

Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferrallitiques faiblement désaturés argilo-sableux) au Bénin

Anastase AZONTONDE

Centre national d'agropédologie (Cenap), BP 988, Cotonou, Bénin.

RÉSUMÉ

Sur les plateaux du Sud-Bénin, région de terres de barre à climat soudano-guinéen caractérisé par une pluviosité comprise entre 1 000 et 1 200 mm, la forte pression démographique a entraîné la dégradation des sols. Cette étude fait état de l'utilisation sans grand succès de certaines techniques antiérosives et de régénération de ces terres ; car l'ensemble des résultats obtenus à travers treize ans (1975-1988) d'expérimentation prouve que la plupart des techniques antiérosives et de restauration appliquées sur les parcelles d'essai n'ont pas pu relever la fertilité de ces terres. Cependant, la nouvelle technique mise en essai depuis 1988, qui consiste à cultiver dans une courte jachère de 7 à 8 mois une légumineuse à port rampant (*Mucuna pruriens* variété utilis) puis à cultiver l'année suivante le maïs semé directement sur la même parcelle, permet d'augmenter notablement le rendement en maïs et de réduire très sensiblement le ruissellement. Les résultats ont montré que le traitement qui renouvelle *Mucuna* tous les ans en association avec le maïs relève le taux de matière organique (0,6 à 2,8 %) pendant que le rendement en maïs passe de 0,2 à 2,8 t/ha/an, que l'érosion diminue de 7,5 à 2 t/ha/an et le ruissellement de 10 % à 5 % de la pluviosité en cinq ans.

Cette méthode a été intégrée ensuite en milieu paysan et a donné de grands espoirs dans cette zone densément peuplée (200 à 400 habitants au kilomètre carré).

MOTS CLÉS : Bénin — Conservation des sols — Restauration des sols — Matière organique — *Mucuna* — Jachère courte — Érosion — Ruissellement — Productivité des terres.

ABSTRACT

DEGRADATION AND RESTORATION OF "TERRES DE BARRE" IN BENIN

In the plateaux of South Benin which is an area of oxisols "terres de barre" with a Sudano-Guinean climate characterized by rainfalls ranging from 1,000 to 1,200 mm, the strong population pressure led to soil degradation. This study takes into account some soil conserving and regeneration techniques which did not give favourable results. The whole results obtained by experiments conducted through thirteen years (1975-1988) prove that most of the soil conservation and restoration techniques used in experimental plots could not raise soil fertility. However, the new technique which has been tested since 1988 and which consists in cultivating in a short fallow of 7 to 8 months a sprawling leguminous plant (*Mucuna pruriens* variety utilis) and in cultivating in the following year the maize sown directly in the same plot, allows to increase considerably the maize yield and to reduce considerably runoff. Results showed that the treatment which changes *Mucuna* every year in association with maize raises the organic matter rate (0.6 to 2.0 %), while the maize yield increases from 0.2 to 2.8 t/ha/year, erosion decreases (7.5 to 2 t/ha/year) and runoff decreases from 10 % to 5 % of rainfall within five years.

This method was then applied to rural zones and gave great hope in this densely populated zone (200-400 inh./km²).

KEYWORDS : Benin — Soil conservation — Soil restoration — Organic matter — *Mucuna* — Short fallow — Erosion — Runoff — Soil productivity.

RESUMEN

DEGRADACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LAS « TERRES DE BARRE » EN BENÍN

*En las mesetas del Sur de Benín que es una región de « terres de barre » (suelos ferrallíticos) con un clima sudanés-guineano caracterizado por lluvias comprendidas entre 1 000 y 1 200 mm, la fuerte presión demográfica ha provocado la degradación de los suelos. Ese estudio tiene en cuenta ciertas técnicas de lucha contra la erosión y de regeneración de esas tierras que fueron utilizadas sin dar muchos resultados. El conjunto de los resultados obtenidos a través de trece años de experimentación (1975-1988) demuestra que la mayoría de las técnicas de lucha contra la erosión y de restauración aplicadas en las parcelas de prueba no han podido subir la fertilidad de esas tierras. Sin embargo, la nueva técnica que ha sido experimentada desde 1988 y que consiste en cultivar en un barbecho de siete a ocho meses de duración una leguminosa rastrera (*Mucuna pruriens* variedad *utilis*) y en cultivar el año siguiente el maíz sembrado directamente en la misma parcela permite aumentar considerablemente el rendimiento del maíz y reducir considerablemente la arroyada. Los resultados han mostrado que el tratamiento que renueva el *Mucuna* todos los años en asociación con el maíz aumenta la tasa de materia orgánica (0,6 a 2,0 %) mientras que el rendimiento del maíz aumenta de 0,2 a 2,8 t/ha/año, la erosión disminuye (7,5 a 2 t/ha/año) y la arroyada disminuye de 10 % a 5 % de las lluvias dentro de cinco años.*

Ese método ha sido aplicado en las zonas rurales y ha dado grandes esperanzas en esa zona con una población densa (200-400 hab./km²).

PALABRAS CLAVES : Benín — Conservación de los suelos — Restauración de los suelos — Materia orgánica — *Mucuna* — Barbecho corto — Erosión — Arroyada — Suelos producción.

INTRODUCTION

Le Bénin est un pays à forte densité de population, avec un relief peu accidenté en général mais constitué du sud au nord de trois types de modelés : tabulaire, vallonné et chaotique.

Les sols ferrallitiques désaturés du Sud-Bénin, appelés terres de barre (*barro* = argile sableuse à l'état humide en portugais), occupent la quasi-totalité des terrains exondés bien drainés de cette partie du pays. Ils représentent 7 % de la superficie du pays mais concentrent le tiers de la population totale.

