

CIRAD

IRA

ORSTOM

**DEGRADATION, EROSION ET RESTAURATION DES SOLS
SOUS CULTURE INTENSIVE DANS LA ZONE COTONNIERE
DU NORD CAMEROUN**

Compte Rendu de la 2 ème Mission ROOSE - Boli
du 19 au 31 juillet 1990

par
Eric ROOSE

Eric ROOSE
D.R. en Pédologie à l'ORSTOM
B.P. 5045, 34032 Montpellier

Montpellier, Août 1990

Dégradation, érosion et restauration de la fertilité des sols sous culture intensive dans la zone cotonnière du Nord Cameroun.
C.R. d'une 2ème mission ROOSE - Boli du 19 au 31 juillet 1990.
Par Eric ROOSE.

RESUME

Effectuée en juillet, cette mission avait pour objectif d'observer en début de cycle les problèmes de dégradation des sols dans les blocs encadrés par la Sodecoton dans la région Soudanaise du Nord Cameroun et de mettre en place un dispositif de mesure de ruissellement et d'érosion à MBISSIRI entre Tcholliré et Touboro, sur sols ferrugineux tropicaux sableux plus ou moins lessivés : 3 blocs sur défriche de savane arborée (jachère de plus de 30 ans) et 1 bloc dégradé abandonné à la jachère par la Sodecoton. Ce site semble bien représentatif des sols ferrugineux sableux profonds d'un bon niveau de productivité potentielle mais fragiles dès qu'on les cultive, même sur des pentes de 1 à 3 %.

Le diagnostic a montré qu'au bout de 12 à 15 ans de culture continue intensive coton/maïs-sorgho, les sols sont épuisés, squelettiques, donnent lieu à des manifestations gênantes de ruissellement (croûtes de battance et sédimentation) et d'érosion (ravineaux et nappes de sable stérile). Inutile alors de lutter contre l'érosion sur ces sols dégradés qui ne répondent plus aux engrais. La cause de l'échec de ce système de production haut consommateur d'énergie serait à chercher dans la mauvaise protection du sol contre la battance des pluies et la restitution très déficitaire des matières organiques et minérales (oligo-éléments).

Le chercheur responsable a choisi une méthode lourde (50 parcelles de 100 et 1 000 m² équipées de cuves de 5 m³), pour tester les différentes méthodes de lutte anti-ruissellement et érosion (mécanique et biologique) et de restauration de la fertilité des sols (fumier, gestion des résidus de culture et des adventices, légumineuses en dérobée, jachère courte naturelle ou légumineuse à enracinement profond, avec ou sans agroforesterie).

Ces études interdisciplinaires de mise au point de systèmes de production intensive seront complétées par :

- des analyses des relations systèmes de production - matières organiques du sol - propriétés liées ;
- des enquêtes et suivis de certains blocs encadrés par la Sodecoton et des aménagements de terroirs réalisés pour implanter 100.000 migrants ;
- des études semi-quantitatives de croissance des ravineaux et des plages de sable lors des averses de fréquence rare ;
- des études de faisabilité, efficacité et rentabilité des systèmes de production et des aménagements antiérosifs (coût de l'érosion et de la lutte A.E.).

Les comparaisons porteront sur les systèmes suivants :

- 1 - Travail du sol classique pour l'école française (labour, sarclage, buttage + fumier + résidus de culture + engrais minéraux) : augmentation du couvert végétal et cloisonnement,
- 2 - Travail réduit au minimum avec couverture d'adventices grillées aux herbicides ou avec couverture de légumineuses associées ou dérobées,
- 3 - Association des arbres (parc d'espèces améliorantes) et des arbustes (haies vives pour augmenter la biomasse disponible pour le paillage et/ou permettant de cloisonner les blocs de culture et d'y gérer les activités du bétail).

Pour éviter la dégradation du sol, on va se rapprocher le plus possible du modèle forestier naturel en recherchant une canopée cultivée abondante et une litière continue : le travail du sol est confié à la mésofaune du sol.

1 - PROBLEMATIQUE

Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés sableux du Nord Cameroun, soumis à des cycles continus de coton/maïs intensifs, sont dégradés après 12 à 15 ans, par :

- la minéralisation des matières organiques du sol non compensée par les résidus apportés,
- la battance des pluies sur les sols peu couverts et l'érosion sélective des fines laissant en place un squelette sableux,
- le ruissellement creusant finalement des ravineaux et déposant localement des plages de sable.

Les profils pédologiques restent perméables mais la surface des sols est très rapidement colmatée par suite de la battance de la pluie sur le sol dénudé.

Pour redresser la situation, il faut donc résoudre trois problèmes :

- réduire les risques d'érosion en couvrant la surface du sol,
- restaurer la fertilité des sols sableux dégradés,
- et mettre au point des systèmes de production intensifs et stables.

2 - OBJECTIFS DE LA MISSION

La 1^{ère} mission en décembre 1989, à l'époque de la récolte du coton, a permis de définir les contours d'un programme multidisciplinaire intitulé "Recherche de systèmes de production intensive stable en zone Soudano-Sahélienne Camerounaise. Etude de la dégradation, de l'érosion, du ruissellement et de la restauration de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux sous culture intensive de coton et céréales.

Cette 2^{ème} mission, en juillet 1990 a pour objectifs de suivre, par enquête sur les blocs Sodecoton, les mêmes problèmes en début de cycle, de vérifier la représentativité des sites expérimentaux choisis, d'aider à la mise en place des dispositifs (parcelles d'érosion de 100 et 1 000 m²), à l'entraînement des futures équipes d'observateurs et à la définition des traitements expérimentaux.

3 - LES MOYENS

Onze jours de mission dont 7 jours de terrain dans le S.E. Bénoué et un jour autour de Garoua.

Visite commentée de deux aménagements de terroir, l'un sur un versant dégradé (SANGUERE DJALINGO) et l'autre sur défriche de savane arborée pour l'installation de migrants (forage aux éléphants près de Touboro).

Nombreuses discussions avec les paysans, avec les représentants de la Sodecoton (MM. THESEE, PATALE, divers encadreurs) et de l'IRA (MM. BILLAZ, VALLEE, MARTIN, GREMILLET, HARMAND, Yves YELLO, etc...).

Nous tenons à remercier l'IRCT et Mr BILLAZ, à l'origine de ces missions (financement SEB III, IRA Garoua), MM. BOLI, BILLAZ et VALLEE qui nous ont accueilli chaleureusement dans leurs foyers, le personnel de l'IRA, du CIRAD et de la Sodecoton qui nous ont consacré largement leur temps.

4 - DIAGNOSTIC

En fin de cycle cultural, les manifestations du ruissellement et de l'érosion en nappe et ravineau sont nombreuses et assez graves (voir rapport ROOSE, 1989). Neuf à 30 jours après le semis de coton/maïs

on trouve déjà la surface du sol tassée, encroûtée, fermée, des pellicules de battance (1-2 mm d'épaisseur) couvrant les fantômes des mottes créées par le labour, des croûtes de sédimentation (1-3 cm d'épaisseur) et une grande abondance de sables grossiers dans les microdépressions, preuves que la dégradation du sol, le ruissellement et l'érosion sont déjà très avancés bien avant le buttage : il est vrai que les parcelles très peu couvertes ont déjà essuyé des averses de 80 à 120 mm en 24 heures. **Le buttage cloisonné viendrait donc un peu tard pour réduire durablement la dégradation du sol.** On devrait étudier le billonnage immédiatement après labour. Par contre, les terres en semis direct dans les adventices et les résidus de culture sont beaucoup moins dégradées.

