de sédiments ou à récupérer des espaces cultivables, il faut choisir les zones à faible pente, les confluent de ravines secondaires, les versants évasés et construire de gros ouvrages-poids qui seront rehaussés progressivement.
4. L'écartement entre les seuils est fonction de la pente du terrain. Le déversoir aval doit être à la même altitude que la base du seuil amont, à la pente de compensation près (1 à 10 % selon la nature du fond de ravine) qui peut s'observer sur place (zone stable sans creusement ni sédimentation). Dans un premier temps on peut doubler cet écartement et construire les seuils intermédiaires dès que la première génération de seuil est comblée de sédiments : stabiliser immédiatement les sédiments piégés avec des plantes basses dans l'axe d'écoulement et des arbres sur les versants.
5. Pour éviter la pression hydrostatique des coulées, il vaut mieux drainer les seuils (grillage, chicanes ou pierres libres).
6. Les seuils doivent être ancrés dans le fond et les flancs de ravine (tranchée de fondation) pour éviter les renards et contournements. Au contact entre le sol limono-argi leux et les pierres des seuils, il faut prévoir une couche filtrante de sable et de gravier pour éviter que les sous-pressions n'entraînent les particules fines et la formation de renards.
7. Le courant d'eau doit être bien centré dans l'axe de la ravine par les ailes du seuil, plus élevées que le déversoir central. Ce déversoir doit être renforcé par de grosses pierres plates ± cimentées ou par des ferrailles pour résister à la force d'arrachement des sables, galets et roches qui dévalent à vive allure au fond des ravines.
8. L'énergie de chute de l'eau qui saute du déversoir doit être amortie par une bavette (enrochement, petit gabion, grillage + touffes d'herbes) ou par un contre-barrage (cuvette d'eau) pour éviter les renards sous le seuil ou le basculement du seuil.
9. Tenir le bétail à l'écart de l'aménagement : il aurait vite fait de détruire les seuils et de dégrader la végétation. En compensation, on peut permettre des prélèvements de fruits, de fourrages et plus tard de bois, en échange de l'entretien de l'aménagement.
10. L'aménagement mécanique n'est terminé que quand on a éteint les sources de sédiments, stabilisé les têtes de ravine et les versants. La végétalisation doit alors se faire naturellement si on a atteint la pente d'équilibre, mais on peut aider la nature en couvrant rapidement les sédiments (herbe) et en les fixant à l'aide d'arbres choisis pour leurs aptitudes écologiques et leur production. Il faut passer de la simple gestion des sédiments à la valorisation des aménagements.

Les ravines peuvent devenir des "oasis linéaires".

* Ces aménagements concernent peu les riverains individuellement mais un groupement, une communauté.

b. Evaluation :

- + les seuils freinent bien la vitesse de l'eau concentrée (ravines)
- + ils provoquent la sédimentation des sables et la stabilisation des berges.

Mais

- Les seuils constituent un aménagement à la limite des possibilités paysannes. Ils exigent une compétence technique et une mobilisation collective de groupements pour un intérêt collectif. Cette mobilisation suppose souvent une incitation extérieure
- L'entretien des seuils n'est pas toujours assuré, en particulier par les propriétaires des champs voisins,
- Les ailes sont souvent trop courtes et trop basses pour empêcher les eaux de contourner l'obstacle,
- Il manque généralement de dissipateur d'énergie de chute : la base du seuil risque de culbuter dans le renard ainsi creusé.

c. Propositions :

- > Compléter la base des seuils par un dissipateur d'énergie de chute (empierrement de gros cailloux, bloqués par des herbes (canne à sucre, bambous, lauriers roses, vetiver), ou plantation serrée de végétaux hydrophiles),
- > Allonger et relever les ailes pour centrer l'écoulement dans la ravine,
- > Végétaliser les sédiments captés, par des herbes au centre et des arbres sur les bords de ravines (eucalyptus) - voir Roose, 1994.
- > L'édification de seuils représente un bon objectif de mobilisation collective de jeunes pour les responsabiliser envers leur environnement.

3. 2. La fumure organique

3. 2. 1. Problématique

a. Remarques générales

- * On connaît depuis plus de 50 ans l'effet favorable de la fumure organique, surtout complémentée par les apports minéraux, sur la productivité des terres et leur stabilité structurale.
 - * Malheureusement, en régions tropicales, la matière organique minéralise beaucoup plus rapidement qu'en zone tempérée.
 - * On dispose en Afrique de quantités de fumure animale beaucoup plus faibles qu'en Europe, du fait du mode extensif d'élevage (non-stabulation).
 - * De plus, la qualité des poudrettes laisse à désirer car elle perd la majorité de l'azote, du fait de son exposition au soleil.
- * Cependant, la matière organique est liée à la plupart des propriétés de fertilité du sol. Même si les constituants chimiques d'un "fumier" sont assez faibles, un apport de ce fumier vitalise les éléments du sol.

- * La culture attelée a permis l'équipement de nombreuses exploitations en animaux de labour,
- * Plus récemment, avec le prix croissant des engrais minéraux, des essais ont été entrepris dans les zones cotonnières pour remplacer partiellement la fumure minérale par la fumure organique sur céréales et coton : les résultats semblent être intéressants. Une fumure organique de l'ordre de 5 t/ha permet de réduire de moitié la dose complémentaire d'engrais minéral.

b. Spécificités du Nord-Cameroun

- * La fumure animale est une pratique peu courante dans la région, sauf chez des agro-éleveurs (Toupouri, Massa) et quelques éleveurs en cours de sédentarisation (Mbororo).
- * Le développement de la culture attelée, lié au coton, ne s'est pas accompagné d'une valorisation simultanée de la fumure animale. Ceux qui possèdent des animaux de labour privilégient l'engrais acheté à crédit à la Sodecoton.
- * Le faible développement de cette pratique est lié à d'autres différences par rapport à des régions soudaniennes comparables : faible niveau d'équipement en charrettes, faibles stockages de résidus de récoltes, surtout en tiges de céréales.
- * La fumure organique est une pratique dépendante du statut foncier des parcelles : les baux de location étant conclus pour une durée très courte d'une saison agricole, les fermiers ne sont pas incités à fumer les terres louées. Un fermier qui le ferait s'exposerait à une reprise de parcelle, l'année suivante, par le propriétaire comptant bénéficier de l'arrière-effet de la fumure.
- * Il existe une technique traditionnelle de production de poudrette (*ngoobaare*), surtout au sud de Garoua, par les Mbororo transhumants. Dans la mesure où les cultivateurs ont accès à cette forme de fumure, ils ne sont pas incités à fabriquer du fumier qui implique des dépenses (construction d'étable) et surtout du travail. La poudrette est agronomiquement peu efficace mais économiquement productive.

3. 2. 2. Les contrats de fumure

a. Problèmes

- * Les contrats de fumure sont des arrangements conclus entre cultivateurs et éleveurs transhumants : en compensation d'une autorisation de vaine pâture après les récoltes, les animaux stationnent de nuit sur des chaumes qui reçoivent localement une fumure sous forme de poudrette.
- * C'est un système simple de valorisation des sous-produits de l'agriculture et de l'élevage sans perte des urines, ni besoin de moyens de transport.
- * C'est une pratique souvent ancienne qui remet en contact, à chaque saison sèche, les mêmes partenaires. Cette pratique s'inscrit dans le cadre plus large de complémentarités entre cultivateurs et éleveurs.
- * Le contrat de fumure bénéficie souvent à des cultivateurs qui mettent des animaux en confiage auprès de transhumants. Les premiers peuvent alors demander un parcage momentané des animaux sur leurs champs.
- * Contrairement à ce qui se passe en d'autres régions comparables, les contrats de fumure sont peu développés au Nord-Cameroun. Les cultivateurs attirent rarement les transhumants par des "cadeaux" : nourriture pour les bergers, sel pour les animaux. Ils ne cherchent pas non plus à les retenir.

* Après l'enlèvement des récoltes, les chaumes sont considérés, dans les coutumes foncières traditionnelles foubé, comme ouverts au bétail de tout le monde. Néanmoins, un droit de transhumance est négocié auprès des chefs supérieurs, souvent rétribués sous forme d'animaux.

* Les transhumants entrent souvent d'eux-mêmes dans les chaumes, sans demander l'autorisation aux cultivateurs. Mais si un cultivateur n'accepte pas que des animaux stationnent de nuit dans son champ, il peut obtenir leur départ.

* Récemment, les relations entre cultivateurs et transhumants auraient tendance à se dégrader, ce qui rend plus difficile la négociation de contrats de fumure. Deux faits vont dans ce sens : les éleveurs qui se mettent à cultiver se réservent toute la poudrette issue de leurs animaux ; des transhumants font preuve de précipitation pour entrer dans les champs, avant même l'enlèvement de toutes les récoltes.

* Un afflux de nouveau bétail transhumant et des dégâts causés à des cultures tardives provoquent des tensions qui risquent de dégénérer en conflits ouverts, les cultivateurs exigeant le départ de ceux qu'ils considèrent comme des intrus (Gondji, 1998).

* Les rapports entre cultivateurs et transhumants peuvent être complexes, en juxtaposant des accords locaux entre les uns, en même temps qu'une contestation violente de la présence des autres (bergers de gros éleveurs en transhumance chez les Mofou).

* L'élevage transhumant s'inscrit dans un système de clientélisme pour l'attribution des pâturages. L'accord des chefs prévaut sur les contrats de fumure.

b. Evaluation

+ Le Projet encourage l'établissement de contrats de fumure (Touboro) et participe à des tentatives de négociation de situations conflictuelles (Maroua) ;

+ Ce sont des mesures à court terme qui favorisent les contacts entre les cultivateurs et les éleveurs ;

- Mais la fumure des aires de stationnement reste exposée au soleil ;

- Les résidus de culture disparaissent de la surface des champs, après une pâture intense. Il n'est donc pas possible d'envisager de semis direct sous litière (Boli, 1996).

- Des aménagements mis en place par le Projet sont parfois dégradés par le passage et le piétinement des animaux au cours de la vaine pâture. Des villageois commencent alors à interdire les transhumants sur leur terroir. Dans ce cas, il est exclu de promouvoir des contrats de fumure.

- Le contrat de fumure est une technique encouragée par le Projet au même titre que les parcs améliorés : 348 contrats ont été répertoriés dans les zones du projet en 1997. On estime qu'actuellement 4 000 ha sont fumés par de la poudrette et seulement 240 avec du vrai fumier : c'est le résultat des actions de vulgarisation des agents zootechniciens du projet.

c. Propositions

—> On pourrait envisager de s'appuyer sur l'expérience des contrats de fumure pour proposer aux acteurs locaux un aménagement de l'espace (cultures, pâturages, points d'eau).

—> Encourager les contrats de fumure implique une meilleure connaissance des systèmes transhumants pour identifier l'importance de la vaine pâture dans les calendriers pastoraux, les modalités de prise de décision et les besoins ressentis par les éleveurs.

3. 2. 3. Les parcs améliorés d'élevage

a. Pratiques paysannes et améliorations

* Lorsque le cheptel bovin d'un cultivateur excède 5 têtes, il ne le confie pas à un éleveur mais s'en occupe lui-même, avec les membres de sa famille. Il établit alors un parc de stationnement nocturne en saison sèche et parfois un autre en saison des pluies.

* Chez certains paysans (Toupouri), il existe des traditions de contention des animaux dans des parcs d'épineux et bois divers;

* L'utilisation de la poudrette est largement connue mais, comme elle entraîne la prolifération d'adventices, elle est parfois brûlée.

* Pour des raisons de sécurité (vol de bétail), les parcs à bétail de saison sèche ne sont pas placés sur les chaumes qui viennent d'être récoltés mais à proximité de l'habitation. En saison des pluies, les petits troupeaux sont rentrés de nuit dans les concessions. Les troupeaux plus importants sont enfermés dans un parc de brousse mais sous forte surveillance (souvent du propriétaire lui-même). Les risques de vols d'animaux empêchent d'adopter la technique des parcs tournants directement sur les parcelles à fumer.

* Un propriétaire citadin (Sanguéré Guider) rentre chaque soir les animaux dans sa concession entourée d'un mur. Il alterne l'aire à bétail d'un endroit à l'autre de la concession, de la saison des pluies à la saison sèche. Le bétail ne couche jamais dehors, à cause des voleurs d'animaux, particulièrement craints en contexte sub-urbain.

* La poudrette des parcs de saison des pluies est considérée comme de meilleure qualité que celle de saison sèche, mais le problème se pose de sa conservation jusqu'à la saison agricole suivante (excès d'eau, érosion des nutriments dans les eaux de ruissellement et drainage, etc).

* Les améliorations des parcs à bétail portent sur l'enclos (*koowaagol*) et l'apport de paille pour faire une litière. Les enclos préconisés sont constitués de fil de fer barbelé ou mieux encore de gros grillage dit "de gabion".

* Une augmentation de la production de fumier par l'apport de résidus de culture au parc se heurte très vite à des limitations en capacités de transport du fumier. Une expérimentation de parcs améliorés auprès de paysans volontaires a montré qu'ils n'utilisent pas tout le fumier produit (Dugué, 1995). Ceux qui ont transporté le plus de fumier (8 tonnes) ont effectué près de 50 voyages avec leurs charrettes, ce qui représente un gros travail.

b. Evaluation

+ L'apport de paille augmente le volume et la qualité du produit,

+ L'ombrage du parc, son emplacement sous des arbres peuvent réduire la gazéification de l'azote.

Mais :

- En saison sèche, les animaux piétinent leurs déjections et les réduisent en poudres exposées au soleil, ce qui réduit l'azote capitalisé ;

- En saison humide, des pertes surviennent par drainage et érosion ;

- Le produit, n'ayant pas fermenté suffisamment, ne tue pas les germes des adventices et contribue aux problèmes du sarclage ;

- Le piétinement des animaux en saison des pluies peut entraîner l'encroûtement du produit et des difficultés de manutention.

c. Propositions

—> La fermeture du parc par du grillage de gabion pour le petit bétail ou du fil de fer barbelé pour le gros bétail assure une bonne contention des animaux.

—> Elle permet un déplacement relativement facile du parc, ce qui devient compatible avec la technique du parc "tournant".

—> Il est difficile de couvrir les grands parcs par un toit étanche. L'ombrage par des arbres paraît une solution acceptable.

—> Le mélange de plusieurs espèces d'animaux dans le même parc semble poser des problèmes sanitaires et de comportement. Mais les fumiers peuvent présenter des qualités complémentaires (les fumiers de chèvres et d'ânes sont plus riches en azote que ceux des bovins).

—> L'augmentation de la quantité de fumure en parc amélioré pose les mêmes problèmes de manutention et de transport que pour les étables. Mais l'extraction du fumier tassé et durci des parcs est particulièrement difficile. Ce travail serait facilité par un équipement en petits outils : pioches, fourches, pelles.

—> Le parc de saison des pluies pose des problèmes particuliers : état souvent boueux du terrain, prolifération de tiques. L'entretien d'un paillage contribuerait au confort des animaux, en même temps qu'il augmenterait le volume de fumure organique. En saison des pluies, la fabrication de fumier est plus facile qu'en saison sèche parce qu'il n'a pas besoin d'être arrosé. Par contre, l'apport d'herbes pour constituer une litière entre en compétition avec les travaux agricoles.

—> Une plus grande attention devrait être portée aux parcs de bétail en hivernage, lorsque les parcelles à fumer se trouvent à plus d'1 km de l'habitation (ces parcs ne sont pas à confondre avec d'autres parcs, également dits "d'hivernage" mais qui, en fait, sont utilisés en saison sèche, le fumier n'étant mis au champ qu'un an et demi après l'ouverture du parc). Le parc d'hivernage est une solution fréquente, dès que le cheptel familial atteint 8 à 10 bovins.

3. 2. 4. Les étables fumières

Apparemment, il n'existe pas de tradition d'étables fumières, à part le bœuf de case de certains montagnards des monts Mandara. Et encore, la production de fumier par le bœuf de case n'intervient qu'une fois tous les trois ans, au moment de l'unique sortie du bœuf de l'étable et elle ne représente pas l'objectif principal d'une pratique d'abord religieuse. Une fois installés en plaine, beaucoup d'anciens montagnards abandonnent cet élevage à caractère religieux. Pour la plupart des paysans, la construction d'un abri pour les bovins représente donc une innovation.

a. L'étable

* Les étables visitées sont le fait de cultivateurs qui possèdent seulement 2 à 3 bovins (animaux de labour). Un effectif supérieur exigerait un toit de grande dimension plus difficile à construire (longues perches).

* Les étables fumières édifiées avec l'aide du Projet sont uniquement destinées à protéger des bovins durant la saison sèche.

* Le plan des étables répond à un modèle uniforme : murette à crépis cimenté, mangeoire cimentée ; toit à double pans, couvert de paille et soutenu par des pieux coupés en brousse. Le

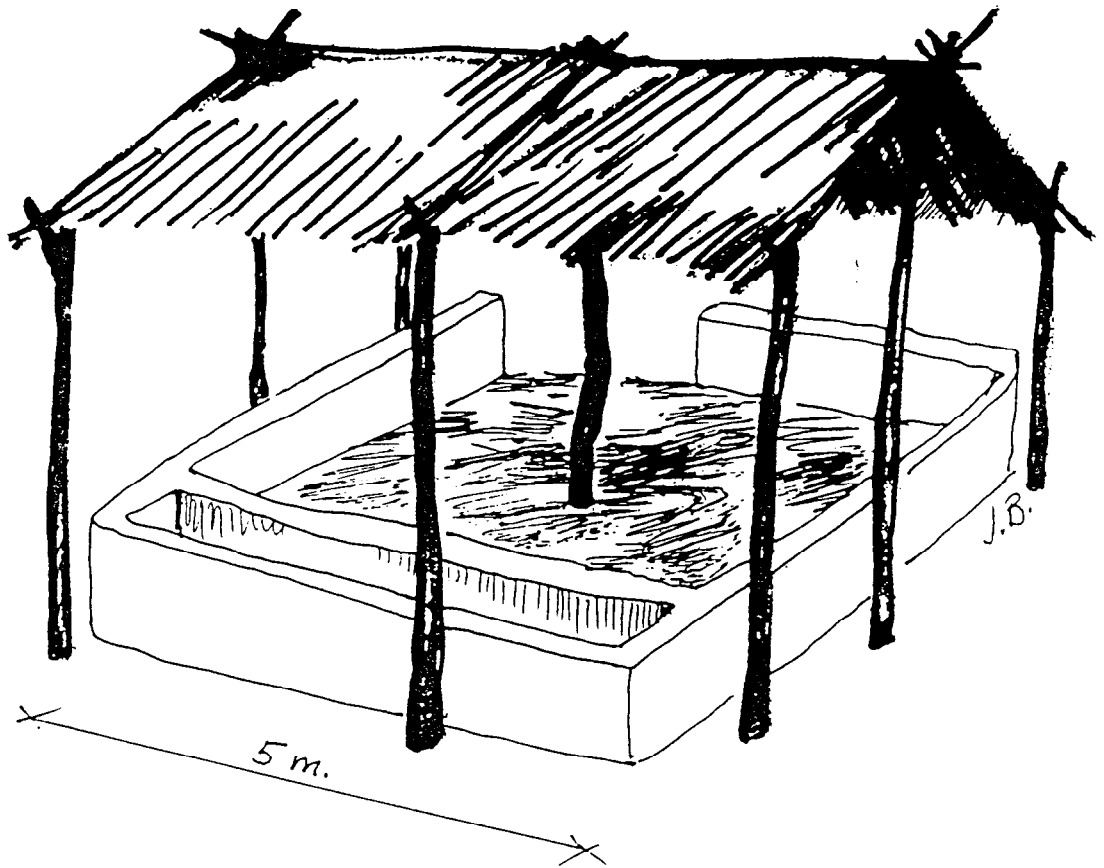


Fig. 6 : Une petite étable fumière pour deux bœufs de labour.

