

1

**Enquête sur l'Erosion pluviale sous rotation intensive coton/céréales
dans la région de Tchollire (S.E. BENOUE), Nord Cameroun**

Par Zachée BOLI, BEP AZIEM - IRA - B.P. 33 - MAROUA
et Eric ROOSE, ORSTOM - B.P. 5045 - F 34032 - MONTPELLIER

INTRODUCTION: La culture cotonnière organisée a été introduite au Cameroun au début des années 50 par la CFDT à partir du Tchad. C'est d'abord la région Centre Nord comprise entre les parallèles 9°45'N et 11°00'N, à l'exclusion des Monts Mandara, qui a été la première concernée parce qu'elle possédait plus d'une écologie favorable, elle possédait assez de bras pour supporter cette production.

Vingt ans après, la sécheresse des années 70, associée sans doute à la dégradation des terres, posait des problèmes à la production cotonnière tels qu'elle faillit disparaître. Heureusement, à la faveur des migrations de populations organisées par l'Autorité Publique et au dynamisme de la nouvelle Société de développement, la SODECOTON, créée en 1974, la culture cotonnière se développait rapidement vers le Sud, atteignant les parallèles 7°30'N à l'EST (SUD EST BENOUE) et 9°00'N à l'Ouest (OUEST BENOUE).

La pluviosité plus favorable dans ces nouvelles zones d'extension, l'appui de la Recherche Agronomique (Contrôle phytosanitaire, fertilisation, sélection variétale etc...) et les efforts d'intensification de la SODECOTON portaient les rendements moyens à 1500 kg/ha au SEB contre 1000 kg/ha au Centre Nord en année de bonne pluviosité.

Cependant, depuis quelques années, le développement de l'érosion accélérée dans les sols cultivés de la Région Bénoué n'a pas laissé les observateurs avertis indifférents. Devant des manifestations d'érosion de plus en plus impressionnantes, l'encadrement de la SODECOTON, qui n'avait pas initialement pris en compte ce souci dans sa fiche technique, s'est mis à chercher des solutions dans les techniques de bandes d'arrêt et les canaux de diversion. Certaines parcelles montrant une continuelle baisse de productivité, malgré des apports importants de fertilisants, et exhibant des mouvements d'eau et de terre spectaculaires, ont été interdites à la culture cotonnière ou abandonnées.

Ce retour de fait à la culture itinérante, s'est trouvée au Centre des préoccupations du volet Recherche Agronomie du Projet de Développement intégré SEB III auquel il incombait de mettre au point les termes de rentabilité de la filière cotonnière. C'est ainsi que l'enquête Erosion a été décidée, avec pour objectifs :

- ◊ L'observation des manifestations de l'Erosion hydrique dans les champs cultivés du SEB et l'évaluation de son incidence sur la baisse de la productivité de ces terres.
- ◊ L'inventaire des facteurs auxquels elles sont liées
- ◊ La proposition d'hypothèses de recherche de solutions au problème .

Les observations (résultants des enquêtes) qui sont rapportés ici sont le résultat de 3 missions sur le terrain.

Octobre 1989	;	(Boli)
Décembre 1989	;	(Boli et Roose)
Juillet 1990	;	(Boli, Roose et BEP AZIEM)

Les deux premières tournées nous avaient permis de voir ce qui se passait après le buttage. Les manifestations de l'érosion étant effacées ou profondément perturbées par cette opération culturale, la troisième tournée s'est avérée nécessaire pour voir ce qui se passait avant le buttage.

LE MILIEU : La région du SUD EST Bénoué appartient au domaine de la Savane Soudanienne. Le modèle est caractérisé par des massifs montagneux rocheux (Tcholliré, KOUM,...) dominant des glacis d'érosion entaillés et des plaines alluviales qui se terminent dans les lits de Mayo très ensablés.

Les versants, dominés par des buttes témoins de cuirasses ferrugineuses, sont généralement très longs à pente sensiblement régulière variant entre 0,5 à 5%.