La dégradation est plus rapide sur les sols sableux cultivés depuis longtemps, mais elle se développe très vite aussi sur des sols nouvellement défrichés (ex. MBISSIRI). Il est donc peu probable que l'enfouissement de matières organiques (M.O.) suffise pour ralentir significativement la dégradation des sols. L'agressivité des pluies en début de saison des pluies est si forte, qu'il faut chercher des systèmes de production qui suppriment la dénudation des sols lors du semis (paillis d'adventices grillées aux herbicides, des résidus de culture et/ou de légumineuses en dérobées comme au Brésil).

L'observation des aménagements des deux terroirs aboutit à la même conclusion. Les structures antiérosives (fossés ou diguettes de diversion, bandes d'arrêt, etc...) peuvent ralentir le ruissellement et les transports solides à longue distance, mais elles n'arrêtent pas la dégradation rapide des sols sur place. Pour cela, il faut gérer au mieux la biomasse pour réduire au minimum la surface du sol exposée à l'érosivité des pluies et nourrir la mésofaune (perforatrice du sol), laquelle peut assurer une infiltration stable suffisante (cfr. les savanes arborées voisines).

5 - PROPOSITIONS DE REMEDES A COURT TERME ET DANS LE CADRE DU SYSTEME DE PRODUCTION ACTUEL A HAUT NIVEAU D'INTRANTS

- **Travail précoce en sec à la dent sur la ligne de semis pour éclater le sol et semer dès la 1ère pluie.** Maîtrise des adventices aux herbicides ou manuellement ;
- **Billonnage ou buttage cloisonné précoce** pour réduire la concentration des eaux et des sables dans les dérayures et les ravineaux ;
- **Enfouissement des résidus de maïs par labour grossier de fin de cycle** en décembre au tracteur pour éviter les feux et le pâturage des résidus par les troupeaux nomades ; semis direct précoce du coton sur labour après la 1ère pluie ;
- **Apport de fumier (5t/ha tous les 2 ans)** enfoui par un labour précoce (bien difficile car actuellement les boeufs rejoignent les troupeaux Bororo après le buttage). Il faudrait donc lancer une campagne de fosses fumières sous l'étable et de fosses compostières aux champs ;
- **Labour tardif (boeuf ou tracteur fin juillet)** de parcelles couvertes d'herbes (rabattues à H < 15 cm + gramoxone) suivi d'un désherbage manuel (25 He. Jours/ha) et d'un buttage cloisonné ;
- **Semis direct tardif (juillet) dans un tapis herbacé grillé au gramoxone (4 l/ha),** suivi d'un désherbage manuel ou gramoxone localisé (caches).
Il n'est pas sûr que le buttage lié à l'enfouissement de l'urée fasse plus de bien (parcelles propres) que de torts (concentration du ruissellement et fort transport de sable dès qu'on n'est pas en courbe de niveau) : il faudrait le cloisonner tous les 2 à 5 mètres ;
- **Augmenter la densité du couvert végétal** surtout en début de cycle : réduire l'interligne de 80 à 60 cm et sur la ligne de 40 à 25 cm ;
- **Travail grossier motteux du sol** (éviter le hersage) sauf sur la ligne de semis (roue pour tasser le sol sur cette ligne) ;
- **Semis hâtif : travail du sol en sec au tiller (5 dents)** et semer dès la 1ère pluie de > 20 mm ; herbicides de post-semis ;

- Ou attendre une bonne levée des adventices, les griller au gramoxone et semis direct sous ce mulch rabattu (voir le semoir combiné de Mr GREMILLET) ;
- Organiser de nouveaux blocs en bandes de 25 mètres de part et d'autre d'une courbe de niveau principale lissée concrétisée par des bandes antiérosives enherbées de 5 mètres de large, rabattues au rouleau hacheur (Landaise) régulièrement pour favoriser l'activité de la mésofaune : ces bandes enherbées pouvant éventuellement servir de piste d'accès ;
- Réintroduire un parc d'arbres fourragers (Acacia albida, Acacia polyacantha, Nere) le long des bandes d'arrêt (= marquage des courbes) : apport diffus de M.O. et nutriments ;
- Ne plus travailler les ravineaux principaux qui réapparaissent chaque année, mais y favoriser la formation d'exutoires enherbés tassés, résistants au ravinement ultérieur ;
- Extraire les adventices résistantes (stolons, ou plantes grasses) et les faire composter en tas à l'ombre des arbres sur la bande d'arrêt : laisser sécher les autres adventices sur le sol (= efficace comme paillis).

6-PROPOSITION A PLUS LONG TERME : RECHERCHE DE SYSTEMES DE PRODUCTION INTENSIFS STABLES

6.1 - Remarques préliminaires

Les propositions précédentes (§ 5) ont été testées localement ou dans la zone Soudano-sahélienne africaine et apportent des solutions partielles et temporaires. Mais pour nous chercheurs, il nous faut aller plus loin dans la compréhension des processus et des facteurs de dégradation pour répondre à trois problèmes posés par la culture intensive du coton/céréale :

- réduire au minimum l'érosion et le ruissellement,
- restaurer la fertilité des sols dégradés,
- gérer les sols nouvellement défrichés.

Pour aboutir à des bilans (hydriques et chimiques) nous avons besoin d'expérimentation en vue d'un référentiel quantitatif sous pluies naturelles (parcelles d'érosion 100 - 1 000 m²) complété par des tests d'infiltration au simulateur de pluies (1 m²). Si les tests au minisimulateur peuvent donner une assez bonne idée de la dynamique de l'infiltration quand celle-ci dépend des états de surface, il n'en est plus de même pour les processus d'érosion linéaire qui dépendent non seulement de l'énergie des pluies mais aussi de l'énergie du ruissellement cumulé tout au long du versant.

Nous serons donc amenés à faire des enquêtes ou des mesures spéciales sur les ravineaux dans les blocs anciens où les pentes sont souvent très longues (pièges à sable ou piquets indiquant la hauteur maximale de crue).

Nous serons amenés à explorer différentes échelles de temps et d'espace :

De temps :

- la journée (pour la pluie, le ruissellement, l'érosion),
- la décade (humidité du sol, les états de surface, le couvert végétal),
- le mois, l'année moyenne, les années 1/10 sèches ou humides (bilan hydrique, chimique, risques d'érosion et de drainage).

D'espace :

- les mottes : dégradation des agrégats, relations entre l'agrégation et divers paramètres,
- les parcelles d'érosion (> 100 m²) : dégradation de l'état de surface, ruissellement, érosion en nappe et rigoles,

- les champs de > 1 000 m² : idem + ravineau sur systèmes de production,
- le versant : idem en + la dynamique de l'eau au long des toposéquences (engorgements, résurgences)
- le suivi des états de surface nous permettra d'étendre aux champs paysans la modélisation du ruissellement, des bilans (hydriques et chimiques) et des risques d'érosion en fonction des pluies et des systèmes de production.

