

**Effets et arrières effets des pratiques culturales
sur le ruissellement, l'érosion et la production
d'une rotation intensive (coton-maïs)
sur un sol sableux des savanes humides du Nord-Cameroun**

par

Zachée Boli* , Eric Roose et Pascal Zahonero****

avec la coopération technique de

**Bep Aziem Benjamin, IRAD, BP. 84, Maroua, Cameroun,
Sanon Kalo, stagiaire INERA, Ouagadougou, Burkina Faso,
Waechter Florent, DESS Paris XIII, France,
Wahoung André, technicien IRAD, Mbissiri, Cameroun**

***IRAD, BP. 2123 Yaoundé, Cameroun**

****Orstom, BP.5045, 34032 Montpellier, France**

RESUME

Dans les savanes humides du Nord-Cameroun, la culture intensive du coton en rotation avec le maïs entraîne la dégradation des sols sableux en une quinzaine d'années. Or, il n'est plus possible de se contenter d'une agriculture itinérante sur brûlis, vu le développement de structures villageoises pérennes (habitat en ciment, puits, routes, hangar) et la surface des terres cultivables disponibles. Des recherches ont donc été mises en place pour estimer les risques d'érosion, évaluer les facteurs de dégradation et de restauration des sols et sélectionner les itinéraires techniques permettant une production intensive et durable. Durant 4 ans, le système conventionnel du labour+sarclage+buttage a donné les meilleurs rendements, mais les pertes en eau et en terre, en particulier en particules fines (les plus fertiles), sont très importantes, ce qui explique la rapidité de la dégradation du sol. Le système du travail réduit à la ligne de plantation avec maintien d'une mince litière, réduit les pertes par érosion, mais augmente le drainage. Ainsi, lors des années humides, les rendements en maïs sont 20 à 40% plus faibles que sous labour, suite à la lixiviation des engrais : il faut donc prévoir un supplément de 20 unités d'azote après la période la plus arrosée de l'année.

Le décapage de 5 cm de sol entraîne une diminution de 30 % de la production. Mais si, après 4 ans de culture, on observe les rendements en maïs sur les parcelles de ruissellement, on constate qu'une différence d'érosion en nappe cumulée de 4 mm (60 t en 4 ans) entraîne une réduction de 40% des rendements. L'érosion en nappe sélective est donc douze fois plus dégradante que le simple décapage.

La restauration des sols tropicaux semble difficile du fait de la rapidité de la minéralisation des MO et des pertes par érosion et drainage. Au bout de 5 ans, les caractéristiques analytiques des sols sableux n'ont guère été améliorées. Cependant, en 3 ans on a obtenu la restauration de la capacité de production (5 t/ha de maïs et 2 t/ha de coton graine) sur des sols sableux dégradés en créant les conditions nécessaires au développement des cultures (labour initial profond, apport de MO, fumier, paillis ou jachère courte, complément minéral pour les cultures).

Mots -clés : Nord-Cameroun, techniques culturales, érosion, ruissellement, rendements, rotation intensive, coton-maïs, arrière effet de l'érosion cumulée.

ABSTRACT

In the savannah of Northern Cameroon, intensive cropping of cotton/maize rotation involved in sandy soil degradation in between 15 years. But shifting cultivation is no more acceptable because of recent permanent village structures (concrete houses, roads, boring wells, etc.) and the limitation of ground area suitable for cultivating. Researches have been made to estimate erosion hazard, factors of soil degradation and restoration and to select cultural practices allowing intensive and sustainable production, without degrading rural environment.

During 4 years, conventional tillage gave best yields, but water and soil losses (chiefly OM, clay and loam in suspension) were so important that they explained quick soil degradation. Reduced tillage to plantation lines under light litter reduced water and soil losses down to those of savanna. But during high rainy years, corn yield decreased 20 to 40 % : to compensate increasing nutrients leaching, 20 kg/ha of nitrogen must be added after heavy rainy weeks.

Scouring 50 mm of topsoil involved in 30% reduction of maize production. But after 4 years of cropping on runoff plots, it has been observed that a difference of 4 mm of sheet erosion involved in a 40% reduction of maize yield. Selective sheet erosion seems to degrade 12 times faster these sandy soils than scouring erosion like rills or gullies.

Tropical soils restoration of primitive soils characteristics is very difficult because the low storage capacity of kaolinite clay, the high speed of organic matter mineralization and high losses by erosion and leaching : after 5 years, analytical characteristics of the topsoil have not been improved. But within 3 years, high level of production have been attained on degraded sandy soils (5t/ha of maize and 2 t/ha of cotton grain) thanks to initial deep plowing, organic matter management (3 t/ha of goat dry dung, 2 years leguminous fallow, or 5 t/ha of residues litter), mineral fertiliser supplement and well covering the topsoil.

Key words : North-Cameroon, erosion, runoff, yield, intensive rotation, cotton-maize, after effects of cumulated erosion on yield.

1.- INTRODUCTION

La vie socio-économique de toute la zone des savanes africaines est dépendante de la production des céréales et du coton. Or, dans ces zones tropicales chaudes et humides, la mise en culture par labour entraîne forcément la minéralisation des matières organiques et la dégradation des sols en des temps plus ou moins courts (15 à 30 ans) selon la texture du sol, sa fertilité et le mode de gestion.

Jusqu'il y a 40 ans, lorsque les paysans jugeaient que les sols étaient épuisés, ils les abandonnaient à la jachère longue (10 à plus de 50 ans) et le village se déplaçait pour défricher de nouvelles terres : dans le système d'agriculture itinérante sur brûlis, il existe un « parcours de culture », à côté du « parcours d'élevage ».

Dorénavant cette « agriculture nomade » n'est plus acceptable dans certaines zones d'Afrique en raison du faible taux de terres cultivables (souvent < de 30%), de la pression foncière (on a atteint la limite des terres cultivables du terroir), de la pression démographique (la population double tous les 25 ans) et du développement de structures villageoises pérennes : pistes, moulins, puits, église, dispensaire, hangar à intrants agricoles, cases en ciment, etc.

Pour surmonter la crise, la Sodecoton en charge du développement de la production cotonnière au Cameroun, a été amenée à intensifier cette culture, en introduisant le travail du sol mécanisé en blocs (labour et sarclage aux boeufs ou au tracteur), la fertilisation minérale du

coton (200 kg/ha de N.P.K.S.B: + 100 kg d'urée sur coton), les herbicides, la protection phytosanitaire et les graines sélectionnées.

L'enquête menée par Boli en 1989 a montré que, malgré ces efforts, les sols sableux ferrugineux tropicaux de la savane humide du Nord-Cameroun sont épuisés au bout de 15 ans en moyenne :

- * le taux de MO est tombé en-dessous du seuil de 0.5%,
- * l'activité des vers de terre est réduite de 80%,
- * la structure de la surface du sol s'effondre et s'encroûte,
- * le ruissellement devient très abondant (> de 70% des grosses averses),
- * il entraîne le ravinement et le décapage de l'horizon humifère,
- * il provoque des dépôts de sable en bas des parcelles et dans les marigots.