La couverture pédologique est dominée par les sols ferrugineux tropicaux différenciés, développés sur des matériaux issus de roches acides : ^{grés,} granite, gneiss anatexite, mica schiste et schistes. Les sols sont sableux-^à **Sablo-** argileux, lessivés et à concrétions ferrugineuses ou ferro-manganiques (voir synthèse de Brabant et Gavaud, 1985) avec cuirasse ferrugineuse à faible profondeur.

La région manque de longues séries d'observations météorologiques cependant, les données sur la pluviosité des 5 dernières années à Mayo Galké font ressortir une moyenne de 1100 mm/an avec une forte variabilité tant sur la hauteur totale annuelle (770 à 1473) que sur la distribution. La saison de pluie moyenne va de Mai à Septembre.

Les peuplements humains se composent de villages d'autochtones et de villages de colonisation ou de migrants.

Les éleveurs Peulhs vivent en marge des villages d'agriculteurs, tout en entretenant avec eux des courants d'échange vitaux.

L'activité agricole est organisée autour de la culture Cotonnière qui en constitue le pivot. Cette dernière se fait en blocs de cul carrés dont l'unité de base est le quart (1/4 d'hectare) constitué d'un carré de 50 m x 50 m. Les cultures en rotation avec le cotonnier : maïs, Sorgho et Arachide, ne recouvrent généralement pas, prises isolement, la superficie occupée par les cotonniers.

La culture intensive (utilisation d'intrants achetés) est conduite sur la base d'une fiche technique et sous l'encadrement de la SODECOTON.

METHODOLOGIE :

L'enquête de base a été réalisée dans 7 villages* de l'arrondissement de Tcholliré ainsi que dans les antennes IRA de Tcholliré et de Touboro. Dans chaque village tous les blocs Coton étaient visités ainsi que les blocs de cultures vivrières qui n'étaient pas encore récoltés.

L'utilisation d'une fiche d'enquête s'étant révélée peu pratique nous avons procédé comme suit :

- 1 - Repérage des points bas du bloc
- 2 - Visite de ces points pour voir s'il y avait des signes d'érosion hydrique : épandage de matériaux (sables) creusement de rigoles ou de ravineaux, etc....
- 3 - Observation de la trace d'érosion jusqu'au point où elle avait pris naissance.
- 4 - Estimation de la superficie du champ marquée par cette trace d'érosion
- 5 - Observations sur les plantes, le terrain et les techniques culturales.

RESULTATS :

a - OBSERVATIONS GENERALES :

- ◊ L'enquête confirme une tendance nette à créer de nouveaux blocs de culture pour remplacer les anciens blocs qui ne produisent plus assez pour rembourser les intrants et rémunérer les efforts des paysans bien que ces nouveaux blocs aient le désavantage de s'éloigner de plus en plus des habitations.
- ◊ La baisse de la productivité semble liée!

* TABOUN, DOUGON, REYNA, GOUGA, MANAYA, KOUMBE, MBISSIRI.

- à l'âge de l'exploitation continue du terrain (pour l'ensemble des cultures);
 - à l'infestation des cultures par le Striga (pour les Céréales);
 - au manque d'observation de la fiche technique. (dilution de certains intrants dans des surfaces en Coton plus importantes que celles déclarées, ou entre les surfaces en Coton et celles des Céréales non concernées par les avances d'intrants).
- ◇ Il y a très peu ou pas du tout d'érosion visible sur des champs jeunes (issus de défriches récentes). Par contre, sur des terrains cultivés continuellement depuis 12 à 30 ans, la battance, les épandages de sable, les ravinements sont impressionnants.
- ◇ La conscience de lutte anti-érosive est peu développée chez la majorité des paysans. Cette observation est confirmée par le fait que non seulement les bandes d'arrêt introduites par la SODECOTON ne sont pas entretenues, mais elles sont grignotées dans le but d'accroître la surface cultivée, ou brûlées.
- ◇ Le labour, le semis et le buttage sont réalisés dans la majorité des cas dans le sens de la plus forte pente ce qui donne aux dérayures de labour et aux sillons de buttage, " d'être " des voies naturelles de concentration et de circulation rapide de l'eau.
- ◇ Le choix des terrains pour l'installation des blocs ou des parcelles de cultures ne semblent pas toujours judicieux. Certaines parcelles observées ne méritaient pas d'être mises en culture pour des raisons diverses : texture (terre fine inférieure à 30%); ^{nombreux gravillons ferrugineux} profondeur du sol meuble; régime hydrique (en aval d'une ligne de résurgence). ^{faible}

b - LES PRINCIPALES MANIFESTATIONS DE L'EROSION :

b1 - au Niveau du sol :