Cette forte pression démographique (200 à 400 habitants au kilomètre carré) réduit considérablement la durée des jachères ; ce qui entraîne une dégradation des sols en raison de leur surexploitation consécutive à l'action conjuguée des feux de brousse et de l'exploitation agricole.

Cette dégradation qui affecte tous les sols des plateaux méridionaux du Bénin a pour principales causes l'exportation des nutriments par les récoltes, la baisse importante du taux de matière organique qui modifie le cycle de l'azote (DABIN, 1956), les pertes par ruissellement, érosion et lixiviation, l'acidification du sol qui entraîne la toxicité aluminique.

Elle engendre une importante perte des ressources en sols agricoles et contribue à augmenter le flux des importations de céréales.

Conscient de ce problème de dégradation des ressources naturelles du Bénin, le département du Développement rural, à travers l'Institut national des recherches agricoles du Bénin (Inrab), a développé des stratégies et plans

d'action visant à encourager les recherches sur l'environnement et plus particulièrement sur la lutte antiérosive et la régénération de la fertilité de ces sols. Des programmes de recherche ont été élaborés et mis en exécution en 1975 sur des parcelles d'érosion qui fonctionnaient depuis 1964. Le phénomène de la dégradation des terres de barre est étudié dans le cadre de la recherche des techniques anti-érosives les plus efficaces et les plus régénératrices de la fertilité des sols.

L'objectif de cette étude est de mettre au point un système de culture qui puisse restaurer la productivité des terres de barre et permettre leur gestion durable.

La méthode utilisée est la comparaison des effets anti-érosifs et l'amélioration de la productivité des sols par différents systèmes de culture.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le site des essais est Agonkamey, au Sud-Bénin, où le climat soudano-guinéen est caractérisé par deux saisons sèches (durée de 2 mois et 4 mois) et deux saisons pluvieuses alternées ; la pluviosité varie entre 1 000 et 1 200 mm.

Deux séries d'essais ont été mises en place sur sept parcelles d'érosion : la première a duré de 1975 à 1988, la seconde a démarré en 1989 et se poursuit encore.

Ces essais se sont déroulés sur des sols ferrallitiques faiblement désaturés, appauvris, développés sur des matériaux sédimentaires argilo-sableux du continental terminal (CPCS, 1967 ; VOLKOFF et WILLAIME, 1976 ; VOLKOFF, 1976).

Ils sont communément appelés « terres de barre ».

Le profil moyen est caractérisé par les horizons suivants :

— un horizon humifère (0-10 cm), brun-rougeâtre (5YR 4/4 à sec), sablo-limoneux, très perméable, avec une structure particulière à grumeleuse contenant de nombreuses racines fines et moyennes ; transition distincte et régulière ;

— un horizon moins humifère (10-20 cm), rouge-brun (5YR 4/6 à sec), limono-sableux à limono-argilo-sableux, bien perméable ; structure polyédrique subangulaire fine comportant d'assez nombreuses racines fines et moyennes ; transition distincte et régulière ;

— un horizon (20-60 cm), rouge (2,5YR 4/6 à sec), argilo-sableux, perméable, bien structuré en polyèdres fins à moyens avec d'assez nombreuses racines ; l'activité biologique est intense dans tout le profil et les racines vont à plus d'un mètre de profondeur.

Dispositif expérimental

À Agonkanmey (2° 20' est ; 6° 24' nord ; 20 m d'altitude), les parcelles d'érosion ont été installées par l'Orstom en 1964. Il s'agit de quatre parcelles (R₁, R₂, R₃, R₄) de forme rectangulaire (30 m x 5 m), d'une pente de 4 % légèrement concave, délimitées par des tôles en fer larges de 30 cm, enfoncées dans le sol sur une profondeur de 10 cm.

Elles se terminent en aval par une gouttière en béton qui draine les eaux et l'érosion dans deux cuves de capacité comprise entre 2 et 3 m³. Ces cuves sont reliées entre elles par un canal servant à évacuer l'eau après échantillonnage.

Sur le plateau adja (milieu paysan, à 30 m d'altitude et à 120 km au nord d'Agonkanmey), trois parcelles (P₁, P₂, P₃) identiques aux quatre premières ont été installées en 1975 par le Centre national d'agropédologie. L'historique des parcelles avant la mise en place des essais est retracé dans le tableau I.

TABLEAU I
État des parcelles (de 1964 à 1974) avant l'étude
Status of runoff plots (1964-1974) before study

Parcelles paysannes	Traitements	Erosion (t/ha)	Coef. ruiss. (%)	M.O. (%) en 1974 (0-10 cm)	Rendt. (t/ha) en 1974
p ₁	Défriche + brûlis + 2 sarclages; culture: 2 ans de maïs	10,5	6	1,8	1,5
p ₂	Défriche + brûlis + 2 sarclages; culture: 5 ans de maïs	25	15	1,4	0,8
p ₃	Défriche + brûlis + 2 sarclages; culture: 5 ans de maïs	20,5	9	1,8	non déterminé
Parcelles recherche					
R ₁	jachère: 1 an, sol nu sans culture: 1 an, maïs sur butte + 2 sarclages: 2 ans; maïs sur billons // + 2 sarclages: 7 ans	30	16	1,3	0,5
R ₂	jachère: 1 an, sol nu sans culture: 1 an, labour à la houe à plat + 2 sarclages: 9 ans de maïs.	23	15	1,3	0,6
R ₃	jachère: 1 an, sol nu sans culture 1 an, maïs et arachide sans labour: 9 ans	15	9	1,8	1,2
R ₄	jachère naturelle: 10 ans	non déterminé	non déterminé	non déterminé	non déterminé

Mesure du ruissellement et de l'érosion

Le ruissellement est évalué à partir de mesures de hauteur d'eau dans les cuves (moins la lame de pluie).