- Projet DPGT, Nord-Cameroun, 1998.
- Murettes de terre, crépis au ciment (3 sacs) -

Projet assiste les gens dans la construction, en faisant des mesures au sol et en donnant parfois des sacs de ciment (fig. 5).

* L'étable se substitue à une attache nocturne au piquet des animaux de labour, à l'intérieur de la concession. La poudrette accumulée près des piquets était dispersée autour de la concession, pour la culture de sorgho précoce (*laamiiri*) ou celle de maïs.

* Les étables fumières connaissent un grand succès dans la région de Kaélé : une vingtaine en 1995-96, 49 en 1996-97 et déjà 106 en février 1998. Le zootechnicien de la région table sur 140 étables édifiées en mars 1998. Ce succès est dû à un intérêt déjà ancien des Toupouri envers l'élevage bovin. La diffusion des étables est inégale selon les secteurs. Chez les Toupouri de Karhay, un système de parcage traditionnel des animaux reste utilisé. L'influence du zootechnicien joue également un grand rôle.

b. Les transports

* La construction d'une étable fumière s'accompagne de transports importants : apports de résidus de récolte (fanés d'arachide, tiges de maïs) et de paille en début de saison sèche, enlèvement de fumier avant la saison agricole.

* Le transport du fumier devient la principale contrainte, dès lors que le paysan ne possède pas de charrette et que les champs se trouvent à plus d'1 km de l'étable. Pendant une saison sèche, une paire de bœufs recevant régulièrement des apports de paille produit environ 1 tonne de fumier humide, ce qui représente au moins 5 charretées ou 40 bassines (de 25 kg chacune) (Dugué, 1995). La location d'une charrette revient à 3 000 F par jour dans la région de Touboro.

* Ces estimations sont confirmées par quelques témoignages recueillis au cours de la mission. Un propriétaire de 2 bœufs de labour a produit 12 sacs de fumier (environ 50 kg par sac). Il les a transportés sur un pousse, à raison de 3 sacs par voyage. Deux autres adultes ont dû l'aider à ce transport sur un trajet de 2 km. Ce travail fut déclaré « pénible ». Un autre cultivateur a emprunté la brouette d'un ami pour transporter 20 sacs de fumier. Toute la famille d'un troisième s'est mobilisée pendant deux jours pour transporter du fumier en bassines sur la tête. Travail dit « difficile ».

* Pour surmonter cette contrainte, le Projet accorde une subvention de 80 000 CFA à des planteurs qui acceptent de se grouper pour l'achat et l'utilisation d'une charrette. Il leur reste à payer 165 000 CFA.

* Mais des paysans pourtant ouverts à l'innovation refusent cette option, préférant attendre une bonne récolte de coton pour s'acheter une charrette à titre personnel.

* À Maroua, le Projet soutient la fabrication de petites charrettes artisanales par des forgerons, à partir de la récupération d'éléments de voitures. La charrette, qui coûte 150 000 F, est vendue à des CUMA regroupant 4 à 5 familles. Mais la capacité de fabrication est limitée à une charrette par mois.

* Des paysans ne transportent le fumier sur le champ qu'en début de saison des pluies. C'est alors un produit humide et lourd. Une première pluie de 15 mm suffit à humidifier le fumier, le toit des étables étant rarement étanche.

c. Le fumier (*koonal na'i*)

* Une fois transporté au champ, le fumier est déposé en tas puis épandu avant les travaux agricoles proprement dits.

* Les étables sont conçues seulement pour la production de fumier de saison sèche. Or, cette production commence souvent tardivement, en janvier au lieu de novembre.

Voici l'état d'un fumier d'un mois, observé au début de février : une couche de 10 cm d'épaisseur, du fumier humidifié par l'urine des animaux au centre de l'étable mais sec en périphérie (manque

d'arrosages), des débris de tiges de maïs en surface mais peu nombreuses (faibles apports de résidus agricoles). C'est probablement un fumier de qualité médiocre.

* Les surfaces fumées restent faibles par rapport à l'étendue des exploitations. D'après une estimation des surfaces fumées à partir du fumier produit par une paire de bœufs à l'étable pendant 6 mois de saison sèche, la fourchette varie de 0,24 à 0,30 ha, selon les quantités de litière fournies à l'étable (Dugué, 1995). Comme les exploitations disposant d'une paire de bœufs s'étendent sur 2,5 à 5 ha, la partie fumée ne représente que 10 à 5 % des terres cultivées.

* Quelques exploitations visitées au cours de la mission confirment ces évaluations.

origine du fumier	surface fumée	surface exploitée	% fumé
étable (2 têtes)	0,12 ha	2,37 ha	5 %
étable (3 têtes)	0,25 ha	5,06 ha	5 %
parc (8 têtes)	0,25 ha	4,37 ha	5 %

* Bien que restreinte, la surface fumée par le fumier d'étable constitue une amélioration par rapport à la poudrette traditionnelle. D'après P. Dugué (1995), celle que produit une paire de bœufs ne permet de fertiliser qu'entre 0,10 et 0,16 ha. L'étable assure donc un doublement de cette surface.

* Les exploitants avec étable fumière reconnaissent que les terres fumées restent peu étendues, mais ils commencent seulement cette technique. Ceux qui possèdent une charrette prévoient d'agrandir régulièrement les surfaces fumées dans les années à venir.

* Certes, le fumier produit au Nord-Cameroun « n'équivaut qu'à un engrais minéral faiblement concentré » (L. Gaudard) et la fumure organique reflète les déficiences du sol dont elle provient, ce qui implique des corrections par des apports en éléments minéraux. Mais les fumiers entraînent des effets bénéfiques sur les caractéristiques physiques du sol qui sont essentiels pour le maintien de la fertilité (Berger, 1996).

* En 1997, le Projet a effectué des tests concernant l'influence du fumier, associé à des doses de fertilisation chimique (NPK et urée), sur la production cotonnière. Des résultats obtenus chez des paysans des secteurs de Tcholliré et Madingrin montrent une augmentation sensible de production lorsqu'il y a apport de fumier, dans 5 cas sur 6 (fig. 6). L'amélioration la plus nette survient quand du fumier est ajouté (à raison de 5 t/ha) à une demi-dose de NPK (50 kg/ha). Le passage à une dose de NPK, avec fumier, renforce encore la production mais de façon moins significative. Les paysans eux-mêmes privilégient la formule T3.

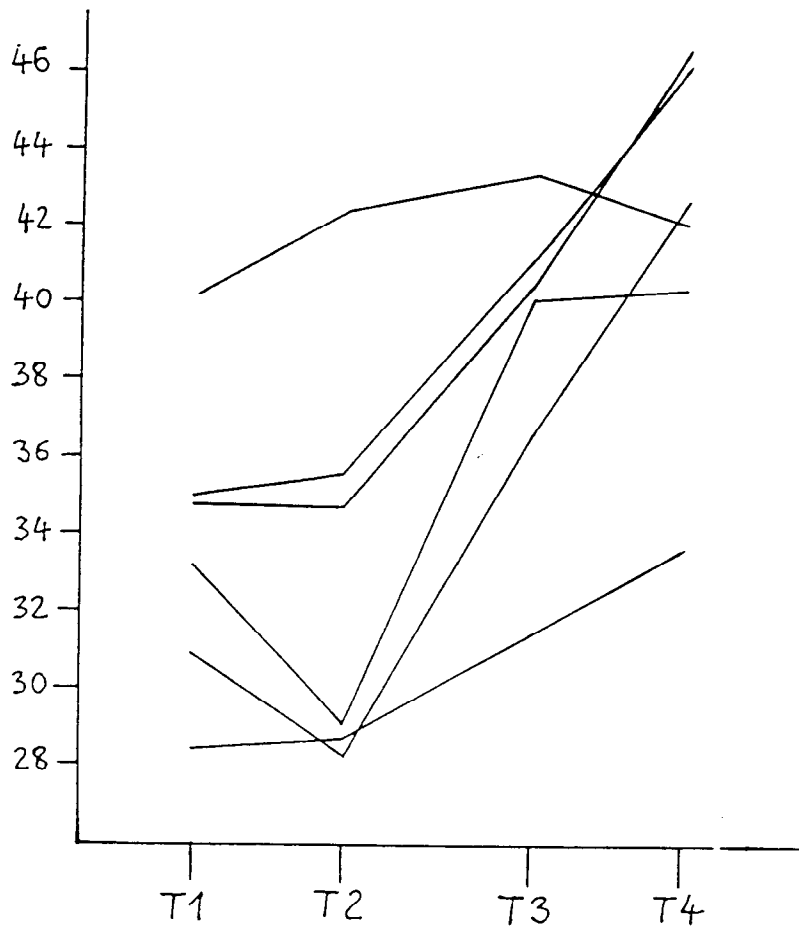
* Tous les paysans qui ont appliqué du fumier à des parcelles ont remarqué ses effets positifs sur le coton mais surtout le maïs. Certains destinent leur fumier à des sols épuisés, afin de les réhabiliter. Enfin, des paysans indiquent une différence entre le fumier et l'engrais chimique : l'arrière-effet du fumier, en seconde année, serait plus net qu'avec l'engrais.

* L'apport de fumier (à raison de 5t/ha pour le maïs et 4 pour le sorgho), combiné à un allègement de moitié de la fumure minérale vulgarisée par la Sodecoton, donne de bons résultats. Cette formule permet d'économiser environ 30 000 CFA/ha sur le coût des intrants pour la culture du maïs. Mais l'économie réelle est pondérée par le coût du transport du fumier, notamment s'il faut louer une charrette et avoir recours à de la main-d'œuvre temporaire. La rentabilité de l'opération diminue nettement si la parcelle fumée est éloignée de l'étable (au-delà de 500 mètres).

d. Evaluation des actions du DPGT

- + Grâce à la construction d'une étable, les fèces sont à l'abri du soleil et de la pluie ;
- + Les fèces sont rassemblés et humectés par les urines et éventuellement les eaux usagées ;
- + La litière apportée sous les animaux augmente le volume et la qualité du produit ;

poids de coton récolté sur 5 lignes centrales
de la sous-parcelle (en kg)



T 1 : dose de fumure minérale recommandée par la Sodecoton

T 2 : demi-dose de NPK

T 3 : fumier + demi-dose de NPK

T 4 : fumier + dose vulgarisée de fumure minérale

Fig. 7 : Quelques résultats des tests du DPGT d'apport de fumier sur culture cotonnière (Tcholliré et Madingrin)

- + L'étable fumière offre à des jeunes et à des familles modestes la possibilité de produire de la fumure animale et de l'utiliser (effet d'entraînement vers l'intensif).
- + Elle responsabilise les cultivateurs à l'égard de la fertilité des sols, au moins d'une partie de leur exploitation.
- + C'est une technique qui peut être mise en œuvre de façon individuelle. Elle donne libre cours à des initiatives individuelles, sans passer par le biais d'organisations collectives qui risquent de freiner des personnes entreprenantes.

Mais :

- Le modèle uniforme de conception de l'étable fumière est à adapter, en fonction des souhaits des villageois. La murette basse et l'étable largement ouverte sur l'extérieur ne conviennent pas à des animaux nerveux, agités par la vue de personnes étrangères (Mowo, Dolla) ;
- Les difficultés du transport et de la manutention de quantités de fumier ne sont pas encore résolues et restent la contrainte principale. Les paysans sans charrette disent « avoir trop de souffrance » à transporter le fumier ;
- La constitution de réserves fourragères est difficile en début de saison sèche pour des raisons de surcharge du calendrier des travaux : concurrence entre les récoltes de sorghos/coton et la mise à l'étable des animaux, plus une protection éventuelle des champs contre les feux ;
- Dès lors, le début de la production de fumier est repoussé en saison sèche et devient trop tardif. La litière sèche se décompose lentement. La production de fumier se prolonge en fin de saison sèche mais le produit n'a pas assez fermenté pour être utilisé dès la saison agricole suivante.
- Il existe peu d'informations sur le fumier de saison des pluies qui serait moins chargé en semences d'adventices. Cependant, demeure le problème de la conservation du produit jusqu'à l'hivernage suivant (mise en tas ou enfouissage par labour de début de saison sèche ?).

e. Propositions

—> Pour enrichir sa composition chimique, épandre régulièrement des cendres sur le fumier avant de renouveler la litière,

—> *Combiner l'étable avec la fosse compostière-poubelle (jiddere)*. Celle-ci existe très souvent près de chaque habitation (couvrir la fosse compostière par des arbres fruitiers ou des bananiers pour obtenir de l'ombrage). Intéresser les femmes au recyclage des déchets. Le tas d'ordures ou le trou à détritits fait partie de l'espace domestique de chaque habitation mais, chez les Foulbé, c'est un élément caché et un peu honteux. Il conviendrait de mieux connaître les perceptions des endroits-poubelles dans les diverses sociétés, afin de prévenir des résistances psychologiques à leur valorisation agronomique.

—> Diversifier les fumiers fabriqués en valorisant les déjections de tous les animaux : petits ruminants, porcs, ânes et chevaux (Kaélé et Touboro). Malgré leur mauvaise réputation, tous ces fumiers ont montré leur intérêt agricole. D'après P. Dugué (1995), un âne à l'étable sur litière produit presque autant de matière organique qu'un bœuf moyen. Les fourrages ingérés par l'âne et le cheval ne sont que partiellement dégradés, à l'état de déjections, si bien que la production de matière organique par ces animaux est importante. Quant à la poudrette de chèvre, des paysans la tiennent comme la meilleure fumure pour les sorghos. D'après d'autres paysans (Kaélé), les déjections de porcs sont plus efficaces pour la fumure que les bouses de vaches.

—> Développer et encourager la valorisation des fèces dans les petits élevages conduits par les femmes et les jeunes ;

—> Diffuser des outils adaptés à la manutention (fourches, crocs) et au transport du fumier (ânes bâtés, vélos de transport, brouettes, charrettes asines).

—> Mettre au point un itinéraire technique de production de fumier en saison des pluies et de sa conservation pour la campagne agricole suivante. Alors que la production moyenne de fumier est estimée à 0,5 tonne par bovin à l'étable en saison sèche, la production annuelle atteint 1,5 tonne (Berger, 1996). Seule, une partie de la capacité productive de fumier est donc valorisée, à l'époque de l'année où la qualité du produit n'est que médiocre.

—> Compléter la fabrication de fumier en étable par *un meilleur approvisionnement de ces élevages en tourteau de coton*. Une stabulation permanente des bovins augmente nettement leur production de fumier : de 2 à 3,5 kg de matière sèche par UBT et par jour (Dugué, 1995). Or, cette stabulation permanente ne serait envisageable qu'avec l'apport de tourteau de coton, complété par des résidus de culture. Le tourteau de coton est devenu un produit recherché, donnant lieu à de nombreux trafics commerciaux, locaux et internationaux. *Les planteurs de coton se plaignent partout de ne plus pouvoir acheter du tourteau comme ils le souhaiteraient pour les animaux de labour*. L'apport de tourteau de coton est un élément indissociable de l'étable fumièr.

3. 3. Systèmes de culture extensifs

* Dans les espaces encore libres du sud (Touboro-Tcholliré), les systèmes de culture sont relativement extensifs, avec de longues jachères (20 ans ?) succédant à 7 ou 12 ans de cultures. Dans les espaces en cours de saturation de la région de Garoua, les jachères se raccourcissent à 4 puis à 2 ans et disparaissent déjà dans certains terroirs. Bien que la fertilité des sols ne soit pas encore reconstituée, ils sont remis en culture, « sans cela, d'autres arrivent et commencent à les cultiver

* Au sud de Garoua, il existe donc deux types de jachères : des jachères de longue durée de reconstitution à peu près normale de la fertilité des sols, des jachères courtes entraînant un déséquilibre entre les potentiels des sols et les rythmes agricoles.

* Dans ces contextes, le Projet intervient de deux façons : amélioration de jachères courtes par des légumineuses, ouverture de pistes pénétrantes pour faciliter des défrichements.

3.3.1. Jachères améliorées par des légumineuses

a. Problématique

* Dans les systèmes traditionnels extensifs, la restauration de la fertilité des sols fatigués revient aux jachères de longue durée.

* Si la pression sur la terre impose une réduction de cette durée, on observe une dégradation progressive de la productivité des terres. D'où l'introduction de diverses légumineuses pour accélérer l'amélioration de la fertilité des sols.

* A notre connaissance, le milieu traditionnel ignorait cette technique d'amélioration des jachères. L'intérêt des légumineuses pour maintenir la fertilité des sols exploités en céréaliculture est connu de certains montagnards qui pratiquent une rotation biennale sorgho-petit mil associé à des haricots. L'arachide, cultivée en alternance ou en interlignes avec le sorgho, joue le même rôle sur les glacis-piémonts et aux environs de Garoua. Mais des plantes légumineuses n'ont pas encore été introduites, en fin de cycle agricole, sur des terres laissées en jachère.

* Dans le système coutumier des Foulbé, les droits d'usage attachés à une terre cultivée tombent vite en désuétude lorsque celle-ci est laissée en jachère (*saabeere*). Les jachères

redeviennent des terres ouvertes à des usages collectifs (cueillette et pâture) ou susceptibles d'être attribuées par le *lamido* à d'autres personnes. Dans ce contexte foncier, celui qui a l'intention de mettre une terre en jachère n'entreprend pas de la bonifier. Au contraire, celui qui souhaite garder des droits sur une terre épuisée la met tout de même en location à des migrants. Ceux-ci n'en retirent que des récoltes médiocres mais ils maintiennent l'évidence d'une mise en culture, donc d'une appropriation. Ce faisant, les sols sont exploités jusqu'à l'extrême et la durée de jachère en sera d'autant plus longue.

* L'introduction de légumineuses dans les jachères permet de raccourcir le temps de reconstitution de la fertilité des sols. Elle offre également des ressources fourragères lorsque ces légumineuses sont appréciées.

* Il reste à savoir si l'introduction de légumineuses presque cultivées modifie le statut foncier des jachères, en particulier par une prolongation des droits du dernier exploitant.

b. Evaluations

+ La technique apporte indubitablement une amélioration de la fertilité du sol. Au nord de Touboro (Pandjama), du maïs est bien venu après 6 ans de jachère naturelle suivis d'un an de légumineuse (du *Mucuna*).

+ Parmi les variétés testées, les plus appréciées sont celles qui se maintiennent grâce à une production abondante de graines (*Calopogonium*, *Stylosanthes hamata*, et parfois *Mucuna* s'il n'y a pas de feu) et qui sont peu sensibles aux feux.