L'objet de cette recherche est d'analyser les facteurs de l'érosion et de la dégradation des sols sableux, d'explorer les possibilités de restaurer la productivité des sols et de sélectionner des systèmes culturaux intensifs et durables.

Nous ne présenterons ici que l'influence des systèmes « labour conventionnel » et « travail réduit sous litière » sur les risques d'érosion et les rendements ; ensuite nous aborderons l'arrière effet de l'érosion cumulée pendant 4 ans (de 1 à 100 t/ha) sur les rendements.

2.- MILIEU ET METHODE.

Comme on ne dispose que de 5 ans pour déterminer les facteurs de dégradation et restauration des sols, on a commencé par une enquête sur des champs d'âge croissant (Boli, 1989), puis on a choisi des conditions d'expérimentation très agressives, près du village de Mbissiri, à 30 km de Tchollire sur la piste de Touboro, dans la zone du Sud Est Bénoué :

- * climat tropical à 1200 mm de pluies, concentrées sur 6 mois, très agressives (Rusa=600);
- * sols sableux (argile <10%), pauvres en MO, à structure fragile, sensible à la battance,
- * cultures couvrant peu le sol durant les 3 premiers mois pluvieux, les plus agressifs;
- * labour et sarclages+buttage conventionnels qui accélèrent la minéralisation des MO ;
- * travail du sol dans le sens de la pente (1 à 2.5%) ;
- * longueur de pente de 20 à 100 m, comme dans les blocs industriels.

Pour écarter les problèmes liés à l'élevage extensif, on a isolé trois blocs expérimentaux sous clôture :

- * l'un sous savane arborée (une vieille jachère de plus de 30 ans), pâturée et brûlée chaque année,
- * le 2ème, une jeune défriche avec des sols de 60 à 100 cm de profondeur sur cuirasse, où furent étudiés les facteurs de dégradation,
- * le 3ème, une vieille défriche au sol dégradé par plus de 30 ans de culture sur lequel furent expérimentés divers systèmes de restauration de la production des sols.

On y a installé 57 parcelles d'érosion de 100 à 1080 m², 6 lysimètres, 2 pluviographes, 1 bac enterré de mesure de l'évaporation, 30 parcelles « décapées manuellement », et 40 parcelles agronomiques de 50 m².

En 1990, un semis direct de maïs a été réalisé pour tester l'hétérogénéité du terrain.

Ensuite 4 années de mesure des effets de 15 itinéraires techniques sur E+R+ Rendements.

Enfin, une année de mesure de l'arrière effet de l'érosion sur le rendement du maïs avec labour conventionnel.

Trois traitements principaux , avec 4 à 7 variantes ont été répétés dans 4 blocs de parcelles d'érosion :

- * travail mécanisé conventionnel = le témoin régional, (avec # longueurs, haies, MO);
- * travail minimum avec différentes litières (adventices + résidus de culture) ;
- * restauration du sol par jachère courte naturelle ou enrichie en légumineuses.

Figure 1.- Situation de la station expérimentale de mesure de l'érosion de Mbissiri dans les grandes zones agroclimatiques de l'Afrique.
(d'après IITA, cité par Pieri, 1989)

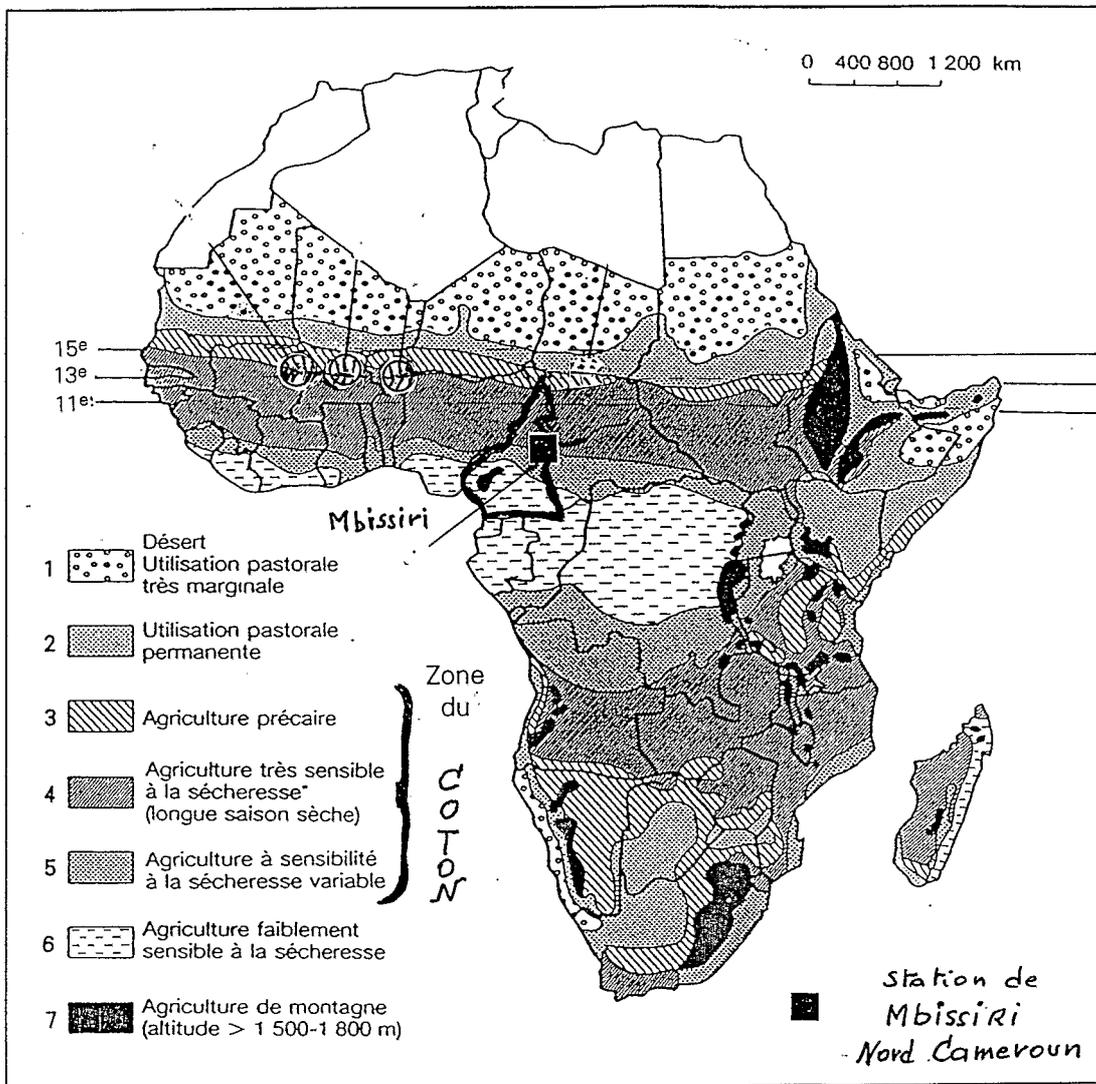
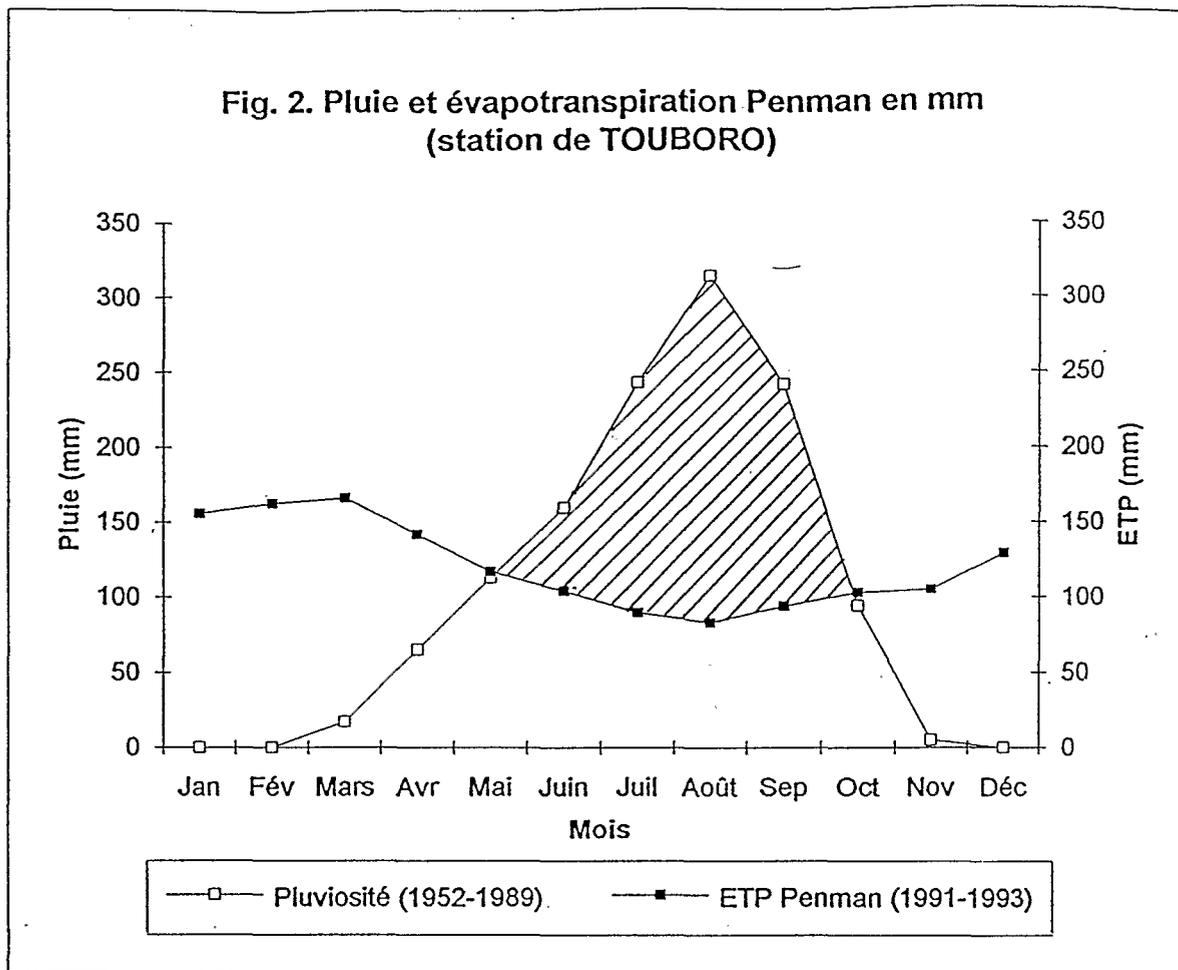