Contrairement aux essais de type agronomique où tous les traitements doivent être répétés 1 fois dans N blocs pour réaliser des analyses de variance et rechercher la signification statistique des résultats obtenus sur divers traitements, nous nous proposons de **ne répéter que les traitements couvrant toute la gamme des risques érosifs** :

- E. max. sur les parcelles nues de référence internationale,
- E. moyenne sur les témoins régionaux (coton/maïs labour + 2 sarclages),
- E. minimale sur les parcelles couvertes toute l'année par paillages divers.

Par contre nous développerons l'analyse des **résultats journalier par régressions multiples et analyse en composantes principales** (recherche des paramètres les plus significatifs) comme il est d'usage en hydrologie (où il n'est pas possible de multiplier les répétitions dans l'espace).

Nous privilégierons l'échelle du champ et du versant correspondant à l'approche agropédologique et paysanne (étude de la variabilité due aux traitements sur des sols ferrugineux tropicaux sableux), plutôt que le bassin versant (approche hydrologique et sédimentologique : envasement des barrages) car le canal et son environnement immédiat cachent ou modifient trop les effets de l'aménagement des versants (champs paysans).

Les dispositifs expérimentaux sont implantés à MBISSIRI (entre Tchollire et Touboro) à 32 km de l'usine Sodécoton de Mayo Galkié sur des sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés sur carapace ferrugineuse à plus ou moins 120 - 150 cm de profondeur sur granito-gneiss. Les sites sont représentatifs des sols sableux à sablo-argileux fragiles les plus cultivés de la zone Soudanienne (P = 1 000 à 1 200 mm, P. journalière 1/10 = 100 à 120 mm) où sont ou seront encore implantés 100.000 migrants dans des terres capables de produire 1,5 à 2,5 t de coton graine/ha/2 ans.

Les résultats ne visent donc pas la réhabilitation des terres argileuses (vertisols, planosols et autres Hardés) étudiées par une autre équipe (ORSTOM - CNRS - IRA) autour de Maroua.

6.2 - Rappel sur la dégradation des sols

Manifestations :

- horizon de surface sableux = érosion sélective des particules fines + M. Organiques ;
- baisse du taux de M.Organiques en dessous d'un seuil entraînant :
 - . la réduction des activités de la mésofaune,
 - . l'effondrement de la macroporosité et de la structure,
 - . le développement anormal du ruissellement et de l'érosion,
 - . la faible réaction des cultures aux engrais,
 - . l'apparition de carences en oligo-éléments,
 - . la baisse de la rentabilité de l'exploitation et l'abandon à la jachère.

Processus	Facteurs	Remèdes												
Minéralisation de M.O.	<ul style="list-style-type: none"> - t° et humidités élevées - le travail du sol accélère l'oxydation des M.O. - l'enfouissement de M. Verte excite les microorganismes 	<ul style="list-style-type: none"> - ralentir la minéralisation, le mulch minéralise + lent' que l'enfouissement - réduire le travail du sol - apporter de la lignine et de la biomasse évoluée (fumier + compost) 												
Battance Erosion sélective	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">- sol nu</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">variation</td> </tr> <tr> <td>- facteur couvert végétal</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">1 à 0,001</td> <td style="text-align: right;">1 000</td> </tr> <tr> <td>- topographique 0,1 à 5</td> <td style="text-align: right;">50</td> </tr> <tr> <td>- érodibilité du sol 0,3 à 0,01</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td>- techniques A.E. 1 à 0,1</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> </table>	- sol nu	variation	- facteur couvert végétal		1 à 0,001	1 000	- topographique 0,1 à 5	50	- érodibilité du sol 0,3 à 0,01	30	- techniques A.E. 1 à 0,1	10	<ul style="list-style-type: none"> ↗ le couvert : semis denses et précoces - gérer les adventices + résidus de cultures à la surface du sol - cultures associées - agroforesterie - réduire et cloisonner les pentes
- sol nu	variation													
- facteur couvert végétal														
1 à 0,001	1 000													
- topographique 0,1 à 5	50													
- érodibilité du sol 0,3 à 0,01	30													
- techniques A.E. 1 à 0,1	10													
Erosion mécanique sèche	<ul style="list-style-type: none"> - fréquence et vitesse des passages (tassement des pneus) - type de travail dents < charrue < disques < fraises = le + dangereux - agressivité du travail <ul style="list-style-type: none"> . pulvérisation . retournement ou éclatement . lissage du fond de labour . profondeur de travail et dilution des M.O. du sol - puissance des engins permettant de travailler en sol trop humide - formation de fourrières/dérayures 	<ul style="list-style-type: none"> - réduire le nombre de passage (1 fois tous les 4 ans) - réduire la pression de compactage : chaînes ou pneus larges à faible pression - éviter le lissage (humidité du sol et matériel glissant sur tout le fond de labour) - éliminer les outils rotatifs (fraises) et les disques - éclater le sol en grosses mottes plutôt que le retourner - éviter de pulvériser ou de rouler 												
Erosion linéaire très localisée (2 - 5 % du terrain)	<ul style="list-style-type: none"> - faible capacité d'infiltration de la surface du sol - surface du bassin versant - rugosité et vitesse de circulation 	<ul style="list-style-type: none"> - cloisonner le paysage pour éviter le rassemblement des eaux ↗ - la rugosité de la surface du sol - gestion des M.O. à la surface du sol pour ralentir la vitesse du ruissellement + ↗ infiltrations 												

6.3 - Proposition d'un programme de recherche

Il s'agit de préciser dans la dégradation des sols (et leur restauration) la part qui revient à la gestion des matières organiques de celle qui revient à l'érosion sélective par la battance des pluies destructrices des structures superficielles.

Ce programme de recherche interdisciplinaire a pour objectif final la mise au point de systèmes de production stables permettant la culture intensive et rentable du cotonnier (source vitale de devises) et de céréales associées à des légumineuses (source indispensable de vivres) tout en cherchant à intégrer la production animale et forestière à l'échelle du terroir villageois dans la région Nord du Cameroun.

- Etude quantitative des processus élémentaires (dégradation physique des sols, battance, E. en nappe et en ravineau, sédimentation en plages sableuses) en relation avec divers systèmes de production, la gestion de la biomasse et les états de surface ;
- Influence de ces processus sur les propriétés chimiques et hydrodynamiques des sols (en particulier sur la M.O. et les propriétés liées à la M.O.), sur la faisabilité, l'efficacité et la rentabilité d'une gamme de systèmes de production et de gestion des résidus de culture (fumier-compost, résidus enfouis ou en surface, légumineuses dérobées, jachère naturelle, haies vives arbustives, parcs améliorants, etc...), (bilan des nutriments et de l'eau en fonction des systèmes de production) ;

- Etude de la variabilité de l'Erosion = f (pluie et ruissellement) à différentes échelles de temps (l'averse, le mois, 1 à 10 ans) et d'espace (labo, simulation sur 1 m², 20 m² pour le comportement du sol, parcelles de 100 m² pour l'érosion en nappe et rigole, 1 000 à 2 500 m² E. en ravineau, faisabilité et suivi d'aménagements intégrés de versants ou de terroirs) ;
- Enquêtes auprès des paysans sur les blocs encadrés par la Sodecoton (1/4 ha) sur l'évolution de l'état de la surface du sol, les sables transportés, les ravineaux et les techniques culturales en relation avec la production.