La terre de fond est recueillie, pesée sur place et échantillonnée pour la détermination de l'humidité au laboratoire.

La terre fine en suspension est évaluée à partir d'un échantillon composite formé de prises d'un litre dans chaque lame de 10 cm de chacune des cuves.

Traitements réalisés

Trois séries de traitements ont été réalisées depuis la construction des parcelles.

TRAITEMENTS RÉALISÉS DE 1964 À 1974

Le détail de ces traitements est consigné dans le tableau I.

En milieu paysan, toutes les parcelles (P_1 , P_2 , P_3) ont subi en première année un défrichage suivi de brûlis avant le semis du maïs.

Sur parcelles (R_1 , R_2 , R_3 , R_4) de recherche, pas de brûlis après le défrichage de la jachère d'un an.

TRAITEMENTS RÉALISÉS DE 1975 À 1988

Six parcelles ont été mises en essai.

Les traitements subis par ces parcelles de 1975 jusqu'en 1988 se résument comme suit.

En milieu paysan

- D = LEFGSS : labour à la houe sur 10 cm + enfouissement de 10 t/ha de fumier la première année et 5 t/ha les années suivantes + deux sarclages sur 5 cm ; culture : maïs.

- T2 = LPSS : labour à la houe sur 10 cm à plat (témoign amélioré) + deux sarclages sur 5 cm ; culture : maïs.

- B = LESSS : labour à la houe sur 10 cm + enfouissement de *Stylosanthes* + deux sarclages sur 5 cm ; culture : maïs.

En station de recherche à Agonkanmey

- T1 = GBSS : grattage à la houe sur 5 cm + brûlis (témoin traditionnel) + deux sarclages ; culture : maïs.

- C = T1 (GBSS) + résidus de récolte à la surface du sol ; culture : maïs.

- A = LBSS : labour à la houe sur 10 cm + billonnage isohypse + deux sarclages sur 5 cm ; culture : maïs.

TRAITEMENTS RÉALISÉS DE 1988 À 1993

En milieu paysan

- P_1 = sur la parcelle P_1 : labour à plat sur 10 cm + deux sarclages ; culture : maïs.

- P_2 = sur la parcelle P_2 : traitement E2p ; renouvellement de *Mucuna* tous les deux ans ; culture de maïs tous les ans avec un grattage et deux sarclages sur 5 cm.

- P_3 = la parcelle P_3 porte le traitement E1p qui renouvelle *Mucuna* et le maïs tous les ans avec un grattage et deux sarclages.

En station de recherche à Agonkanmey

- La parcelle R_1 porte le traitement T : grattage à la houe + brûlis + deux sarclages ; culture : maïs.

- La parcelle R_2 porte le traitement E2 : renouvellement de *Mucuna* tous les deux ans et du maïs tous les ans, avec un grattage avant le semis du maïs, un autre avant le semis de *Mucuna*, puis un sarclage à la floraison du maïs.

- Le traitement E3 sur la parcelle R_3 consiste à apporter la fumure minérale NPK (15-15-15) à raison de 200 kg/ha et 100 kg/ha d'urée ; il comporte également un grattage et deux sarclages. Ce traitement procure à la parcelle 75 kg d'azote, 30 kg de P_2O_5 et 30 kg de K_2O à l'hectare.

- La parcelle R_4 porte le traitement E1 : renouvellement de *Mucuna* et du maïs tous les ans avec, chaque année, un grattage et deux sarclages.

Mucuna pruriens variété *utilis* (AZONTONDE, 1994) est une légumineuse annuelle à port rampant originaire de l'Asie (PURSEGLOVE, 1968). Une forme sauvage se trouve au Sud-Bénin (et ailleurs en Afrique). Elle a la réputation d'une mauvaise herbe qui cause de fortes démangeaisons au contact de la peau. Mais la variété *utilis* est une forme non urtiquante sélectionnée comme culture de couverture pour remettre les sols en condition. Elle est semée après le premier sarclage entre les lignes, 30 jours après le semis du maïs, à un écartement de 0,80 m x 0,80 m à raison d'une graine par poquet. Elle se développe ensuite lentement sous le maïs, puis rapidement après la récolte, se dessèche 6 à 7 mois après le semis. Un grattage à la houe sur 5 cm l'année suivante suffit pour semer le maïs après les premières pluies.

Le traitement E2 permet au paysan d'exploiter une fois sur deux la seconde saison des pluies.

Prélèvements de sol et méthodes analytiques

Chaque traitement a fait l'objet d'une description de profil et de prélèvements d'échantillons moyens (de 6 prélèvements) pour trois épaisseurs de sol (0-10, 10-20, 20-40 cm). Ces prélèvements se font à l'époque du semis en avril.

Les mesures du pH eau sont faites sur une suspension dans un rapport sol/solution de 1/2,5.

Le carbone organique (C) est déterminé par la méthode de WALKLEY et BLACK (1934).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats dont nous donnons ici la fourchette de variation de 1975 à 1988, faute de répétition des traitements dans l'espace, sont consignés dans les tableaux II et III.

Effets du grattage léger, du billonnage isohypse et des résidus de récolte sur l'érosion, le ruissellement, le taux de matière organique et le rendement

Les résultats indiqués dans le tableau III montrent que le sarclage léger traditionnel avec brûlis et le paillage avec les résidus secs de la récolte sont deux traitements qui, durant les quatorze années, ont contribué à amplifier le phénomène d'érosion (fig. 1).