- ◇ Surface du sol battue : *croûte structurales ou de sédimentation*;
- ◇ accumulation de sable à la surface (squelettisation de l'horizon superficiel);
- ◇ épandage de sable au niveau des ruptures de pente et en amont d'obstacles tels les bandes d'arrêt ;
- ◇ modification du microrelief au fur et à mesure de l'évolution des griffes en rigoles et des rigoles en ravineaux etc...

b2 - au niveau des cultures

- ◊ Les manquants : semences emportées, plants arrachés aux emplacements des rigoles et des ravineaux.
- ◊ L'enterrement des tiges au-dessus du collet provoquant des troubles physiologiques qui aboutissent à des plants chétifs.

Nous avons évalué par comptage de manquants de Cotonniers dans le sillage des rigoles et des ravineaux que la perte de plants, donc de rendement était de l'ordre de 10% dans les blocs très érodés. Les plantes qui se trouvent à la périphérie des espaces laissés par les manquants sont généralement des rescapés dont l'état ne reflète pas une vigueur de compensation.

c) - ORIGINES DU RUISSELLEMENT :

Le ruissellement naît suite à l'accumulation superficielle de l'eau soit à des positions d'accumulation préférentielle (point bas) soit des suites d'un refus à l'infiltration consécutif à une modification de l'état de surface du sol ou de la structure du profil, etc...

On note ainsi :

- ◊ les dérayures de labour,
- ◊ les sillons de buttage et les lignes de semis parallèles à la plus forte pente,
- ◊ les croûtes de battance, *d'érosion et de sédimentation*
- ◊ le transport de l'eau des pistes de desserte situées en position haute,
- ◊ la mauvaise réalisation des travaux de préparation du sol ou de buttage occasionnant tassement et lissages localisés du sol,
- ◊ date de semis retardée dans les parcelles à l'amont du bloc de culture, etc...

d) - ORIGINES DE L'EROSION :

La production de microagrégats ou de particules élémentaires transportés par le ruissellement n'intervient qu'à la suite de la perte de cohésion de la masse initiale de sol dont ils sont issus. Les forces à l'origine de cette perte de cohésion sont :

- ◊ l'impact des gouttes de pluie,
- ◊ le frottement du ruissellement,
- ◊ les pressions mécaniques,
- ◊ la minéralisation de la matière organique, principal liant dans l'agrégation des particules élémentaires et des agrégats,
- ◊ Dispersion des agrégats et mottes au niveau des micro-dépressions dans un mouvement de micro-vagues qui met les fines en suspension et déplace par roulement les grossiers.

e) - RAPPORTS DE QUELQUES TECHNIQUES CULTURALES ET DE LUTTE AE AVEC L'EROSION.

1° - LE LABOUR: Bien exécuté manuellement ou mécaniquement, présente 3 principales fonctions :

- ◊ l'enfouissement des adventices et des stocks de graines d'adventices
- ◊ le foisonnement de l'horizon travaillé qui lui confère une plus grande capacité d'infiltration et de stockage de l'eau, un meilleur enracinement,
- ◊ le développement à la surface du sol d'une plus grande rugosité devant freiner le ruissellement.