+ Ces légumineuses constituent des ressources fourragères de bonne qualité potentielle.

+ Le pois d'Angole brûle régulièrement et meurt au bout de 3 ans mais il fournit des graines alimentaires appréciées par ceux qui ont appris à les cuisiner.

Mais :

- Les graines des légumineuses proposées restent difficiles à se procurer par les paysans. Il n'existe pas de marché pour elles, même celles du pois d'Angole qui commence pourtant à être connu. Seuls, les agents du Projet achètent les graines pour les proposer ailleurs. Une large diffusion des légumineuses est liée à une commercialisation des graines.

- Dans le cadre actuel de l'élevage extensif, le feu non contrôlé et le bétail en divagation limitent l'intérêt de ces méthodes. Il serait souhaitable de leur associer des pare-feux et des haies vives. Au nord de Touboro, le feu avait pénétré dans toutes les jachères améliorées visitées par la mission au mois de février. Près de Moutouroua, ce sont des petits ruminants (chèvres) qui ont ravagé une petite jachère semée en *Mucuna*. Les essais de jachère améliorée observés ne sont pas convaincants. La technique de la jachère améliorée à légumineuses implique une maîtrise des feux et un contrôle des animaux, c'est-à-dire un plan de gestion du terroir. Ce ne peut être une solution d'exploitant isolé.

c. Propositions

—> Ces légumineuses pourraient être introduites en fin de cycle agricole, surtout dans la région de Garoua à jachères courtes, par semis de la légumineuse en dernière année agricole. Quelques (2 ou 3) années de "cultures" fourragères maintiendraient à la parcelle son statut foncier de terre mise en valeur et non celui de jachère tombée dans le domaine collectif.

—> Ces cultures fourragères de légumineuses pourraient constituer une phase de transition vers un système de culture avec travail du sol réduit au minimum sous litière (Boli Baboule, 1996).

—> Avant d'entreprendre une amélioration de jachères par des légumineuses, il convient de bien analyser l'ensemble du système de production et l'occupation des terres de chaque territoire

villageois. La mise en jachère des parties centrales de terroirs de migrants, comme Ouro Labbo 1 (Iyebi-Mandjek et Seignobos, 1997), pourrait se prêter à des introductions de légumineuses, si la pâture était contrôlée.

—> L'amélioration de jachères par des légumineuses est efficace si elle va de pair avec un cloisonnement de l'espace cultivé par des haies vives et des pare-feux.

—> Encourager la diffusion du pois d'Angole, vu sa valeur fourragère, sa capacité à régénérer le sol et la valeur nutritive des graines comme produit de consommation.

3. 3. 2. Pistes pénétrantes

a. Problématique

* En espaces encore libres au sud de Garoua, les terres à proximité des villages sont exploitées en premier lieu. Au fur et à mesure que la population augmente, les défrichements s'étendent en périphérie du terroir. En une dizaine d'années, cette expansion centrifuge du terroir atteint des limites. Les villageois doivent parcourir 5 à 7 km à pied pour atteindre les parcelles nouvellement débroussées (Boli, Bep, Roose, 1991 ; Dugué, 1997). L'évacuation des récoltes représente une lourde contrainte. Dès lors, les terres relativement proches sont très sollicitées et laissées en jachère seulement lorsque la production devient minime, par épuisement des sols.

* Les pistes pénétrantes du Projet ont comme objectifs d'alléger la pression sur les terres soumises à de longs cycles agricoles. En raccourcissant la durée de ces cycles, la reconstitution de la fertilité des sols est facilitée, avant le franchissement de seuils irréversibles.

* Les pistes pénétrantes aident à l'évacuation des récoltes sur les parcelles éloignées. Les pistes ont en moyenne 4 km de long et sont ouvertes en fin de saison sèche par les engins de la Sodecoton, sur le compte du budget du DPGT.

b. Evaluation

+ L'ouverture de pistes pénétrantes répond à une demande très forte de la part de beaucoup de villageois. Cette demande a été exprimée à la mission dans la région de Tcholliré.

+ Elle permet une occupation plus équilibrée des territoires villageois et participe à leur équipement.

+ Elle permet souvent de libérer des jachères à proximité des villages, jachères qui deviennent des pâturages pour les petits élevages villageois (bœufs de labour, petits ruminants mais aussi porcs dans la région de Touboro). C'est une forme d'organisation du terroir qui réduit les déplacements d'animaux, donc les risques de dégâts aux cultures en saison des pluies.

Mais :

- l'ouverture de pistes pénétrantes entretient une logique de course à la terre, notamment chez les migrants au sud de Garoua.

- Elle participe au maintien de systèmes de culture extensifs, entrave leur évolution vers l'intensif et ne contribue pas à une stabilisation des terroirs cultivés.

c. Propositions

—> L'ouverture de pistes pénétrantes, donc de nouveaux défrichements, demande à être raisonnée et modérée.

—> Chaque nouvelle piste pénétrante est conditionnée par l'aménagement du nouveau bloc de culture en bandes herbeuses antiérosives établies selon les courbes de niveau.

—> Chaque nouvelle piste pénétrante devrait s'accompagner de la mise en jachère d'une portion de terroir, avec introduction de légumineuses améliorantes. Etant donné la pression des petits élevages villageois sur les jachères centrales, il n'est pas évident qu'elles puissent bénéficier de cette amélioration. Au nord de Touboro, du maïs semé après jachère améliorée près d'un village a été dévasté par les porcs en divagation précoce. Les jachères au centre des terroirs risquent de ne plus être remises en culture, lorsque l'élevage extensif est devenu important.

—> Faire les groupements de producteurs participer financièrement, même de façon symbolique, au coût de l'ouverture des pistes pénétrantes dans leurs terroirs.

—> Pistes pénétrantes et jachères améliorées participent d'un même aménagement des systèmes de culture extensifs.

3. 4. Les arbres

* Le rôle des arbres dans la fertilité des sols a constitué une grande préoccupation de la mission. Sous quelle forme et quels arbres peuvent être associés, intégrés aux cultures ? Quels arbres les paysans souhaitent-ils planter et selon quel agencement ?

* Les dispositifs spatiaux des arbres anthropisés ont évolué dans le temps. Autrefois, des lignes défensives végétales constituaient des fortifications originales sur les piémonts, en valorisant plusieurs espèces (*Acacia ataxacantha* et *Boswellia dalzielii* chez les Mofou de Mowo, *Ziziphus* divers et *Balanites aegyptiaca* chez les Moundang). À présent, les formations de parcs ont tendance à se développer dans l'Extrême-Nord tandis que des plantations de bosquets apparaissent depuis une quinzaine d'années dans le Nord, pour la production de ligneux. Par contre, les haies vives ou les lignes d'arbres restent rares, contrairement aux régions voisines du Tchad (information orale de J.M. Harmand).

3. 4. 1. Densification des parcs arborés

a. Problématique

* L'intérêt agronomique des parcs arborés à *Acacia. albida* et *Acacia. polyacantha* est connu traditionnellement depuis longtemps mais on en ignore encore la cause réelle (remontée des bases, fixation d'azote, concentration de phosphore et de MO, ombre pour le bétail).

* L'*Acacia albida* et le *Prosopis juliflora* donnent des gousses très appréciées par le bétail. Ce sont de bons arbres fourragers. Les deux arbres, protégés depuis longtemps, sont des indicateurs de vieilles sociétés d'agro-éleveurs (Massa, Mouzey).

* La densité des parcs à *A. albida* est très inégale, même dans l'Extrême-Nord. Certains glacis-piémonts, à sols peu profonds et sans nappe phréatique, n'en comptent pratiquement pas (piémont mofou de Mowo). La densité d'*A. albida* varie en fonction des conditions hydro-pédologiques.

* Dans la province du Nord, les parcs à *A. albida* forment seulement des îlots : Mousgoy, quelques localités autour de Gashiga. Pourtant, dans la région de Guider, les paysans savent qu'*A. albida* est l'arbre le plus utile pour les sols : « en saison des pluies, le champ sous ces arbres reçoit de la force ».

* Au sud de Garoua, les parcs à *A. albida* deviennent rares et l'indice d'anciens villages foubé. Il s'y substitue un parc anthropique à *karités* et *Daniellia oliveri*, par exemple à Sanguéré-Ngal (Iyebi Mandjeck, 1997). Encore plus au sud, le *Daniellia* forme de beaux parcs aux environs de Touboro.

* Traditionnellement, les *A. albida* adultes sont respectés, mais les jeunes recrûs qui buissonnent longtemps disparaissent lors de la préparation du lit de semences. D'où l'initiative du Projet d'encourager financièrement la protection des jeunes arbustes pendant 3 ans, jusqu'à ce qu'ils atteignent une taille de perche leur permettant d'échapper aux destructions.

* Dans l'Extrême-Nord, le parc à *A. albida* se trouve déjà, de lui-même, en pleine expansion depuis une vingtaine d'années (J.M. Harmand), peut-être à la suite de la protection imposée par le service des Eaux et Forêts. Cette prospérité contraste avec l'abandon du même parc chez les Bwaba du Burkina Faso et sa vétusté chez les Serer du Sénégal. Cependant, la densité des arbres reste souvent peu élevée : 3 à 10 arbres/ha au pied des montagnes, 30 à 40 aux environs de Maroua (J.M. Harmand), sur sols alluviaux de la Tsanaga. Le parc pourrait être densifié sans gêne apparente pour les travaux agricoles, notamment pour la culture attelée.

* L'*A. albida* est un arbre qui donne lieu à une appropriation foncière. En saison sèche, les chaumes s'ouvrent à une vaine pâture libre mais seuls les propriétaires des champs ont le droit d'élaguer les *A. albida* qui s'y trouvent. Les agents des Eaux et Forêts exercent un rôle dissuasif à l'égard de cette pratique, si bien que l'on rencontre des arbres à large couvert. L'absence d'émondage résulte également d'une valorisation des gousses pour les petits ruminants.

* Le démarrage lent d'*A. albida* et la nécessité d'une intervention humaine pour tailler les tiges sélectionnées sont des contraintes bien connues. Les premières années des tiges sont critiques, surtout lorsqu'elles sont situées au milieu des champs, les opérations culturales se traduisant par le dessouchage de la plupart des rejets. L'intégration d'*A. albida* dans l'exploitation reste donc limitée.

* Le Projet est intervenu pour améliorer la régénération / densification du parc à *A. albida*, par le versement de petites subventions réparties sur 3 ans pour chaque pied protégé, marqué à la peinture. C'est déjà un succès puisque l'on est passé de 4 000 pieds protégés en première année à 120 000 en seconde année, ce qui équivaut à une intervention sur 5 500 ha.

b. Evaluation de la densification

C'est une méthode appréciable car :

- + elle permet de sauvegarder des rejets pendant 3 années cruciales pour le développement d'un enracinement profond. Ensuite, les risques de destruction sont moins à craindre ; les jeunes arbres se sont installés.
- + Cet arbre donne de l'ombre en saison sèche mais ne gêne pas les cultures en saison des pluies (déphasage du cycle de végétation), sauf les sujets âgés qui entraîneraient un effet agricole dépressif et les arbres effeuillés en avril qui ont une reprise de végétation au début des pluies.
- + La densification du parc arboré permet l'augmentation de la biomasse et réduit les risques d'érosion éolienne dans les blocs de culture.
- + Elle revalorise l'intérêt des paysans à l'égard d'arbres utiles de manière positive par une forme d'intéressement, au lieu d'imposer des interdictions de coupe et d'arrachage.

Mais

- Cette méthode ne permet pas d'intervenir là où le parc d'*A. albida* est totalement décimé ou absent (région de Garoua) ;
- elle entraîne une "monoculture" d'*A. albida* au détriment de la diversité végétale (risques de maladies). Or, d'autres arbres faisant partie du parc à *A. albida* sont mal protégés, par exemple le

Tamarindus indica. Avec l'essor du cheptel de petits ruminants, les jeunes pousses de tamarinier sont complètement broutées : l'arbre ne se renouvelle plus.

c. Propositions

—> Compléter la technique de taille et "élevage" des tiges d'A. albida par un repiquage de plants en excès en pépinières ou par un semis direct, là où il manque ; en profiter pour sélectionner les plus beaux sujets ;

—> Développer la pratique d'émondage des branchettes de l'année (pratique très développée en Inde par certaines tribus du désert de THAR). Cela permet de constituer une réserve fourragère de saison sèche et d'avoir une repousse avant le début des pluies.

Laisser un tire-sève par groupe de branches.

—> Lorsqu'il existe déjà une forte densité d'A. albida, sélectionner ceux qui sont alignés et qui gêneront le moins possible la culture attelée.

—> Développer la multiplication de jeunes plants en pépinière (sur longues chaussettes, pour ne pas briser le pivot).

—> Accompagner les parcs densifiés par un suivi des comportements des paysans à l'égard des jeunes arbres subventionnés (intensité de l'élagage, statut des arbres) : développer des outils pour tailler proprement les branches.

—> Compléter l'action en faveur des parcs d'A. albida et Prosopis par la protection d'autres parcs dans le sud de la région, par exemple les parcs à Daniellia, à karité et à néré (*Parkia biglobosa*) : ils sont capables d'apporter 3 à 5 t/ha/an de feuilles riches en bases et en azote.

3. 4. 2. La place des arbres dans l'agriculture

* Les arbres peuvent puiser en profondeur les nutriments lixiviés par le drainage et libérés par l'altération des minéraux. Par le biais des litières de feuilles, les arbres entretiennent la fertilité des horizons superficiels des sols. Au contraire, les graminées ne remontent pas d'éléments nutritifs en surface. Le système racinaire des grandes Andropogonées n'accède au plus qu'à 30-80 cm et contribue à épuiser les horizons supérieurs. En systèmes agricoles à faibles intrants, le rôle des arbres est plus positif que celui des graminées pour le maintien de la fertilité chimique des sols ; par contre, les graminées améliorent la structure et l'aération des horizons superficiels.

* Des espèces locales d'acacias (*A. senegal*, *A. polyacantha*) sont des légumineuses fixatrices d'azote et peuvent participer à la restauration de sols dégradés. *A. senegal* convient en particulier aux hardés stériles de l'Extrême-Nord, tandis qu'*A. polyacantha* est bien adapté aux sols ferrugineux de la région de Garoua.

* L'intérêt agronomique de ces acacias s'accompagne d'un avantage économique certain, avec la relance de la production de gomme arabique dans toute la zone cotonnière, soutenue par une forte expansion du marché de la gomme. Sur les marchés internationaux, la gomme arabique devient un produit concurrent de la gélatine de bœuf, dépréciée par la crise de la vache folle en Europe. Des bosquets d'acacias sont installés sur des jachères. La production de gomme peut inciter des paysans à planter *A. senegal* dans les bandes herbeuses des terroirs aménagés.

a. Perceptions paysannes

* L'intérêt paysan pour les arbres, en particulier les espèces introduites, varie beaucoup selon les degrés d'occupation des terres, qui sont souvent aussi des niveaux de rareté du bois. Des informations, certes fragmentaires, ont été relevées au cours de la mission et fournissent quelques éléments pour un tableau des relations entre l'arbre et les sociétés paysannes.

* En espaces encore libres du sud, il existe peu de demandes en arbres producteurs de perches (*eucalyptus*, *neem* ou *Cassia siamea*) car Anogeissus est encore abondant en brousse et fournit des perches droites. Par contre en zone où le bois de chauffe et les perches manquent cruellement pour l'amélioration de l'habitat, les paysans sont très intéressés par les eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*, *E. globulus*, etc...). Les eucalyptus sont en effets des arbres qui repoussent après le passage des feux de brousse et dont la production en bois utile (et sans épine) est la plus rapide en comparaison avec les espèces localement disponibles. En contrepartie, il consomme beaucoup d'eau (intérêt bien connu pour assécher les marécages) et d'éléments nutritifs si bien qu'il a la réputation d'épuiser les sols : « rien ne pousse sous lui ». Ceci est vrai pour des sols déjà épuisés par les cultures et lorsqu'on le plante très serré, mais beaucoup moins s'il est espacé correctement et si ses racines superficielles sont limitées par un labour à moins d'un mètre, comme c'est possible sur les bandes antiérosives (distance 3 à 5 x 25 m). Un autre inconvénient de l'Eucalyptus provient des huiles essentielles de ses feuilles (médicaments très actifs contre la toux) : la litière se décompose difficilement lorsqu'il est planté en massifs denses monospécifiques. Là encore, la plantation devrait être mélangée à des espèces dont les feuilles se décomposent mieux : c'est le mode de sylviculture de l'eucalyptus qu'il faut adapter aux conditions locales au lieu de condamner sans appel une espèce qui est très appréciée des autochtones et qui a participé à la fortune de certaines ethnies (voir les bocages bamiléés).

L'intérêt pour des arbres fruitiers (manguiers) est atténué par la compétition que ces arbres à feuillage très dense introduisent avec les cultures.

* En espaces en cours de saturation, la raréfaction du bois est vivement ressentie par les villageois, en particulier le long de la grande route, de part et d'autre de Garoua : « maintenant, il n'y a plus d'arbres en brousse et c'est très difficile d'interdire de couper ceux qui restent » (Ouro Dounka) ; « à Sanguéré Ngäl, il n'y a plus de bois ». La collecte de bois de cuisine, à des distances de plus en plus grandes de la route (10 km à Dola), est une source de numéraire pour les femmes qui ravitaillent des acheteurs de Garoua. Ici, un besoin se manifeste récemment de planter des arbres : petits bosquets d'eucalyptus (Mafa-Kilda), pieds de manguiers près des habitations et petits vergers en bas-fonds (Mafa-Kilda). Dans ce contexte de raréfaction des ligneux, les parcs anthropiques anciens prennent de la valeur. Les grands Daniellia sont dits ne pas gêner les cultures, dès lors qu'ils atteignent une grande taille, grâce au profil en V de leur charpente. Les karités sont désormais valorisés par les femmes, même celles de migrants, qui fabriquent de l'huile avec les amandes. L'arbre devient précieux mais les paysans ne semblent pas encore prêts à introduire des lignes d'arbres ou des haies vives pour cloisonner les cultures.

* En espaces saturés de l'Extrême-Nord, l'arbre est anthropisé, surtout sous forme de parcs dans les terroirs cultivés. Sur les glacis-piémonts, le jujubier (*Ziziphus mauritiana*), traité en têtard, fournit des perches, de même qu'Anogeissus émondé et taillé. Le neem (*Azadirachta Azadirachta*) est désormais intégré au terroir, comme arbre d'ombrage près des habitations ou arbre de plein champ où il est parfois émondé vigoureusement (Bidzar). La circulation du bétail est contenue par des clôtures mortes d'épineux régulièrement renouvelés. Les essais de haies vives d'*Ipomea fistulosa* pour canaliser les animaux échappent souvent au contrôle et envahissent les lisières des champs voisins (Mowo). Par contre, des macro-boutures de *Terminalia brownii*, prélevées en montagne, constituent très localement de belles amorces de haies vives (Mokyo).

Des "clôturages" horizontaux de tiges de sorghos protègent des lopins précieux d'oignons ou de manioc, en prenant appui sur des piquets vifs, parfois de simples Ricinus. Dans les espaces les plus peuplés, les paysans testent donc des solutions pour intégrer l'arbre dans le terroir et s'assurer des sources de bois. Ils recourent à des pratiques de bouturage, cépage, élagage.

