

Bille's Bandy

Erosion, dégradation et restauration des sols tropicaux au Cameroun

Compte rendu de la sixième mission ROOSE au Cameroun
en appui au programme IRA du Nord Cameroun (Mbissiri) du 10 au 24 juin 1993
et au programme de coopération de l'ENGREF au centre universitaire de DSCHANG
du 25-06 au 2-07-1993

Eric Roose
directeur de recherche à l'ORSTOM, B.P. 34032 Montpellier, France

I Objets de la 6^{ème} mission

A Programme IRA en zone soudanienne

- Terminer les dépouillements et tirer les enseignements de la campagne 1992,
- Préciser le programme de Florent Waechter, stagiaire 1993,
- Discuter des modifications concernant les traitements,
- Mettre en place la campagne 1993,
- Réajuster les programmes de Mrs Boli et Bep (accidenté),
- Développer la coopération avec les chercheurs de l'IRA et de la Sodecoton,
- Présenter la GCES et les résultats des 2 campagnes à Yaoundé.

Cette mission et les voyages ont été financés par le projet GAROUA 2 géré par le CIRAD-CA

B-Programme du département des Forêts de l' Université de DSCHANG

Voir sur le terrain l'état d'avancement des projets de Mrs HIOL HIOL et Jacques Fournier sur la falaise de Santchou. Financement par l'ENGREF de Montpellier (Mr Bedel).

Nous remercions vivement l'IRA, le CIRAD, l'ORSTOM, l'ENGREF et l'Université de Dschang pour l'accueil qui nous a été réservé au Cameroun et l'efficacité de l'organisation de la mission.

2. Le programme

- 2 jours de discussion avec l'IRA à Garoua (Dr Seiny-Boukar, Dr Oscar Eyok Matig, Dr Samuel Nzietchueng chef du centre de Maroua et du projet Garoua 2) et avec le coordinateur (Mr Poulain).
- 12 jours de terrain à Mbissiri (40 km à l'est de Tcholliré) sur les 3 sites (savane, jeune défriche 1990 et vieille défriche dégradée, déclassée par la Sodecoton).
- Restitution de la mission au nouveau centre IRA de Garoua le 24 juin.
- 3 jours de restitution de la 2^{ème} campagne à Mr le Ministre de la Recherche (Dr Ayuk Takem), à Mr le directeur adjoint de l'IRA (Mr Joseph Bindzi), aux représentants du CIRAD (Mr Ducellier) et de l'ORSTOM (Mr Bonvallot) puis à Mr le directeur de la recherche (Mr Djine).
- 2 jours de terrain avec Mrs François Hiol Hiol et Jacques Fournier.
- 2 jours de préparation de la conférence donnée au centre culturel français de Yaoundé le 2 juillet "La GCES, une nouvelle stratégie de lutte antiérosive: étude du cas de Mbissiri sur la dégradation, l'érosion et la restauration des sols ferrugineux sableux très fragiles, soumis à la culture coton-maïs".

24 SEP. 1993

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 38.124 ek 1

Cote : B

P30 M

3 Résumé des principaux résultats

3.1 Les pluies en zone soudanienne sont particulièrement abondantes (1200 à 1500 mm) et agressives en juillet et août. On a enregistré en particulier une averse de 110 mm en juillet, et une série d'averses agressives du 21 au 25 août 1992.

3.2 Globalement, on peut résumer le comportement du sol en fonction de 4 familles de traitements.

a) La savane et les jachères de 2ème année. Le ruissellement atteint 3% du bilan annuel et moins de 12% des averses les plus abondantes. L'érosion totale varie de 0,5 à 2,5 t/ha/an dont à peine 10 à 20 kg de suspensions fines (= mat. organiques, argiles et limons= les éléments les plus fertiles). La production de biomasse devrait varier entre 2 et 8 t/ha/an.

b) Les sols nus travaillés sur pente de 1-2-2,5 % fournissent un ruissellement très abondant (50% des pluies annuelles et jusqu'à 93% lors des fortes averses) et des pertes en terre de 11 à 54 t/ha dont 8 t/ha/an de particules fines.

c) Les cultures sur sols labourés, sarclés puis buttés dans le sens de la pente perdent encore 35 à 40 % de ruissellement (KR max 85%) et 30 à 40 t/ha/an de terre, dont 8 t/ha/an de suspensions fines. Cependant jusqu'ici, ce système assure la meilleure production de coton (2 t/ha/an en 1ère année) et 5 t/ha/an de maïs/ grain sec à l'air en 2ème campagne) que le sol soit récemment défriché ou pas. La couverture végétale est très insuffisante sous coton et sous maïs. Si pour les 2 premières années le système labour buttage est le plus productif, il faut se poser des questions, sur sa durabilité, vu les pertes d'eau et de fertilisants (8 t/ha/an de particules fines). Aucun signe de faiblesse ne se manifeste au bout de 2 ans, mais l'enquête préliminaire de Mr Boli indique que la dégradation est visible au bout de 10 à 15 ans après le défrichement.