Fig. 2. Pluie et évapotranspiration Penman en mm
(station de TOUBORO)



3.- RESULTATS SUR L'EROSION

3.1.- Effets de l'âge de la défriche

On observe à la figure 3 que le ruissellement est plus élevé sur le bloc D, dégradé par une longue exploitation, que sur le bloc A de la jeune défriche. Comme lors de l'enquête Boli et al., 1991), il est clair que les risques de ruissellement et d'érosion augmentent avec l'âge de la mise en culture : avec la diminution des MO dans l'horizon superficiel, la stabilité structurale des agrégats décroît et il s'en suit une diminution des rendements des cultures, au point de ne plus rentabiliser les intrants indispensables pour la culture intensive du coton.

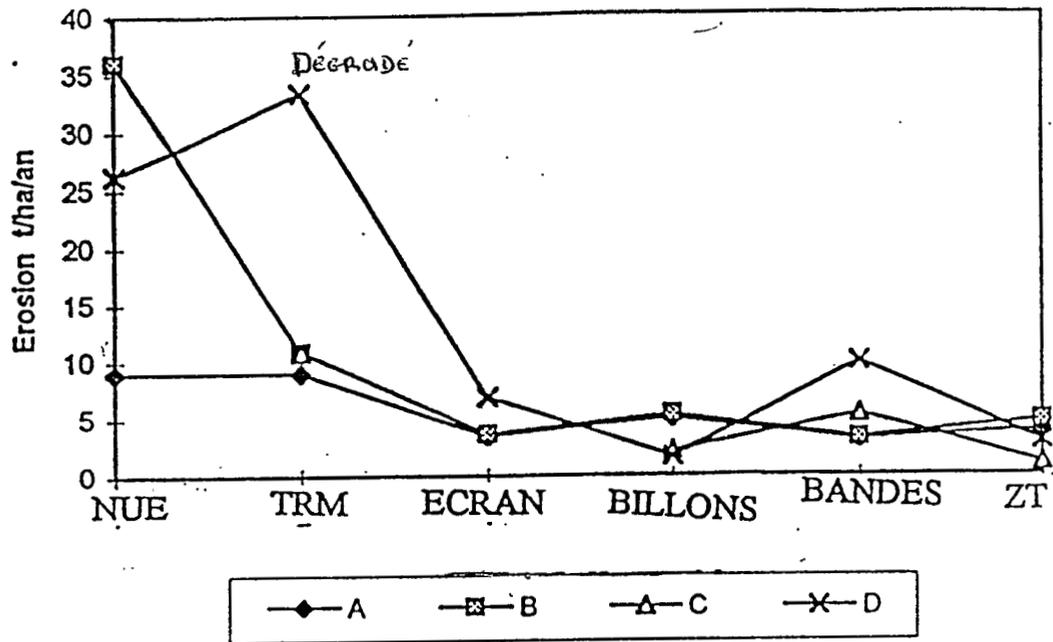


Figure 3 : Effets des pratiques culturales sur les pertes en terre totale (terre grossière + suspensions) en fonction des pratiques culturales et des blocs à Mbissiri.