* Cependant, le statut foncier des arbres plantés ou protégés reste ambigu. Dans certains territoires foubé, le *lamido* encourage la plantation d'arbres, même par des migrants ; ailleurs, elle reste soumise à autorisation. La tendance générale est celle d'une appropriation des arbres insérés dans les champs, par exemple pour les karités au sud de Garoua. Mais, en cas de retour des terres à la jachère, les droits attachés aux arbres tombent en désuétude. En cas de départ, les arbres plantés font partie du patrimoine commun du village ou relèvent du *lamido*. Le statut des arbres utiles oscille entre l'appropriation privée et les droits fonciers éminents des chefs, en tant que chefs de terre traditionnels (*marBe lesdi naane*). Cette insécurité foncière n'encourage pas les migrants à planter des arbres, opération qui représente un investissement sur le long terme.

* Dans ces contextes, le Projet a procédé à des plantations d'arbres pour marquer des bornages, en coin de parcelles aménagées et parfois sur des bandes enherbées, avec *A. senegal et Cassia siamea*. Des lignes d'eucalyptus, plantées en limite de parcelles, à titre expérimental (Sanguéré Djalingo près de Garoua et Ouro Alhadji près de Guider), n'ont pas été imitées par les paysans. Quant aux jeunes plants de manguiers observés près d'habitations (Mayel Baïnga au sud de Guider) ou en bas fond (Dola au nord de Garoua), ils relèvent d'initiatives spontanées, par achats auprès de pépiniéristes privés.

b. Evaluation des actions de plantation du DPGT

- + Une plantation d'arbres d'espèces introduites assure un marquage des terres plus économique que des bornes en ciment. Ce bornage végétal restera mieux repérable que par des espèces locales lorsque le bloc sera mis en jachère.
- + La plantation d'eucalyptus pérennise des bandes enherbées et les valorise pour la production de perches. Un aménagement de terroir datant des années 1980 (Gouga) conserve des allées plantées d'eucalyptus, régulièrement recépés. Les propriétaires des champs en bordure des lignes d'eucalyptus vendent les perches de 6 mètres 1 000 F l'unité à d'autres villageois. C'est une source d'argent appréciée. En même temps, l'aménagement est fixé.
- + La plantation d'*A. senegal* (gomme) et *Cassia siamea* (biomasse de paillage) est appréciée par les paysans.
- + La plantation d'eucalyptus suscite beaucoup d'intérêt dans les espaces saturés de plaine où il ne subsiste pratiquement plus de ressources ligneuses en brousse (Guidiguis).
- + L'appui du DPGT à des pépiniéristes privés améliore les disponibilités en plants d'arbres.
- + La plantation de fruitiers offrira, plus tard, des fruits à consommer sur place et fournira une source d'argent aux femmes et enfants.

Mais :

- Les échecs de jeunes plants d'arbres, mis en plein champ et loin du village, sont fréquents .
- La plantation d'arbres dans les bandes antiérosives risque de concurrencer les herbes qui ralentissent le ruissellement. Par exemple, l'anacardier, par sa litière abondante, empêche les herbes de pousser. Il peut jouer un rôle de pare-feu mais ne réduit pas le ruissellement. D'un autre côté, le maintien d'herbes freine le démarrage des jeunes arbres et impose le risque d'un passage destructeur du feu.
- Il existe un risque de compétition avec les cultures, en absence de gestion des branches et des racines. Les arbres fruitiers ont souvent des branches qui s'étalent. Par ses racines traçantes, l'eucalyptus exerce un effet dépressif observé (Ouro Alhadji) sur les cultures situées en lisière de

la ligne d'arbres, sur des champs épuisés. Par contre, on a pu observer que la concurrence entre de beaux eucalyptus et les cotonniers se limitait à un mètre sur une bonne terre labourée à ras des arbres. Le réseau racinaire superficiel étant raccourcis, les eucalyptus développent un réseau profond, moins agressif pour les cultures.

c. Propositions

- > Former les paysans à l'émondage des branches basses et à la gestion des racines superficielles en limite de parcelles ou sur les bandes antiérosives ;
- > Proposer des arbres comme piquets vivants pour isoler des fragments d'espace pour la culture, les animaux ou l'exploitation des résidus par le troupeau ;
- > Faire planter des arbres fruitiers autour des fosses fumières-compostières-poubelles pour assurer leur ombrage ;
- > Sélectionner les espèces pouvant s'enraciner rapidement par macro-bouture pour former des enclos ;
- > Privilégier la plantation d'arbres qui procurent des produits valorisés : bois divers, produits non-ligneux (fruits, fourrages, résines, éléments à usage pharmaceutique) ;
- > Intervenir auprès du service des Eaux et Forêts pour qu'il allège les interdits d'élagage des arbres utiles ;
- > En zones pionnières, faire protéger du défrichement agricole des espèces locales utiles : arbres grands producteurs de biomasse (*Isobertinia doka*), arbres très bons fourragers (*Afzelia africana*).

IV. EVALUATION GLOBALE ET SUGGESTIONS

Une fois évaluées l'une après l'autre les actions techniques du DPGT en rapport avec la fertilité des sols, dans leurs pertinence et efficacité, il s'agit d'adopter des points de vue plus synthétiques sur la méthode du Projet, l'adéquation de ses thèmes d'intervention avec les connaissances scientifiques d'une part, avec les attentes paysannes de l'autre.

4. 1. La méthode de sensibilisation et vulgarisation

a. Appréciations des paysans

* Les paysans rencontrés apprécient l'approche, la sensibilisation, les propositions d'actions, le suivi fréquent des agents du Projet. Quelques appréciations ont été relevées ; « le Projet n'est pas à critiquer, il nous aide beaucoup » et l'intervenant en profite pour l'opposer aux méthodes de la Sodecoton, en particulier à son principe de la solidarité collective ; « si tu adoptes la façon de travailler montrée par le Projet, ça va bien » (*Do yaha BoDDum*).

* Grâce au Projet, des paysans estiment qu'ils ont progressé et ils espèrent d'autres actions pour continuer à le faire. Certains disent qu'ils ont pris connaissance récemment, par le

Projet, de l'utilité du fumier : *Do wooDa*, « c'est bon ». Cette découverte est étonnante de la part de migrants, anciens montagnards qui savaient parfaitement gérer la fertilité du sol pour assurer une culture continue. Ils ont rapidement abandonné leurs compétences agronomiques pour s'engager dans la culture cotonnière, en ne comptant plus que sur l'engrais minéral. À présent, le Projet leur réapprend une agriculture plus économe d'intrants externes et mieux adaptée à l'environnement naturel.

* Les paysans apprécient les aménagements antiérosifs surtout parce qu'ils améliorent la production agricole. La limitation de l'érosion semble moins appréhendée directement que par le biais d'une augmentation des rendements : *keBal Buri*, « ça donne mieux ».

* Des gens sceptiques dans un premier temps, ont essayé et maintenant adhèrent aux actions proposées. Il semble que la réponse paysanne aux propositions du Projet ne soit tout de même pas immédiate ni massive. Tel informateur au nord de Garoua reconnaît : « quand les gens du Projet sont venus faire les aménagements, moi-même je ne croyais pas beaucoup à leur utilité. Puis j'ai essayé et ça a marché : l'eau ne court pas comme avant et je récolte un peu plus ». De l'autre côté de Garoua, l'adhésion aux aménagements du DPGT semble avoir été un processus aussi long et hésitant : « pour qu'ils (les agents du Projet) obtiennent l'accord des gens (*yimBe yerda*), ça a été difficile ». L'aveu recouvre sans doute beaucoup de réticence et d'incompréhension mais aussi des tensions au sein de la communauté villageoise. Une fois de plus, c'est le constat de visu qui a convaincu : *Be laari nafuda haa bloc*, « ils se sont rendus compte de l'utilité (des aménagements) sur le bloc ». Les adhésions paysannes ne sont gagnées qu'après observation préalable. Une intervention sur la fertilité des sols se gère dans la longue durée, avec la participation paysanne. Or, le DPGT n'a commencé ses actions qu'en 1994, en prenant le relais de quelques aménagements plus anciens de la DPA. Certains aménagements n'ont pas encore rencontré de succès. La mise en culture de bandes herbeuses ou des billons tracés en travers de leur tracé signifient une incompréhension du système, une inadéquation du matériel disponible (ex. pour le semis en ligne suivant les courbes de niveau) ou un rejet paysan sans que ce rejet soit toujours définitif.

* Les paysans attendent que le Projet continue à leur apporter des idées et du crédit, des moyens. Cette attente pose la question de la diffusion de l'innovation en milieu rural. Les informateurs se présentent comme peu capables d'avoir des idées personnelles ou de prendre des initiatives, ce qui est faux naturellement. Mais ils doivent tenir compte de la pression d'un conformisme et d'un contrôle social qui les empêchent de sortir du rang. De ce point de vue, le Projet joue un rôle décisif vis-à-vis de certaines règles sociales : il permet l'initiative, l'adoption de nouveautés, l'engagement dans le progrès. En milieu rural, il n'est pas bien considéré, par exemple, de se déplacer de soi-même pour observer des façons de travailler des autres et leurs champs. « Seuls, les voisins voient, car ils me regardent faire mais les gens ne viennent pas de loin » (Dola). Or, le Projet casse ce comportement empreint de réserve. En organisant des visites d'aménagements chez d'autres villages, il propose une démarche d'ouverture, de comparaison et d'apprentissage. De ce point de vue, son existence est vraiment nécessaire aux paysans dynamiques.

* Dès que la mission a élargi les débats pour s'enquérir des besoins prioritaires des paysans, les thèmes mis en avant sont sortis du domaine de la fertilité des sols cultivés pour aborder les équipements villageois en puits, mare pour le bétail, outils agricoles et charrettes ou pousse-pousses, crédit d'amélioration de l'habitat. Ce qui relève de l'équipement et de la gestion de terroir est perçu plus facilement que la dégradation lente d'un potentiel agronomique.

b. Evaluation

* En simplifiant, le Projet met simultanément en œuvre deux méthodes de développement, en rapport avec la fertilité des sols. À Garoua, les agents du DPGT appliquent une gamme de solutions techniques prêtes à l'emploi et souvent issues de la recherche-développement. Il s'agit de sensibiliser les paysans à la dégradation des sols dont ils ne perçoivent souvent par eux-mêmes que les conséquences sur la production agricole. Ensuite, il convient de leur expliquer les remèdes proposés par le Projet et leur efficacité. C'est une démarche descendante. Dans le meilleur des cas, les villageois sont convaincus et décident d'entreprendre des travaux : « l'agent DPGT est venu nous expliquer, alors nous avons été d'accord pour construire une étable ». Ailleurs, les villageois constituent un groupement, posé comme condition préalable, mais ils adoptent plus ou moins les mesures préconisées.

* À Maroua, l'antenne du DPGT intervient selon une optique de développement local sans proposer de solution toute faite. Les actions sont entreprises à la suite d'une écoute des gens qui expriment leurs besoins. Conçues comme des réponses à ces besoins, les interventions sont élaborées par les agents du Projet en concertation avec les villageois, à travers leurs responsables de groupements. C'est une démarche remontante.

* D'après les théories actuelles du développement local et participatif, la seconde démarche serait à recommander. Cependant, elle comporte des limites et des risques. Selon elle, on ne fait rien sans une demande des villageois mais ceux-ci mettent en avant des besoins à court terme et des problèmes conjoncturels. Ils n'ont pas toujours conscience de leur intérêt général et à long terme. Ainsi, la fertilité des sols est rarement avancée comme leur préoccupation. Dès lors, les actions du Projet sont fort réduites en ce domaine dans la région de Maroua. Il n'est même pas évident que la densification du parc arboré à *A. albida* soit issue d'une demande locale ; c'est plutôt une recommandation de la recherche qui a été prise en compte. Pour le reste, il est posé que la population a su gérer jusqu'ici le potentiel de fertilité des sols, donc qu'une intervention ne s'impose pas. En appliquant cette position, l'aide du Projet ne serait souvent sollicitée qu'en situation de crise. Or, la perte de fertilité des sols est un processus lent et progressif. Lorsque les paysans sont alertés par la dégradation des sols (la production agricole est infime, les sols sont sableux et secs et ils ne répondent plus aux engrais minéraux, le ruissellement est intense), la situation est presque devenue irréversible ou implique une longue réhabilitation. En matière de fertilité des sols, la théorie de la demande locale est dangereuse. Celle de la sensibilisation des populations aux problèmes de dégradation des sols est donc préférable.

+ Les techniques et les cibles des actions de sensibilisation semblent pertinentes : visites sur place des agents du Projet qui sont bien connus par les villageois, édition de journaux en français ("Le Paysan nouveau") et surtout en foulfouldé ("Kubaruuji") qui traitent de questions liées à la fertilité des sols. Citons les articles "Fertilité et érosion des sols cultivés", "L'aménagement des parcelles" et "La jachère améliorée" dans le n° 1/97 du "Paysan nouveau" ; "Plantation du *Faidherbia*" dans le n° 5/96 du même journal. De même, le Projet a le souci de sensibiliser les chefs traditionnels (*lamidos*) et les autorités administratives (sous-préfets).

+ L'organisation de visites d'aménagements déjà fonctionnels au bénéfice de groupements en formation est un moyen très efficace de les convaincre. Le groupement de Badjengo s'est ainsi décidé, à la suite d'une visite organisée † Sanguéré Paul. Toujours au nord de Garoua, les habitants du petit village Sekandé, près de Pitoa, ont décidé des aménagements après avoir visité ceux de Dola. Chaque visite de terroir aménagé entraîne de nouvelles demandes : effet d'imitation et de fierté locale : « il faut, nous aussi, faire quelque chose pour aller de l'avant » (*min yaha yeeso*).

- Le développement "descendant" par sensibilisation des paysans comporte cependant une limite, en créant des attitudes d'attente et de dépendance à l'égard du Projet. Ce comportement est bien apparu au cours d'une conversation à propos d'une nouvelle étable fumière. Ceux qui l'ont construite avec les conseils de l'agent DPGT admettent qu'ils seraient maintenant capables de conseiller des demandeurs. Mais ils disent que les gens intéressés par une étable ne s'adresseront pas eux ; ils solliciteront uniquement l'adresse des agents du Projet. L'acquisition de nouvelles compétences ne se prolonge pas encore par leur diffusion spontanée au sein de la société paysanne. Le Projet est perçu comme un intermédiaire obligé entre les paysans eux-mêmes.

- Des villageois satisfaits de l'aide apportée par le Projet envisagent d'autres innovations mais encore par le biais des agents DPGT : « pour progresser, on attend les propositions du Projet, il y a encore des choses à faire » (Dola). Cet avis, qui se veut louangeur, révèle également l'absence d'une dynamique paysanne endogène.

- La démarche descendante du Projet occulte largement deux catégories d'acteurs paysans : les femmes et les jeunes. Il conviendrait de les associer davantage aux campagnes de sensibilisation sur la fertilité des sols. Les femmes cultivent à leur compte des parcelles en arachide sur les sols souvent les plus pauvres des exploitations.

- Les agents du Projet ne semblent pas suffisamment attentifs à des initiatives spontanées des villageois. Beaucoup de ces innovations concernent l'activité d'élevage ou plutôt les élevages :

. Le Projet ne pense qu'en termes d'élevage bovin, alors que d'autres élevages se développent, en particulier celui des porcs chez les populations non-musulmanes.

Pourquoi ne pas vulgariser des petites porcheries et la fabrication de fumier de porc ?

. À part les contrats de fumure, le Projet pense surtout à l'élevage des chefs de famille.

Or, dans une famille, beaucoup de personnes investissent dans le bétail, en bovins et petits ruminants : « ici, tout le monde a du bétail, les femmes comme les hommes » (Dola). Pourquoi ne pas intéresser ceux qui ne possèdent pas de champs, à titre personnel, à produire tout de même du fumier ?

Trouver un moyen de fixer le prix de divers types de fumier en fonction de leur teneur en éléments nutritifs.

c. Propositions

—> Libérer la capacité des paysans à rechercher des solutions à leurs problèmes.

—> Développer des actions spécifiques en direction des femmes :

- . petits élevages et valorisation de leurs fumiers,
- . plantation de bois pour la cuisine,
- . petites citernes pour capter les eaux de pluie du toit,
- . formation des femmes dans l'agriculture et l'élevage,
- . économie d'énergie par les foyers améliorés,
- . utilisation des eaux sales pour les arbres fruitiers, la fosse fumière-compostière-poubelle.

—> Valoriser tous les élevages pour augmenter et diversifier la production de fumiers.

—> Entreprendre des investigations sur les pratiques antiérosives paysannes, de façon à faire évoluer les techniques actuelles du Projet vers des formules plus souples qui combinerait plusieurs "ralentisseurs" du ruissellement.

4. 2. L'approche aménagement des blocs cultivés.

a. Problématique

* Le bilan des eaux de surface s'enchaîne tout au long du versant ; il serait donc raisonnable de tenter une gestion de l'eau et de la fertilité au niveau d'un versant cultivé par une communauté rurale. Cette échelle d'intervention relève peut-être du volet Gestion de terroir ;

* Plusieurs terroirs visités sont en position de piémont en bas d'une montagne souvent dénudée qui fonctionne comme un gigantesque impluvium dont les eaux dévalent sur les blocs cultivés ;

* Initialement, le DPGT a aménagé des fossés de protection qui ont causé beaucoup de problèmes de ravinements et d'inondations au niveau de leurs exutoires ;

* Actuellement, on évite de concentrer les eaux dans des fossés profonds mais on cherche plutôt à les étaler sur des surfaces protégées (pâtures améliorées).

b. Propositions

—> Valoriser les eaux ruisselant des impluviums par des bandes forestières (en particulier l'eucalyptus) ou des mares, afin de réduire le cheminement des troupeaux vers les points d'eau.

—> Aménager éventuellement les pieds de montagnes en pâturages améliorés mais les sols sont souvent très pauvres dans ces secteurs.

4. 3. L'évolution de la gestion de l'eau

* Il est paradoxal de constater que les actions de protection des sols et de ralentissement des eaux de ruissellement soient limitées aux structures antiérosives. Il a été démontré que leur action positive est plus limitée que celle concernant le système cultural. (voir en particulier Roose, 1994 et Boli, Roose et al, 1996)

* Il existe 4 modes de gestion des eaux auxquels correspondent des structures antiérosives et des techniques culturales adaptées.

Modes de gestion de l'eau	structures antiérosives	techniques culturales
1. capture du ruissellement en zone semi-aride ou à saison sèche	citernes, mares seuils dans les chemins d'eau	"Zai" culture en billons micro-bassins
2. absorption totale en terrains perméables	terrasses en gradins fossés d'absorption	billonnage cloisonné paillage
3. Diversion si eaux en excédent	fossés de diversion	billonnage peu incliné
4. Dissipation de l'énergie du ruissellement	micro-barrages perméables : haies vives, bandes enherbées, cordons pierreux, lignes de défense	labour grossier litière + travail réduit

* La méthode des fossés de diversion n'est pas adaptée aux conditions de l'agriculture africaine, en particulier les sols sableux en surface (voir Roose , 1986, 1994) ;

* Le Projet a heureusement évolué vers la dissipation de l'énergie de ruissellement, en adoptant les bandes enherbées et cordons pierreux qui vont faire évoluer la surface du versant en terrasses progressives.