d) Les cultures sous paillage et travail du sol réduit au minimum ne perdent que 10% des précipitations annuelles et 35% des averses les plus dangeureuses, 6 à 8 t/ha/an de perte en terre dont 0,2 à 1 t/ha/an de particules fines. Ce système de zéro ou minimum tillage risque donc d'être plus stable (protection permanente de la surface du sol contre la battance et forte vie de la mésofaune) mais les rendements sont nettement plus faibles (0,5 à 1,6 t/ha/an de coton et 2 à 3 t/ha de maïs grain). Cependant, sur jeune défriche, certaines parcelles non travaillées de coton ont produit 30 à 40% en plus de coton graine que les parcelles labourées. Rien ne prouve encore qu'au bout de 3-4 ans, ces parcelles plus stables vont produire autant que les parcelles labourées. Les productions de racines et de paille varient parallèlement aux rendements en grain et entraînent donc un correctif à la stabilité des 2 systèmes. De plus, si le ruissellement est réduit de 35 à 10%, il s'en suit une augmentation du drainage si on n'intensifie pas la productivité des terres (agroforesterie, augmentation de la densité de plantation ou cultures associées etc...)

3.3 La recherche de systèmes productifs et durables nous amène à proposer les solutions suivantes:

- 1 Améliorer l'enracinement en piochant profondément les lignes de plantation du "mini tillage", avec NPK sur les lignes:mise au point d'une sous-soleuse ;
- 2 Enfouir sur ces lignes de plantation 3 t/ha/an de fumier qui a eu un impact très net sur les rendements du maïs (jusqu'à 9 t/ha/an sur certaines parcelles).
- 3 Revoir la fertilisation minérale en fonction de l'immobilisation par la litière et des risques de drainage profond sur sol couvert et travail réduit (fractionnement) .
- 4 Enfin si le labour reste indispensable (cas des sols dégradés, tassés) on peut réduire considérablement les pertes en terre et en eau par la disposition tous les 20 mètres de haies vives ou bandes enherbées avec paillis qui dissipent l'énergie du ruissellement et piègent les sédiments.

3.4 L'érodibilité de ces sols sableux a augmenté de $K=0,07-0,13$ en 1ère campagne à $K=0,20-0,25$ en 2ème campagne, ce qui les classe déjà dans les sols moyennement fragiles. C'est généralement lors de la 3ème campagne qu'on atteint les pertes en terre maximales par unité d'érosivité des pluies. Noter la vitesse avec laquelle ces sols sableux deviennent instables : 2 ans après défrichement s'ils sont labourés.

3.5 L'effet protecteur du couvert végétal est minime.

en 1991, sous coton, l'érosion est voisine du sol nu $C=0,9$ à 1
 en 1992, sous maïs, l'érosion varie $C=0,4$ à 1
 en 1992, sous paillage ou ombrière sur sol labouré
 si pente=1-2-2,5% $C=0,6-0,3-0,1$

Les cultures de maïs et surtout de coton couvrent mal le sol et doubler la densité, curieusement, n'a pas réduit les pertes en terre et en eau.

Même si le couvert est quasi total (ombrière ou paillis 5 t/ha) le ruissellement et l'érosion restent non négligeables, ce qui signifie que **les sols sableux peuvent se tasser et se dégrader par la seule humectation- sans la battance des pluies.**

3.6 L'effet du mode de gestion des matières organiques.

E t/ha./an	Bloc A	B	D
Labour sans résidu	14.3	14.8	29.1
plus résidus enfouis	13.3	31.9	32.9
plus fumier enfoui	11.3	26.2	51.5
plus paillis Andropogon 5 t/ha	7.1	4.9	13.9
plus ombrière	6.2	5.6	11.8

Il semble donc que, **dans l'immédiat, l'enfouissement des matières organiques n'améliore en rien la résistance du sol à l'érosion.** Par contre les résidus laissés en surface réduisent ensuite le ruissellement et l'érosion tandis que l'enfouissement d'un peu de fumier de chèvre améliore nettement les rendements.

3.7 Les effets combinés de la pente (% et longueur) et des haies.

longueur pente	Erosion totale t/ ha/ an		
	si labour	si semis direct	
Bloc A/C pente 1%	100 m ² = 5 x 20 m	9.3	5.7
	200 m ² = 5 x 40 m	5.0	3.7
	1080 m ² = 18 x 60	15.7	2.7
	1080 m ² + haie	8.1	2.6
Bloc B/C pente 2%	100 m ² = 5 x 20 m	14.6	6.7
	200 m ² = 5x40 m+ haie	17.6	4.0
	1080 m ² = 18 x60 m	15.7	2.7
Bloc D pente 2,5%	100 m ² = 5 x 20 m	29 à 51	3.5
	500 m ² = 5 x 100 m +haies	21	---
	100 m ² = 10 x 100 m + haies	--	2.3

En conclusion, l'inclinaison de la pente augmente les risques d'érosion, mais l'effet de la longueur de pente est fonction des états de surface (sur labour mais pas sur semis direct) et de la présence des haies vives qui suppriment l'effet cumulatif du ruissellement.