Les 2 dernières fonctions ne sont efficacement remplies que lorsque la structure créée par le labour reste stable au cours du cycle cultural. Ce qui est le cas des sols des jeunes champs. Par contre, dans les vieux champs à sols dégradés, il suffit d'une seule pluie importante pour que toutes les traces de labour soient effacées. (P > 40 mm)

Dans cette région, nous considérons que le labour est une opération nuisible du point de vue de la lutte anti-érosive. Si pour d'autres raisons, il devait être maintenu, il mériterait deux améliorations :

- ◊ L'orientation : perpendiculaire à la plus forte pente, mieux en courbes de niveau.
- ◊ Les dérayures : les éviter ou les gérer convenablement .

LE BUTTAGE : Dans la fiche technique d'intensification de la culture cotonnière, le rôle principal du buttage est le recouvrement de l'urée de couverture (45e jours après semis), secondairement, il joue le rôle d'un binage par la destruction des croûtes de battance développées par les pluies qui le précèdent.

Bien réalisé en courbes de niveau sur sols jeunes, il est à même de contenir le ruissellement et l'érosion pour les événements pluviométriques ordinaires. Dans ce rôle, son efficacité peut être améliorée par le cloisonnement. Vu sous un autre plan, le buttage favorise la dégradation : efficacité dans la dislocation des agrégats par l'impact de gouttes de pluie accrue lorsque la couverture du sol n'est pas assurée; effet de microvagues des eaux retenues dans le sillon *et surtout augmentation de la des flans de billons et concentration du Ruissellement en filets.*

LE SEMIS DIRECT:

Cette technique consiste à réaliser les semis dans le sol en place et sous couverture végétale morte plus ou moins épaisse; sa mise au point n'est pas complète, notamment en ce qui concerne le contrôle des adventices avant et après le semis jusqu'à couverture totale du sol par la culture. Mais peut lui reconnaître un certain nombre d'avantages :

- ◊ protège le sol de l'impact des gouttes de pluie
- ◊ préserve la vie et l'activité de la mésosfaune,
- ◊ favorise l'infiltration au dépend du ruissellement,
- ◊ ralentit le ruissellement en réduisant sa capacité de transport d'éléments solides.

LES BANDES D'ARRET:

Le rôle principal d'une bande d'arrêt consiste à ralentir le ruissellement et l'amener à déposer sa charge devant celle-ci. Secondairement elle joue un rôle d'absorption partielle ou totale du ruissellement.

L'efficacité d'une bande d'arrêt dépend de la densité au sol des tiges et racines des plantes qui la constituent. Une bande d'arrêt n'a pratiquement pas d'effet dans le contrôle de l'érosion sur une parcelle située à l'amont de celle-ci.

SYNTHESE DES OBSERVATIONS (DIAGNOSTIC)

Les phénomènes de dégradation qui d'une part détachent les particules de la masse du sol et les rendent plus aptes au transport et d'autre part réduisent l'infiltration au bénéfice du ruissellement sont souvent ignorés comme étant l'origine de l'érosion. Leur lenteur et leur discrétion d'action les distinguent singulièrement des phases plus spectaculaires de transport, de creusement et de dépôt.

De l'observation des parcelles jeunes et des parcelles dégradées, on note que l'on passe progressivement d'un état de sol très riche en matières organiques, stable, de couleur foncée influencée par les m.o., à un état de sol peu stable, riche en sables délavés dès la surface avec des structures de réorganisation superficielles, de couleur plus claire, influencée par celle des grains de sable avec de très rares débris organiques de ligneux et peu de m.o. en général.

Tableau descriptif des états de sol des parcelles non dégradées (I) et dégradées (II), ainsi que des processus de dégradation.

Etat I non dégradé	Processus	Etat II dégradé
<ul style="list-style-type: none"> - Pas d'accumulation de sables grossiers à la surface. - Matière minérale liée ou enrobée par m.o. - M.O. sous différents états: <ul style="list-style-type: none"> . débris végétaux ligneux et herbacés abondants surtout racines, radicales, chevelu racinaire . débris végétaux en décomposition. . Humus - Couleur sombre (m.o.) - Stabilité structurale élevée - Permeabilité élevée - Intense activité de la mésofaune. 	<ul style="list-style-type: none"> - Décomposition de la masse racinaire et d'autres débris végétaux. - tassement horizon superficiel (effondrement macroporosité) - Minéralisation lente et progressive m.o. évoluée - affaiblissement des liens entre particules - détachement et individualisation des particules sous la battance et autres pressions mécaniques. - entraînement sélectif - Redistribution spatiale - Réorganisations superficielles - genèse et grossissement du ruissellement - charriage de sables grossier - dépôt des sables 	<ul style="list-style-type: none"> - Accumulation de sables grossiers à la surface - pellicules de battance et croûtes de sédimentation abondantes. - couleur claire (sable) - rares débris organiques de ligneux - Peu de m.o. en général - Très peu stable - faible perméabilité de la surface du sol - Activité mésofaune très réduite (20% de I)