6.4 - Traitements proposés dans les parcelles d'érosion (100 m²)

1 - Témoins

- **Témoin international** : Sol nu travaillé dans le sens de la pente = modèle USLE pour étudier l'érodibilité du sol.
- **Témoins régionaux naturels** : - Savane arborée (. brûlée et pâturée)
(. pâturée) effet du feu et du pâturage
(. protégée)
- **Témoins régionaux cultivés** : - en culture attelée (effet motorisation en sols sableux
- en culture motorisée (et tassement

2 - Augmentation du couvert végétal (pour réduire la battance du sol)

- Effet densité de plantation de 80 x 40 cm (~50 000 pieds) à 60 x 20 cm (=83 000 pieds/ha)
- **Date de plantation** : - précoce (. labour de fin de cycle après maïs
(. travail aux dents localisé et semis direct

- moyenne = labour 1ère pluie utile

- tardive, début juillet (. labour puis sarclage manuel
(+ herbicide
(. herbicides puis semis dans l'herbes
(grillées
- **cultures associées** : soja ou Niébe x coton ou maïs/Sorgho
ou légumineuses fourragères en dérobée (Callopogonium,
Desmodium, etc...)

3 - Gestion de la biomasse et des résidus organiques x travail du sol

- Témoin = labour après brûlis des rémanents de coton et exportation des pailles de maïs ;
- Enfouissement des adventices + quelques résidus = labour tardif sur adventices grillées (herbicides) ;
- Herbicides sur adventices (herbes rabattues à 15 cm) et semis direct tardif sans labour ;

- Labour de fin de cycle sur maïs pour enfouir les résidus de culture ;
- Labour d'enfouissement de fumier/compost, 5 t/ha tous les 2 ans, exportation des pailles de maïs ;
- Semis de légumineuses en dérobée (*Calopogonium*) en même temps que le maïs et ensuite herbicide (localisé) et semis direct sur paillis mort (ou vivant) ;
- Idem sur paillis légumineuse rabattu + résidus de culture ;
- Idem + haie vive taillée et posée comme paillis complémentaire ;
- Idem + haies + arbres améliorant menés en parc (= 2ème phase) ;
- Jachère 20 mois : - à base d'adventices après le buttage du maïs) + 1 ans de repos
 - à base de légumineuses implantées)
- Paillage en ombrière plastique pour dissocier les effets mécaniques des effets stabilisants et nutritifs des matières organiques.

4 - Régénération du sol

- Décompaction par sous-solage aux dents (tracteur + chisel) ou labour profond (H 20/25 cm), plus buttage cloisonné ;
- Idem + apport de matières organiques et biologiques (fumier ou compost) ;
- Idem + correction des carences minérales ;
- Idem + correction du pH si < 4.5 ;
- Méthode Zaï = cuvettes piégant le ruissellement + poudre localisée (2 t/ha) + termites + sorgho ;
- Témoin sans travail du sol hormis éclatement en sec sur la ligne et semis de sorgho puis semis direct sur paillis de sorgho ;
- Culture de biomasse la 1ère année sur labour + fumier ;
- 20 à 24 mois de jachère (naturelle herbacée ou légumineuse) enfouie par labour ou laissée en surface pour travail réduit au minimum ;
- Structures antiérosives + agroforesterie (parc *Acacia albida*)

5 - Effet longueur de pente

- Témoin 22 - (50) - 100 mètres
- Travail minimum : (+ 2 m bandes d'arrêt tous les 22 à 100 mètres + arbres
 (+ 1 m de bande d'arrêt tous les 10 mètres
- l = 100 m
- Bande d'arrêt : (1 m tous les 10 m
 (2 m tous le 20 m
 (5 m tous les 50 m
 (10 m tous les 100 m

6.5 - Traitements proposés pour les grandes parcelles (20 x 50 mètres)

- 1° - Témoin régional : labour, 2 sarclo-buttages // pente isohypse sur nouvelle défriche ;
- 2° - Amélioration mécanique : labour, billonnage ou buttage cloisonné isohypse + résidus enfouis ;
- 3° - Amélioration biologique sans légumineuse :
 - résidus de culture + adventices en surface + gramoxone
 - semis direct + sarclage gramoxone localisé + manuel
- 4° - Amélioration biologique avec légumineuse intercalaire de Calloponium ou Stylosanthes
 - idem 3 + semis Calloponium + sarclage manuel ;
- 5° - Idem 4 + haies vive (supplément paillage) + arbres parc (Acacia albida) ; (= Agroforesterie) ;
- 6° - Amélioration biomécanique = labour maïs + légumineuse, semis direct du coton, labour etc... ;
- 7° - Labour tardif sur terre enherbée, gramoxone + semis direct puis sarclage manuel ou bien gramoxone, labour, semis, sarclage manuel ;
- 8° - Témoin savane arborée (brûlée, pâturée, en défens).

6.6 - Etat actuel d'avancement et interdisciplinarité

Actuellement nous avons recueilli l'accord de principe des chercheurs suivants :

1° - Boli ZACHEE, pédologue, Chef du Centre IRA de Maroua

- Aspects pédologiques plus particulièrement en zone soudanienne (SEB) ;
- Etude quantitative de la gestion de la biomasse, érosion, ruissellement, restauration de la fertilité des sols sur parcelles d'érosion (100 et 1 000 m²) en fonction des pluies et des états de la surface ;
- Enquête sur les blocs paysans et mesure des états de surface en vue de tenter une extrapolation des risques de ruissellement à l'échelle de l'hectare ;
- Suivi de l'érodibilité, de la capacité d'infiltration, de C, N, pH, structure, activité biologique des sols ;
- Etudes ultérieures au simulateur de pluies ;
- Faisabilité, coût et efficacité des techniques culturales et des structures antiérosives ;
- Etude du ravinement et des moyens de fixation et de gestion des ravineaux dans les blocs cultivés ;

Actuellement mise en place de 50 parcelles d'érosion sur un site dégradé et un site nouvellement défriché de savane arborée à 2 km autour de MBISSIRI, sur sols ferrugineux tropicaux peu lessivés sur cuirasse vers 120 - 150 cm. Test d'homogénéité des blocs au Maïs.

2° - ROOSE Eric, agronome, pédologue, spécialiste G.C.E.S. ORSTOM Montpellier

- Deux missions de suivi du programme par an.

Le rôle de l'ORSTOM pourrait rester réduit au suivi du programme (2 missions de Roose par an) et à la formation des équipes (à Montpellier et sur place) ou se développer en relation avec l'équipe de réhabilitation des vertisols dégradés ou avec l'équipe du laboratoire "Comportement des Sols Cultivés" dont les préoccupations sont liées aux relations "M. Organiques du sol -(agrégation - érodibilité - disponibilité en nutriments" en fonction des systèmes de production.

3° - VALLEE Gilbert, agronome IRA - IRAT à Garoua

- Aspects agronomiques en zones Soudano-sahélienne et Soudanienne ;
- Production de biomasse, gestion des résidus de culture, mise au point de la culture de légumineuses en dérobées ;

- Efficience de l'eau en fonction des techniques culturales (suivi des états de surface et humidimètre à neutrons) ;
- Entretien de la fertilité minérale et organique ;
- Aménagement de terroir agro-sylvo-pastoral (pistes, structures de diversion, techniques culturales, arboriculture, pâturages améliorés) ;

Actuellement à Sanguere :

- 1ère année d'un aménagement et d'un essais fertilité chimique x organique,
- 2ème année d'un essais travail minimum + légumineuse dérobée.