3.8 Effet du type de haie vive

Avec une haie vive tous les 20 m de *Cassia siamea* + Pois d'Angole + paillage la diminution de l'érosion est supérieure à 60 % mais il s'agit surtout du piégeage des sables.

La réduction du ruissellement (KRAM = 35% si témoin, 20 % si haies, 10 % si bandes d'herbes) est meilleure pour les bandes d'arrêt enherbées (2 m) (danger= le feu) mais on peut augmenter beaucoup l'efficacité des haies vives composées de légumineuses arbustives en y jetant les déchets de sarclage et quelques paillis qui filtrent très efficacement les eaux et améliorent les activités des vers de terre...et donc l'infiltration.

3.9 Influence des pratiques culturales

	E (t/ha/an)	Bloc A	B	C
Billonnage cloisonné		9.0	10.3	2.4
Labour + buttage // pente (témoin régional)		14.3	14.8	20.9
Facteur P		0.63	0.70	0.11

On peut s'attendre théoriquement à une diminution de 50% de l'érosion si le labour est effectué perpendiculairement à la pente, ce qui sera tenté dans le bloc C en 1993.

En conclusion, le billonnage cloisonné absorbe bien les averses petites et moyennes mais ruisselle encore sur les fortes averses, ce qui entraîne une érosion (2,5 à 10 t/ ha) encore trop forte. De plus les rendements sont environ 25% inférieurs à ceux obtenus sur labour- sarclage- buttage (=conventionnel). Le billonnage cloisonné s'avère intéressant en zone sahélienne, mais beaucoup moins en zone soudanienne humide, car il exige beaucoup de travail avant le semis, les plantules sont déchaussées par l'érosion, les sols se colmatent et s'appauvrissent en argile et limon.

4. Des questions sur le programme...et quelques réponses

C'est en 1989 que le directeur de l'IRA et le représentant du CIRAD au projet Garoua 1 ont demandé officiellement un expert de l'ORSTOM pour encadrer le projet de recherche IRA intitulé "Dégradation, érosion et restauration de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux fragiles soumis à la culture intensive en zone cotonnière."

Depuis décembre 1989, l'ORSTOM a prêté gracieusement au projet Garoua l'expert sénior demandé, lequel a réalisé six missions d'appui de 2 à 3 semaines (l'équivalent de 344.100 FF au tarif des conventions). Chacune de ces missions ont permis aux membres de l'IRA, du CIRAD et de la Sodecoton de discuter du programme, d'émettre des suggestions, d'apprendre de nouvelles méthodes ou les résultats des premières campagnes de mesure à Mbissiri. Malgré ces séances de restitution et les 5 rapports de mission, il s'avère que les mêmes questions réapparaissent périodiquement, qui inquiètent l'entourage de la direction du projet. Il nous faut donc reprendre ces critiques et tenter d'y répondre.

4.1 Qui fait quoi?

Il s'agit d'un projet de recherche IRA, financé par le projet Garoua 1 et 2.

- **Mr Zachée Boli**, agronome, ancien chef du projet Garoua 1, actuellement chef du centre de Foubot, chercheur de l'UR 4 (Etude et amélioration du milieu: reproductibilité de la fertilité, Gestion des ressources en eau, terre et matières organiques) sous la direction du chef d'UR (Dr Seiny-Boukar, pédologue) et du chef de centre (Dr S. Nzietchueng, phytopathologiste). Thèse de Boli prévue pour 1995 au laboratoire des Sciences de la Terre du Professeur F. Lelong, sous la direction du Dr E. Roose.

- **Mr Benjamin Bep à Ziem**, agronome chimiste, chercheur à l'UR 4, actuellement accidenté, en rééducation à Douala jusqu'en août 1993: chargé du bilan chimique (apports, pertes par Erosion+ drainage+ exportation,+ diff stocks). Analyses à Dschang ou au CIRAD Montpellier. Thèse prévisible en 1996.

- **Dr Eric Roose**, agronome, spécialiste en GCES, directeur de recherche à l'ORSTOM, animateur scientifique du programme et de la thèse de Mr Boli.