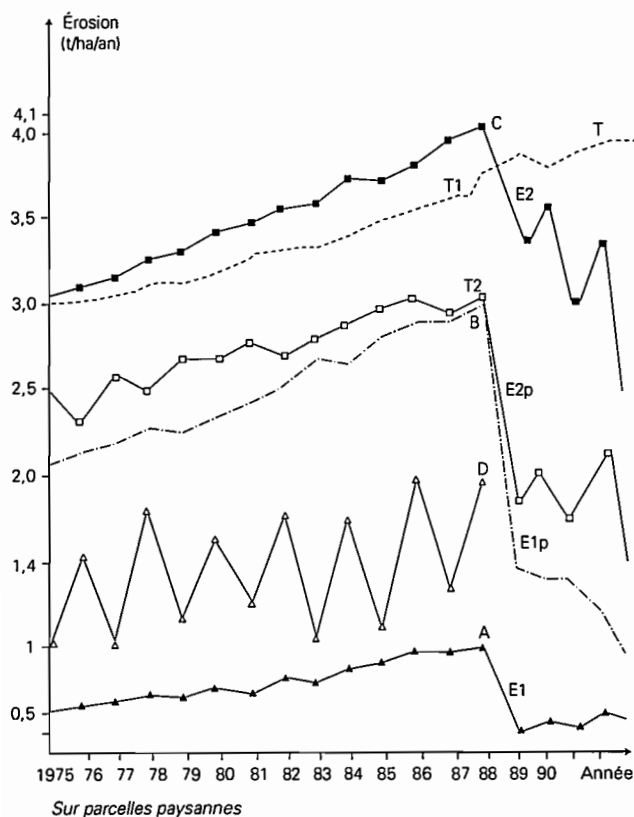
Le coefficient de ruissellement a augmenté de 35 à 45 % sur parcelle à résidus de récolte puis de 51 à 56 % sous grattage léger (ROOSE, 1976). Pendant cette période, les stocks organiques eux baissent de 1,3 à 0,6 % sous paillage de résidus de récolte et de 1,4 à 0,8 % sous grattage léger traditionnel. Les rendements évoluent dans le même sens ; ils sont passés de 0,4 à 0,2 t/ha, soit une diminution de 50 %, sous sarclage léger et de 2,1 à 0,6 t/ha, soit une

TABLEAU II
Effets des traitements sur l'érosion, le ruissellement et le rendement en maïs grain
sur les parcelles d'érosion (Agonkamey, 1975-1988)
Effects of different treatments of runoff plots on erosion runoff and maize grain yield (Agonkamey, 1975-1988)

Parcelles	Traitements	Erosion (t/ha)	Ruisselt. (%)	M.O. (%) 0-10 cm	Rendt. (t/ha)
P ₁	B engrais vert + enfouissement Stylosanthès	20 à 30	25 à 35	1,3 à 0,9	2,5 à 0,5
P ₂	D enfouissement fumier 5-10 t/ha	10 à 20	20 à 30	3,3 à 3,0	4,0 à 3,0
P ₃	T2 Labour à plat	25 à 30	25 à 35	1,5 à 0,8	1,3 à 1,0
R1	A Labour + billonnage isohypse	10 à 6	8 à 12	1,8 à 0,6	3,5 à 0,2
R2	T1 grattage léger	35 à 40	51 à 56	1,4 à 0,8	1,3 à 0,6
R3	C Résidus de récolte en andain à la surface du sol	30 à 40	35 à 45	1,3 à 0,6	2,1 à 0,5

TABLEAU III
Influence de *Mucuna* sur la teneur en matière organique et le rendement en maïs grain des « terres de barre »
sur les parcelles d'érosion (Agonkamey, 1988-1993)
Effects of Mucuna on organic matter content and yield of maize grain in runoff plots on "terres de barre" of Benin (1988-1993)

Traitements	T témoin sans engrais, sans <i>Mucuna</i>		E1 <i>Mucuna</i> 1/an		E2 <i>Mucuna</i> 1/2 ans		E3 NKP (200 kg/ha + 100 kg/ha urée)	
	1988	1993	1988	1993	1988	1993	1988	1993
PH eau	4,9	4,8	5,1	5,2	5,3	5,2	5,5	5,3
Taux M.O. (C x 1,73) (%)	1,6	0,8	0,6	2,2	0,6	1,0	0,8	1,0
Rendement maïs (t/ha)	1,3	0,6	0,2	2,8	0,2	1,1	0,5	2,0
Erosion (t/ha)	35	45	7,8	2,0	20	15	pas de mesure (milieu paysan)	
Ruissellement (%)	50	55	10	5	30	25	pas de mesure (milieu paysan)	



Sur parcelles paysannes

B = labour + enfouissement d'engrais vert de *Stylosanthes* + 2 sarclages ; après 1988, maïs-*Mucuna* (E1p), *Mucuna* semé entre les lignes de maïs tous les ans.
D = labour + enfouissement fumier, 10 t/ha 1re année et 5 t/ha par la suite.
T2 = labour à plat avec brûlis ; après 1988, maïs-*Mucuna* tous les deux ans.

Sur parcelles de recherche

A = labour + billonnage isohypse à la houe ; après 1988, maïs-*Mucuna* (E1) avec *Mucuna* semé directement entre les lignes de maïs tous les ans.
C = labour + épandage de résidus secs de récolte à la surface du sol ; après 1988, *Mucuna* maïs-*Mucuna* (E1) avec *Mucuna* semé directement entre les lignes de maïs tous les ans.
T1 = sarclage léger avec brûlis ; après 1988, T = T1.