* Mais le billonnage et le buttage concentrent les eaux dans les sillons qui vont forcément se déverser dans un chemin d'eau, lequel n'est pas maîtrisé par des bandes d'arrêt.

* Il est donc proposé :

—> d'évoluer vers des techniques de travail du sol réduit à la ligne de plantation, sous litière de résidus de culture (cannes de sorgho, tiges de coton) ou de légumineuses ou de repousses d'adventices, comme le semis direct initié par la DPA dans la zone SEB, mais sans buttage,

—> d'aménager les chemins d'eau en renforçant les passages de la bande par des cordons de pierres,

—> de planter des arbres, marqueurs de la courbe de niveau, et d'accumuler à leur pied un minimum de paillis : cannes et souches de sorgho/ tiges de coton et touffes d'herbes,

—> d'implanter des citernes pour recueillir les eaux tombant des toits, des pistes ou des zones rocheuses

—> d'implanter des mares à objectif double :

- . de l'eau pour le bétail,
- . l'irrigation de petits jardins de contre-saison.

4. 4. La restauration de la capacité de production des sols

* La fertilité d'un sol est l'interaction entre les propriétés physiques, chimiques et biologiques qui concourent à sa capacité de production.

* Lorsqu'un sol est très dégradé, il est très difficile et peu rentable de restaurer toutes les propriétés d'un sol vierge. Il faut plus de 30 ans de jachère en zone soudano-sahélienne et plus encore en zone semi-aride. Par contre, on sait depuis peu qu'on peut réhabiliter sa capacité de production en respectant six règles :

1. maîtriser la gestion des eaux, ce qui arrête l'hémorragie de la fertilité entraînée par l'érosion et le drainage,
2. rétablir une macro-porosité par le travail du sol,
3. stabiliser cette macro-porosité par l'enfouissement de M.O. ,
4. revitaliser le sol par apport réduit de M.O. fermentée,
5. corriger le pH (>5) pour éviter la toxicité aluminique,
6. nourrir les plantes cultivées.

* La méthode du *zai* qui concentre les eaux et la fertilité dans une cuvette correspond à ce système.

* À Mbissiri, sur des sols sableux cultivés depuis 30 ans, mis en jachère sur les conseils de la Sodecoton, on a réussi après 3 ans à produire plus de 20 q/ha/an de coton et 50 q. de maïs.

* Le sol contient de grandes quantités de nutriments mais ils sont peu disponibles pour les plantes

* On est donc amené à apporter des engrais minéraux, mais ceux-ci sont chers et inopérants sur des sols dégradés.

* La matière organique du sol règle de nombreuses propriétés du sol, comme le stockage en eau et en nutriments, la porosité, l'infiltration, la stabilité structurale et la résistance à l'érosion. C'est pourquoi il ne faut négliger aucune source d'apport organique :

. La poudrette est une source pauvre en azote, de couleur brune comme les humus grossiers des forêts tempérées, et bourrée d'adventices.

. Le fumier d'étable est déjà plus riche, surtout s'il est enrichi en litière et en cendres et convenablement humidifié.

* Les sources de fumier sont cependant limitées à l'échelle d'une exploitation agricole de 5 à 10 m³ pour 1 attelage et du petit bétail : de quoi maintenir à peu près le taux de C/N sur 1 à 2 ha.

* Cependant, si le sol est carencé en phosphate, les plantes et les animaux le seront, ainsi que les animaux et les fumiers produits. Il faudra donc compléter la fumure organique par une fumure minérale en rapport avec les besoins de chaque plante.

* Au cours de cette mission, nous n'avons pas pu étudier la capacité de production mais nous avons tenté d'établir quelques indicateurs de dégradation.

* L'état de la surface du sol sur 100 points nous a montré qu'ils sont fortement pulvérulents ou encroûtés, battants et aptes au ruissellement. L'analyse des échantillons de sols superficiels d'une dizaine de couples : sol épuisé/sol productif et apport de fumier devrait nous donner quelques indicateurs chimiques : C, N, P ass., pH, teneur en A + L, teneurs en limons et sables fins, stabilité des agrégats. (voir annexe 1)

* Les résultats font l'objet d'une annexe 1, sur la conception d'un observatoire de la fertilité des sols cultivés (voir annexe 2).

4. 5. Le calendrier des travaux

a. Problématique

* La conservation des terres cultivées entraîne des coûts supplémentaires par rapport à un itinéraire technique cultural de routine. Au niveau du paysan, ce coût s'exprime surtout en terme de temps de travail.

* On observe que les activités du volet Fertilité menées par le DPGT, tels les aménagements antiérosifs, la restauration des sols dégradés par des jachères améliorées, la construction des étables fumières, la récolte des pailles pour la fabrication du fumier, etc. entrent en compétition avec les travaux culturaux, à partir de la préparation du lit de semences jusqu'à la récolte et la coupe des vieilles tiges de cotonniers.

* Une perturbation du programme du paysan entraîne inéluctablement des conséquences difficilement gérées par la suite et ce, d'autant plus que la pluviosité est imprévisible.

* Le taux d'adoption des thèmes vulgarisés dépendra donc plus de la capacité des paysans à gérer les surcharges de calendrier que de l'efficacité de la vulgarisation ou de la valeur des technologies vulgarisées.

* La direction des opérations culturales du cotonnier adopte parfois des méthodes qui peuvent entraîner des conséquences négatives pour le maintien de la fertilité des sols. Par exemple, un retard dans la coupe des vieilles tiges de cotonniers (certes dangereux pour la protection phytosanitaire), peut être sanctionné de façon collective par un refus de crédit à tous les membres du groupement concerné. Cette mesure punitive, heureusement rarement appliquée, perturbe le calendrier des activités des paysans et comporte des conséquences préjudiciables pour la fertilité des sols. Les semis tardifs de cotonniers entraînent des risques érosifs élevés, des baisses de rendement et une réduction de la capacité de remboursement d'intrants (engrais) ou d'équipements nécessaires à la gestion de la fertilité (charette pour transporter le fumier)

b. Propositions

---> Eviter de gérer les problèmes de fertilité à 2 vitesses (DPA et DPGT),

---> Privilégier le court terme (la fertilisation minérale), sans négliger le long terme (MO),

---> Le paysan assumant seul les risques à la production, la DPA devrait s'abstenir de péjorer les risques de productivité liés à la pluviosité, en imposant des sanctions collectives.

---> Si la sanction n'est pas évitable, la responsabilité du groupe ne devrait pas être engagée parce que la DPA ne maîtrise pas la gestion individualisée des paysans,

---> Le DPGT devra développer des scénarios d'utilisation du temps adaptés aux conditions variées d'exploitation agricole.

4. 6. La composante foncière

4. 6. 1. Des interventions techniques

* Les aménagements entrepris par le Projet ne sont pas de nature foncière dans leur objectif. Il s'agit d'inscrire les parcelles dans l'environnement naturel de façon à limiter et contrôler les effets négatifs de l'érosion, principalement hydrique. Pour cela, il n'est pas nécessaire d'intervenir sur les limites de parcellaire, pour les modifier ou changer leur attribution, comme le ferait un remembrement.

* Au sud du Mali, la signification technique des aménagements en courbes de niveau est évidente puisqu'ils sont entrepris exploitation par exploitation. La partie aménagée couvre un champ isolé ou un ensemble de champs relevant d'une seule exploitation, si bien que les aménageurs ne touchent pas au domaine foncier. Mais cette démarche à l'échelle du champ ne résoud pas vraiment les problèmes : la circulation de l'eau concerne plusieurs exploitations contiguës, les jachères ne peuvent être améliorées sur une parcelle isolée.

* Au Nord-Cameroun, les aménagements sont entrepris par bloc de culture impliquant plusieurs exploitants, généralement du même village. L'interlocuteur du Projet est alors un groupement d'initiative commune (GIC) qui est une entité légale ayant pouvoir de passer des contrats. Le rôle des groupements s'est accru progressivement dans la mise en œuvre des aménagements : demande écrite et signée d'intervention du Projet (il est vrai, probablement promue et conseillée au cours de réunions de sensibilisation), participation au piquetage des courbes de niveau par la mise à disposition de villageois (rémunérés par le groupement qui reverse des primes du Projet). L'aménagement antiérosif, mené en collaboration avec un groupement, suppose une procédure plus lourde qu'avec des exploitants privés mais elle reste gérable. C'est une opération qui s'affiche de nature technique.

* Les aménagements sont effectués :

. sur des terres en cours de défriche en brousse (10 000 ha au sud de Garoua et surtout dans la région de Touboro). Dans ce cas, le parcellaire s'établit en même temps que le défrichement et tient compte, normalement, de bandes herbeuses. Le parcellaire foncier s'inscrit dans l'aménagement qui a déjà délimité les dispositifs antiérosifs : il ne devrait pas surgir de difficultés d'ordre foncier ;

. sur des terres déjà cultivées (6 000 ha dans les régions de Kaélé, Guider et Garoua). Dans ce contexte, le parcellaire est antérieur à l'aménagement et leurs limites ne coïncident généralement pas.

La pose de cordons pierreux, n'entraînant que peu de perte de terres cultivables, ne nécessite pas de reprise du parcellaire. Il en va autrement des bandes herbeuses qui, larges de 2 mètres tous les 25 mètres en pente faible, imposent des pertes de terres et des discontinuités dans les anciennes parcelles.

* En terroirs anciens, les nouvelles emprises spatiales des aménagements sont vivement ressenties. Alors que les anciens blocs cotonniers avaient organisé les parcellaires en marquerteries de "quarts" carrés (50 m x 50 m), le Projet conduit au découpage de quarts allongés (25 m x 100 m). Cela implique une recomposition radicale du parcellaire. D'une intervention technique, on passe à un réaménagement foncier. Affaire souvent délicate à mener ... Pour en mesurer les enjeux, il convient de dresser d'abord une esquisse de la situation foncière, notamment dans la région de Garoua.

4. 6. 2. Diversité des situations foncières et incertitudes du statut des terres.

* Il n'est pas possible, au cours d'une courte mission et malgré un contact direct et amical avec les populations rencontrées, d'obtenir des informations fiables dans un domaine aussi difficile et parfois secret que celui du foncier. Les propositions avancées ici le sont donc sous réserve d'investigations beaucoup plus fines et recoupées qui nécessiteraient la mise en place d'un véritable observatoire d'évolution du foncier dans l'ensemble de la zone.

* En dehors des secteurs d'installation encadrée de migrants et ceux de peuplement très ancien, les terres cultivées n'ont souvent qu'un statut foncier ambigu et incertain.

* Dans les secteurs d'installation spontanée du Nord, les cultivateurs et notamment les migrants dépendent d'une hiérarchie de chefs coutumiers (*lawan, ardo, lamido*) pour accéder à la terre. Ils leur versent régulièrement des redevances foncières plus ou moins symboliques (*zakka*). Les nouveaux venus ne disposent d'aucune garantie de disposer longtemps des parcelles qu'ils cultivent ou de pouvoir agrandir leurs cultures sur des brousses voisines. Des chefs coutumiers jouent parfois sur les demandes de nouveaux venus en pratiquant une sorte de chantage foncier. De leur côté, des migrants ont une stratégie de constitution de réserves foncières et d'appropriation de terrains qu'ils n'envisagent de cultiver que plus tard.

* A ce contexte foncier plus tendu dans les espaces en cours de saturation s'ajoute des initiatives individuelles qui se réclament de la loi de 1974 selon laquelle l'accès à la propriété foncière privée est soumis à une procédure de cadastrage et de bornage. En zone sub-urbaine, les propriétés privées se multiplient, aux dépens des occupations traditionnelles.

4. 6. 3. La prise en compte du foncier par le Projet

* Officiellement, le Projet n'est pas impliqué dans les réaménagements de parcellaires qui découlent des dispositifs antiérosifs. Le "Contrat d'aménagement des parcelles" passé entre le DPGT et chaque groupement demandeur ne mentionne pas de redécoupage parcellaire. Cependant, il est stipulé que les propriétaires des parcelles concernées "ou leurs représentants" seront présents lors des travaux. C'est une garantie précieuse de leur accord, à tel point qu'en cas "d'absence répétée de participation, le Projet se réserve le droit de retirer son agent d'appui".

* Les propriétaires sont intéressés par l'aménagement, au moyen d'une prime versée "lorsqu'ils ont respecté ou fait respecter les aménagements sur leurs champs et après qu'ils aient mis en place la délimitation définitive des parcelles". Le Projet propose de redécouper les parcelles si les paysans sont d'accords sur le principe. Les nouvelles limites sont matérialisées par des piquets. Le Projet estime par contre ne pas devoir intervenir dans la redistribution des parcelles, laquelle demeure une affaire interne au village. Le Projet n'y participe que sur demande explicite du village.

* En fait, les responsables du Projet ont compris l'importance de l'aspect foncier des aménagements en terroirs anciens. C'est ce qui ressort de notes destinées aux agents : "chaque

superviseur doit s'assurer une connaissance approfondie du problème du foncier dans sa zone d'action " (c.r. de réunion, 10-11 juillet 1997). Des complications foncières ont surgi lors d'aménagements, en particulier quand des parcelles mises en location se trouvaient concernées. À présent, une enquête est effectuée avant le début des travaux pour dresser un cadastre rapide des parcelles en place et identifier leurs vrais propriétaires. Le Projet s'engage davantage dans le domaine foncier qu'il ne le déclare officiellement. Mais la signification foncière des aménagements est encore plus grande pour les paysans.

4. 6. 4. Les aménagements antiérosifs sont aussi et surtout des aménagements fonciers

* La délimitation de parcelles allongées et le bornage de bandes herbeuses par le DPGT sont interprétés par les paysans demandeurs comme une sorte de cadastrage de leurs terres, selon une procédure plus facile que le cadastrage officiel et à un coût plus avantageux.

* La demande d'un groupement de producteurs de procéder à un aménagement antiérosif est souvent dictée par un besoin de sécurisation foncière avant un souci de maîtriser l'érosion.

* Plus l'incertitude foncière est grande dans un village, plus la demande ou la pérennité d'aménagements antiérosifs sont également fortes :

- . elles sont mieux assurées par des migrants récents que des migrants déjà anciens ou des autochtones (opposition de comportements entre des villages très proches comme Ouro Dounka et Mafa Kilda à Garoua-Ouest). L'aménagement et le bornage des parcelles renforcent l'attribution faite par les chefs coutumiers. Alors que cette attribution reste soumise à des conditions et révoquée, elle est désormais interprétée comme définitive par les migrants. La crainte d'être dépossédés par le *lamido*, s'ils ne respectent pas les bandes antiérosives, explique a contrario leur respect par les migrants.

- . elles mobilisent dans l'ensemble davantage des migrants cultivateurs rassemblés en groupements et associations que des Foulbé pourtant également cultivateurs mais proches du pouvoir coutumier.

* Lorsqu'un village ou un groupement s'investit beaucoup dans un aménagement antiérosif, les voisins ne tardent pas à en comprendre les avantages fonciers et ils font également une demande au DPGT. Il se produit ainsi une émulation par secteurs qui recouvre aussi une compétition foncière entre les demandeurs.

* Lorsque l'aménagement antiérosif se double d'une redistribution du parcellaire, les bandes herbeuses en limite de nouvelles parcelles ont plus de chances d'être respectées par les cultivateurs (ex. les aménagements peu respectés de Badjengo à Garoua-Ouest, chez des migrants anciens).

4. 6. 5. Propositions

—> Ne pas traiter uniquement avec les groupements, mais impliquer également les chefs coutumiers. Au niveau local, les chefs de village "possèdent" la terre, par délégation du *lamido*. Les redécoupages de parcellaire, à la suite d'aménagements, peuvent difficilement s'opérer en dehors de leur intervention ou accord. Il est vrai que les chefs traditionnels s'opposent parfois ou cherchent à manipuler les groupements de producteurs. Mais ce n'est pas une raison suffisante pour les tenir à l'écart.

—> S'assurer de la cohésion et de la représentativité du groupement demandeur. Une autre mission d'évaluation a porté sur la professionnalisation des planteurs, notamment à travers leur organisation récente en groupements. Sans porter de diagnostic général, il semble que certains groupements n'aient pas beaucoup d'existence réelle. Des membres de groupement ne s'estiment pas obligés par ses engagements et ne les respectent pas. Des responsables de groupement se

servent de cette institution pour des stratégies personnelles qui n'ont rien à voir avec l'amélioration de la fertilité des sols (Abaïcho, 1997).

—> Les piquetages des nouvelles parcelles de culture devraient tenir compte dans la mesure du possible des anciennes limites du parcellaire. Lorsqu'un propriétaire refuse de modifier sa ou ses parcelles, conseiller la négociation ou la temporisation aux responsables de groupement. Un aménagement antiérosif doit également tenir compte des réalités humaines.

—> Des droits d'usage assez bien respectés s'appliquent aux arbres utiles préservés dans les terres cultivées. Il conviendrait d'en tenir compte dans la mesure du possible, surtout lorsque des droits de collecte (fruits) reviennent aux femmes des exploitants (karité).

—> Un suivi des attributions foncières après piquetage permettrait peut-être de prévenir des échecs enregistrés dans le respect des aménagements antiérosifs.

4. 7. L'environnement institutionnel du DPGT

4. 7. 1. Problématique

* La gestion durable de la productivité des terres du bassin cotonnier nécessite la mise en œuvre convergente d'actions de gestion foncière, recherche, vulgarisation, fourniture d'intrants et de crédits, etc... Le DPGT ne peut assurer toutes ces fonctions et le succès des actions du volet fertilité est lié au soutien apporté par les autres institutions.

* Parmi les institutions impliquées par ce volet, citons :

- . les autorités administratives et traditionnelles, pour la gestion foncière,
- . la DPA/ Sodécoton dont le Projet DPGT complète les actions, en amont et en aval,
- . l'IRAD, pour le diagnostic, l'évaluation d'hypothèses de solutions et d'impact de solutions vulgarisées,
- . les ONG spécialisées dans la diffusion de techniques spécifiques (construction des seuils dans les chemins d'eau) et la coordination des activités de vulgarisation,
- . le PNVA, pour coordonner les actions d'établissement de diagnostic participatif et de vulgarisation,
- . les groupements de paysans existants ou suscités par le Projet. Ils sont demandeurs de services et ils représentent des cibles de vulgarisation et de formation en matière de fertilité et de productivité des terres cultivées.

* Le Projet a progressivement développé ces liens de façon satisfaisante, à l'exception de ceux avec le PNVA.

4. 7. 2. Propositions

—> Susciter des relations actives et confiantes avec tous les partenaires institutionnels,

—> Poursuivre la sensibilisation des autorités responsables de la gestion foncière, sur la nécessité d'une sécurisation foncière, seul gage d'une forte motivation des paysans pour l'utilisation conservatoire des terres,

—> Poursuivre la participation à la recherche et à la vulgarisation des solutions plus durables car on ne dispose pas des informations sur la durabilité des solutions vulgarisées,

—> Mettre en place un observatoire de la productivité des sols protégés par le Projet.