- **Mr Sanon Kalo**, stagiaire ESAT 1/INERA- en 1992- Premier schéma de calcul du bilan hydrique.
 - **Mr J.F Poulain**, coordinateur scientifique du projet Garoua 2, supervisé par un directoire de pilotage où sont représentés le ministère de la recherche, le directeur adjoint de l'IRA (Mr Joseph Bindzi), les représentants du CIRAD(Mr Ducellier), de l'ORSTOM (Mr Bonvallot) et de la Caisse française de développement.
 - **Mr Florent Waechter**, stagiaire en 1993, DESS de l'aménagement rural en géographie-: mesure du bilan hydrique sur parcelles d'érosion et lysimètres en relation avec les états de surface.
 - Mr Chancel**, agronome, spécialiste en modélisation de l'érosion, a proposé sa candidature pour un poste de VSN à partir de janvier 1994. Nous attendons une réponse d'urgence.
- D'après Mr le Ministre de la Recherche, Mr le Directeur de la recherche et Mr le directeur adjoint de l'IRA, ce programme sur la mise au point de systèmes de culture intensive et durable est tout à fait prioritaire. D'après le chef de centre du Nord Cameroun (phytopathologiste), " en temps de crise économique, ce programme n'est pas prioritaire". Mais en tant que chef du projet Garoua, ce programme fait l'objet du 2ème objectif du projet (= gestion des ressources naturelles). Il nous faut donc rapidement faire ressortir les produits de recherche directement utilisables pour le développement (voir collaboration avec P.Dugué) et trouver des financements annexes.

4.2 Pourquoi avoir choisi Mbissiri, à 3 heures de route de Garoua?"Le dispositif aurait attiré les foules s'il avait été monté près de l'aéroport, en zone de forte densité de population."

- a) Ce choix peut être justifié pour des raisons scientifiques: la dégradation des sols cultivés prend 30-50 ans sur des sols argileux et 10 à 15 ans sur des sols sableux. Pour accélérer les processus de dégradation/ restauration (méthode fréquemment utilisée en pédologie expérimentale) on a choisi des sols ferrugineux sableux très fragiles, un site soumis à des pluies nombreuses (30 averses par an entraînant l'érosion) agressives ($R=500$ à 700) et abondantes (Pam de 1200 à 1500 mm avec des averses de fréquence annuelle de l'ordre de 100-110 mm/ jour). De plus, on a choisi un mode de gestion des terres parmi les plus dangereux (motorisation par tracteur 80 cv en suivant la plus grande pente) pour surveiller les risques de compaction en fonction du mode de gestion des matières organiques.
- b) Effectivement, c'est loin...mais pas plus loin que la 1ère année où les choses ont été proposées et décidées par Mrs Boli, le chef de projet, son homologue Mr Billaz et la direction de l'IRA qui trouvaient là un moyen de travailler au calme loin des charges administratives. Notons par ailleurs que d'autres stations de l'IRA sont encore plus loin (Touboro- Ndok)!. Tous les essais doivent être régionalisés.
- c) En réalité, la zone proposée s'étendait entre Tcholliré et Ndok et ce n'est qu'au village de Mbissiri que l'on a trouvé côte à côte trois sites: une savane arborée, une vieille défriche abandonnée par la Sodecoton et une jeune défriche sur une pente représentative où étudier simultanément la dégradation, l'érosion et la restauration du sol.
- d) Enfin, la situation de Mbissiri en pleine zone cotonnière de colonisation, nous donne le temps indispensable pour mettre au point des systèmes de culture adaptés aux sols les plus fragiles avant qu'ils ne soient trop dégradés : la restauration de la fertilité des sols est souvent possible, mais à quel prix ?

4.3 Pourquoi un dispositif si lourd en un seul site?

C'est exact que l'étude sérieuse du ruissellement, du bilan hydrique, des pertes en terre et du bilan chimique (MO et nutriments) exige des investissements importants en matériel et en hommes. C'est la fierté de l'IRA et du projet Garoua d'avoir mis en place la plus grande station de recherche en Afrique à la fois consacrée à des recherches de base et à leur application immédiate sur les terres cotonnières qui couvrent 17 000 ha dans la région du S.E Bénoué, représentative d'une grande partie de la zone cotonnière africaine.

Ce dispositif comprend 57 parcelles de 100 à 1000 m² réparties en 4 blocs et 6 lysimètres qui vont nous permettre de modéliser

- le bilan hydrique et le ruissellement en particulier (Thorntwaite; Valentin, Forest),
- les pertes en terres sableuses ou en suspensions, riches en nutriments (USLE adaptée),
- le bilan chimique des matières organiques et des nutriments (Roose, Feller),
- la production végétale (Forest),
- l'évolution des potentialités du sol en fonction d'une dizaine de systèmes de culture tous issus des enquêtes préliminaires en milieu paysan et dans les blocs de la Sodecoton.