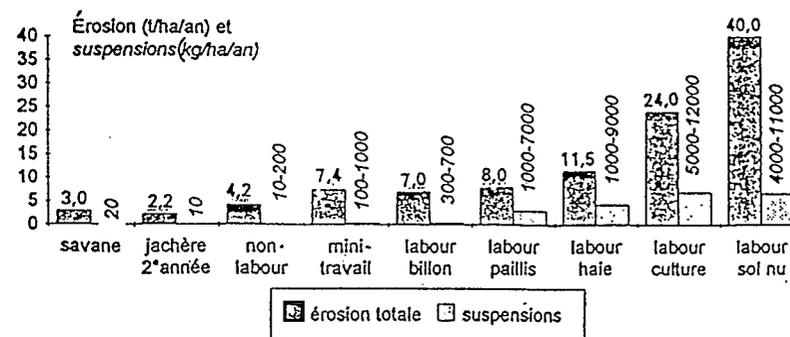
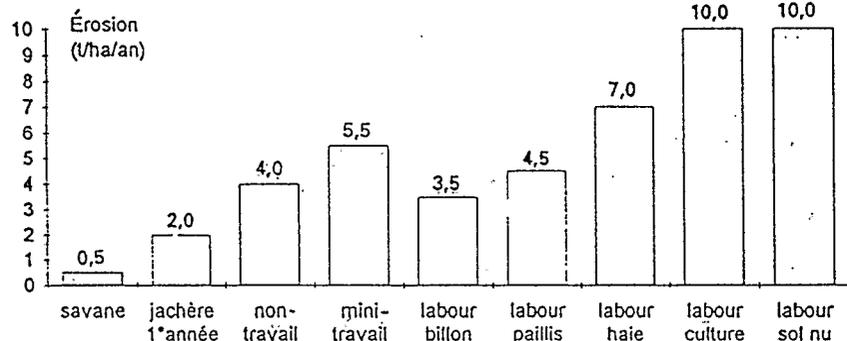
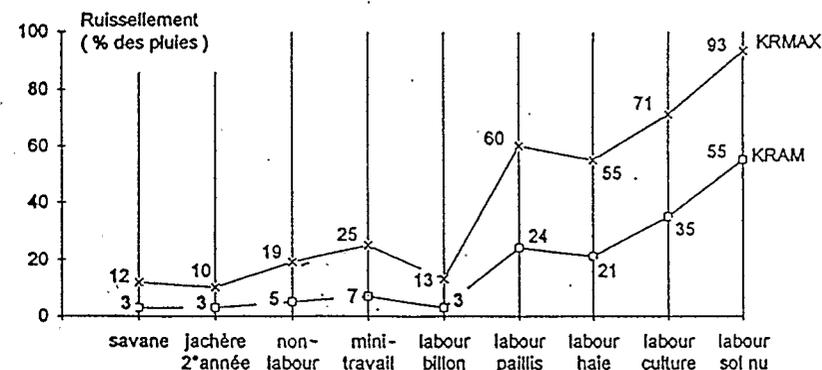
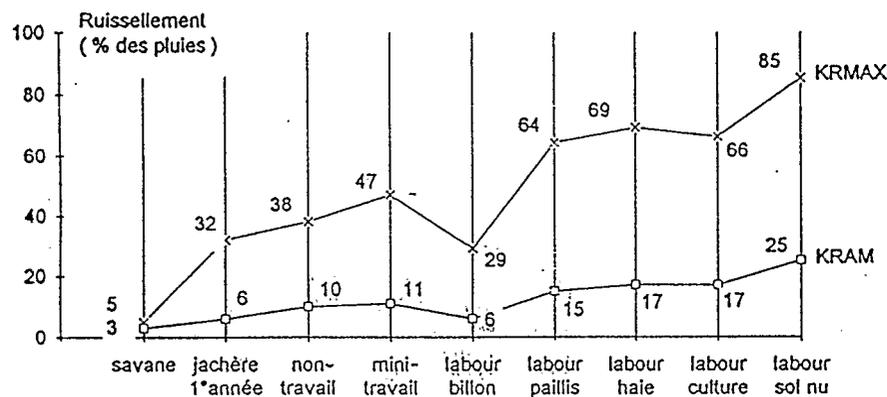
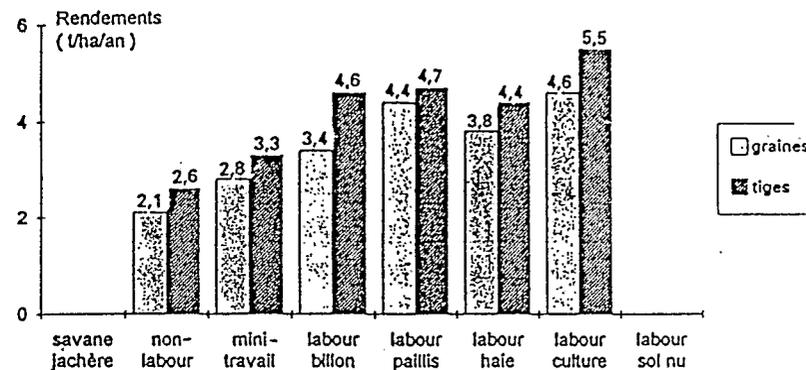
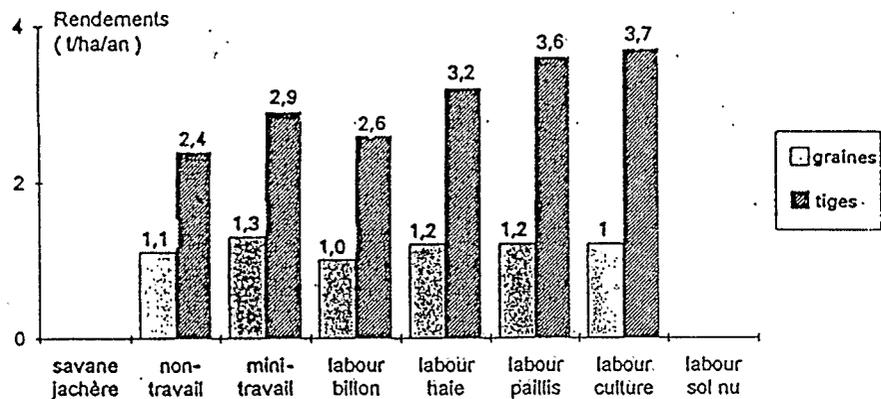


FIG. 4 — Synthèse de la campagne 1991 à Mbissiri des mesures de rendement en coton (t/ha), de ruissellement (Kram et Kmax en % des pluies) et de pertes en terre (sédiments en t/ha/an).
 Synthesis of the 1991 campaign at Mbissiri concerning the measurements of cotton yield (t/ha), runoff (Kram and Kmax % of rainfall) and soil losses (sediments in t/ha/year).

FIG. 5 — Synthèse de la campagne 1992 à Mbissiri des mesures de rendement en maïs grain et paille (t/ha/an), de ruissellement (Kram et Kmax en % des pluies) et de pertes totales en terre et suspensions (t/ha/an).
 Synthesis of the 1992 campaign at Mbissiri concerning the measurements of maize grain and straw yield (t/ha/year), of runoff (Kram and Kmax % of rainfall) and of total soil and suspension losses (t/ha/year).