FIG. 1. — Évolution de l'érosion sous les différents traitements : T1, T2, A, B, C, D, E.

Rainfall erosion change under different treatments: T1, T2, A, B, C, D, E.

baisse de 76 %. Ces deux pratiques culturales protègent donc mal le sol et contribuent à son épuisement. Quant au labour isohypse, il réduit considérablement le ruissellement (Kram : 8 à 12 %). Cependant, le stock organique n'a pas pu être maintenu à un niveau acceptable ; il est passé de 1,8 à 0,6 %, soit une baisse de 67 % tandis que les rendements diminuaient de 3,5 à 0,2 t/ha. Ces résultats sont à rapprocher de ceux de PFEIFFER (1988) qui note que les rendements en maïs sans apport de fumure peuvent passer en moyenne de 2 300 kg/ha après une friche arbusculaire à seulement 700 kg/ha après trois saisons agricoles.

Seule la parcelle labourée avec enfouissement de fumier donne des résultats intéressants ; puisque le ruissellement est réduit à 20 ou 30 %, le stock organique est maintenu à un taux élevé de 2 à 3 % et les rendements se maintiennent à 3-4 t/ha (fig. 2 et 3).

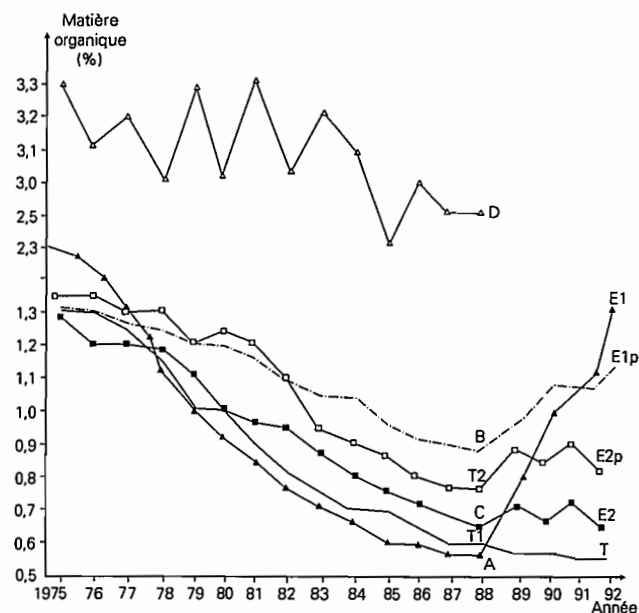


FIG. 2. — Évolution de la matière organique (%) sous les différents traitements : T1, T2, A, B, C, D, E (même légende que fig. 1).

Organic matter content (%) change under different treatments: T1, T2, A, B, C, D, E.

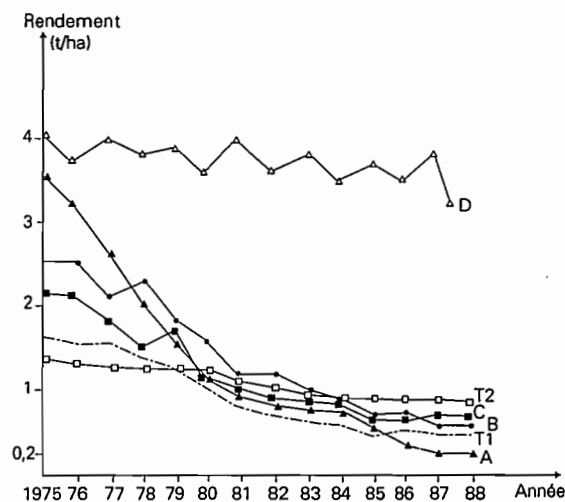


FIG. 3. — Évolution du rendement en maïs grain sous les différents traitements : T1, T2, A, B, C, D, E (même légende que fig. 1).

Maize yield change under different treatments: T1, T2, A, B, C, D, E.

De ces résultats, on peut tirer quelques conclusions. Le grattage léger avec brûlis aboutit à la destruction de la matière organique, à la dénudation du sol et à une augmentation du ruissellement. ROOSE, en 1973, note que le travail régulier du sol et la moins bonne protection des sols contre l'agressivité des pluies favorisent la destruction des agrégats, l'encroûtement et peuvent augmenter les risques d'érosion en nappe. La chute du rendement en est une conséquence évidente (LAL, 1976 ; MBAGWU, 1985).

Les résidus de récolte (environ 1 t/ha) ont été insuffisants pour assurer au sol une protection contre l'érosion et conserver le stock organique (SEDOGO, 1981) ; les rendements et les taux de matière organique ont donc régulièrement diminué pour se retrouver 14 ans après à un niveau critique (0,4 %). ROOSE, en 1973, a obtenu des résultats similaires sur des sols ferrallitiques semblables en Côte d'Ivoire. FELLER et MILLEVILLE, en 1977, avaient abouti à un résultat similaire en étudiant l'évolution des sols défrichés dans la région des Terres neuves du Sénégal.

Le labour isohypse réduit fortement l'érosion ; mais, au lieu d'entraîner une forte réduction des pertes de matière organique en conservant la fertilité des sols, ce labour conduit au contraire à une chute du stock organique et des rendements (fig. 2 et 3). Cela s'expliquerait par une accélération de la minéralisation de la matière organique dans les billons où la température et la porosité sont souvent assez élevés. Le billonnage isohypse semble une très bonne technique de lutte antiérosive, mais il ne suffit pas pour conserver la fertilité de ces sols.