Sur ces petits bassins versants isolés par des tôles, il est possible d'interpréter les processus fort complexes du ruissellement et de l'érosion, car on a isolé un type de sol, de couvert, d'état de surface, de topographie. Dès qu'on s'approche de blocs de quelques has, de versants, de bassins versants, le milieu devient si complexe qu'il est bien difficile d'interpréter les résultats: les variables sont trop nombreuses. Nous avons donc choisi de travailler à différentes échelles : de la motte (agrégation) à la microparcelle (1 m²) (dynamique de l'infiltration), de la parcelle d'érosion (100-500 m²), aux champs paysans(1000m²) jusqu'au terroir villageois (application des résultats). Nous nous proposons donc de **mesurer d'abord les paramètres explicatifs des différents processus à une échelle de 100 m² où l'on maîtrise bien les mesures, afin d'étendre plus tard (1994) aux champs villageois et aux terroirs le diagnostic de la dégradation par l'étude des états de surface qui est au centre de nos préoccupations.**

Nous abordons la **modélisation** -non pas comme une recherche universitaire rarement validée- mais comme un moyen de synthèse des résultats de terrain obtenus patiemment sur des séries de parcelles agencées de telle sorte que la complexité va croissante, que les facteurs sont décortiqués et leurs effets comparés en vue d'en tirer bénéfice pour la gestion durable des terres.

Etant donné que les processus pédologiques sont relativement lents (10-15 ans) nous avons été amenés à tester à la fois

- des systèmes variés d'utilisation des terres (savanes, jachères, cultures)
- divers modes de préparation des terres (labour, billonnage, semis direct)
- des pentes caractéristiques (formes, longueur, %)
- des modes de gestion des résidus de culture (fumier, résidus enfouis ou en paillis)
- des modes de sarclage (manuel, chimiques, mécaniques)
- divers modes de gestion des eaux de ruissellement (diversion, absorption presque totale ou dissipation de l'énergie sur des paillis, des bandes enherbées ou des haies vives).

Ceci n'est possible que grâce à des dispositifs simples mais nombreux. Après enquêtes sur blocs Sodecoton et une fois les résultats connus, compris, modélisés sur petites parcelles, nous repartirons à l'échelle des blocs Sodecoton et des terroirs villageois (avec le Dr Patrick Dugue) pour appliquer nos connaissances au développement durable dans diverses situations de la zone soudano- sahélienne.

4.4 Combien de temps doit durer le programme?

La dégradation des sols ferrugineux prend 10- 15 ans d'où l'approche du problème par les 2 bouts: dégradation sur jeune défriche et restauration sur vieille défriche.

L'érosion est l'un des processus pédologique les plus rapides, rappelons que pour altérer 1 m de granite il faut 20 à 100 000 ans. Pour éroder 1 m de sol, considérant un décapage de 1 à 5 mm/ an) il faut 1000 à 200 ans. Pour décaper l'horizon humifère, 40 à 100 ans suffisent, mais la fertilité disparaît plus vite par érosion sélective des particules fines et par la minéralisation accélérée des matières organiques.

Pour rester réalistes, nous prévoyons une 1ère tranche d'essais de 5 ans, comportant 2 cycles coton + maïs, suivis d'une année test pour observer l'effet de l'érosion cumulée (de 8 à 200 t/ ha/ 4ans) sur la productivité des sols cultivés (maïs + labour + NPK).

En 1993 sortira une 1ère synthèse sur les 2 premiers cycles (cah. ORSTOM Péd. spécial érosion n°27,4).

En 1995, sortira la 2ème synthèse : les thèses de Mrs Boli (1995)et Bep.(1996 ?)

Pour y arriver, il nous faudrait l'appui pendant la saison des pluies (mai à septembre) de 3 observateurs, d'un VSN (proposition de Mr Chancel envoyée à Mr Poulain et à l'IRA), de 1 ou 2 stagiaires (CNEARC ou autres) par an pour compenser l'éloignement de Mrs Boli et Bep (accidenté).

Après 1995, il faudra redéfinir les traitements en fonction des résultats acquis ou à confirmer. Ce genre de dispositif lourd doit être amorti sur 10 à 15 ans : c'est pourquoi nous recherchons un financement extérieur pour mener à bien cette étude d'intérêt majeur pour le développement d'une agriculture tropicale performante et durable .

4.5 Multidisciplinarité

La lutte contre l'érosion n'est pas qu'une affaire technique pour spécialistes "agro- pédologues expérimentalistes". L'origine peut se situer au niveau du déséquilibre du milieu (biologique, chimique, physique) mais c'est aussi le signe du déséquilibre de la société (problème foncier, pression démographique, évolution d'une société ancestrale vers une société de marché, rencontre entre éleveurs bororos, cultivateurs indigènes et migrants venus des zones plus sèches).

Avec l'aménagement de terroirs s'ouvre une possibilité exceptionnelle d'un véritable travail d'équipe multidisciplinaire (proposé dès la 1ère mission), comportant des volets agro-pédologiques, biologiques (évolution de la faune, de la flore-adventice et des maladies en fonction des techniques culturales) mais aussi des volets économiques (coût de l'érosion, de la restauration des sols et de diverses techniques de lutte antiérosive; cadre économique et démographique de la dégradation) et de volets socio-ethnologiques (analyse des stratégies traditionnelles et modernes de gestion de l'eau et de la fertilité, rencontre de sociétés d'éleveurs nomades, de paysans indigènes et de migrants). Nous appelons donc vivement à l'aide un géographe sociologue (Mr Seignobos) et un agro économiste pour renforcer l'équipe, de même que l'appui d'un entomologiste, d'un phyto-pathologiste et d'un agro-forestier. En réalité, on pourrait soutenir une dizaine de thèses sur le thème traité autour du dispositif en place. Nous continuons à appeler la coopération de collègues camerounais ou étrangers pour aborder scientifiquement l'ensemble des problèmes posés par le traitement de l'érosion.