En résumé, on passe d'un état de sol plus structuré et stable à un état très peu structuré et peu stable. Ce dernier état se caractérise par une perméabilité réduite du sol qui donne lieu au ruissellement à l'occasion des événements pluviométriques apparemment peu agressifs. En se concentrant le ruissellement acquiert une force de travail et une capacité de transport élevées qui lui permettent :

- ◇ de mobiliser en suspension ou par roulement, les particules de sol et les éléments nutritifs détachées par la battance des gouttes de pluie.
- ◇ d'arracher au passage, terre, graines et plantes.

En définitive cet état conduit à :

- ◇ des pertes directes sur la récolte,
- ◇ une baisse générale de la fertilité des terres,
- ◇ l'endettement des paysans auprès des fournisseurs d'intrants,
- ◇ l'abandon des terres,
- ◇ l'éloignement des exploitations par rapport aux habitations.

On constate donc que l'itinéraire technique actuel, qui ne procède au renouvellement de la matière organique, ni à la protection du sol vis-à-vis de l'impact des gouttes, n'est pas adapté au maintien d'une productivité soutenue de la terre. De même, les structures antiérosives classiques telles les bandes d'arrêt, les banquettes, les fossés en courbes de niveau, ne résolvent pas les problèmes de la dégradation et de l'érosion des sols sableux.

Le maintien de leur capacité de production passerait par la protection des agrégats vis-à-vis de l'impact des gouttes de pluie, ainsi que l'entretien du taux de matière organique du sol, à un niveau satisfaisant. Le travail minimum de la terre semble être aussi une technique favorable à l'utilisation conservatoire de ces sols extrêmement fragiles.

PROPOSITION D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE

Le travail de recherche que nous proposons a pour but, la mise au point de systèmes de production stables, garants d'une capacité de production soutenue des terres qui soient une antithèse à la culture itinérante.

Il s'appuie sur 3 principaux éléments techniques

- La gestion de la biomasse
- Le travail réduit du sol
- La gestion des adventices

qui influencent de façon déterminante les caractéristiques du sol qui règlent le comportement hydrodynamique de celui-ci.

Les principales étapes de réalisation de ce but sont :

- L'évaluation des risques d'érosion liés à la mise en culture de ces sols
- L'étude quantitative des processus élémentaires de dégradation en relation avec un certain nombre de techniques agronomiques devant entrer dans la constitution des systèmes de production cohérents.
- Le test et la sélection de systèmes de production efficaces dans la lutte anti-érosive et adoptables par les paysans.

Ce programme est constitué de deux volets :

- La dégradation et l'érosion des sols ferrugineux tropicaux du SEB,
- La restauration des sols dégradés.

DEGRADATION ET EROSION DES SF DU SEB

Ce volet vise :

- Une connaissance plus précise des processus élémentaires de dégradation et d'érosion de ces sols sableux à sable-argileux,
- Une connaissance des influences réciproques entre les processus de dégradation et les systèmes de production, de la gestion des biomasses et des états de surface du sol.
- L'établissement d'un référentiel de l'érosion de ces sols à différentes échelles de temps et d'espace.

Les actions spécifiques à entreprendre sont :

- La détermination de l'érodibilité de ces sols (modèle USLE),
- La détermination de l'érosion en l'absence de la battance (écran organique et non organique),
- La détermination de l'érosion en fonction de couverts végétaux déterminés par différentes techniques agricoles (densités de plantation, dates de semis, cultures associées).