L'apport de fumier à raison de 10 t/ha la première année et 5 t/ha tous les deux ans par la suite a enrichi le sol en matière organique sur les vingt premiers centimètres. Après cinq ans, la teneur en matière organique de cette couche est encore de 3 %.

Cependant, on constate des variations importantes dans les taux de carbone tous les deux ans. Cela serait dû au mode de prélèvement à des endroits différents, à la préparation des échantillons ou à l'arrivée des pluies intenses juste après l'apport ; ces pluies entraînent une partie du fumier.

Néanmoins, l'apport du fumier réduit l'érosion, probablement à cause de la création du complexe organo-minéral qui stabilise les agrégats et protège le sol contre la battance. Mais cette technique n'a pas pu être adoptée par les paysans qui, n'étant pas dans une zone d'élevage, l'ont trouvée trop contraignante malgré tous les efforts de la vulgarisation. La pratique du zaï (ROOSE, 1994) aurait certainement permis d'économiser le fumier en concentrant localement les apports aux poquets.

Le problème de la dégradation des terres de barre sous culture reste donc entier. En treize ans, les conditions de culture ont profondément modifié le comportement des sols vis-à-vis des cultures en réduisant nettement leur capacité de production (FAUCK *et al.*, 1969 ; SIBAND, 1972).

Nous avons décidé d'essayer *Mucuna pruriens* variété *utilis* pour deux raisons fondamentales :

— cette plante est une légumineuse qui fournit de la matière organique et de l'azote au sol ;

— elle se développe rapidement, couvre bien le sol, produit beaucoup de semences et 9 à 10 tonnes de matière sèche au bout de 5 à 6 mois.

Effets de *Mucuna pruriens* variété *utilis* sur le ruissellement, le taux de matière organique et le rendement en maïs grain

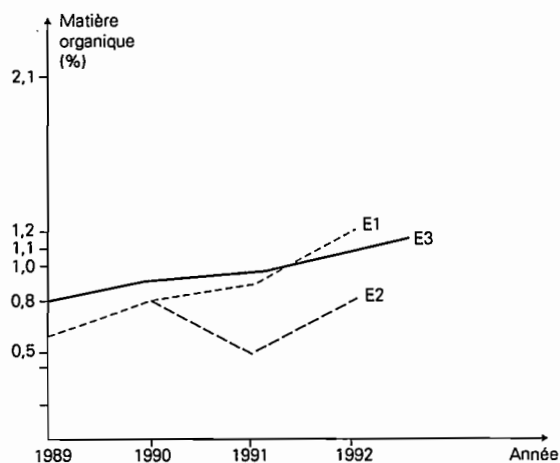
Les résultats sont consignés dans le tableau III sous forme de fourchette de variation de 1988 à 1993.

De ces résultats, il ressort que, d'une part, sur la parcelle témoin (T) sans engrais minéral et sans *Mucuna*, le ruissellement annuel moyen est passé de 50 à 55 % ; d'autre part, l'acidité du sol a légèrement augmenté (4,9 à 4,8), tandis que le taux de matière organique a baissé de 0,6 à 0,5 % et le rendement en maïs grain de 1,3 à 0,6 t/ha. Ces effets sont dus à la faiblesse des restitutions organiques de la culture continue sur brûlis ; ils ont été observés également en conditions tropicales dans d'autres types de sols (BOYER, 1970 ; ROOSE, 1973 ; BACYE, 1993). Les quelques résidus qui ont échappé au feu sont émiettés par les termites et transportés dans les bas-fonds par le ruissellement. Conséquence : le sol se dénude progressivement puis se dégrade. La dégradation de la terre de barre se poursuit donc sous culture traditionnelle sur brûlis et les risques d'érosion augmentent.

Le traitement E2 qui renouvelle *Mucuna* tous les deux ans avec culture du maïs n'a pas entraîné une variation notable du pH (5,3 à 5,2) en cinq ans ; en revanche, il a amélioré le taux de matière organique du sol (0,6 à 0,9 %) et le rendement en maïs grain (de 200 à 1 100 kg/ha) (fig. 4).

Dans le même temps, le ruissellement diminue de 30 à 25 %. L'érosion baisse de 25 %. Cet accroissement de matière organique et du rendement induit par le traitement E2 est dû à la biomasse végétale et racinaire de *Mucuna*, qui exerce le triple rôle de source de matière organique, de protection du sol contre l'érosion et d'augmentation de l'activité des vers de terre qui réduit le ruissellement. On en déduit que le traitement qui apporte *Mucuna* tous les deux ans est une pratique qui peut restaurer à long terme la fertilité du sol.

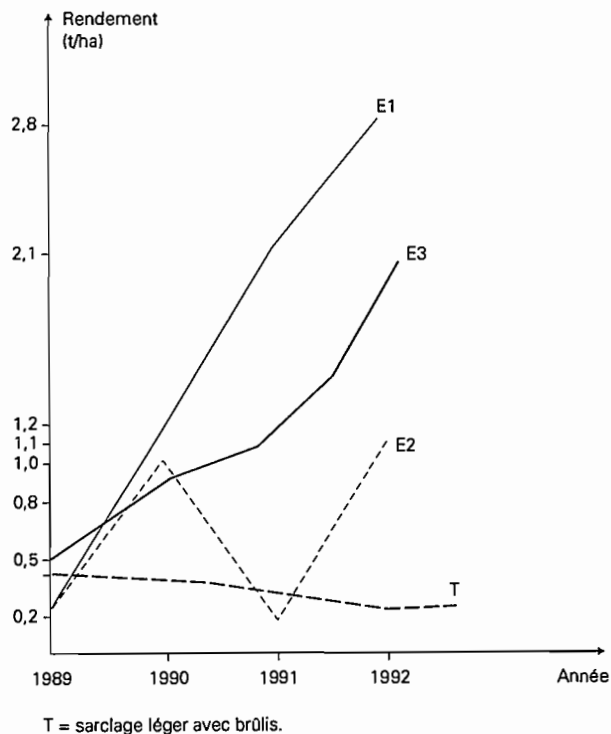
L'apport de la fumure minérale (NPK) dans le traitement E3 entraîne en cinq ans une légère baisse de pH (5,5 à 5,3) (tabl. III) ; mais le taux de matière organique double (0,8 à 1,6 %) et le rendement s'accroît remarquablement (0,5 à 2,5 t/ha) (fig. 5). Cette action bénéfique de la fumure minérale (NPK) sur le relèvement du taux de matière organique et du rendement a été décrite par RUFYIKIRI et HENNEBERT en 1994. L'augmentation du stock minéral