4.6 Financement

Si l'on en croit les rumeurs, l'investissement de base (57 parcelles d'érosion, 2 pluviographes, clôture de 8 ha, trois hangars et une case de passage en terre) a coûté 30 millions de CFA. Le fonctionnement tourne autour de 6 millions de CFA (pour faire tourner la station 3 techniciens, manoeuvres + 1 stagiaire pendant 5 mois, essence, véhicules) et 2 à 6 millions pour les frais de mission et d'analyses par chercheur complémentaire. Une analyse plus précise devra être faite en 1993.

Le financement par le projet Garoua 2 devrait couvrir le fonctionnement de base jusque fin 1995. L'ORSTOM intervient en appui, en prêtant son expert(soit 2 300 000 CFA/15 jours) et en soutenant le projet de thèse de Mr Boli (contrat formation- insertion couvrant les frais de mission de Boli en France de 1993 à 1995).

Nous avons trouvé un petit financement complémentaire à la FAO- département AGLS de Mr Sanders - pour financer les analyses du projet "coût économique de l'érosion " comprenant l'étude des rendements de maïs sur sols décapés (0-1-5-10 et 20cm) et sur parcelles d'érosion après 4 années d'érosion (5+5000 dollars +/- mission Roose).

Une petite partie du programme est intégrée au PROJET JACHERE : suivi botanique, évaluation de la biomasse produite par les jachères de 1 à 30 ans, simulation de pluies en 1994 .

Pour l'avenir ou le développement du programme, nous avons consulté Mr Cattizone à la CEE. Le thème intéresse STD 3, mais aujourd'hui les financements sont réservés à des projets régionaux multidisciplinaires, regroupant des pays du Sud de l'Europe (Espagne, Italie, Portugal, Grèce) et divers pays de la région concernée par la culture cotonnière (Mali, Sénégal, Burkina, RCA, Tchad). Autant dire que les chances sont minimes d'autant plus que, vu de Bruxelles, la CEE s'est déjà engagée au Nord Cameroun sur les projets "réhabilitation des sols hardés du Nord Cameroun" et "Jachères".

D'autres solutions devraient être envisagées: la coopération française, allemande (GTZ) ou américaine (USAID). Après Rio, il devrait exister des sources de financement pour des recherches de base appliquées directement au développement et à la gestion des ressources naturelles (eau et sol) et à la protection de l'environnement. Nous manquons de temps et de financement pour entreprendre cette prospection systématiquement (voir la plaquette réalisée par Roose et Boli sur le programme).

4.7 Quels sont les 1ers résultats immédiatement utilisables pour le développement ?

Il faudrait 10 ans pour tirer les conclusions définitives des mesures sur la lutte antiérosive, mais cependant, on peut déjà proposer quelques orientations à tester en milieu villageois, pour répondre à la demande des développeurs.

1- **L'itinéraire technique Sodecoton (labour, sarclage, buttage) est l'un des plus productifs, mais on peut craindre qu'il ne soit pas durable, vu les pertes en eau + terre + nutriments mesurées et les sols dégradés observés dans la région.**

2- **Le semis direct sur adventices grillées (Gramoxon ou mieux au Roundup) + sarclage manuel maîtrise bien l'érosion mais il ne donne pas toujours les meilleurs rendements, ni les meilleurs revenus, en particulier sur les sols tassés où l'enracinement est déficient.**

3- **l'implantation d'un tapis végétal de légumineuses (Calopogonium, Stylosanthes hamata) sous le couvert d'une céréale (1er sarclage) permet l'implantation d'une jachère pâturée courte.**

4- **On peut s'orienter vers un travail réduit à la ligne de plantation à la pioche sur 20 cm de profondeur (remuer 20% du terrain sans le retourner) avec enfouissement localisé de 3 t/ha/an de fumier + NPK. On peut envisager la mise au point d'une dent sous-soleuse montée sur le corps d'une charrue tirée par 2 boeufs, déjà testée avec succès au Niger et au Yatenga (Burkina) sur sols sableux (voir Roose, Dugué, Rodriguez, 1992 dans la revue Bois et Forêts des Tropiques n° 233). Cette sous-soleuse permet de préparer très tôt le sol en sec et d'y enfouir, derrière la dent, la poudrette et l'engrais en granulé.**