Tableau 1.- Influence de l'âge de la défriche et des techniques culturales sur le ruissellement annuel moyen (en % des pluies)

Traitement	jeune défriche	vieille défriche
Sol nu, labouré	40%	41%
Témoin cultivé labour	24%	32%
Idem avec bande d'arrêt	12-15%	24%
Témoin, labour + paillage (6t/ha)	14%	20%
Témoin labour+ billonnage	2-4%	3%
Semis direct sous litière	1-5%	7%

3.2.- Effets des pratiques culturales.

Les résultats de la campagne 1992 sur maïs sont présentés à la figure 5 :

* **Les parcelles labourées** perdent 10 à 25% de ruissellement de plus que celles en travail réduit, 5 à 20 t/ha /an de plus de terre, 4 à 10 t/ha de plus de suspensions fines qui contiennent la majorité des nutriments : cependant durant les premières années sous maïs, les parcelles labourées ont 20 à 40% de production en plus que celles où le travail du sol est réduit à la ligne de plantation.

* **Sous coton (fig. 4), en 1991, année moins humide, les parcelles « travail réduit à la ligne de plantation sous litière »** ont également perdu moins d'eau et de terre que les parcelles « labour », mais les rendements en coton graine étaient égaux voir supérieurs là où le travail est réduit.

* **Les parcelles en « billonnage cloisonné »** perdent très peu d'eau et de terre, mais produisent 20% de moins que le labour conventionnel (érosion des semences) et exigent beaucoup plus de travail en période critique de préparation du sol. Le billonnage entraîne par ailleurs un appauvrissement en particules fines et une dégradation de la structure de la surface dont la pente est artificiellement augmentée. Le billonnage cloisonné semble moins bien adapté en savane humide qu'en région soudano-sahélienne.

* **L'apport de matières organiques enfouies** (résidus de culture) n'a pas eu d'effet significatif, ni sur le ruissellement, ni sur l'érosion, ni sur le rendement. Seul, l'épandage avant labour de 3 t/ha/an de fumier de chèvre a amélioré les rendements. L'apport de 6 t/ha/an (MS) de pailis de brousse en surface sur labour a réduit les pertes en terre de 70%. L'effet immédiat de l'enfouissement de MO peu décomposées (pailis ou résidus de culture) est donc peu encourageant, probablement parce que leur apport est dilué sur l'ensemble de l'horizon labouré et que leur transformation par les micro-organismes crée une « faim d'azote » pour les cultures. Les litières en surface sont bien plus efficaces pour favoriser l'activité de la mésofaune, réduire le ruissellement et les pertes en terre. Dans le système labour, seule une politique de gestion des MO sur le long terme peut améliorer la structure du sol et sa résistance à l'érosion.

3.4.- Arrières effets de l'érosion sur les rendements en maïs.

A la figure 6, on observe que le décapage de 5 cm de sol humifère entraîne une perte de rendement en maïs-grain de 30 % et le décapage de tout l'horizon humifère une perte de 50%, la première année.

Fig 6: Rendement maïs grain (t/ha)
en fonction du décapage progressif du sol (cm).

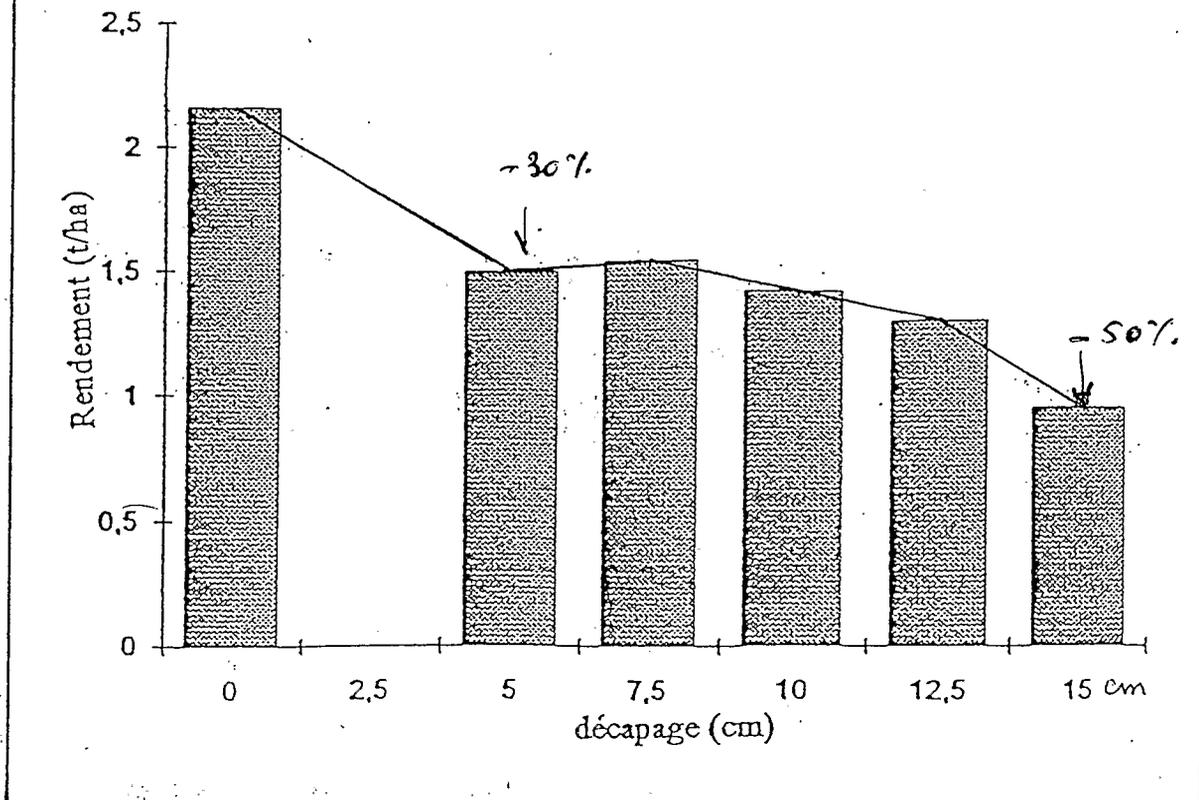


Fig. 8 Nombre de turricules (par 100 m²) observés sur les parcelles d'érosion
de MBISSIRI le 02/08/1993