V. CONCLUSIONS : LES PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

5. 1. Globalement, les actions proposées par le DPGT ont été perçues très positivement par les producteurs. Certes, nous ne pouvons prétendre avoir consulté un échantillon représentatif de tous les terrains et de toutes les situations humaines. Mais la plupart des appréhensions des paysans ont été progressivement levées. L'approche technique apparaît comme une force de propositions et de moyens réalistes dans laquelle les planteurs ont pu choisir les actions qu'ils ont décidé d'entreprendre pour protéger leur terre et améliorer leur capacité de production.

5. 2. La méthode de sensibilisation aux problèmes de dégradation et de restauration de la fertilité des sols est unanimement appréciée par les producteurs. Ceux-ci reconnaissent que, grâce au Projet, ils ont progressé et ils attendent d'autres propositions d'actions pour évoluer encore. Basées sur le respect des priorités paysannes, ces actions ont beaucoup de chances de réussir. Mais le DPGT doit rester une force de propositions d'actions nouvelles, un appui de proximité, un outil de valorisation des initiatives locales et un encouragement aux paysans qui peuvent se prendre en charge.

5. 3. La protection des sols passe par une saine gestion des eaux de surface. Le Projet a heureusement évolué, des fossés de diversion peu adaptés aux conditions d'entretien, vers des structures simples de dissipation de l'énergie de ruissellement. On pourrait encore imaginer plus de souplesse et l'adoption, par exemple, de techniques traditionnelles, une réduction des bandes enherbées à de simples alignements d'arbres avec paillis à leur pied. Mais le plus efficace pour réduire le ruissellement serait de modifier le système de culture, en passant du labour qui expose le sol à l'ardeur des pluies à un travail réduit à la ligne de plantation sous litière.

5. 4. La matière organique du sol est à la base de la fertilité des sols tropicaux. La fumure organique disponible n'est pas suffisante et les poudrettes restent de qualité médiocre. Le Projet doit poursuivre son action de valorisation de toutes les techniques possibles pour augmenter le volume et la qualité des produits, afin de compléter la fumure minérale qui reste incontournable. En plus de son intérêt agronomique, la fumure animale engage les producteurs dans une dynamique de développement et de professionnalisation. Progressivement, ils prennent en charge la responsabilité de leur environnement rural.

5. 5. L'amélioration des jachères par des légumineuses est une technique valable pour réduire la durée des jachères mais son adoption est difficile. Dans l'Extrême-Nord, la pression foncière est telle qu'il n'existe presque plus de jachère, tandis que dans la zone pionnière du sud, les feux et l'élevage extensif posent beaucoup de problèmes. Nous estimons qu'il faut étendre des actions de démonstration chez les paysans les plus ouverts.

5. 6. La densification des parcs à *Acacia albida* rencontre un grand succès. Il reste à donner un nouvel essor à l'utilisation d'une large variété d'arbres dans l'espace agricole. Ils produisent de 3 à 5 t./ha/an de feuilles dans un parc : on aurait tort de se priver de cette source gratuite de fertilisants. Les paysans ont souvent d'autres priorités : bois de perches, de chauffe et arbres d'alignement sur les courbes de niveau. Contrairement à d'autres régions, la plantation d'arbres ne semble pas soulever trop de problèmes fonciers mais une analyse détaillée du statut des arbres utiles serait nécessaire.

5. 7. Nous ne pouvons qu'encourager la politique du DPGT de formation des groupements d'hommes et de femmes en milieu rural mais aussi de l'information des décideurs et de l'ensemble de la population rurale par les journaux, la radio et la télévision.

Nous suggérons par ailleurs une participation active au Colloque International sur "l'Homme et l'Erosion" qui se tiendra à Yaoundé, dans le Nord et dans les montagnes de l'Ouest en décembre 1998. Vous y rencontrerez des chercheurs et des développeurs privés et publics concernés par vos projets et une masse d'idées qui vous encouragerons à tenter au Cameroun des actions qui ont réussi ailleurs.

5.8. Pour suivre l'évolution de la situation et évaluer pas à pas la pertinence des différentes actions entreprises par le Projet, nous proposons un renforcement des recherches d'accompagnement du développement, en particulier dans le cadre de l'observatoire de la fertilité des sols et de l'évolution socio-économique des populations concernées.

En conclusion, le Projet est dans la bonne direction. La route du développement est longue et notre évaluation, en présentant une longue liste d'améliorations possibles, ne prétend à rien d'autre qu'à encourager le Projet à progresser sur cette voie.

6. ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE

- ABAICHO Madoum, 1997, *Etude sur la perception des aménagements dans les villages situés sur l'axe Ngong-Garoua*. DPGT, 8 p. multigr.
- BERGER (M.), 1996, Fumure organique : des techniques améliorées pour une agriculture durable. *Agriculture et développement*, n° 10, p. 37-46.
- BERGER (M.), 1996, L'amélioration de la fumure organique en Afrique soudano-sahélienne. *Agriculture et développement*, 8 fiches, hors-série.
- BOLI B.(Z.), BEP A. (B.), ROOSE (E.), 1991. - Enquête sur l'érosion en région cotonnière du Nord-Cameroun. *Bull. Réseau Erosion*, 11, 127-138.
- BOLI BABOULE (Z.), 1996. Fonctionnement des sols sableux et optimisation des pratiques culturales en zone soudanienne humide du Nord-Cameroun. ORSTOM, Montpellier, *TDM* n° 160, thèse univ. Dijon, 344 p.
- BOLI B (Z.), ROOSE (E.), BEP A ZIEM (B.), SANON (K.), WAECHTER (F.), 1996. - Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et maïs, sur un sol ferrugineux tropical sableux. Recherche d'e systèmes de culture intensifs et durables (Mbissiri, 1991-92). In *Cah. ORSTOM Pédol.*, 28, 2 : 309-326.
- BOYER (J.), 1970. - Essai de synthèse des connaissances acquises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique intertropicale francophone. ORSTOM, Paris, 175 p.
- CIRAD-Forêt, 1993. Les terres hardé ; caractérisation et réhabilitation dans le bassin du Lac Tchad. *Cah. scient.*, n° 11 - *Mém. et trav. de l'IRA*, n° 6, 121 p.
- CRETENET (M.), 1990 . - Efficacité agronomique des engrais et amendements en agriculture fixée. In « Savanes d'Afrique et terres fertiles ». Mini. Coop.-Cirad Montpellier, déc, 1990 : 419-438.
- CRETENET (M.), 1993. - Conception de systèmes d'agriculture durable. expérimentations et enquêtes dans l'étude de la fertilité des sols. In « Sustainable land management in African semi-arid and subhumid regions ». J.Ganry, B. Campbell editors, Proc. SCOPE Workshop, Dakar. Cirad Montpellier, sér. Colloques, pp.131-141.
- DUGUE (P.), 1986. Appropriation des techniques de lutte contre l'érosion et le ruissellement par les paysans du Yatenga. *Séminaire CIRAD*, Montpellier, 12 p.
- DUGUE (P.), 1995. *Amélioration de la production et de l'utilisation de la fumure organique animale en zone cotonnière du Nord-Cameroun ; résultats préliminaires*. 20 p. multigr.
- DUGUE (P.), 1997. *Remarques sur la note : "Perception des aménagements antiérosifs dans les villages..."*. 3 p. multigr.
- DUGUE (P.), ROOSE (E.), RODRIGUEZ (I.), 1993. L'aménagement de terroirs villageois et l'amélioration de la production agricole au Yatenga, Burkina Faso. *Cah. ORSTOM, sér. Pédologie*, 28, 2 : 385-402.

- DUGUE (P.) et al., 1997. - Diversité des situations agricoles et problématiques de développement de la zone cotonnière. in SEYNI BOUKAR et al. : *Agricultures des savanes du Nord-Cameroun*, p. 43-57.
- ESSANG (T.), VALLEE (G.), DOUZET (J.M.), 1997. - Aménagement des terroirs : impact et perception paysanne. Cas du périmètre antiérosif de Sanguéré-Djalingo. in SEYNI BOUKAR et al. : *Agricultures des savanes du Nord-Cameroun*, p. 243-253.
- GIGOU (J.) et al., 1997. - Aménagements des champs pour la culture en courbes de niveau au sud du Mali. *Agric. et développement*, n° 14 : 47-57.
- GONDJI (E.), 1998. Conflit entre les agriculteurs de Zidim et les éleveurs transhumants. DPGT Cameroun, 5 p. multigr.
- HARMAND (J.M.), NJITI (F.C.), NTOUPKA (M.), 1997. Gestion de l'arbre et des formations naturelles de savane en zone soudanienne. in SEYNI BOUKAR et al. : *Agricultures des savanes du Nord-Cameroun*, p. 71-87.
- IYEBI MANJECK (O.), 1996. - *Terroir de Sangueré-Ngal ; immigration spontanée et préservation du potentiel pédologique*. DPGT, 35 p.
- IYEBI MANJECK (O.), SEIGNOBOS (C.), 1991. - *Le terroir de Wuro Labbo I*. DPGT, 22 p.
- IYEBI MANJECK (O.), SEIGNOBOS (C.), 1997. - Le suivi des migrants mafa à travers 4 terroirs. in SEYNI BOUKAR et al. : *Agricultures des savanes du Nord Cameroun*. CIRAD-CA, p. 159-188.
- LAMACHERE (J.M.), SERPANTIE (G.), 1990. - Valorisation agricole des eaux de ruissellement et lutte contre l'érosion des champs cultivés en mil en zone (Bidi au Burkina). *Bull. Réseau Erosion*. ORSTOM, Montpellier, n° 11 : 88-104.
- MARCHAL (J.Y.), 1979. - L'espace des techniciens et celui des paysans. in Maîtrise de l'espace agraire et développement. *Mém. ORSTOM*, n° 89, Paris.
- MARCHAL (J.Y.), 1986. - Vingt ans de lutte antiérosive au nord du Burkina Faso. *Cah. ORSTOM, ser. Pédologie*, 22, 2 : 173-180.
- MASSE (D.) et al., 1995. - Réhabilitation de vertisols dégradés (sols hardés) au Nord-Cameroun. in PONTANIER et al. : *L'Homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* Ed. John Libbey Eurotext, Montrouge, p. 127-137.
- MASSE (D.), FLORET (C.), PONTANIER (R.), SEYNI BOUKAR (L.), 1996; - Amélioration du régime hydrique des vertisols dégradés du Nord-Cameroun en vue de leur réhabilitation. *Cah. ORSTOM Pédol.*, 28, 2 : 203-216.
- MIETTON (M.), 1986. - Méthodes et efficacité de la lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso. *Cah. ORSTOM, ser. Pédologie*, 22, 2, p. 181-196
- PIERI (C.), 1989. - Fertilité des terres de savane : bilan de 30 ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Min. Coopération, CIRAD, Montpellier, 444 p.
- ROCHETTE (R.), 1989. Le sahel en lutte contre la désertification. CILLS/PACC/GTZ, 592 p.

- ROOSE (E.), BERTRAND (R.), 1971. - Etude de la méthode des bandes d'arrêt pour lutter contre l'érosion hydrique en Afrique de l'Ouest. *Agron. Tropicale*, 26, 11:1270-1283.
- ROOSE (E.), 1986. - Terrasses de diversion ou microbarrages perméables ? *Cah. ORSTOM, ser.Pédologie*, 22, 2 : 197-208.
- ROOSE (E.), 1987. - GCES dans les paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale. in « Soil, crop water management for rainfed agriculture in the sudano-sahelian zone ». *Proc. ICRISAT/INRAN*, Niamey, 385 p.
- ROOSE (E.), DUGUE (P.), RODRIGUEZ (L.), 1992. - La GCES, une nouvelle stratégie de lutte antiérosive appliquée à l'aménagement de terroir en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Bois et forêts des tropiques*, 233,3 : 49-63.
- ROOSE (E.), 1994. - Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). *Bull. Pédologique FAO*, Rome, n° 70, 420 p.
- ROOSE (E.), KABORE (V.), GUENAT (C.), 1996. - Le ZAÏ. Fonctionnement, limites et améliorations d'une pratique traditionnelle africaine de restauration de la végétation et des sols en région soudano-sahélienne (Burkina-Faso). *Cah. ORSTOM Pédol.*, 28, 2 : 159-174.
- ROOSE (E.), 1996. - Méthodes de mesures des états de surface du sol, de la rugosité et des autres caractéristiques qui peuvent aider au diagnostic des risques de ruissellement et de l'érosion, en particulier sur les versants cultivés des montagnes. *Bull. Réseau Erosion* 16 : 87-97.
- SEIGNOBOS (C.), 1993. - Hardé et karal du Nord-Cameroun ; leur perception par les populations agropastorales du Diamaré. in CIRAD : *Les terres hardé...*, p. 9-28.
- SEIGNOBOS (C.), 1997. - Maîtrise de l'eau et contrôle de l'érosion : l'exemple mafa (Nord-Cameroun). in JUNGRAITHMAYR et al. : *L'homme et l'eau dans le bassin du Lac Tchad. Méga-Tchad*, ORSTOM, *Coll. et sém.*, p. 351-365.
- SEIGNOBOS (C.), 1998. - Techniques traditionnelles de création de sols derrière des murettes en pierres sur les Monts Mandara et de restauration de la capacité de production des sols "hardé" au Nord-Cameroun. *ORSTOM-Actualités*, 3 p. sous presse.
- WISCHMEIER (W.H.), JOHNSON (C.B.), CROSS (B.V.), 1971. - A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *J. of Soil and Water Conservation*, 26, 5 : 189-192.
- WRIGHT (P.), 1985. - *La gestion des eaux de ruissellement*. OXFAM, Projet Agroforestier, Province du Yatenga, Burkina Faso, 38 p.
- Nous recommandons en particulier :* les trois numéros spéciaux « érosion » des Cahiers ORSTOM, série Pédologie : le n° 22, 2 : l'efficacité des méthodes de lutte antiÉrosive, le n° 25, 2 : l'érodibilité des sols et l'érodabilité des terres, le n° 28, 2 : la restauration et la gestion des sols.
- Commandes à ORSTOM, service de diffusion, 32 rue Varagnat, F 93 143 Bondy, France:200FF.
- * Roose, 1994. - Introduction à la CGES. *Bull. FAO, pédologie*, n° 70, 420 p. (à commander à la FAO, viale delle terme di Caracala, Dept. AGLS, Rome, Italie).

7. ANNEXE 1 : COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS D ANALYSE DES SOLS DEGRADEES

Objectifs

La dégradation des sols se marque par la péjoration de leurs propriétés chimiques, physiques et biologiques, ou tout au moins de l'une d'elles, en deçà de certains seuils. Pour préparer la méthodologie nécessaire pour établir un observatoire de l'évolution de la fertilité des sols aménagés, nous avons voulu profiter de notre passage sur le terrain pour évaluer la variabilité des principaux indicateurs de fertilité des sols et les comparer sur des terres à différents niveaux de productivité (en particulier sur des sols notablement dégradés et des sols en bon état).

Méthode :

Nous avons observé sur le terrain l'état physique de la surface des sols et les résidus de la production de la dernière culture de coton ou de maïs ; nous avons prélevé 20 échantillons de l'horizon labouré (10 cm), composé de 4 prises au tube, sur le billon.

Nous avons également prélevé 4 échantillons de matières organiques pouvant servir à la restauration de la capacité de production des sols : des fécès d'âne, du fumier d'étable peu évolué, des poudrettes desséchées, des poudrettes en croûte datant de la saison des pluies précédente et de la terre de parc recueillie près des piquets d'attache des bovins.

Il ne s'agit donc pas d'une étude systématique mais d'une exploration des indicateurs de fertilité au cours de cette enquête rapide

Résultats

1/. L'état de la surface du sol.

Trois indicateurs ont été estimés à partir du comptage des points représentatifs sur 5 transversales de 2 mètres (% sur 100 lectures) :

1.1.- **la surface couverte du sol** (% de points recouverts par une litière morte, par des adventices et plantes rampantes et par les cailloux) est un indicateur des risques d'érosion et du ruissellement. La surface couverte par la canopée à plus de 50 cm du sol est beaucoup moins efficace que le couvert qui rampe à la surface du sol lequel absorbe toute l'énergie de la pluie et celle du ruissellement ;

1.2.- **la surface fermée du sol** (= % des points où le sol est couvert par une pellicule de battance, une pellicule d'érosion (épaisseur=1mm), une croûte de sédimentation (E=3 à 30 mm), ou une croûte de tassement et les cailloux inclus dans les croûtes) : c'est un indicateur très sensible des risques de ruissellement.

1.3.- **la surface couverte par des cailloux** (% des points couverts de cailloux de > 1cm) : c'est un indicateur en relation inverse avec le risque d'érosion, le risque de ruissellement (si les cailloux ne sont pas inclus dans les croûtes) et la capacité de stockage en eau de l'horizon travaillé du sol.

Les observations ayant été faites après le ramassage du coton et du maïs, l'état de la surface du sol est apparu pulvérulent et dégradé par le passage des hommes et du bétail.

Les rares observations que nous avons pu faire ont montré que tous les sols dégradés sont fermés à plus de 80% par des croûtes de sédimentation dans les sillons et des pellicules sur les billons.

Le taux de surface couverte varie beaucoup de 10 à 30%, car toutes les adventices, les pailles et feuilles d'arbres ne sont pas encore totalement consommées par le bétail et le feu.

Le taux de cailloux observé est resté faible (1 à 15%), mais peut localement réduire significativement les risques érosifs sur piémonts des falaises, les éboulis de cuirasse et les collines rocheuses. Ceci pourrait expliquer qu'au-delà de certaine pente (>25%), l'érosion en nappe ne croît plus, car le ruissellement diminue (décapage des croûtes) et se heurte à la rugosité des cailloux.

Pour que cette observation des états de surface ait le maximum de sens, il faudrait la faire après les dernières techniques culturales et avant la récolte, en septembre-octobre au Nord-Cameroun.

2/. La capacité d'infiltration et de stockage des eaux :

Nous avons développé plusieurs méthodes rapides pour estimer la capacité d'infiltration d'une surface représentative (1m²) à l'aide de dispositifs très simples (voir Roose, 1996). La brièveté de notre mission d'évaluation ne nous a pas permis de les tester (il faut disposer de 60 minutes par test), mais ces tests ont leur place dans un observatoire de la fertilité des sols car la capacité à infiltrer une pluie intègre la majeure partie des caractéristiques physiques qui influencent le fonctionnement hydrique des horizons cultivés.

La capacité de stockage en eau peut se calculer rapidement à partir de la différence d'humidité du sol à capacité au champs (= pF 2 pour les sols sableux à < de 10% d'argile, pF 2.5 pour les sols équilibrés, pF 3 pour les sols argileux à > de 40% d'argile) et de l'humidité au point de flétrissement (pF 4.2).

Dans notre échantillon de sols sableux, la capacité de stockage varie peu, entre 9 et 11 % pondéraux, ce qui veut dire que chaque mm d'irrigation peut mouiller 1 cm de sol sec au point de flétrissement. La réduction de stockage en eau en fonction de la dégradation serait de l'ordre de 20 % de la capacité de stockage.

3/. La stabilité des macro-agrégats.