4° - **MARTIN José**, Agronome IRA - IRCT à Maroua

- Aspect nutrition minérale : P - K - Ca - Mg - S - Bo ;
- Pertes chimiques par érosion et lixiviation dans les eaux de drainage ;
- Herbicides ;

Actuellement, enquête sur la fertilité des parcelles des points d'appuis (480 parcelles).
Pourrait participer au bilan chimique sur les parcelles d'érosion.

5° - **Mr Klein**, botaniste IEMVT au CRZ de Garoua

- Triage des légumineuses fourragères ou non apétantes, qui pourraient être utiles pour développer des systèmes intégrés agro-pastoraux, en particulier pour des cultures dérobées sous coton, maïs et sorgho, en vue d'un paillage vert (minimum tillage sous paillis).

Actuellement essais de différentes légumineuses introduites sous le couvert de sorgho et sous maïs (*Mucuna Pruriens* un peu envahissant, *Calopogonium muconoïdes* le meilleur, *Macroptilium lathyroïdes* et *Atropurpurem* dressés, *Desmodium tortuosum* et *distortum* dressés un peu envahissant, *Clitoria ternatea* irrégulier, et *Stylosanthes guyanensis* et *hamata*, très bon couvert à pâturer). Cultures de coton en semis direct sur différents paillis de légumineuses tuées plus ou moins partiellement par herbicide = bon espoir.

6° - **GREMILLET Bernard**, machiniste agricole de l'IRAT à l'IRA, Garoua

- Mise au point des différentes machines nécessaires pour étendre les systèmes de minimum tillage sous différents paillis (adventices grillées, légumineuses dérobées, et résidus).

Actuellement :

- canne pour planter et fertiliser en même temps,
- pulvérisateur d'herbicide,
- rouleau hacheur de paille type landaise adaptée,
- combiné semeur x fertiliseur localisé à traction motorisée (30 CV - Bouyer)

Pour compléter l'équipe de mise au point des nouveaux systèmes de production intensifs mais non dégradants il faudrait encore nous assurer de la collaboration de spécialistes (temporaires) dans les disciplines suivantes :

7° - **Forestier** :

Nous avons pris contact avec **Mr HARMAND** (CTFT au CRF de Maroua) pour mettre au point l'implantation et la gestion de haies vives et d'arbres à objectifs multiples, techniques de plantation, de taille des racines et des branches et d'exploitation en brise-vent pour isoler les blocs cultivés.

Actuellement le CRF étudie 3 applications des arbres à la lutte antiérosive :

- les arbres sur structures antiérosives,
- les arbres améliorant sur parcs arborés,
- les jachères forestières produisant du bois.

Ses conseils nous sont acquis pour le site de MBISSIRI, où des exemples d'Agroforesterie pourraient être testés (haies vives à objectifs divers, piquet vert, arbres améliorant en vue de créer un parc arboré sur cultures) mais il devrait être aidé par un 2ème coopérant pour faire face à un programme expérimental très chargé.

8° - Aspects socio-économiques de la lutte antiérosive

- Analyse du coût de l'érosion et des structures antiérosives :
 - . au champ = effet sur les rendements
 - . en aval = coût des dégâts aux routes, ponts, barrages, etc... ;
- Effet d'un décapage au bulldozer de 5 - 10 - 20 cm de sol sur la productivité ;
- Faisabilité des techniques culturales et des structures (temps de travaux) ;
- Réaction paysanne aux innovations proposées, méthodes de vulgarisation ;
- Importance du problème foncier sur le développement de l'érosion et de la lutte antiérosive ;
- Influences des incitations (salaire, prix des productions, PAM, engrais, crédits, machines) sur la lutte antiérosive.

9° - Phytopathologie / Malherbologie / Entomologie

- Défense des cultures contre les insectes, les maladies et les adventices gênant le développement des nouveaux systèmes de production où le sol est couvert d'un paillis plus ou moins vivant tout au long de l'année.
- Etude de l'activité et des populations de la mésofaune du sol sous l'effet des herbicides et divers pesticides.

7 - PROGRAMMATION DU VOLET, DEGRADATION-EROSION-RESTAURATION

1989 :

- Octobre : Enquête de Boli : liaison dégradation - âge des blocs Sodecoton ;
- Décembre : Mission Roose-Boli : 1ère définition du projet et recherche d'un site.

1990 = Année zéro : choix de 2 sites près de MBISSIRI à 32 km de l'usine Sodecoton de Mayo Galkie (mars).

- Construction des parcelles d'érosion (100 et 1 000 m²) en 2 sites (dégradé et vieille jachère) sur sols ferrugineux tropicaux peu lessivés, sur carapace vers 120 - 150 cm représentatifs des sols sableux fragiles capable de produire 1,5 à 2,5 t/ha/2 ans ;
- Finition des parcelles prévue pour décembre : canaux, pièges à sédiment, bordures et partiteur (Parcelles de 6 à 24 m de large et 22 à 100 m de long) ;
- Test d'homogénéité de la fertilité des 4 blocs expérimentaux : semis de maïs début août sans engrais et sans travail du sol. Sarclage manuel + herbicides formant un paillage sur place. Récolte et pesée de la biomasse par blocs de 6 x 6 m : hauteur des plants et poids sec de la biomasse aérienne totale ;
- Juillet, 2ème mission Roose : mise au point des parcelles ;
- Décembre 1990 ou février 1991, 3ème mission Roose : test de fonctionnement des parcelles et formation des équipes.

1991 :

- Février : prélèvement des échantillons de sol, profils pédologiques et échantillons agronomiques = point de départ puis chaque année puis tous les 2 ans en février/mars ;
- Mai-Juin : démarrage du 1er cycle coton ;
- Mesure :
 - . pluie, ruissellement, suspension et E. totale après chaque averse,
 - . paramètres explicatifs : état de surface, croûtes de battance et de sédimentation, couvert végétal, canopée et sur le sol, adventices, activité mésofaune, état motteux ou fermé, humidité de la surface du sol/profil tous les 10 jours ou après les grosses averses,
 - . rendements, biomasse, coton et grain,
 - . bilan économique, heures de travail.

1991 - 92 : 1er cycle coton - maïs : bilan hydrique et caractérisation hydrodynamique des couvertures pédologiques.

1993 - 94 : 2ème cycle coton - maïs et bilan chimique.

1995 - 96 : 3ème cycle coton - maïs ou 2 cycles avec 1 an de jachère.

1997 : Contrôle de l'évolution de la fertilité du sol (maïs sans apport de nutriment).

En fonction des résultats des parcelles et de l'évolution des autres sous programmes, mise en route d'une 2ème phase où les effets de l'Agroforesterie se feront mieux sentir.

Dès l'an 2 et selon la disponibilité en temps seront entrepris différents volets complémentaires :

- Enquêtes chez les paysans dans les blocs encadrés par la Sodécoton pour suivre les états de surface en fonction des techniques culturales ;
- Mesure semi-quantitative du développement des ravineaux dans des blocs de plus de 5 - 10 - 15 ans de culture (pièges à sable et évaluation des volumes creux) ;
- Simulation de pluies sur différents états de surface ;
- Suivi des aménagements de terroir par Sodécoton et IRA ;
- Bilan chimique des pertes chimiques par ruissellement et érosion ;
- Problèmes d'aménagement du réseau de pistes ;
- Evolution des activités de la mésofaune (en particulier des vers de terre) en fonction de l'âge des blocs cultivés et des techniques culturales (herbicides, insecticides, effets rémanents du travail du sol, gestion des résidus de culture) : leur influence sur le rendement des cultures, sur la capacité d'infiltration.