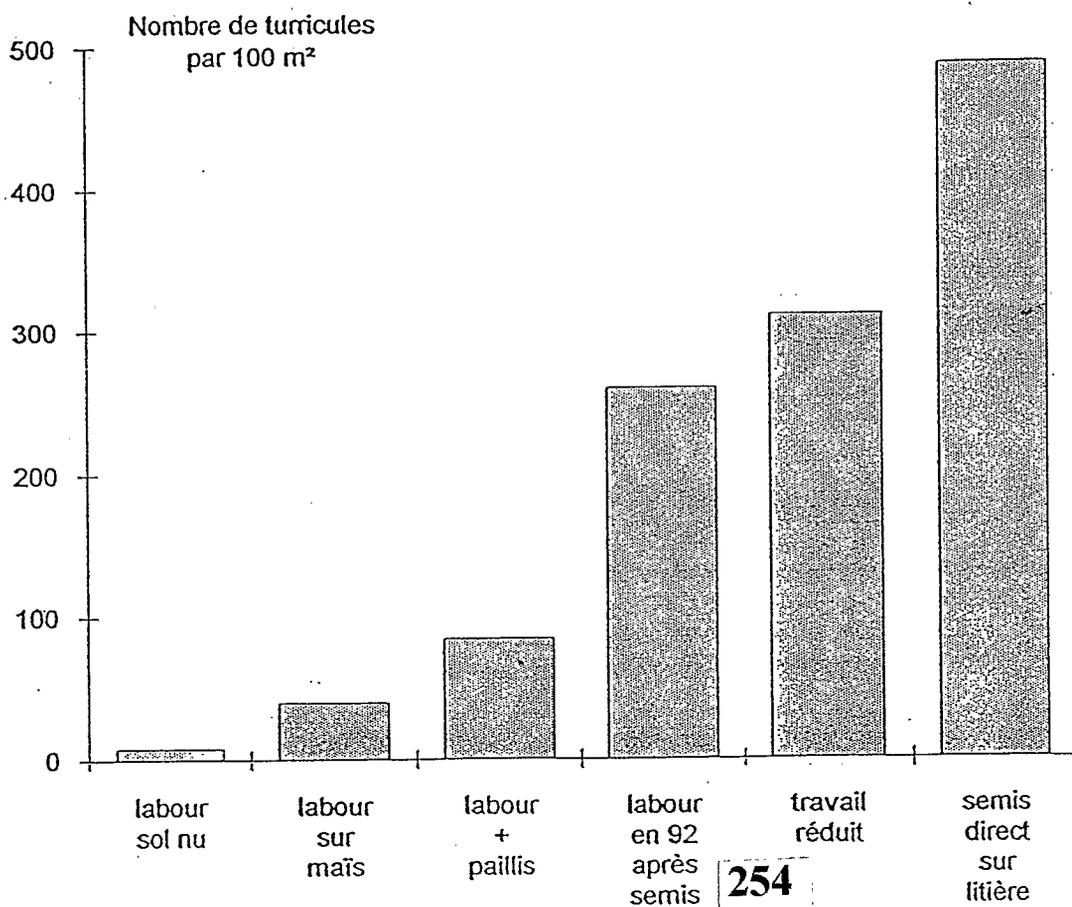
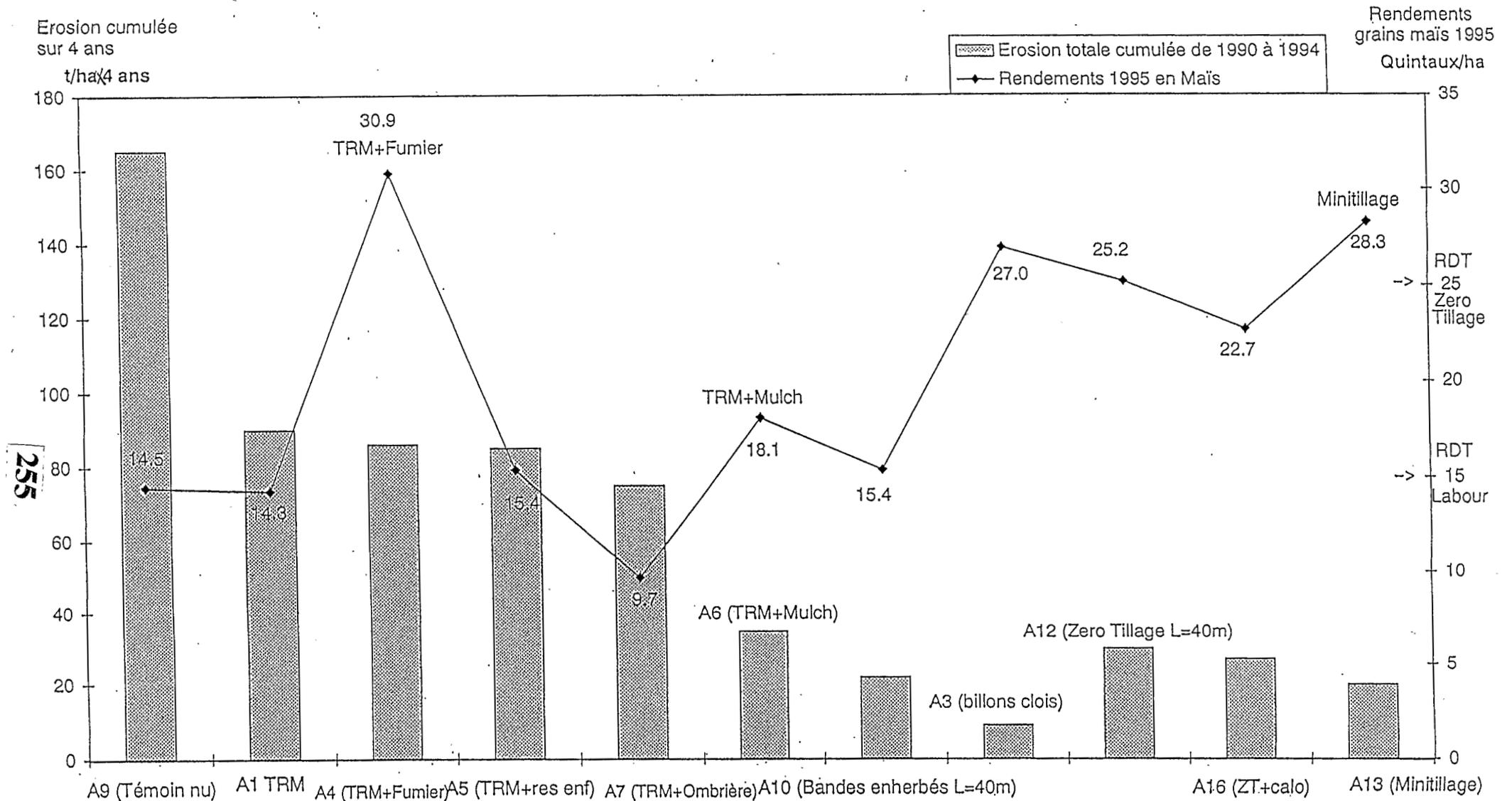


Fig. 7 Effet de l'érosion en nappe cumulée sur 4 ans (t/ha/4ans) sur la productivité du maïs en culture conventionnelle (TRM en quintaux/ha) sur le bloc A non dégradé de la station de Mbissiri en 1995



Suite à 4 années de culture après labour (90 t/ha/4 ans ou 6 mm d'érosion en nappe), le rendement en grains de maïs est égal à 1.5 t/ha/an soit 10 quintaux de moins (ou 40% de moins) qu'après 4 années de semis direct sous litière (érosion inférieure à 30 t/ha/4 ans ou 2 mm).
 Si l'on perd 40% de rendement en grain pour une érosion supplémentaire de 4 mm, l'érosion en nappe, sélective des particules fines, est dix fois plus grave que le décapage mécanique (perte de 30% de rendement si décapage de 50 mm).