Dans la méthode de Rosenau et Qemper (1990), la terre fine tamisée à 2 mm est soumise à une immersion brutale dans l'eau pendant une demie heure, puis tamisée dans l'eau permutée, séchée à 105°C et pesée. On en soustrait le taux de sable grossier (>200 μ). Le test a été réalisé au LCSC de l'ORSTOM à Montpellier par le Dr. Ernest Kouakoua, sur 4 échantillons de 20 g pour chacun des 20 échantillons.

On observe que pour l'ensemble des échantillons, il n'y a pas de relation significative avec le taux de carbone du sol. Par contre, lorsqu'on compare le taux de macro-agrégats stables avec le taux de carbone à un même site, on constate qu'ils varient parallèlement, en fonction du mode de gestion du sol : plus le sol a été cultivé depuis longtemps, plus le sol est pauvre en MO et en macro-agrégats stables.

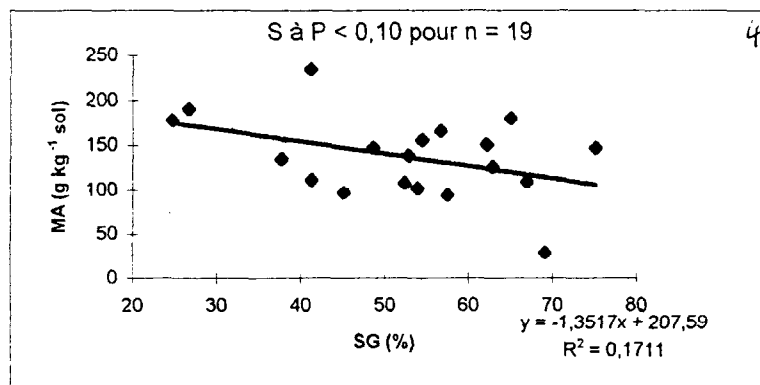
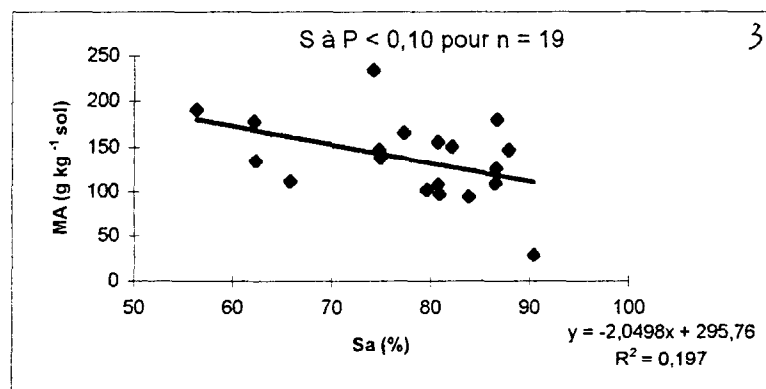
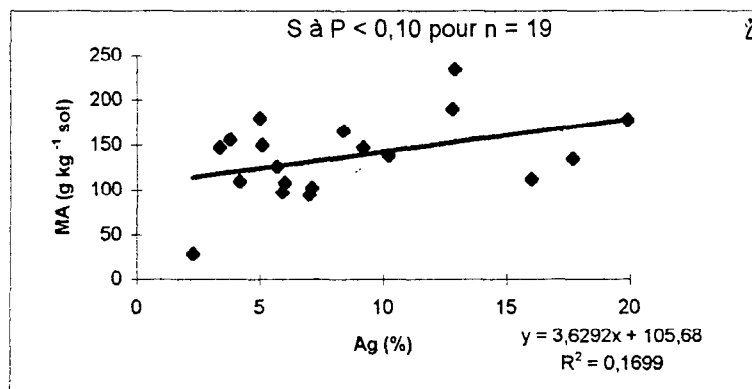
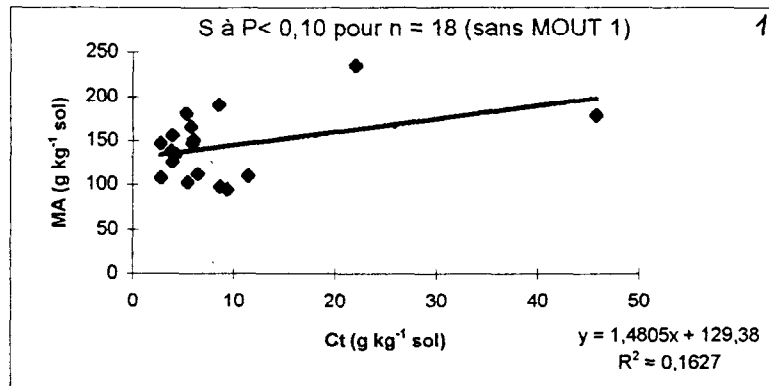
Le taux de MO du sol n'est donc pas le seul facteur explicatif du taux de macro-agrégats stables : le taux d'argile et de sable grossier interviennent significativement (figures) et probablement le taux de fer libre, pas testé.

Bien que le coefficient de variation reste faible (donc les manipulations ont été faites avec soin), les corrélations ne sont pas très significatives car l'échantillon de sols ne comprend que des sols pauvres en argile (<20%) : la variabilité du taux de carbone, argile, bases, etc... est donc faible.

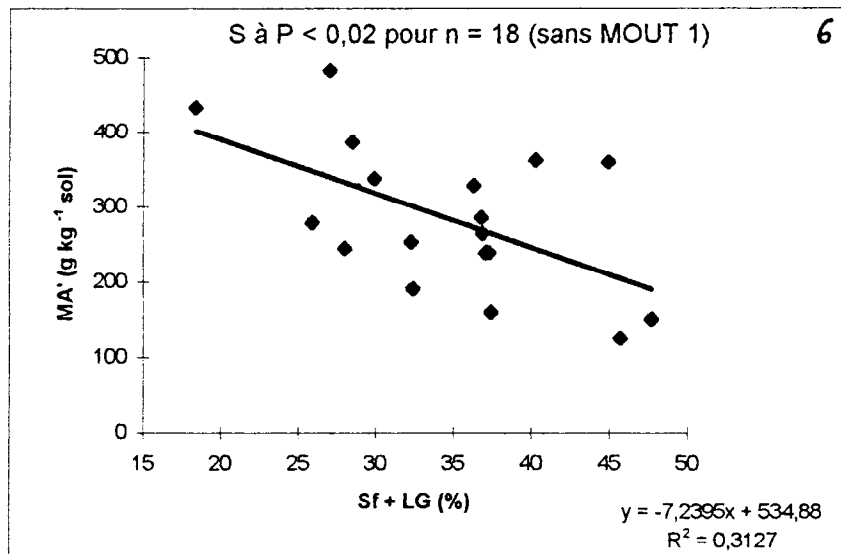
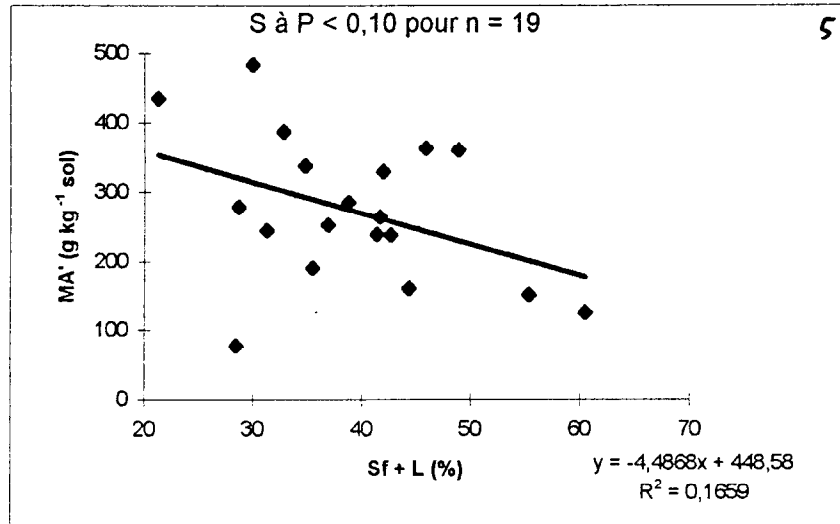
Le taux de macro-agrégats stables nous semble un bon indicateur de la résistance du sol à la battance et à l'humectation : il donne des résultats répétitifs sans demander de matériel très sophistiqué, avec très peu de matière (100 g. suffisent).

Il semble qu'on puisse définir un seuil de 10 % en deçà duquel le sol manifeste une forte instabilité. Cependant, le niveau du seuil devrait être précisé pour des sols plus argileux ou plus

Relations entre taux de macroagrégats stables à l'eau (MA) et teneurs en carbone total (Ct), argile (Ag), sables totaux (sa), et sables grossiers (SG)



Relations entre taux de macroagrégats stables à l'eau (MA') et teneurs en sables fins + tous limons (Sf + L),
et sables fins + limons grossiers (Sf + LG)



Annexe 1. Résumé des analyses physiques des 20 échantillons de sols (0 - 10 cm) prélevés au cours de la mission d'évaluation "DPGT volet fertilité".
Les résultats sont exprimés en g kg⁻¹ sol.

N°	Echantillons		SG	MA	MI	ME	MA'	MI'
1	GAT 2	moy	505,0	94,2	21,4	379,4	190,3	43,3
		ecart type	7,8	3,1	1,5	4,0	3,8	2,6
		CV %	1,6	3,3	7,0	1,1	2,0	5,9
2	GAT 3	moy	352,8	234,4	26,3	386,5	362,2	40,6
		ecart type	4,1	2,1	1,7	3,5	4,4	2,4
		CV %	1,2	0,9	6,6	0,9	1,2	6,0
3	MOUT 1	moy	630,6	28,5	35,4	305,5	77,1	95,8
		ecart type	6,2	1,4	1,1	3,8	2,6	1,5
		CV %	1,0	5,0	3,2	1,2	3,4	1,6
4	MOUT 2	moy	606,9	109,5	15,9	267,7	278,8	40,4
		ecart type	18,9	4,0	1,2	14,4	4,2	2,5
		CV %	3,1	3,7	7,6	5,4	1,5	6,3
5	MOUT 3	moy	473,3	177,7	27,6	321,4	337,4	52,5
		ecart type	14,0	2,4	0,2	11,8	5,0	1,4
		CV %	3,0	1,4	0,9	3,7	1,5	2,7
6	MOWO 1	moy	484,4	147,0	18,5	350,1	285,2	35,9
		ecart type	5,5	2,9	1,4	4,0	3,4	2,8
		CV %	1,1	2,0	7,4	1,2	1,2	7,9
7	MOWO 2	moy	345,9	155,8	36,3	461,9	238,3	55,6
		ecart type	12,2	5,4	0,7	10,1	7,3	0,8
		CV %	3,5	3,5	2,0	2,2	3,1	1,5
8	MOWO 3	moy	181,5	102,6	56,8	659,1	125,4	69,5
		ecart type	8,5	2,5	7,7	14,3	4,2	9,5
		CV %	4,6	2,4	13,5	2,2	3,4	13,7
9	MOWO 4	moy	256,9	111,6	54,7	576,9	150,1	73,6
		ecart type	6,9	8,3	0,5	9,1	10,7	1,3
		CV %	2,7	7,5	0,9	1,6	7,2	1,8
10	MBI 0-0	moy	490,1	134,5	41,4	334,0	263,8	81,2
		ecart type	11,9	3,2	0,2	9,3	3,7	1,7
		CV %	2,4	2,4	0,5	2,8	1,4	2,1
11	MBI D2	moy	452,7	138,4	79,5	329,4	252,9	145,3
		ecart type	7,5	4,2	0,2	8,2	8,1	1,8
		CV %	1,7	3,1	0,2	2,5	3,2	1,2

Annexe 1. Résumé des analyses physiques des 20 échantillons de sols (0 - 10 cm) prélevés au cours de la mission d'évaluation "DPGT volet fertilité".
Les résultats sont exprimés en g kg⁻¹ sol.

N°	Echantillons		SG	MA	MI	ME	MA'	MI'
12	MBI D3	moy	638,3	98,4	28,8	234,5	272,1	79,7
		ecart type	9,0	2,4	0,5	8,0	6,5	2,1
		CV %	1,4	2,5	1,7	3,4	2,4	2,6
13	MBI D8	moy	496,8	165,4	33,4	304,4	328,6	66,5
		ecart type	14,2	6,2	0,5	8,0	3,6	1,9
		CV %	2,9	3,8	1,6	2,6	1,1	2,8
14	MBI D10	moy	5548,1	107,9	52,5	291,5	238,7	116,3
		ecart type	6,0	2,3	0,5	7,7	7,2	2,5
		CV %	1,1	2,2	0,9	2,6	3,0	2,2
15	MBI D16	moy	471,3	190,3	29,3	309,1	359,9	55,5
		ecart type	11,6	3,3	0,4	9,1	3,9	1,7
		CV %	2,5	1,7	1,3	2,9	1,1	3,0
16	MAFA 1	moy	661,0	147,0	24,4	167,6	433,7	72,0
		ecart type	12,9	4,6	0,4	8,5	3,3	3,5
		CV %	1,9	3,2	1,8	5,1	0,8	4,9
17	MAFA 2	moy	627,4	180,0	25,7	167,0	483,0	68,9
		ecart type	7,6	3,6	0,9	4,2	0,6	2,9
		CV %	1,2	2,0	3,5	2,5	0,1	4,2
18	MAFA 3	moy	611,6	150,2	31,2	207,0	386,7	80,3
		ecart type	12,4	5,6	1,2	7,0	4,7	1,8
		CV %	2,0	3,7	3,8	3,4	1,2	3,5
19	Badjengo	moy	391,1	97,2	52,5	459,2	159,6	86,2
		ecart type	12,8	2,7	2,2	10,5	3,7	3,1
		CV %	3,3	2,8	4,3	2,3	2,3	3,6
20	OURO 4	moy	484,9	125,9	33,9	355,3	244,4	65,8
		ecart type	7,4	2,5	0,5	5,9	3,3	1,6
		CV %	1,5	2,0	1,4	1,7	1,4	2,4

* SG = Sables grossiers, MA = Macroagrégats stables, MI = Microagrégats, ME = Mésoagrégats, MA' = Macroagrégats stables / (sol - SG), MI' = Microagrégats / (sol - SG)

riches en limons et sables fins, responsables d'après Wischmeier et al. (1972) de l'instabilité des sols.

4/. La texture du sol.

Théoriquement, le stockage en eau, en cations et nutriments des sols sont liés au taux d'argile et de matières organiques.

Le taux d'argile, la nature des argiles et la capacité d'échange des cations (CEC) sont des indicateurs de la fertilité des sols. Dans l'échantillon des sols prélevés, la teneur en argile est inférieure à 20% et même à 10% pour la majorité d'entre eux : ce sont donc des sols pauvres, à faible capacité de stockage en eau et en cations.

Par contre ces sols sont riches en sables grossiers (40 à 70%), donc filtrants, peu résistants à la battance des pluies, susceptibles au tassement par humectation et en définitive battants et à l'origine d'un fort ruissellement s'ils sont dénudés et travaillés.

Le taux de sable fins et limons est un indicateur de sol instable, très sensible à la battance et au tassement. (Wischmeier, Jhonson et Cross, 1972, cité dans Roose, 1994)

Sur les loess des régions tempérées on a défini un indice de battance égal à

Indice de battance = $\frac{\text{Limon} + \text{Sable fin}}{\text{Argile} + 10 \times \text{MO}}$

5/. Le taux de matières organiques.

Le taux de carbone des sols sableux dégradés est très faible (C= 0,2 à 0,3 %) (Boli et al, 1996).;

Le seuil serait de l'ordre de MO = 0,5% pour les sols très sableux (Pieri, 1989 , page 330);

1% pour les sols sablo-limoneux

1.5%.....argileux (A+L>35%)

Les échantillons prélevés sous des arbres où le sol n'a pas été cultivé depuis longtemps montrent des taux de carbone dix fois plus élevés, mais après 4 à 10 ans de culture, on ne voit plus guère de différence.

La culture du coton et des céréales entraîne une diminution très rapide du taux de MO du sol par minéralisation rapide non compensée par les apports de litière et encore accélérée par l'érosion sélective et par le travail répété du sol.

Le taux d'azote total est généralement faible et lié au taux de carbone.

La quasi totalité des sols de savane sont carencés en azote : ce n'est pas un bon indice.

Le rapport C/N, indique le taux de minéralisation du sol : il est généralement bon (~10).

Lorsqu'il dépasse 12, il indique un manque d'azote ou un humus un peu plus grossier.

Lorsqu'il est inférieur à 8, il indique une grande pauvreté en MO.

Le taux de carbone et le C/N sont de bons indicateurs de l'activité microbienne des sols, à juger en relation avec le taux d'argile

Pieri (1989, page.330) propose un indice de stabilité structurale $St = \frac{\text{MO}}{\text{A} + \text{L}} \%$

si $St < 5$sol physiquement très dégradé,

< 7sol instable, à risque élevé de déstructuration,

> 9sol stable ne présentant pas de risque dans l'immédiat.

Mais comme le taux de MO diminue de 50 % en 4 à 10 ans , on voit que les sols passent rapidement d'un état stable après défrichement, à un état instable après 4 à 10 années de culture

6/. Le pH et la toxicité aluminique.

La majorité des sols ferrugineux de la région sont légèrement acides (pH de 5 à 6.5), et d'autant plus acides qu'ils sont dégradés soit par une longue période de culture exportatrice des

bases (surtout les pailles), soit par l'usage abusif d'engrais minéraux acides (surtout l'azote, les sulfates ou le chlorure de potassium)(Cretenet, 1990).

Dans l'échantillon de sols prélevés, **le pH est acide mais n'atteint pas le seuil de toxicité (pH=5)** où l'aluminium sort du réseau argileux pour devenir échangeable et toxique. La teneur en aluminium échangeable des échantillons analysés est très modeste.

- **L'aluminium échangeable** ne devient toxique que si Al éch./ la somme des cations éch. > 0,30, seuil qui n'a pas été atteint dans les échantillons prélevés (Pieri, 1989).

7/. **Le phosphore assimilable.**

Dans ces sols sableux, **le seuil de carence en phosphore assimilable (POlsen-Dabin <30 ppm)** est atteint dans de nombreux cas

Il faut cependant noter des exceptions dues à l'apport d'engrais minéraux sur coton : l'exportation par les cultures et la migration du phosphore étant très limitées, on peut améliorer le taux de phosphore dans le sol, à condition qu'il ne s'y trouve pas trop de fer et alumine libres, ce qui est souvent le cas dans la couche superficielle des sols sableux.

8/. **Les bases échangeables;**

La capacité d'échange de cations (CEC) dépendant du taux d'argile, du type d'argile (ici kaolinite dominante CEC Kaol.=14 méq/100 g) et du taux de MO (CEC MO=250 méq/ 100 g), il était prévisible que sur ces sols sableux, pauvres en argile et MO, le taux de CEC est très faible.

La CEC est donc un bon indicateur de la fertilité de ces sols.

Mais il faut encore que soient respectés certains équilibres entre cations;

- **Magnésium** : Ca/Mg échangeables > 2 : c'est le cas pour la majorité des sols collectés.