.../...

- La détermination de l'érosion sous différents modes de gestion de la biomasse (fanés de récolte, adventices grillées, plantes de couverture ~~exportées~~, enfouies ou brûlées ~~he~~ suivies d'un labour de fin ou début de cycle ...)
- La détermination de l'érosion en semis direct sous mulch de différentes origines (résidus de récoltes, adventices grillée à l'herbicide, légumineuse de couverture, paillis de haies taillées, etc ...).
- Détermination de l'érosion après une jachère + améliorée de 20 mois.

Ces différents traitements seront comparés aux témoins régional naturel (savane arborée) et régional cultivé (culture attelée ou culture motorisée) *et au témoin international (parcelle nue standard)*

RESTAURATION DES SOLS :

Ce volet vise :

- La réduction au minimum de l'érosion et du ruissellement (fixation du sol en place).
 - La restauration de la fertilité par
 - La reconstitution d'un complexe argilo-humique suffisant et actif,
 - La relance de l'activité biologique et de l'agrégation des particules élémentaires (*résidus de culture + fumier/compost*),
 - Les apports de fertilisants minéraux,
- Les actions spécifiques à développer sont :
- La décompaction du profil cultural en vue de casser d'éventuelles semelles de labour *et de restituer une macroporosité*;
 - Une remontée éventuelle de la terre de l'horizon moins appauvri (par un labour profond) pour rééquilibrer la texture de l'horizon superficiel enrichi en sables.
 - L'apport important de matières organiques et biologiques pour couvrir le sol, participer à la restructuration, aux activités biologiques chimiques du sol.
 - La correction des carences minérales,
 - La correction du PH.,
etc...

CONCLUSION :

La dégradation de la capacité de production des terres mises en culture est une évolution tout à fait inévitable dont la vitesse et l'importance dépendent de l'agressivité climatique, de la nature du sol et des techniques de production utilisées. L'abandon à la jachère des terres dégradées est la voie la plus naturelle de leur restauration. Malheureusement, la pratique de la jachère devient inadaptée face aux pressions démographiques et agro-industrielles toujours croissantes, ainsi que devant la fixation de l'habitat.

Les sols ferrugineux sableux du SEB, très fragiles m'échappent pas à cette dégradation devenue une préoccupation générale devant la pression d'une culture cotonnière de plus en plus intensive.

Nous considérons que l'itinéraire technique actuellement suivi sur ces sols pour la production du COTON et des cultures vivrières (sorgho, maïs, arachide) n'est pas adapté à la pérennisation de leur capacité de production. La faiblesse de l'itinéraire technique actuel réside en ce qu'il ne protège pas assez le sol contre les impacts des gouttes de pluie d'une part, et qu'il n'assure pas le maintien d'un taux élevé de matières organiques dans le sol d'autre part (trop faible niveau de restitution de M.O. et nutriments)

Nous pensons qu'un itinéraire technique basé sur les techniques de semis direct et d'une gestion appropriée de la biomasse serait la meilleure voie pour la pérennisation de la capacité de production de ces terres.

Ces techniques ont été étudiées et sont appliquées avec succès en plein champ en zone tropicale (Nigeria, Brésil) et même en zone tempérée où les climats sont moins agressifs (USA, CANADA, EUROPE).

Leur adaptation aux conditions du SUD-EST BENOUE est une nécessité, si nous voulons éviter de perpétuer une agriculture itinérante qui ne trouve plus assez de place pour sa réalisation.

Références

- BRABANT (P.), GAVAUD (M.), 1985. Les sols et les ressources en terres du Nord Cameroun. ORSTOM, MESRES-IRA, 285 p. + cartes.
- ROOSE (E.), 1990. Dégradation, érosion et restauration des sols cultivés intensément dans la zone cotonnière du Nord Cameroun. CIRAD-IRA-ORSTOM - Montpellier.
C. rendu 1ère mission, 14 p. ; C. rendu 2ème mission, 20 p.
- SODECOTON - GAROUA, 1989. Problématique de la production cotonnière.