D'après Zahonero Pascal: rapport d'activité Orstom-Ira, Mbissiri 1994-95, inédit

A la figure 7, on peut voir que les parcelles labourées ont perdu en moyenne 90 t/ha sur 4 ans, soit 6 mm et produisent environ 15 quintaux. Les parcelles soumises au travail réduit sous litière ont perdu en moyenne moins de 30 t/ha/4 ans, soit 2 mm mais elles ont produit 25 quintaux. Si l'on perd 10 quintaux de grain (soit 40%) pour une érosion complémentaire de 4 mm, l'érosion en nappe sélective est donc 12 fois plus grave que le décapage simple.

Comme ce sont surtout les particules fines qui sont concernées, l'érosion en nappe, si difficile à observer est donc beaucoup plus dégradante pour la productivité du sol que l'érosion décapante. La perte en éléments fins (MO + argile + limons + nutriments adsorbés) est un facteur majeur de la dégradation des sols tropicaux sableux.

4.- RESULTATS CONCERNANT LA RESTAURATION DES SOLS

4.1.- Le travail du sol réduit à la ligne de plantation associé au maintien d'une mince litière discontinue a réduit les risques de ruissellement et d'érosion sur ces pentes faibles (1 à 2.5%) à ceux d'une savane pâturée : $CR < 10\%$ et $E < 3 \text{ t/ha/an}$.

4.2.- Les rendements en maïs (4 à 6 t/ha) et en coton (1.5 à 2.5 t/ha/an) au bout de 3 ans de restauration sont remarquables pour ces sols sableux pauvres et fragiles. Ceci n'a été rendu possible que par le respect des **six règles de restauration rapide** :

- maîtrise du ruissellement,
- travail profond des sols tassés,
- enfouissement de matière organique ou jachère courte de légumineuse,
- revitalisation par apport en surface de fumier ou de matières organiques fermentées,
- pH supérieur à 5,
- fertilisation minérale complémentaire pour assurer une bonne croissance du couvert végétal.

4.3.- L'activité perforatrice des vers de terre semble satisfaisante dès lors qu'on respecte la litière à la surface du sol (figure 8). Le labour est plus dangereux pour la population de vers de terre que les engrais, pesticides et herbicides abondamment utilisés sur coton.

4.4.- Evolution du taux de Carbone de l'horizon superficiel sur 5 ans.

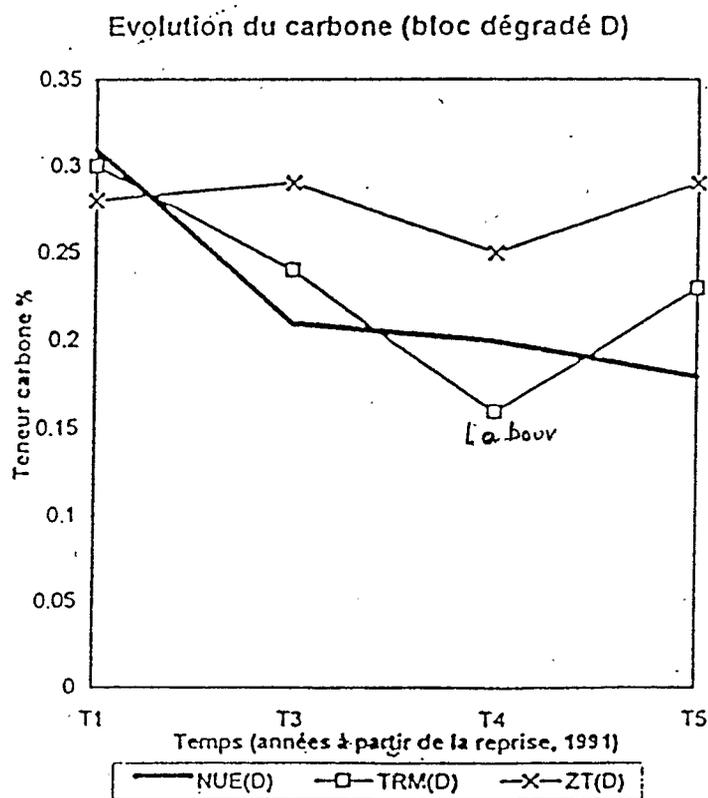
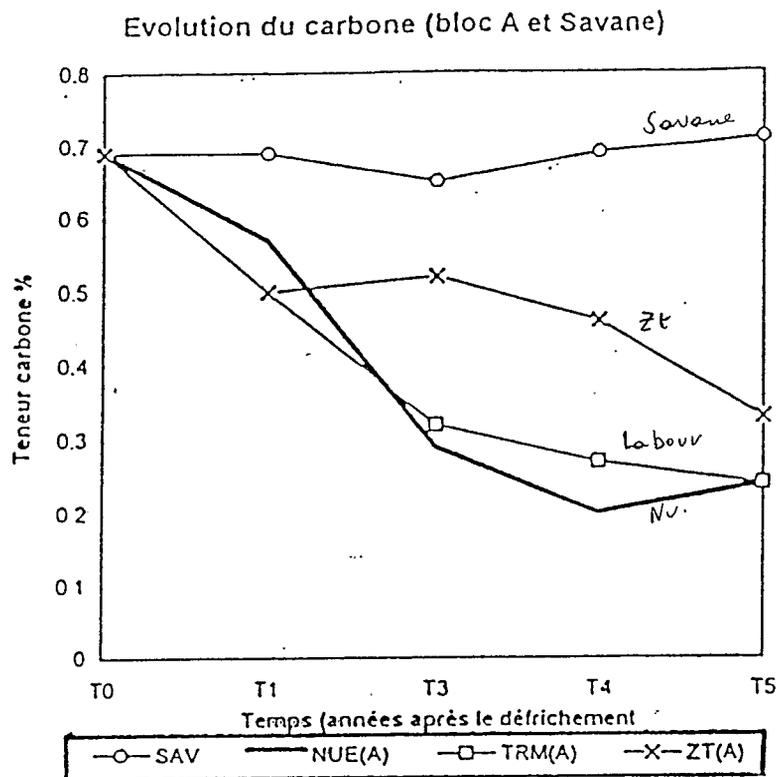
A la figure 9 sont rapportés les taux de carbone de la couche superficielle du sol (10 cm) pour les parcelles sous savane, sol dénudé, labour conventionnel (TRM) et travail réduit à la ligne sous litière (ZT), pour la jeune défriche (A) et la vieille défriche (D), de février 1991 à 95.

* Le taux de carbone varie très peu sous savane, ce qui montre que les prélèvements (échantillons composites de plus de 16 prises sur deux diagonales) et les analyses ont été faits correctement.

* Par contre le carbone a diminué de 50% en trois ans sur parcelles labourées (nue ou cultivées en coton/maïs) : il se stabilise ensuite autour de $C = 0.25 \%$.

* La dégradation de la matière organique du sol est à peine ralentie par l'enfouissement de 3 t/ha/an de fumier de chèvre ou de 6 t/ha de paille de maïs.

Figure 9 : Evolution du taux de carbone organique dans la tranche 0-10 cm en fonction des pratiques culturales et de l'âge des défriches entre février 91 et février 95.