CONCLUSIONS

- 1 - Mr BOLI a tenu à installer un dispositif de terrain lourd pour assurer une base solide pour les 15 années à venir où pourront être étudiés en détail les problèmes de dégradation des sols, d'érosion et de restauration de leur fertilité par la gestion de la biomasse disponible selon différents systèmes de production (= observatoire de restauration des sols en milieu Soudanien).
- 2 - Le système d'exploitation intensif actuel menant à la squelettisation de l'horizon humifère, à la dégradation du sol et de la rentabilité de la culture intensive du coton **après 12 à 15 ans**, il fallait tester **dès le début** toutes les voies possibles de gestion des matières organiques et de lutte antiérosive (mécanique-biologique) pour avoir une vue d'ensemble de ce problème complexe mais crucial : les sols africains peuvent-ils supporter une agriculture intensive rentable et soutenue ? Le site choisi sur des sols sableux fragiles nous semble très représentatif de la majorité des sols cultivés de la zone Soudano-sahélienne.
- 3 - L'agronome et l'expérimentateur classique sera sans doute choqué de voir la multiplicité des expérimentations et le peu de répétition de chaque traitement (N = 1 à 3).

Plusieurs réponses à cette objection :

- a) Nous avons une 1ère idée de la variabilité spatiale grâce aux mesures de biomasse du maïs la 1ère année et la dernière année.
 - b) Nous aurons une estimation de la variabilité du ruissellement et de l'érosion dans l'espace et dans le temps pour les traitements extrêmes.
 - c) Nous ne cherchons pas à mettre en lumière des faibles différences de rendement, de ruissellement et d'érosion mais des ordres de grandeurs très différents (rendements de 0,1 à 2 - 3 t/ha, ruissellement de 1 à 70 %, érosion de 100 kg à 50 t/ha/an). La population double tous les 15 ans : nous devons proposer des systèmes de production capables d'y faire face.
 - d) Nous nous focaliserons d'abord sur les relations entre paramètres explicatifs et processus (ce qui s'analyse mieux par les régressions, les analyses factorielles de correspondance et analyse en composantes principales) plutôt que sur les rendements (analyse de variance). Chaque événement pluvieux nous donnera une observation chiffrée.
- 4 - Nous prenons comme hypothèse de départ, que la dégradation du sol provient de 2 causes principales : le système actuel ne couvre pas assez le sol contre l'agressivité des pluies et n'alimente pas suffisamment le sol en matières organiques. Nous souhaitons donc tester les principales méthodes de gestion de la biomasse et en particulier différentes formes de travail réduit et de gestion des adventices et des légumineuses. Ceci a déjà été testé en zone tempérée (USA et Europe) et tropicale (Nigéria et Brésil) et a donné localement de bonnes raisons d'espérer. Ceci ne veut pas dire que la mise au point régionale sera facile et rapide : il faut aussi qu'elle soit rentable et cela va dépendre du prix et de l'efficacité des herbicides, de la disponibilité de légumineuses de couverture bien adaptées et de l'équilibre agro-pastoral.
 - 5 - En effet, il ne suffit pas de mettre au point en station des techniques culturales efficaces, encore faut-il les resituer dans l'espace dans le cadre de l'aménagement agro-silvo-pastoral des terroirs ruraux. C'est pourquoi, il nous semble indispensable de mener en parallèle (légèrement décalé dans le temps) des essais en parcelles de station et des observations suivies sur des aménagements de terroir en vraie grandeur en milieu paysan. La collaboration étroite avec la Sodecoton et l'implantation de migrants nous semble donc particulièrement heureuse puisqu'elle nous offre un terrain d'application immédiat. L'effort de réflexion interdisciplinaire déjà entrepris au sein de l'IRA sur l'aménagement de terroir, nous paraît de bonne augure pour aboutir enfin à une logique régionale de gestion conservatoire des eaux, de la biomasse et de la fertilité des sols. C'est un excellent moyen pour faire se rencontrer en un seul terrain les différents chercheurs concernés par ce programme.

ANNEXE 1

QUELQUES OBSERVATIONS DE TERRAIN

1 - Activité de la mésofaune

L'activité de la mésofaune pour perforer la surface du sol est essentielle pour assurer la capacité d'infiltration des sols surtout lorsque ceux-ci ne sont pas travaillés : cas du travail minimum avec paillage. On pourrait craindre qu'au bout de 10 à 15 ans de culture intensive (herbicides, pesticides, engrais acides et travail du sol), les vers de terre et termites soient éliminés. En décembre, on avait dénombré 20-25 turricules de vers de terre par m² sur les bandes d'arrêt contre 1 à 4 sous coton (moins de 10 ans après défrichement)).

En juillet, 10 jours après plantation on a dénombré 20 turricules/80 m² sur maïs semé directement dans les herbes grillées au gramoxone contre 5/80 m² sur maïs semé sur sol labouré : le labour semble perturber les vers de terre plus que le gramoxone. On constate donc que la culture de coton/maïs réduit nettement l'activité des vers de terre mais n'a pas totalement supprimé les populations : le système de travail réduit au minimum avec résidus et engrais vert à la surface du sol devrait permettre le retour à une situation plus favorable. Le problème des termites et fourmis est différent car si leur population est en déséquilibre avec les ressources en M.O. les termites peuvent s'attaquer aux jeunes plants de maïs/sorgho/arbres. Il y a là un problème à suivre de près.

2 - Orientation des blocs par rapport à la pente

Sur les faibles pentes, l'orientation du travail du sol (labour, sarclage, buttage) et du semis peut réduire l'érosion de 50 à 75 %. Or, en décembre le buttage semblait avoir accéléré les transports de sable et concentré les eaux de ruissellement dans les ravineaux. Les gros problèmes d'érosion semblaient liés à la concomitance entre le travail dans le sens de la pente, les dérayures, une faible densité de végétation et la concentration des eaux sur les longs versants.

En juillet, ces observations se confirment : de plus, il semble que chaque bloc a plusieurs pentes de telle sorte qu'il est rarement possible de labourer perpendiculairement à la pente. Le labour en oblique n'est guère satisfaisant car ses effets disparaissent en 15 jours. Dans le système actuel (labour et enfouissement ou brûlis de tous les résidus), il faudrait donc éviter de faire des blocs carrés mais les disposer en bandes à peu près isohypses (courbes de niveau lissées) de 20 ou 25 mètres de larges séparées par des bandes d'arrêt de largeur variable.

Dans le système du travail minimum sur paillage, l'orientation du semis par rapport à la topographie perd de son importance puisque le paillis absorbe l'énergie des pluies et du ruissellement. Etant donnée la complexité de la topographie à l'échelle du champ, c'est un argument de poids en faveur du système de "mulch tillage".

3 - Les dérayures

Avec les charrues non réversibles actuelles, le labour donne naissance à des planches séparées par des dérayures : celles-ci drainent rapidement le ruissellement et fonctionnent comme de petits ravineaux en accélérant le ruissellement et les transports de terre et de sable. Il serait souhaitable de les traiter en y jetant les adventices, en les cloisonnant (trou-cloison) ou en y faisant pousser un tapis de légumineuses et de graminées à faucher pour le bétail.

Le semis direct dans un lit de résidus et d'herbes grillées évite ces inconvénients.