5- **L'emploi du labour + NPK + 3 t/ha/an de fumier a permis d'atteindre dès la 1ère année des rendements honorables (2 t/ha de coton et 5 t/ha de maïs) sur des sols sableux déclassés par la Sodecoton (bloc D). On peut donc rapidement restaurer la fertilité de sols pourtant cultivés depuis 30 ans, ravins par l'érosion, fermés dès la 1ère averse après labour, très pauvres en carbone, azote et phosphore, ainsi qu'en argile... à condition de respecter les 6 règles de restauration des sols :**

- maîtriser le ruissellement,
- restaurer la macroporosité par le travail profond du sol,
- stabiliser le sol par enfouissement de matières organiques et une culture à fort enracinement,
- revivifier le sol par apport d'un peu de fumier/compost,
- remonter le pH au-dessus de 5 pour supprimer la toxicité aluminique,
- corriger les carences du sol ou au moins apporter les nutriments indispensables aux cultures

6- **Le travail de retournement du sol par le labour profond n'est pas forcément indispensable, la (les) première(s) année(s) après défrichement doux et brûlage progressif sur place de la biomasse. L'utilisation d'herbicide permet de garder sur place une bonne protection du sol entre les lignes de plantation. Il sera probablement nécessaire de travailler profondément la terre tous les 3 à 4 ans.**

7- **L'usage de 3 t/ha/an de fumier bien décomposé (de chèvre ou de vache) disposé sur la ligne de semis a dans tous les cas (jeune ou vieille défriches) donné les meilleurs rendements- en particulier en maïs/grain (5 à 9 t/ha/an). Il faut donc introduire des "fumières-compostières-poubelles" pour améliorer la qualité et la quantité des engrais organiques disponibles; en même temps, il est nécessaire de commercialiser des charrettes robustes à bas prix.**

8- **S'il fallait encore maintenir le système classique du "labour + sarclage + buttage", il faudrait concrétiser les courbes de niveau (lissées) tous les 20 à 25 mètres (selon la pente >2 à + de 1%) par un microbarrage perméable (bande d'herbes, haie vive de 2 m, cordon de pierres ou de paille) pour dissiper l'énergie du ruissellement et former des talus enherbés. Cette simple précaution doublée de l'orientation correcte des techniques culturales permet de ralentir le ruissellement et d'éviter l'effet cumulatif de l'érosion sur les longues pentes. En consacrant 10% de la surface cultivable à la lutte**

antiérosive et à la production de fourrage et de bois, on peut maîtriser assez bien les pertes de nutriments, d'argile et de matières organiques par l'érosion en nappe et rigole. Mais on augmente les pertes par drainage: il faut donc intensifier le mode d'exploitation (densités plus élevées, cultures associées et agroforesterie)

5. Conclusions

5.1 La mise en place d'un dispositif performant (57 parcelles + 6 lysimètres + 1 bac d'évaporation et 2 pluviographes) le plus grand d'Afrique permet désormais de tester les risques de ruissellement, lessivage, érosion et dégradation de la productivité des terres en fonction des systèmes de culture.

5.2 La caractérisation des paramètres explicatifs (détachabilité, enracinement, infiltrabilité, états de surface du sol) doit nous permettre de modéliser les bilans hydriques et chimiques ainsi que la productivité des terres sur parcelles pour passer ensuite au diagnostic des champs villageois et des blocs Sodecoton.

5.3 Les deux premières campagnes ont montré clairement l'existence de familles de comportement à risques croissant de ruissellement annuel (KRAM de 2 à 3 % sous savane/ jachère, de 8 - 12 % sous culture + travail réduit, de 30 à 40 % sous cultures/ labour) de ruissellement de pointe hors de séries d'averses (KR max = 10 -30 -90 % respectivement), d'érosion totale ($E = \frac{2}{4} \text{ à } \frac{7}{30} \text{ à } 40 \text{ t/ha/ an}$) et de pertes en particules fines (suspensions = 20 kg- 1000kg- 8000 kg/ ha/ an).

5.4 Les études de bilan hydrique ont montré que si l'on réduit de 25 % le ruissellement on observe une augmentation significative des risques de lessivage des nutriments par drainage en zone Soudanienne (P 1200- 1500 mm) à moins d'intensifier la culture (rôle de l'agroforesterie) .

5.5 La mise en place de bandes enherbées ou de haies vives (+ paillage de refus de sarclage) a permis dès la 2ème année de supprimer l'effet cumulatif des longueurs de pente et de dissiper l'énergie du ruissellement. On peut donc à l'avenir remplacer par ces barrages perméables, les fossés, banquettes et terrasses de diversion très coûteux à l'installation, laborieuse à l'entretien et réductrices de la production.

5.6 Maintenant que nous maîtrisons suffisamment le dispositif (3 jours pour installer la campagne de culture au tracteur, 2 à 4 heures pour effectuer toutes les mesures après l'averse), il nous est possible de penser à étendre nos activités hors station, dans le N.E Bénoué en milieu villageois (avec P. Dugué) dans le S.E Bénoué (avec Mrs Thésée et Patalé de la Sodecoton) ou dans le pays Bamiléké avec Mr Hiol-Hiol du département Forêt et Mr Alexis Baukong, pédologue de l'université de Dschang.