E1 = système maïs-*Mucuna* ; *Mucuna* semé entre lignes de maïs/an.
 E2 = système maïs-*Mucuna* ; idem maïs tous les 2 ans.
 E3 = système maïs en continu + fumure minérale NPK
 (200 kg/ha NPK + 100 kg/ha d'urée) (sans *Mucuna*).

FIG. 4. — Influence de *Mucuna* sur l'évolution du taux de matière organique.

Mucuna effects on organic matter content.



T = sarclage léger avec brûlis.

FIG. 5. — Influence de *Mucuna* sur l'évolution du rendement en maïs grain (même légende que fig. 4).

Mucuna effects on maize yield.

(NPK) disponible pour la plante entraîne l'augmentation de la biomasse et, par conséquent, du taux de matière organique du sol. WERTZ (1979) avait déjà remarqué, au cours de ses recherches sur les terres de barre, que l'apport de la fumure minérale se traduisait par une augmentation significative du rendement et, dans une moindre proportion, du taux de matière organique. Mais la production en maïs grain qu'entraîne ce traitement ne permet pas au paysan d'assurer les frais d'engrais et sa subsistance au cours de l'année. Car deux tonnes de maïs grain pour les deux saisons de l'année équivalent à 20 sacs ; or le paysan et sa famille consomment au minimum 18 sacs de maïs par an ; il ne peut donc vendre que deux sacs à 20 000 F CFA au plus. Les frais d'engrais NPK et urée (quatre sacs de NPK et deux sacs d'urée) lui reviennent à 40 000 F CFA. Ce qui représente un déficit de 20 000 F CFA chaque année que le paysan n'arrive à combler qu'après la vente des produits de sa palmeraie. Cela justifie la non-adoption de ce traitement par les paysans.

Le traitement E1 qui renouvelle *Mucuna* tous les ans n'entraîne pas une variation importante du pH (5,1 à 5,2) dans la parcelle, mais il accroît nettement le taux de matière organique du sol (0,6 à 2,0 %) (fig. 4) et les rendements (200 kg/ha en 1988 à 2 800 kg/ha en 1993), tandis que les risques de ruissellement ($K_r = 10$ à 5 %) et d'érosion diminuent (7,8 à 2,0 t/ha) (tabl. III).

Au Mexique, des résultats similaires ont été obtenus ; *Mucuna* a pu raccourcir l'occupation de la terre en jachère traditionnelle de dix ans environ à une année seulement (BUNCH, 1986). La réduction du ruissellement et l'augmentation si rapide des rendements en maïs qu'entraîne le système maïs-*Mucuna* sont dues à l'enrichissement du sol en matière organique et en azote, et à l'humidité qu'entretient dans le sol l'importante biomasse de *Mucuna*.

Cet effet de la végétation sur le relèvement du taux de matière organique et sur la protection du sol contre l'érosion a été observé par plusieurs auteurs (BOYER, 1970 ; CHARREAU, 1972 ; PIERI, 1989) qui ont étudié les jachères de longue durée.

À Ibadan, au Nigeria, AKOBUNDU *et al.*, en 1984, ont utilisé *Mucuna* pour contrôler le chiendent (*Imperata cylindrica*). KOUDOKPON et VERSTEEG (1991), en étudiant l'effet de *Mucuna* sur le relèvement de la fertilité du sol, concluent que cette légumineuse est la « solution des terres pauvres ». De nombreux paysans du plateau d'Aplahoué, dans le sud-ouest du Bénin, l'ont adoptée bien que ce système supprime la seconde campagne agricole ; car les rendements en maïs peuvent leur assurer l'autoconsommation et leur procurer de l'argent par la vente du surplus de maïs. Ils passent progressivement de 200 kg/ha en première année à 2 800 kg/ha après six ans. Avec cette production de 28 sacs de maïs, le paysan et sa famille peuvent vendre dix sacs à 100 000 F CFA après en avoir consommé dix-huit. Ils seraient alors en mesure d'apporter

100 kg/ha de fumure minérale NPK. Ce qui contribuerait à augmenter encore sa production en maïs jusqu'à près de 50 sacs.

CONCLUSION

Le billonnage isohypse est une technique très efficace dans la lutte antiérosive mais il n'améliore pas la fertilité du sol ; il réduit très sensiblement le ruissellement superficiel mais accroît le drainage interne et la lixiviation des éléments minéraux libérés au cours de la minéralisation ; cela appauvrit la couche du sol exploitable par les racines. Les rendements chutent malgré la bonne conservation de l'eau et du volume du sol.