4 - Les semis tardifs

L'école française a bien souligné en zone Soudano-sahélienne l'intérêt de semer tôt pour bien installer la plante cultivée et profiter d'un cycle long. Mais dans la zone soudanaise (P = 1 000 - 1 200 mm) du SEB, nous avons observé de nombreux semis après le 20 juillet. Plusieurs raisons ont été évoquées par les paysans : manque d'outillage, de boeufs disponibles donc de crédit pour les paysans les plus pauvres. Par ailleurs, si on sème tôt, la récolte est souvent déclassée à cause des salissures par les pucerons ou par les dernières pluies.

En réalité plusieurs solutions sont possibles une fois que le champ est envahi par l'herbe :

- 1 - Labour grossier aux boeufs et semis direct manuel puis sarclage manuel soigné et buttage,
- 2 - Semis direct dans l'herbe rabattue à 15 cm et grillée aux herbicides,
- 3 - Travail superficiel aux dents.

Dans cette zone l'époque de plantation peut donc s'étirer sur plusieurs mois à condition de disposer de variétés plus ou moins précoces.

On peut en profiter pour faire une culture précoce d'engrais vert soit après la récolte du maïs précoce soit en dérobée sous le maïs.

5 - Les aménagements de terroir

Un effort sympathique a été fait pour promouvoir des modèles expérimentaux d'aménagement intégré de versant (plutôt que de terroir ou de bassin car rien n'a été fait pour aménager le canal drainant les bas fonds peu encaissés).

Que ce soit sur un site dégradé (SANGUERE) ou un site nouvellement défriché (forage des éléphants sur le secteur de SOROMBEO), on a tenté d'associer :

- des arbres fruitiers sur des ados (diguettes) isohypses et dans les zones basses ;
- des zones de pâturage intensif (stylosanthes) ou extensif (4 ha de savane arborée par UBT) ;
- des zones de production forestière (bois de chauffe et de service) sur les bandes d'arrêt, autour des parcelles, et aménagement de la savane (1,5 ha par personne) ;
- des zones cultivées en bandes plus ou moins isohypses de 25 m de large séparées soit par des fossés de diversion (0,5 % de pente) aboutissant à des chemins d'eau enherbés soit par des bandes d'arrêt : 5 mètres tous les 25 mètres et 20 mètres tous les 100 mètres ;
- l'aménagement des pistes d'accès : drainage latéral avec fossé d'absorption, maintien de l'enherbement, ados pour séparer des biefs et éviter le cumul des eaux sur la piste.

Le suivi de ces aménagements expérimentaux sera très intéressant mais d'ores et déjà quelques remarques pourraient être faites :

- 5.1 - Chacun a proposé des structures antiérosives consommant 10 à 32 % du terrain sans savoir leur efficacité réelle. Ceci ne se conçoit que dans un milieu disposant encore de grandes réserves de terre. Mais avec la croissance démographique rapide constatée dans ces régions, on peut dès aujourd'hui se demander si les paysans vont respecter ces structures consommatrices d'espace : étant données les expériences dans d'autres régions voisines, c'est très peu probable. Il faut donc viser à mettre en place des structures qui, à terme, seront non seulement protectrices mais aussi productrices et expliquer leur fonctionnement aux paysans.
- 5.2 - Les solutions imposées par les technocrates que nous sommes sont rarement respectées par les paysans une fois que le blanc est parti. Si donc nous voulons faire quelque chose de durable, il faut associer les paysans dès le stade de la conception et lui laisser des choix parmi les solutions techniques disponibles.
- 5.3 - Peut-être ne dispose-t-on d'aucun référentiel sur la faisabilité, le coût, la rentabilité et l'efficacité de chaque solution. Il serait donc urgent de mettre en place ce type d'aménagement comparatif sur un même versant avec un minimum d'infrastructures de mesure et de suivi pour aboutir enfin à des approches moins empiriques et moins individuelles de l'aménagement de terroir.
- 5.4 - Les données dont on dispose ailleurs indiquent clairement que les structures antiérosives classiques (fossés de diversion) sont beaucoup moins efficaces que les systèmes de production bien adaptés. Alors pourquoi tant investir dans des structures antiérosives ? Ne pourrait-on réduire les structures antiérosives au minimum (ex. bande d'arrêt de 2 mètres tous les 20 - 25 mètres doublée d'une haie vive pour cloisonner le paysage et produire du bois, du fourrage et/ou des fruits et investir sur la mise au point des techniques culturales bien adaptées à chaque région ??? Considérer en détail la gestion de la biomasse, des résidus de culture, des adventices (qui pourraient être très utiles si on pouvait les

maîtriser avec des herbicides) des légumineuses en dérobées et bien sûr du fumier/compost amélioré.

5.5 - Les coûts avoués des aménagements sont beaucoup trop élevés pour espérer les étendre à toute la zone :

- . 2 millions CFA de topographie,
- + 500.000 CFA de bulldozer et divers engins pour les fossés sur 50 ha,
- + 15 jours de pédologue pour un schéma morphopédologique.

Il faut trouver des méthodes expéditives beaucoup plus efficaces. Au Burkina, ce sont les paysans eux-mêmes qui font la topo au niveau à eau pour délimiter les courbes isohypses.

Une photo aérienne agrandie au 1/10.000 et une prospection à la tarière de quelques toposéquences et quelques analyses bien choisies permettraient d'éviter les plus grosses erreurs (terres trop sableuses ou trop superficielles sur latérite, sur granite ou grès).

5.6 - De vouloir aller trop vite, on arrive à des erreurs qui coûtent chères ensuite et découragent les paysans. Pourquoi ne pas envisager un petit séminaire de recyclage pour tous les responsables régionaux aux prises avec les problèmes d'érosion, de dégradation des sols et des routes, d'aménagement de terroir pour mettre en commun l'expérience de chacun, définir ce dont on a besoin, les solutions disponibles et les variantes à mettre au point sur le terrain, définir un protocole de suivi des aménagements pour accumuler les expériences. Le Réseau Erosion peut aussi apporter des nouvelles des expériences en cours dans d'autres pays.

5.7 - Mais le grand absent dans ces 2 aménagements, c'est l'élevage extensif et nomade des bororos qui pose avec acuité le problème du droit foncier et des droits d'usage.

Le cultivateur a-t-il le droit de défricher la savane jadis pâturée par les troupeaux transhumants et ceux-ci ont-ils le droit de prélever les résidus de récolte indispensables pour l'équilibre biologique et biochimique des sols.

Le problème se pose de façon aiguë à chaque saison sèche et se termine souvent dramatiquement (feu de brousses, incendies de case, meurtre, vol de troupeau et fuite de l'autre côté des frontières).

6 - De la visite rapide à l'IRZ à GAROUA nous avons retenu 3 bonnes nouvelles

1 - Il existe un certain nombre de légumineuses qui graine abondamment, qui passent la saison sèche, couvrent bien le sol sans trop gêner la culture principale, protègent le sol de la battance (peu de sable jaune délavé en surface) et développent une bonne litière abondamment colonisée par la mésofaune.