Pour compléter la station de Mbissiri, il nous manque encore une étuve ventilée à gaz, un micro-ordinateur portable, un petit groupe électrogène et un véhicule.

5.7 Pour assurer la pérennité de ce laboratoire de terrain après 1995, il nous faut trouver un financement nouveau.

5.8 Enfin, nous formons le projet de monter au Cameroun une section régionale du Réseau Erosion. Nous disposons déjà d'une vingtaine d'inscrits, pédologues, géographes, agronomes, forestiers et hydrologues, chercheurs, enseignants et développeurs. Elle pourrait drainer les participants du Tchad, de RCA, du Niger, du Burkina Faso, de Côte d'Ivoire et de Guinée, du Mali et du Sénégal (81 inscrits).

Annexe: RAPPORT DE MISSION ROOSE A L'UNIVERSITE DE DSCHANG
DU 25 06 AU 2 07 1993

Objectifs.

- Evaluer l'état d'avancement des travaux de Mrs Hiol-Hiol et Fournier;
- Prendre contact avec les départements des Forêts et des Sciences du sol

Observations

a) Programmes Hiol Hiol et Fournier

Nous avons visité les deux bassins versants que Mr Hiol-Hiol devait équiper pour mesurer le ruissellement et l'érosion sous forêts et cultures permanentes (café + cacao et bananiers). Aucun dispositif n'est en place mais il a effectué le relevé topographique des bassins et, grâce à un logiciel, il a reporté les cotes sur un diagramme. A mon avis, l'emplacement est un peu loin de Dschang (45 mn) et surtout de la route principale (3 km de piste impraticable en saison des pluies). Le sujet est intéressant mais très théorique, trop loin du développement et déjà bien abordé à Madagascar. De plus, la majorité du bilan hydrique consiste en ETR et drainage hypodermique qu'il est très difficile d'intercepter. Les traces de ruissellement sont faibles. Le manque de financement du matériel par le département des Forêts a bloqué les efforts de ce chercheur. Je lui ai proposé des dispositifs semi-quantitatifs moins chers.

Le projet entamé par J. Fournier avec la collaboration de F. Hiol-Hiol est beaucoup mieux placé, à côté de la route, à une demi-heure de voiture de Dschang, en pleine zone de valorisation progressive du bois et de mise en culture quasi permanente. L'analyse des systèmes agraires a commencé. Avec des étudiants, il serait possible de dresser la carte des sols et de faire analyser les profils par le service des sols, en coopération.

Le thème agroforestier de la valorisation des arbres poussant naturellement ou implantés autour des cultures, nous paraît beaucoup plus proche des nouvelles options des forestiers dans les pays tropicaux à forte pression démographique.

b) Programme de Mr Alexis Baukong

Nous avons rencontré le pédologue Alexis Baukong qui prépare sa thèse sur l'érosion sur les oxisols argileux avec le Professeur Hartman de Gand (Belgique). Il a mis en place et entretient lui-même depuis 2 ans 2 blocs de 7 parcelles (sols nus et culture de maïs en continu sous divers types d'organisation de la surface du sol). Il s'agit de sols ferrallitiques argileux, riches en matières organiques (4%) sur trachyte et granito-gneiss et sur 9 et 20% de pente.

Durant les 2 premières campagnes (1991-92) les précipitations ont atteint 1534 et 1626 mm, le ruissellement a rarement dépassé 10 mm par averses et l'érosion 36 à 100 t/ ha/ an pour des rendements de 4 à 5 t/ ha/ an de maïs/ grain.

Le dispositif est probablement sous dimensionné, ce qui expliquerait, en partie , les valeurs faibles du ruissellement.

L'érodibilité de ces sols ferrallitiques argileux reste très faible ($K=0,02$), ce qui est logique car on trouve les sols les plus résistants sur les pentes les plus fortes. La thèse était prévue à Gand en 1994 mais l'avenir semble incertain vu la rupture du chef de l'université avec la coopération belge

Conclusions

a) Inutile de financer des voyages en France si l'on ne peut aider au financement du programme sur place. Nous suggérons donc, suite au départ inopiné de J. Fournier, de soutenir le programme de Hiol-Hiol en fournissant un minimum de matériel: 2 pluviographes, 2 limnigraphes, 6 cuves d'érosion, 2 seuils triangulaires pour un total de 100 000 FF.

b) F. Hiol-Hiol pourrait disposer d'étudiants capables de l'aider sérieusement dans ses travaux de terrain et valoriser ainsi au mieux le financement proposé.

c) S'il était nécessaire, nous pourrions profiter de nos missions annuelles au Cameroun pour encourager divers programmes sur l'érosion de la jeune université de Dschang ou d'ailleurs .