Ce résultat nous amène à comprendre que les meilleures techniques antiérosives ne sont pas nécessairement les plus restauratrices des sols. L'apport d'engrais minéral NPK est intéressant puisqu'il entraîne un accroissement notable

des rendements en maïs grain, mais il n'a pas été adopté par les paysans des plateaux des terres de barre car cette pratique n'est pas rentable actuellement. Ils préfèrent les techniques biologiques et particulièrement les légumineuses grimpantes pour couvrir suffisamment le sol et l'enrichir également en matière organique et en azote. Dans le cas étudié, *Mucuna pruriens* variété *utilis*, cultivé tous les ans en association avec le maïs dans le système *Mucuna*-maïs, permet de réduire très sensiblement les risques de ruissellement et d'érosion, d'accroître notablement les taux de matière organique et la productivité en maïs des terres de barre.

Mais ce système qui, à court et moyen terme, enrichit le réservoir nutritif du sol en eau, matière organique et azote peut-il constituer à long terme une alternative à la fertilisation minérale azotée ?

C'est l'objectif que poursuivent les essais en cours sur les parcelles.

BIBLIOGRAPHIE

- AKOBUNDU *et al.*, 1984 — « Control of *Imperata cylindrica* ». In : *IITA Annual Report 1983*, Ibadan, IITA : 175-176.
- AZONTONDE (A.), 1994 — Dégradation et restauration des terres de barre au Sud-Bénin. *Bull. Réseau Erosion*, 14 : 38-60.
- BOYER (J. Y.), 1970 — *Essai de synthèse des connaissances acquises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique intertropicale francophone*. Comité des sols tropicaux/Committee on Tropical Soils, Londres, 8-12 juin, Paris, Orstom, 175 p.
- BUNCH (R.), 1986 — « What we have learned to date about green manure crops for small farmers CIDICCO, Tegucigalpa, Honduras ». In : Koudopkon (V.), Versteeg (M.), *Mucuna... solution pour les terres pauvres et les champs envahis par les chiendents*.
- CHARREAU (C.), 1972 — Problèmes posés par l'utilisation agricole des sols tropicaux par les cultures annuelles. *Agron. Trop.*, 27 : 905-929.
- CPCS, 1967 — *Classification des sols*. Rapport Ensa Grignon, 87 p.
- DABIN (B.), 1956 — Contribution à l'étude de la fertilité des terres de barre. *Agron. Trop.*, 11 (4) : 490-506.
- FAUCK (R.), MOUREAUX (C.), THOMANN (C.), 1969 — Bilans de l'évolution des sols de Séfa (Casamance, Sénégal) après quinze ans de culture continue. *Agron. Trop.*, 24 (3) : 263-301.
- FELLER (C.), MILLEVILLE (P.), 1977 — *Évolution de sols de défriche récente dans la région des terres neuves (Sénégal oriental)*. I. Présentation de l'étude et de l'évolution des principales caractéristiques morphologiques et physico-chimiques. Dakar, Orstom, 26 p.
- KOUDOKPON (V.), VERSTEEG (M.), 1991 — *Mucuna = solution pour les terres pauvres et les champs envahis par les chiendents*. Cotonou, IITA, 10 p. *multigr.*
- LAL (R.), 1976 — Soil erosion on alfisol in Western Nigeria. *Geoderma*, 16 : 363-431.
- MBAGWU (J. S. C.), 1985 — Subsoil productivity of an ultisol in Nigeria as affected by organic wastes and inorganic fertilizer amendments. *Soil Sci.*, 140 (6) : 436-441.
- PFEIFFER (V.), 1988 — *Agriculture au Sud-Bénin. Passé et perspectives*. 172 p.
- PIERI (C.), 1989 — *Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara*. Paris, ministère de la Coopération et du Développement, Cirad, 444 p.
- PURSEGLOVE (J.), 1968 — *Tropical crops. Dicotyledons 1 : 200*. London, Longmans, Green & Co.
- ROOSE (E.), 1973 — *Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte d'Ivoire. Milieu intertropical*. Thèse doct. ing., fac. Sci., Abidjan, 125 p.
- ROOSE (E.), 1976 — *Le problème de la conservation de l'eau et du sol en République du Bénin. Mise au point en 1976*. Abidjan, Orstom/FAO, 34 p.
- ROOSE (E.), 1994 — Une méthode traditionnelle de restauration des sols. Le zaï au pays Mossi (Burkina Faso). *Bull. Pédol. FAO*, 70, 420 p.
- RUFYIKIRI (G.), HENNEBERT (P.), 1994 — Production de biomasse avec ou sans intrants lors de la première mise en culture de deux sols ferrallitiques au Burundi. *Bull. Réseau Érosion*, 14 : 100-114.
- SEDOGO (M.P.), 1981 — *Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride*. Thèse doct. ing., INPL, univ. Nancy, 195 p.
- SIBAND (P.), 1972 — Étude de l'évolution des sols sous culture traditionnelle en Haute-Casamance. Principaux résultats. *Agron. Trop.*, 27 (5) : 574-590.

- VOLKOFF (B.), 1976 — *Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin à 1 : 200 000. Feuille Abomey*. Paris, Orstom, Notices explicatives, 66 (2), 40 p., 1 carte h.t.
- VOLKOFF (B.), WILLAIME (P.), 1976 — *Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin. Feuille Porto-Novo*. Paris, Orstom, Notices explicatives, 66 (1), 39 p., 1 carte h.t.
- WALKLEY (A.), BLACK (I.), 1934 — An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37 : 29-38.
- WERTZ (R.), 1979 — *Dossier pour une synthèse des résultats de la recherche agronomique au Bénin en maïsiculture*. Cotonou, Cirad-Irat, 241 p., multigr.