Ex : *Calopogonium muconoides* : graine bien, couvre bien, peu de reprise de tige, tapis pas trop envahissant,

Centrosema pasquorum : graine bien, couvre bien, pas trop envahissant,

Stylosanthes guyanensis et *hamata*, fleurit bien, tapis épais, doit être exploité, lent à installer,

Desmodium tortuosum et *distortum*, beaucoup de graines, érigé, envahissant,

Mucuna pruriens supporte la saison sèche, litière abondante, tiges volubiles gênant la récolte du coton,

Macroptilium atropurpureum/lathyroides, dressé, graine bien toute l'année mais gousses déhiscents,

Clitoria ternatea, sol bien couvert, fleurs bleues, pas beaucoup de graines,

Moins bons : *Canavalia ensiformis*, *Centrosema* (graine mal), *Pueraria phaséoloïdes* (idem)

Cajanus cajan (haie vive, certains passent la saison sèche).

2 - Les 1ers essais d'introduction de légumineuse sous Sorgho en dérobée, puis semis direct de coton sous la litière de résidus de Sorgho + légumineuse semblent prometteurs.

Selon la rapidité de croissance des légumineuses, il faut les semer en même temps que la céréale (ex. *Stylosanthes hamata*, *Calopogonium*) ou après le buttage (*Desmodium*, *Clitoria*, *Macroptilium* et surtout *Mucuna*). Le *Cajanus cajan* devrait être réservé à marquer le contour des parcelles.

3 - Un certain nombre d'autres légumineuses sont en observation :

. *Tephrosia bracteolata* (poison pour la pêche),

. *Dolichos lablab*, divers *Cassia* dont *C. Obtusifolia* (feuilles = comestibles).

Il reste à mettre au point leur mode d'utilisation optimal et la multiplication des graines des meilleures espèces.

7 - De la visite au Centre de Recherche Forestière nous avons retenu les messages suivants :

1 - Jachère forestière de courte durée (4 ans) pour régénérer les sols et produire du bois :

- *Cassia siamea*, *Acacia polyacantha*, *Acacia albida*, *Eucalyptus* : 4 x 4 m,
- témoins jachère herbacée et culture permanente.

2 - Arbres pour structures antiérosives :

- Alley cropping :
 - . *Glericidia sepia*, *Dalbergia sissoo* (légumineuse qui perd ses feuilles en saison sèche),
- Parc de légumineuses :
 - . *Acacia albida* (si couvert > 40 %, production ~ 10 t/ha/an),
 - . *Prosopis africana*,
 - . *Acacia polyacantha*.
- Haie vive, piquet vivant pour contenir et gérer le bétail : *Commifora africana*, *Acacia polyacantha*.

3 - Production de bois en plein et gestion des savanes arborées (3 ans de mise en défens). 1 an de culture d'arachide pour entretenir la jeune plantation sarclée.

4 - Le *Leucaena leucocephala* n'a pas donné de forte production de bois à Ngong (Garoua) mais il faut tester d'autres provenances et aussi le *Calliandra* qui a donné ailleurs en Afrique de très bonnes productions de biomasse sur sols acides.

ANNEXE 2

Eléments pour évaluer le coût du programme

- Durée 6 ans
- Chercheurs (Boli 1/2 temps, Roose 1/10
(Vallée ? , Martin ? , forestier
(Thésard socio-économiste ? mois, phytopathologiste ?
- Techniciens sur le terrain (3 équipes x (1 lecteur + 2 manoeuvres spécialisés, niveau certificat)
(2 gardiens
- Travaux d'analyse au laboratoire
 - . tous les ans environ (100 échantillons de terre : texture, C, N, P, K, Ca, Mg, pH, Is
(100 échantillons d'eau : C, N, P, K, Ca, Mg ou de végétaux
 - . An 0 et fin = analyse détaillée du sol en place
- Missions (Boli + BEP : . total de 6 mois par an
(. essence pour 10 voyages/an Maroua - MBISSIRI + 80 km/jour sur place
(Roose 2 fois 15 jours/an \approx 50.000 FF
- Matériel
 - Cuves 6 m x 1 x 0,8 à 1 mètre x 10 cm d'épaisseur (= réalisé) ;
 - Compléter par des cloisons avec partiteurs 1 x 1 x 0,1 = 0,1 m³ x 50 parcelles ;
 - Canaux de piégeage = 6 x 0,5 de large x 0,5 de profondeur moyenne x 0,1 d'épaisseur ;
 - Tuyaux pour relier les canaux aux cuves 0,5 à 3,5 mètres ϕ 10 cm ;
 - Vannes de vidange rapide ou siphons ;
 - Tôles de bordure des parcelles (22 + 22 + 6 m) x 0,2 m de haut x 40,
(100 + 100 + 6 m) x 0,2 m de haut x 10 ;
 - Bidons 10 litres pour les floculats 4 jeux x 50 parcelles = 200 x F ;
 - flacons 1,5 litres type Evian local = 200
 - Sulfate d'alumine industriel 5 kg x 20 FF ;
 - 100 tubes plastique pour transfusion + siphons en cuivre ou en verre ;
 - = filtrations sur place sur filtre sans cendre ;
 - Seaux en fer indéformables 3 x 5 = 15 seaux
 - 4 balances de terrain : (. romaine portée 10 à 50 kg à 50 gr près
(. ou dynamométrique
 - Trébuchet de précision avec tare, portée = 1 000 à 2 000 gr à 0,01 gr près ;
 - Sacs plastiques épais 30/100 mm, mille sacs ;
 - 3 décamètres de terrain ;
 - Matériel aratoire : charrue + sarcluse + butteuse en traction bovine,
semis direct, tiller, chiesel, charrue, billonneuse en traction motorisée ;
 - 3 pulvérisateurs herbicides - insecticides sur coton ;
 - 2 hangars :
 - . en tôle avec paillasses pour sédimentation et logements pour les gardiens,
 - . en parpaings,
 - . ou en terre + crépis de ciment,
 - 2 étuves ventilées.

ANNEXE 3

Programme de la mission Roose - Boli en juillet 1990

- J. 19 juillet : MONTPELLIER - ORLY - GAROUA
- V. 20 : GAROUA, rencontre avec René Billaz
Tcholliré puis MBISSIRI : 1ère visite des nouveaux points d'appuis
- S. 21 : Visite détaillée de MBISSIRI, 2 toposéquences
- D 22 : Tcholliré : définition des traitements
- L. 23 : Observations sur les états de surface, complexité des pentes vers Koum, MBISSIRI
- M. 24 : MBISSIRI : entraînement des équipes à la quantification des états de surface, couvert végétal, activité mésofaune. Mise en route des pluviographes
- M. 25 : Visite de l'aménagement du forage aux éléphants (SOROMBEO), point d'appuis de Touboro et NDOC (Mrs Thesée et PATALE)
- J. 26 : Discussion avec José MARTIN (herbicides et techniques culturales)
Redéfinition des traitements à essayer sur les parcelles d'érosion
Liste détaillée du matériel nécessaire
- V. 27 : Retour à GAROUA, visite Centre IRZ (essais Klein et Vallée)
Discussion avec MM. Billaz, Vallée, Boli, BEP
Retour à MAROUA
- S. 28 : MAROUA : visite au CRF et discussion avec Mr. HARMAND (CR Forestier)
- D. 29 : MAROUA : Rédaction d'un projet de rapport
- L. 30 : GAROUA : Réunion de travail avec MM. Billaz, Vallée, Grémillet, Boli, BEP
SANGUERE : visite du point d'appuis IRA et de l'aménagement 75 ha (Vallée)
- M. 31 : GAROUA - PARIS - MONTPELLIER