- **Potassium** : K / CEC < 10% et Mg / Kg > 2.5

- K > 0,25 méq/100g

En conséquence, les équilibres sont corrects, mais on observe plusieurs carences absolues en potassium suite à des cultures prolongées. (bilan en K très déficitaire en cas d'exportation des résidus de culture, en particulier les pailles des céréales).

- **Sodium** : Na/CEC doit rester < à 0,1, ce qui est le cas général sauf dans 4 cas :

* Na éch = 0.29 sur terre de parc sous les piquets d'attache des bovins (MBOISSIRI 3),

* Na éch. = 0.33, sur bas-fond cultivé (GAT 3)

* Na éch. = 0.13, sur hardé primitif (MOWO 4)

* Na éch. = 0.85, Sur hardé restauré (MOWO 3)

Il semble que le bétail concentre dans les fèces, les fumiers et les terres de parc le potassium (extrait des pailles?) et le sodium (origine = pierres à lécher ?).

Conclusions sur les analyses des sols dégradés.

La majorité des horizons de surface des sols prélevés sont :

- * très pauvres chimiquement (carences en azote, phosphore assimilable, potassium et M.O.)
- * mal structurés physiquement (surface fermée battue, faible taux de macro-agrégats stables,
- * à faible capacité de stockage en eau et en cations,
- * pauvres en matières organiques (quoique bien minéralisée) et en argile.

Leur potentiel naturel est faible , mais grâce à une fertilisation raisonnée organique et minérale à proximité des lignes de plantation, on peut espérer restaurer un niveau de production satisfaisant (Boli , Roose et al, 1996).

Devant la faible capacité du sols à stocker les M.O., l'azote et les cations, il est proposé de chercher à nourrir la plante en fonction des besoins exprimés au cours de sa croissance. On peut se demander dès lors s'il reste utile de suivre les caractéristiques du sol devenu un milieu physique pour la croissance des racines???

Un certain nombre d'indicateurs de fertilité et de seuils ont été définis dans la littérature et au cours de cette enquête rapide :

- * le taux de MO avec des seuils de 0.5-1 et 1.5 % en fonction du taux d'argile (<10, < et >35%)
- * le rapport C / N = 10
- * le taux de macro-agrégats stables (seuil de 10% à préciser),
- * le taux de phosphore Olsen-Dabin de >30 ppm,
- * le taux de potassium de plus de 0,25 méq/100g. et $K < Mg < 2 Ca$ échangeables,
- * le taux de sodium < 0.1 CEC,
- * l'aluminium échangeable < 0.3 CEC,
- * la CEC ,
- * le pH > 4,8

Il reste à préciser la surface fermée , la surface couverte limite, la capacité d'infiltration du sol, la densité apparente et la macroporosité ouverte.

Il semble hors de portée de vouloir restaurer les propriétés initiales des sols dégradés : il serait plus rentable d'assurer aux racines un environnement favorable, et aux cultures les nutriments dont elles ont besoin, à mesure de leur croissance. Le rôle de stockage des nutriments du sol serait donc plus réduit qu'on le croyait en milieu tropical sur sols à argile kaolinique.

1.2. Les matières organiques.

* Quatre échantillons de matières organiques ont été prélevés pour évaluer l'intérêt et les limites des divers types de fumure organique.

Il s'agit de crottin d'âne desséchés au soleil, d'une poudrette de bovin, séchée au soleil, d'une croûte de parc qui a déjà passé une saison des pluies et de la terre de parc enrichie par des bovins attachés au piquet. Chaque échantillon est un mélange de 4 prises, broyé à 2 mm, puis à 100 microns.

* Le ph est très élevé (9.4 à 9.8) : une analyse plus détaillée du CIRAD a montré que l'origine de ce pH particulièrement élevé provient des hautes teneurs en potassium (35 méq./ 100 gr.), en bicarbonates (31 méq), en ammoniacque (4 méq). (d'après Swarcz, communication écrite, 4/98)

- * Le taux de carbone varie de 1, 3% sur terre de parc sableuse,
21 à 22%, sur poudrette de bovins,
42 % dans les fécès d'âne.

* Le taux d'azote est de 0.15 % sur terre de parc sableuse, 1%..sur poudrette (soit 30 kg d'azote pour 3 t/ha de fumure), 1.3% dans les fécès d'âne, .

* Les taux de calcium (0.3 à 0.5 %) et de magnésium (0.2 à 0.3 %) sont modestes.

* Par contre le taux de potassium est plus intéressant (1.3 à 1.9 %, soit 45 kg d'apport pour 3 tonnes de fumier sec).

* Enfin , l'apport de phosphore total est faible (0.4 à 0.7%, soit 15 kg de phosphore pour 3 tonnes de fumier sec).

* Le fumier d'étable est nettement plus riche (10 à 20%) que les poudrettes d'âne et surtout de bovins : il faudrait aussi tester les fumiers de porc, de chèvres (plus riche en azote) et de poulets .

* Les analyse de ces MO montrent que les fumiers de bovins dont les paysans font le plus d'usage ne sont pas forcément les meilleurs. L'effort pourrait donc porter sur la valorisation des diverses origines de fécès, en particulier du petit bétail et sur leur protection du soleil.

* On comprend que l'apport de ces poudrettes de mauvaise qualité correspondt à une fumure de 30 N+15 P + 45 K et 22 Ca+Mg. , ce qui a toujours un effet bénéfique sur les rendements et sur le ph du sol. On comprend aussi qu'un complément minéral (N et P) est indispensable pour valoriser au mieux la terre et le travail.

Annexe 2 . Propositions méthodologiques pour un observatoire de l'évolution de la fertilité des sols aménagés.

* Etant données les variations des propriétés des sols dans le temps (au cours de la saison des pluies et fonction des bilans de matières), et dans l'espace (en fonction des sols, des roches, des toposéquences et des systèmes de production), il est indispensable de prévoir avec soin les objectifs visés, le mode d'échantillonnage, la durée de l'observatoire de la dynamique de la fertilité des sols des terroirs aménagés.

- * Choisir des situations caractéristiques des terroirs dans chaque zone :
- soit 3 à 5 terroirs caractéristiques de chaque zone climatique x pression foncière,
 - soit 1 à 3 situations pédologiques par zone climatique,
 - soit 3 champs caractéristiques pour chaque type de sols (les meilleurs, les moyens et les dégradés),
 - soit 1 à 3 positions dans chaque champ :
 - : rangs 2+3+4 , en aval, près des bandes enherbées,
 - : rangs 14+15+16 , au milieu des bandes cultivées,
 - : rangs 29+28+27, en aval du talus ou de la bande antiérosive précédente.

Au total : 27 à 675 positions !

* Récolter correctement les échantillons pour expliquer l'évolution des rendements en biomasse et grains.

- Sur quelle profondeur :
 - . 0 à 10 cm, l'horizon le plus sensible au travail du sol et aux éléments naturels,
 - . 10 à 20 cm, horizon important pour l'alimentation des plantes,
 - . 20 à 40 cm, horizon non travaillé , en place évoluant beaucoup moins vite?
 - . ou bien 0-20 et 20 40 cm,
 - . ou seulement 0-10 cm, (le plus facile car il est contenu dans le billon) celui qui change le plus et témoigne le mieux de la tendance évolutive du sol cultivé.

- Combien de répétitions?

Il est utile de présenter au laboratoire au moins 3 échantillons caractérisant une position.

Ces échantillons seront composés de 10 à 20 prises élémentaires soigneusement échantillonnées sur la zone du champs (par ex 1 prise tous les mètres sur les trois rangs où on mesure les rendements) et mélangés dans une grande bassine sur le terrain. On peut aussi prélever sur la diagonale de la parcelle où on mesure les rendements.

Changer de position de départ chaque année (ex an1=1m, an2 = 1,1m, an3 = 1,2 m etc...).

Garder deux sacs de 500 gr, l'un pour le labo et un en réserve , stocké à l'ombre et à l'abri des pluies et des grosses chaleurs, numéroté dedans et dehors avec des étiquettes imputrescibles.

- Prélever de préférence avec un cylindre de 3 à 5 cm de diamètre pour retirer autant de terre du fond que du haut du trou.

- Période de prélèvement : elle doit impérativement être toujours la même pour éviter les variations inter-saisonniers :

- : en fin de saison des pluies, après la récolte, avant que le sol devienne trop dur, c'est la meilleure période, car on dispose directement des rendements de biomasse,
- : en pleine saison sèche, pour éviter les fortes variations lors des 1ers orages, mais le sol est dur.

- Fréquence : tous les ans, ou mieux, tous les 2 ans après la même culture.

9. ANNEXE 3. - RESULTATS D ANALYSE DE SOLS ET MATIERES ORGANIQUES

Carbone, azote, ph et agrégats stables par le LCSC de l'ORSTOM à Montpellier,
Texture, réserve hydrique, phosphore assimilable, bases échangeables par le CIRAD.

N° echantillon	pH eau	pH KCl	C mg/g	N mg/g	C/N
GAT 2	6,7	6,5	9,41	0,99	9,5
GAT 3	6,5	5,8	21,99	1,84	12,0
MOUT 1	6,9	6,9	5,88	0,44	13,5
MOUT 2	6,5	6,4	11,50	1,07	10,7
MOUT 3	6,8	6,7	45,75	2,89	15,8
Badjengo	6,8	6,5	8,70	0,71	12,2
OURO 4	6,1	5,8	3,98	0,39	10,2
MOWO 1	6,4	6,2	2,77	0,34	8,2
MOWO 2	6,3	6,1	3,91	0,53	7,3
MOWO 3	6,6	6,3	5,48	0,50	10,9
MOWO 4	5,7	5,1	6,49	0,48	13,6
MBI 00	6	6,1	4,27	0,54	7,9
MBI D2	6,1	5,9	3,86	0,52	7,4
MBI D8	6,3	6,2	5,79	0,62	9,3
MBI D10	6,2	6,2	2,83	0,42	6,7
MBI D16	6,4	6,6	8,57	0,73	11,7
MAFA 1	6,5	6,5	5,90	0,43	13,6
MAFA 2	6,1	6,2	5,38	0,42	12,7
MAFA 3	6,2	6,4	6,06	0,39	12,2
GAT 1: fumier d'étable			284,20	17,50	16,2
MBI 3: terre de parc	9,6	9,4	13,43	1,47	9,1
croûte de parc	9,8		209,00	10,08	20,7
poudrette	9,4		226,60	9,96	22,8
crottin d'âne			418,20	12,90	32,4

ANALYSES DE SOLS

DOSSIER No:037/1998

ANALYSES/ECHANT NO:	1	2	3	4	5
<u>REFERENCE CLIENT</u>	MBI	MBI	MBI	MBI	MBI
PROFONDEUR	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
DESIGNATION	00	D2	D8	D10	D16

ANALYSES PHYSIQUES

PF 2.0	0/0	14.00	15.43	14.10	11.49	17.28
PF 2.5	0/0	11.64	12.96	11.00	9.35	13.55
PF 4.2	0/0	2.70	5.39	2.95	2.29	4.82

GRANULOMETRIE

ARGILES	0/0	3.80	10.20	9.20	6.00	5.90
LIMONS	0/0	4.80	4.60	5.70	4.30	4.00
LIMONS GROS	0/0	8.40	10.30	10.20	8.90	9.20
SABLES FINS	0/0	28.50	22.00	26.10	28.20	35.70
SABLES GROS	0/0	54.50	52.90	48.70	52.50	45.20

PHOSPHORE (exprimé en P)

OLSEN-DABIN	PPM	7.65	6.36	12.45	5.74	7.54
-------------	-----	------	------	-------	------	------

COMPLEXE ABSORBANT (méthode cobalti hexamine)

CA ECH	MEQ/100	0.96	1.22	1.20	1.33	3.14
MG ECH	MEQ/100	0.32	0.45	0.38	0.27	0.62
K ECH	MEQ/100	0.25	0.17	0.29	0.12	0.18
NA ECH	MEQ/100	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
MN ECH	MEQ/100	0.06	0.06	0.09	0.04	0.03
AL ECH	MEQ/100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H ECH	MEQ/100	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
PH COBALT		5.52	5.37	5.97	6.01	6.24
S (Ca, Mg, K, Na)	MEQ/100	1.55	1.86	1.89	1.74	3.98
CEC	MEQ/100	1.59	1.93	1.75	1.67	3.89
S/CEC	0/0	97.36	96.22	-	-	-

ANALYSES DE SOLS

DOSSIER No:037/1998

ANALYSES/ECHANT NO:	6	7	8	9	10	11	12
<u>REFERENCE CLIENT</u>	MOUT	MOUT	MOUT	Mowo	Mowo	Mowo	Mowo
PROFONDEUR	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
DESIGNATION	1 /degra.	2/accacia	3/ficus	1 tres dégradé	2/peu dégradé	3/harde restauré	4/harde primitif

ANALYSES PHYSIQUES

PF 2.0	0/0	12.47	14.30	31.55	12.46	22.85	29.86	22.91
PF 2.5	0/0	11.67	12.92	27.66	10.31	21.72	26.80	19.33
PF 4.2	0/0	2.88	5.07	13.75	3.96	8.95	14.22	8.04

GRANULOMETRIE

ARGILES	0/0	2.30	4.20	8.40	7.10	16.00	12.80	19.90
LIMONS	0/0	2.10	2.80	4.90	2.00	5.40	14.80	7.70
LIMONS GROS	0/0	5.20	6.50	9.30	11.20	12.90	16.10	10.30
SABLES FINS	0/0	21.20	19.40	20.60	25.60	24.40	29.60	37.40
SABLES GROS	0/0	69.20	67.10	56.70	54.00	41.40	26.80	24.80

PHOSPHORE (exprimé en P)

OLSEN-DABIN	PPM	166.81	60.19	51.37	5.01	4.70	32.20	34.52
-------------	-----	--------	-------	-------	------	------	-------	-------

COMPLEXE ABSORBANT (méthode cobalti hexamine)

CA ECH	MEQ/100	6.23	4.63	14.29	4.21	8.80	9.10	3.41
MG ECH	MEQ/100	0.35	0.74	3.21	0.93	1.83	2.01	1.31
K ECH	MEQ/100	0.13	0.55	0.33	0.29	0.39	0.37	0.32
NA ECH	MEQ/100	0.02	0.01	0.04	0.02	0.07	0.85	0.13
MN ECH	MEQ/100	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.07
AL ECH	MEQ/100	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
H ECH	MEQ/100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
PH COBALT		7.64	6.90	6.92	6.48	6.28	6.38	5.14
S (Ca, Mg, K, Na)	MEQ/100	6.73	5.93	17.87	5.45	11.09	12.33	5.17
CEC	MEQ/100	6.63	6.06	18.23	5.69	11.49	13.29	5.35
S/CEC	0/0	-	97.90	98.05	95.74	96.48	92.80	96.49

ANALYSES DE SOLS

DOSSIER No:037/1998

ANALYSES/ECHANT NO:		13	14	15	16	17	18	19
<u>REFERENCE CLIENT</u>			MAFA	MAFA	MAFA	OURO 4	GAT	
PROFONDEUR		0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
DESIGNATION		Badjengo	1/culti.	2/culti.	3/culti.	tres de-	2culti	3/bas
		cultive	4 ans	15 ans	30 ans	-gradé	40 ans	fo
<u>ANALYSES PHYSIQUES</u>								
PF 2.0	0/0	26.12	9.06	9.94	10.60	13.79	15.56	26.66
PF 2.5	0/0	22.43	6.96	8.17	8.04	10.78	14.22	23.63
PF 4.2	0/0	10.78	2.09	2.91	2.49	3.40	5.79	13.92
<u>GRANULOMETRIE</u>								
ARGILES	0/0	17.70	3.40	5.00	5.10	5.70	7.00	12.90
LIMONS	0/0	7.00	2.90	3.00	4.30	3.30	3.10	5.60
LIMONS GROS	0/0	12.90	5.70	5.40	8.60	4.40	6.10	7.30
SABLES FINS	0/0	24.50	12.70	21.60	19.90	23.60	26.30	33.00
SABLES GROS	0/0	37.80	75.20	65.10	62.20	63.00	57.60	41.20
<u>PHOSPHORE (exprimé en P)</u>								
OLSEN-DABIN	PPM	32.32	89.76	9.72	27.41	7.45	40.13	13.80
<u>COMPLEXE ABSORBANT (méthode cobalti hexamine)</u>								
CA ECH	MEQ/100	7.85	2.89	1.76	1.75	1.92	4.78	9.47
MG ECH	MEQ/100	3.25	0.53	0.39	0.53	0.51	1.37	4.01
K ECH	MEQ/100	0.89	0.17	0.10	0.20	0.21	0.33	0.43
NA ECH	MEQ/100	0.03	0.03	0.02	0.11	0.03	0.01	0.33
MN ECH	MEQ/100	0.01	0.01	0.05	0.04	0.06	0.01	0.01
AL ECH	MEQ/100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H ECH	MEQ/100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PH COBALT		6.47	6.43	6.12	6.16	5.74	6.53	6.31
S (Ca, Mg, K, Na)	MEQ/100	12.01	3.61	2.28	2.59	2.67	6.50	14.24
CEC	MEQ/100	12.73	3.56	2.23	2.38	2.63	6.87	14.92
S/CEC	0/0	94.32	-	-	-	-	94.54	95.48

ANALYSES DE SOLSDOSSIER No:037/1998 **CIRAD**

ANALYSES/ECHANT NO: 20 21 22 23 24

REFERENCE CLIENT MBI MBI MBI **GAT** **Dugo**
 PROFONDEUR
 DESIGNATION 1 terre 2 pou- croûte crotin fumier
 de parc -drette de parc d'âne d'étable

PHOSPHORE (exprimé en P)

OLSEN-DABIN PPM 33.80

COMPLEXE ABSORBANT (méthode cobalti hexamine)

CA ECH	MEQ/100	0.98
MG ECH	MEQ/100	0.58
K ECH	MEQ/100	<u>8.00</u>
NA ECH	MEQ/100	<u>0.29</u>
MN ECH	MEQ/100	0.01
AL ECH	MEQ/100	0.00
H ECH	MEQ/100	0.00
PH COBALT		<u>9.11</u>
S (Ca, Mg, K, Na)	MEQ/100	9.86
CEC	MEQ/100	5.32
S/CEC	0/0	-

ELEMENTS TOTAUX

Ca	0/0	0.07	0.26	0.46	0.50	0.56
Mg	0/0	0.05	0.15	0.25	0.27	0.28
K	0/0	1.07	1.27	1.46	1.70	1.94
P	0/0	263.75*	0.38	0.38	0.53	0.76

* ppm

Bilans ioniques Extrait 1/10					
Dossier 37/98					
Résultats exprimés en me/100g					
		Terre	Croûte		
Echantillons		de parc	de parc		
N°		20	22		
Ca		0.29	1.28		
Mg		0.21	1.21		
K		<u>8.17</u>	<u>35.48</u>		
Na		<u>0.17</u>	<u>0.44</u>		
Cl		1.08	4.18		
SO4		0.34	0.81		
PO4		0.67	<u>5.26</u>		
N-NO3		2.63	0.04		
N-NH4		0.28	<u>4.00</u>		
CO3		0.18	0.33		
HCO3		<u>4.90</u>	<u>31.62</u>		
pH		9.37	8.87		
CE µS/cm		969.00	3640.00		