* Sur les parcelles soumises au travail limité sous litière, la décroissance est moins brutale et le taux de carbone se stabilise autours de 0.35% sur jeune défriche.

* Sur vieille défriche et sol dégradé, le taux de stabilisation est encore légèrement plus bas : 0.20 sous labour et sol nu et 0.30 sous travail réduit.
Il est bien difficile de restaurer le taux initial de carbone , une fois le sol dégradé : « mieux vaut prévenir que guérir ».

Cependant, sur travail réduit, labour plus fumier ou après une courte jachère de légumineuse(*Calopogonium muconoïdes*), si on a peu modifié le taux d'humus du sol dégradé, on a rétabli un niveau de production tout à fait acceptable (50 quintaux de maïs et 20 quintaux/ha de coton-graine).

5.- DISCUSSION ET CONCLUSIONS.

5.1.- Quelle lutte antiérosive pour l'avenir ?

* Depuis 4000 ans, les chinois ont développé les terrasses en gradins, système coûteux en main d'oeuvre, qui s'est étendu à toute la terre là où la pente et les pressions foncières et démographiques le justifient.

* En 1930 , Bennet a inventé les terrasses de diversion sur les loess des USA : cette technique a été extrapolée à tous les pays tempérés et tropicaux avec beaucoup moins de succès (70% d'échec surtout dans les pays chauds en voie de développement).

* En 1945, Ellison a démontré que la dégradation des sols par l'énergie des gouttes de pluie est une des causes du ruissellement et de l'érosion : son interception par un mince écran suffit à réduire considérablement les risques d'érosion.

* Depuis 1960, Wischmeier et Smith ont proposé de baser la LAE sur l'application d'un modèle empirique « USLE » (toujours le plus utilisé), qui permet de choisir et combiner les facteurs pour réduire l'érosion à moyen terme.

*En 1987, Shaxson, Hudson, Sanders , Roose et Moldenhauer ont proposé une nouvelle approche appelée « land husbandry » par les anglophones et GCES en français (Roose , 1994). Il s'agit de répondre d'abord aux préoccupations des paysans en valorisant la terre et le travail par l'intensification de la production, la couverture du sol par des litières, l'amélioration de l'infiltration et la nutrition des plantes cultivées (plutôt que la fertilité du sol).

5.2.- Que montrent ces résultats sur ces sols fragiles?

* La lutte mécanique n'a que peu d'impact sur la protection des sols.

- réduire la longueur de pente n'est pas suffisant sur ces sols sableux,
- réduire l'inclinaison du sol n'est pas suffisant sur ces glacis du Cameroun,
- le billonnage cloisonné entraîne trop de drainage, la dégradation de l'horizon de surface et la lixiviation des nutriments,
- le labour en courbe de niveau réduit les pertes d'eau et de sable, mais pas pour les grosses averses : le labour expose le sol nu à la battance et laisse partir les substances fertiles en suspension dans le ruissellement très abondant.

* La lutte biologique.

- Doubler la densité de plantation n'a pas été efficace car les premiers orages, très violents, suffisent pour encroûter la surface du sol.

- Limiter le travail du sol à la ligne de plantation et garder une litière en surface réduit sérieusement les risques de ruissellement et d'érosion, favorise l'activité des vers de terre, mais augmente le drainage et nécessite une adaptation de la fumure lors des périodes très pluvieuses (complément de 20 N).

- L'installation de bandes enherbées ou de haies vives tous les 25 m constitue une autre solution qui permet d'orienter en courbe de niveau le labour et le buttage, de dissiper l'énergie du ruissellement, mais les bandes enherbées ne ralentissent pas la dégradation des MO. du sol.

- Mais quel que soit le choix de la technique, il faudra que la LAE soit associée à un complément minéral pour améliorer de façon significative la productivité de la terre et du travail sans quoi, la méthode, même excellente pour lutter contre l'érosion, sera abandonnée par les paysans.

5.3.- Les sols sont-ils des ressources non renouvelables?

* Si un sol peu épais sur roche dure est découpé par l'érosion, il ne pourra effectivement être restauré sans des investissements prohibitifs ou des temps trop longs.

* Sur sol meuble suffisamment épais, la jachère traditionnelle soumise au pâturage et aux feux a besoin de plus de 30 ans en savane soudanaise pour régénérer un certain niveau de fertilité.

* Par contre sur sol meuble, la jachère courte, de préférence de légumineuse, peut restaurer la capacité de production d'un sol en 1 ou 2 ans, si on apporte le complément minéral dont la culture a besoin.

En région tropicale humide, il semble qu'on puisse restaurer plus facilement la productivité d'un sol pourvu qu'on respecte les 6 règles permettant de reconstituer les conditions favorables à la croissance racinaire.

* La situation n'est donc pas aussi catastrophique que certains veulent le faire croire, mais il faut encourager les recherches sur l'optimisation des techniques de restauration de la productivité des sols, l'amélioration des apports de matières organiques diverses et les politiques de crédit pour les intrants indispensables.

BIBLIOGRAPHIE

- Boli Z., Bep Aziem B., Roose E., 1991. - Enquête sur l'érosion en région cotonnière du Nord-Cameroun. Bull. Réseau Erosion, 11: 127-138.
- Boli Z., Roose E., Bep Aziem B., Sanon K., Waechter F., 1993. - Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et maïs sur un sol ferrugineux tropical sableux du Nord Cameroun. Cahier Orstom Pédol., 28, 2 : 309-325.
- Boli Z., Bep Aziem B., Roose E., 1994.- Erosion impact on crop productivity on sandy soils of Northern-Cameroon. Comm ISCO 8, Delhi, vol. 1 : 80-89. Editors L.S.Bushan, I.P.Abrol, M.S Mohan Rao, Indian Assoc., S;W Cons., Dehra Dun, India, 1684 p.
- Boli Baboulé Z., 1996, Fonctionnement des sols sableux : optimisation des pratiques culturales en zone soudanaise humide du Nord-Cameroun. Thèse doctorat, université de Dijon, France, 344p.
- Boli Z., Roose E., Bep Aziem B., Kallo S., Waechter F, Zahonéro P., Wahoung A., 1997. - Recherche de systèmes de culture intensifs et durables en parcelles d'érosion à Mbissiri (1991-94), Nord Cameroun. In « Agricultures des savanes du Nord Cameroun » Edit. L. Seiny Boukar, J.F. Poulain, G. Faure, Actes de l'Atelier de Garoua, Cirad-Ca, Montpellier : 255-272.
- Roose E., 1994. - Introduction à la GCES. Bull. Pédologique Fao, Rome, n°70, 420 p.



Pour citer cet article / How to cite this article

Boli Baboulé, Z.; Roose, E.; Zahonero, P.; Bep A Ziem, B.; Sanon, K.; Waechter, F.; Wahoung, A. - Effets et arrières effets des pratiques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production d'une rotation intensive (coton-maïs) sur un sol sableux des savanes humides du nord-Cameroun, pp. 246-259, Bulletin du RESEAU EROSION n° 18, 1998.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr