

EROSION HYDRIQUE ET REHABILITATION DE LA CAPACITE A PRODUIRE D'UN SOL FERRALLITIQUE SOUS CULTURE CONTINUE

AMBASSA-KIKI R.¹ et BABALOLA O.²

¹IRAD, B.P. 2067 Yaoundé, Cameroun

²Department of Agriculture, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

RESUME

L'érosion hydrique est l'une des causes fondamentales de la baisse de productivité du sol en zone forestière humide du Cameroun. On a ainsi observé à Minkoameyos (à l'Ouest de Yaoundé) sur une parcelle à 15 % de pente un déclin des principaux facteurs de productivité du sol dû à 80 % environ à l'érosion hydrique consécutive à deux années de rotation arachide-maïs avec application d'engrais. Un essai de réhabilitation a alors été entrepris pendant deux ans avec des jachères entretenues. Pour ce faire, cinq traitements issus d'un factoriel incomplet 3 x 2 combinant trois types de jachère et deux méthodes de travail du sol ont été appliqués: une jachère naturelle à dominance de chromolaena (*Chromolaena odorata*) (CHRO) non labourée, une jachère à pueraria (*Pueraria phaseoloides*) (PUER) préalablement labourée au motoculteur, et non labourée, et une jachère à flemingia (*Flemingia congesta*) (FLEM) labourée et non labourée. Le pueraria et le flemingia sont deux espèces améliorantes du groupe des légumineuses. Les paramètres évalués à 15 cm de profondeur étaient le pH, l'acidité d'échange (Al^{3+} , H^+), la matière organique (MO), la somme des bases échangeables (*S*) et *P* assimilable. Les résultats montrent une augmentation hautement significative ($P < 0,01$) de la plupart des éléments de la fertilité évalués (*P*, *S*, MO, etc.) entre le premier prélèvement (A0) et l'année 2 (dernier prélèvement). Par ailleurs, peut-être à cause de cette amélioration générale, on n'observe pas de différence significative entre les traitements ni d'interaction travail du sol x jachère. Cependant, on remarque des valeurs légèrement plus élevées dans le sens FLEM > PUER > CHRO. En tout état de cause, il apparaît que malgré la contribution positive des jachères dans la régénération de la fertilité chimique du sol, il n'a pas été possible, dans les conditions de cette expérience, de discriminer les différents types de jachère.

Mots clés: Erosion hydrique, fertilité du sol, jachère améliorée, réhabilitation, sol ferrallitique.

ABSTRACT

Soil erosion by water is one of the major constraints causing soil productivity decline in the humid forest zone of Cameroon. This was experienced at Minkoameyos (west of Yaoundé) where a drop of the main productivity factors was observed in an experimental plot with 15% slope, due to about 80% to erosion following two years of fertilized groundnut-maize rotation. A rehabilitation trial was then conducted for two years using planted fallows. Five treatments derived from a 3 x 2 incomplete factorial combining three fallow types and two tillage practices were tested, i.e.: a natural and no tilled fallow dominated by chromolaena (*Chromolaena odorata*) (CHRO); a pueraria (*Pueraria phaseoloides*) fallow (PUER) tilled (with a walking tractor), and no tilled; and a flemingia (*Flemingia congesta*) fallow (FLEM) tilled and no tilled. Pueraria and flemingia are two leguminous species. The parameters evaluated at 15 cm depth were pH, exchange acidity (Al^{3+} , H^+), organic matter (OM), sum of exchangeable bases (*S*) and

available P. The results showed a highly significant increase ($P < 0,01$) of most of the soil fertility factors evaluated (P, S, OM, etc.) with time [i.e. from the first (A0) to the last (A2) sampling date]. Moreover, perhaps due to the general improvement of soil parameters, no tillage x fallow interaction was observed, and no significant difference was found among treatments. However, slightly higher values were recorded in the order FLEM>PUER>CHRO. In any case, it appeared that despite a positive fallow contribution in regenerating chemical soil fertility, the prevailing experimental circumstances did not permit to discriminate fallow types.

Key words: Water erosion, soil fertility, improved fallow, rehabilitation, ferric Acrisol.

INTRODUCTION

La mise en culture de toute parcelle de terre en zone forestière humide l'expose à l'action érosive de l'eau. En effet, la manipulation mécanique qui en découle habituellement entraîne la dégradation de la structure du sol et partant, sa susceptibilité à l'érosion, conséquences de la minéralisation accélérée de la matière organique (MO) (Allison, 1973; Tate, 1987) et du tassement. Il peut s'ensuivre, comme cela a été le cas à Minkoameyos (région de Yaoundé), une perte en terre d'environ un centimètre d'épaisseur en deux années de culture (Ambassa-Kiki et Nill, 1999). Par rapport à la forêt secondaire environnante, cette perte équivalait à un déclin d'environ 57 % de MO, 36 % d'azote total (N), 13 % de phosphore assimilable (P), 82 % de la somme des bases (S) et 23 % du pHeau, et à un accroissement de la densité apparente (d.a.) et de l'acidité d'échange (AE) respectivement de l'ordre de 16 % et $>>200$ % (Tableau I). Devant ce type de phénomène, le recours à la jachère de longue durée a été, depuis des temps immémoriaux, la technique de réhabilitation de la capacité à produire du sol la plus répandue en Afrique en général et au Cameroun en particulier (Nye et Greenland, 1961; Tonyé et al., 1986). De plus en plus cependant, du fait de diverses pressions sur les terres, la durée de la jachère s'est faite de plus en plus courte, hypothéquant ainsi sa capacité à jouer son rôle de réhabilitateur de la fertilité. Ce problème a trouvé un début de solution grâce notamment aux travaux de Lal (1979), Kang et al. (1981, 1985), Wilson et al. (1982) et Hulugalle et al. (1986). En effet, ces auteurs ont suggéré l'utilisation de certaines graminées, mais surtout celle de légumineuses dont le pouvoir améliorant sur les caractéristiques du sol semblait supérieur (Wilson et al., 1982; Hulugalle et al., 1986), afin réhabiliter la productivité du sol en un laps de temps relativement court.

L'objectif de cette étude était de tester cette hypothèse en comparant l'impact de deux jachères plantées et d'une jachère naturelle sur les éléments de la fertilité chimique du sol.

MATERIELS ET METHODES

Les travaux relatifs à cette étude ont été conduits pendant deux ans dans les champs d'expériences de l'IRAD¹ à Minkoameyos (région de Yaoundé). Les sols y sont de type ferrallitique fortement désaturé, rouge sur embréchites (CPCS, 1967). La configuration annuelle des pluies est bimodale avec deux pics en mai et octobre qui déterminent deux saisons de cultures pluviales par an (Ambassa-Kiki, 1990).

Tableau I. Comparaison des caractéristiques de l'horizon de surface (0-5 cm) du site et d'un sol voisin sous forêt secondaire.

¹Institut de Recherche Agricole pour le Développement

Milieu	Caractéristiques*								
	d.a. (Mg m ⁻³)	M.O. (g kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	Ca	Mg	K	Na	A.E.	pH
Site	1,26	22	1,6	2,57	0,89	0,28	0,18	0,22	5,0
SSF	1,09	52	2,5	15,01	5,13	0,64	0,50	0,00	6,5

* Moyenne de 3 valeurs sauf pour SSF; d.a. = densité apparente; M.O. = matière organique; A.E. = acidité d'échange.

Deux ans avant la mise en place de l'essai, le site, d'une superficie de 500 m², a été soumis à une rotation continue arachide-maïs, avec des pertes en terre annuelles estimées à 0,5 cm d'épaisseur de terre (Nill, 1993). Les caractéristiques moyennes de l'horizon de surface obtenues à la fin de cette expérience sont données dans le tableau I. Apparemment, le sol a l'air plus pauvre que sur le site qu'en forêt secondaire (SSF), avec une acidité d'échange nettement plus forte. Ceci est compréhensible compte tenu des manipulations dont il a été l'objet pendant deux années successives.

Pour les besoins de notre étude, un essai factoriel incomplet 3 x 2 suivant un dispositif en blocs complets randomisés a été mis en place avec 5 traitements et 6 répétitions disposées le long d'une pente de 15 %. Les traitements étaient issus d'une combinaison de deux méthodes de travail du sol (labour au motoculteur; non-labour) et de trois types de jachère désignés suivant l'espèce végétale dominante: une jachère naturelle ou à *Chromolaena* (*Chromolaena odorata*) [CHRO], deux jachères à pueraria (*Pueraria phaseoloides*) [PUER], et deux à *Flemingia* (*Flemingia congesta*) [FLEM]. Comme cela se passe traditionnellement, la jachère naturelle seule n'avait pas été labourée.

Les semences ont été mises en terre sans prétraitement à la densité de 20 000 pieds/ha (50 x 100 cm) pour le pueraria et 40 000 pieds/ha (50 x 50 cm) pour le *Flemingia*. Aucune application préalable d'engrais n'a été effectuée dans tout l'essai. Cependant, tandis que les parcelles CHRO et PUER (labourées et non labourées) étaient laissées en l'état sans intervention particulière, les traitements FLEM étaient émondés à 20 à 30 cm du sol deux fois par an, au début de chaque saison des pluies (fin mars et fin août), et les émondes répandues sur le sol aussi régulièrement que possible.

Pour une évaluation dans le temps des éléments de la fertilité du sol, des échantillons composites ont été prélevés dans chaque parcelle élémentaire avant la mise en place de la jachère (année 0 = A0), puis à la fin de chaque année (années 2 et 3 = A1 et A2 respectivement). La profondeur de prélèvement était de 15 cm, excepté pour la forêt secondaire voisine où elle était de 5 cm. L'analyse des échantillons a été essentiellement centrée sur la détermination du pH, de l'acidité d'échange, et du taux de matière organique (MO), des bases échangeables et du phosphore assimilable (BrayII-P). Les résultats obtenus ont été analysés sur Systat.

RESULTATS ET DISCUSSION

Evolution du pH et de l'acidité d'échange

Dans l'ensemble, la réaction du sol est fortement acide (Landon, 1984) indépendamment du traitement et de l'époque de prélèvement. Cependant, si en moyenne cette acidité n'est pas identique pour tous les traitements et varie de façon significative (Tableau II), la variation n'affecte que les traitements au pueraria et peut être considérée comme négligeable. En ce qui concerne maintenant les dates de prélèvement, on note que les valeurs moyennes des pH diffèrent significativement d'une époque à l'autre (Tableau II). Par ailleurs

on observe une amélioration générale (y compris pour CHRO) dont les valeurs finales (en A1 et A2) s'établissent aux niveaux souvent enregistrés aux pH des horizons A de ce type de sol (Ambassa-Kiki et al., 1995; Robain, 1997). Ainsi, la jachère, même naturelle, a avec le temps, un effet bénéfique sur le pH.

Tableau II. Evolution du pH (horizon 0-15 cm) au cours des deux années de jachère

Traitements	Epoque de prélèvement*			Moyenne□
	A0	A1	A2	
CHRO	4,7	4,8	5,1	4,9 ^{ab}
PUER non labourée	4,7	4,9	5,3	5,0 ^a
PUER labourée	4,6	4,8	5,0	4,8 ^b
FLEM non labourée	4,6	4,8	5,2	4,9 ^{ab}
FLEM labourée	4,7	4,8	5,2	4,9 ^{ab}

*Moyenne de six répétitions.

- Epoque de prélèvement : S (P < 0,05)

□ Deux moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % de probabilité.

Ceci se reflète d'ailleurs sur l'acidité d'échange (Al^{3+} , H^+) qui voit son niveau général baisser significativement (P<0,01) d'un prélèvement à l'autre pour tous les traitements. Cependant, ni l'effet jachère ou travail du sol, ni l'interaction des deux ne sont significatifs (Tableau III) et expliquent la non mention du labour dans la suite du texte. Les baisses enregistrées sont de l'ordre de 14% pour CHRO, et 11% respectivement pour PUER et FLEM, et peuvent indiquer une dégradation plutôt moyenne de ces sols. En effet, elles sont inférieures à celles observées par Ambassa-Kiki et Babalola (1999) sur une terre fortement érodée et qui s'établissaient à 42, 55 et 52% respectivement.

Tableau III. Evolution de l'acidité d'échange à 0-15 cm au cours des deux années de jachère.

Traitements	Epoque de prélèvement*			Moyenne
	A0	A1	A2	
CHRO	0,77	0,78	0,43	0,66
PUER	0,81	0,86	0,49	0,72
FLEM	0,91	0,82	0,44	0,72

*Moyenne de six répétitions.

- Epoque de prélèvement : HS (P < 0,01)

- Traitements : NS

Somme des bases

La baisse générale de l'acidité d'échange et l'augmentation concomitante du pH ont été mises en évidence plus haut. Elles ne sont en fait que la conséquence directe de l'accroissement de la somme des bases (S). En effet, l'importante contribution de Ca et Mg (deux éléments clés de S) dans la neutralisation de l'aluminium échangeable est connue (Kamprath, 1972) et peut expliquer ce phénomène. Cela dit, l'accroissement de S a été en général très rapide (entre A0 et A2) et en tout cas (très) supérieur à celui du pH. Ici se confirment également l'observation

faite par Ambassa-Kiki et Babalola (1999): les bases échangeables apparaissent comme les paramètres les plus sensibles à l'influence de la jachère quelle qu'elle soit.

Tableau IV. Evolution de la somme des bases à 0-15 cm au cours de deux années de jachère

Traitements	Epoque de prélèvement*			Moyenne
	A0	A1	A2	
CHRO	1,33	1,62	4,50	2,48
PUER	1,28	1,59	4,61	2,49
FLEM	1,33	1,65	5,17	2,72

*Moyenne de six répétitions.

- Epoque de prélèvement : HS ($P < 0,01$)

- Traitements : NS

Phosphore assimilable (Bray II-P)

Comme pour la plupart des sols tropicaux, le phosphore est l'un des éléments les plus limitants de la productivité agricole des sols acides du Cameroun (Tchuenteu, 1997). Ainsi, des valeurs telles que celles présentées dans le tableau V et même inférieures à celles-ci sont très répandues dans les sols du pays (Ambassa-Kiki et al. (1995). Certes, les traitements évalués ne diffèrent pas significativement les uns des autres, néanmoins on observe un accroissement hautement significatif ($P < 0,01$) des niveaux de phosphore d'un prélèvement à l'autre. Malgré cet accroissement significatif dû probablement à l'action de la jachère, les valeurs de P sont dans l'ensemble très faibles au point qu'elles n'atteignent pas – même pour les plus élevées d'entre elles ($4,3 \text{ mg kg}^{-1}$) – le seuil de carence qui est d'environ 12 mg kg^{-1} (Tchuenteu, 1997).

Tableau V. Evolution de Bray II-P à 0-15 cm au cours des deux années de jachère

Traitements	Epoque de prélèvement*			Moyenne
	A0	A1	A2	
CHRO	3,5	4,3	4,3	4,0
PUER	3,0	3,9	3,8	3,6
FLEM	3,1	3,7	3,9	3,6

*Moyenne de six répétitions.

- Epoque de prélèvement : HS ($P < 0,01$)

- Traitements : NS

Taux de matière organique

En dehors de l'acidité d'échange dont le niveau baisse en fonction du temps, le taux de matière organique (MO), comme les autres paramètres examinés, s'accroît d'un prélèvement à l'autre pour tous les traitements. Cet accroissement qui s'établit de A0 à A2, à 61, 49 et 59 %

respectivement pour CHRO, PUER et FLEM, est hautement significatif ($P < 0,01$). Cependant, le taux de MO final atteint par chaque jachère demeure très bas (Landon, 1984), montrant ainsi que deux années de jachère ne suffisent pas pour constituer un stock conséquent de MO. Des résultats similaires avaient déjà été signalés par Ambassa-Kiki et Babalola (1999). Par ailleurs, comme précédemment, les différentes jachères n'ont pas pu être discriminées ($P > 0,05$) malgré les différences importantes observées entre les taux d'augmentation de MO.

Tableau VI. Evolution du taux de MO à 0-15 cm au cours des deux années de jachère

Traitements	Epoque de prélèvement*			Moyenne
	A0	A1	A2	
CHRO	18,0	21,7	29,0	22,9
PUER	18,7	20,4	27,8	22,2
FLEM	18,3	20,9	29,1	22,8

*Moyenne de six répétitions.

- Epoque de prélèvement : HS ($P < 0,01$)

- Traitements : NS

CONCLUSION

L'examen d'un certain nombre d'éléments d'appréciation de la fertilité chimique du sol a été entrepris sur un sol ferrallitique moyennement dégradé des environs de Yaoundé. Après deux années de jachère naturelle (dominée par le chromolaena) et de jachères entretenues, les valeurs des paramètres du sol étudiés se sont significativement ($P < 0,01$) améliorées pour tous les types de jachère. Cependant, cette amélioration ne les met pas encore au même niveau qu'une forêt secondaire non exploitée. Par ailleurs, on constate que les variations de ces paramètres n'ont pas permis de discriminer les traitements, probablement à cause de la profondeur de prélèvement et de la durée de l'expérience. D'un autre côté, le facteur travail du sol (labour) introduit pour renforcer la rapidité de la régénération n'a pas eu d'influence sur l'évolution des jachères et des paramètres du sol. Au vu de ce qui précède, l'on peut en conclure qu'il n'est pas nécessaire de travailler une parcelle destinée à la jachère, même s'il s'agit d'une jachère améliorée. On peut également en conclure que deux années seulement de ce type de traitement ne suffisent pas à un sol dégradé, même moyennement, pour régénérer sa fertilité, du moins chimique. A ce propos, afin d'avoir une appréciation plus complète d'un quelconque gain de productivité, il s'avère nécessaire d'examiner aussi l'influence positive que les jachères n'ont pas manqué d'avoir sur les caractéristiques physiques du sol.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLISON, F.E., 1973 – Soil organic matter and its role in crop production. Devel. in Soil Sci., 3. Elsevier, Amsterdam.
- AMBASSA-KIKI, R., 1990 – Un site d'expérimentation du réseau IBSRAM à Minkoameyos, Yaoundé. IBSRAM Proceedings, 10 : 425-440. IBSRAM, Bangkok, Thailand.

- AMBASSA-KIKI, R., BABALOLA, O., 1999 – Jachères améliorées et restauration de la fertilité d'un sol ferrallitique fortement érodé du Centre Cameroun. In "La Jachère en Afrique Tropicale" Séminaire international tenu à Dakar (Sénégal): 13-16 avril 1999.
- AMBASSA-KIKI, R., NILL D., 1999 – Effects of different land management techniques on selected topsoil properties of a forest Ferralsol. *Soil & Tillage Res.*, 52 : 259-264.
- AMBASSA-KIKI, R., TCHIENKOUA, M., AGOUME, V., 1995 – Site and soil characterization report. In "AMBASSA-KIKI, R. (Ed.), Land Clearing on Acid Soils in Forested Regions in Central Cameroon" IRA/IBSRAM, Yaoundé, Cameroun: 14-27.
- C.P.C.S. (Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols), 1967 - Classification des sols. Laboratoire de Géologie de l'INA P.-G., Paris. Miméo, 87 p.
- HULUGALLE, N.R., LAL, R., TER KUILE, C.H.H., 1986 – Amelioration of soil physical properties by mucuna following mechanized land clearing of a tropical rainforest. *Soil Science*, 141 : 86-91.
- KAMPRATH, E.J., 1972 – Soil acidity and liming in soils of the humid tropics. Edit. Nation. Acad. Sci., Washington.
- KANG, B.T., GRIMME, H., LAWSON, T.L., 1985 – Alley cropping sequentially cropped maize and cowpea with leucaena on a sandy soil in Southern Nigeria. *Plant and Soil*, 85 : 267-277.
- KANG, B.T., WILSON G.F., SPIKENS, L., 1981 – Alley cropping maize (*Zea mays*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) in Southern Nigeria. *Plant and Soil*, 63 : 165-179.
- LAL, R., WILSON, G.F., OKIGBO, B.N., 1979 – Changes in properties of an Alfisol produced by various crop covers. *Soil Science*, 127 : 377-382.
- LANDON, J.R. (Ed.) – A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. *Booker Tropical Soil Manual*, pp. 106-156.
- NILL, D., 1993 – Soil erosion from natural and simulated rain in forest-, savannah- and highland areas of humid to subhumid west Africa and influence of management. Thèse de Doctorat, Technische Universität München Weihenstephan, Allemagne, 269 p.
- ROBAIN, H., 1997 – Caractérisation et classification des sols de la zone forestière humide. In "AMBASSA-KIKI, R., TIKI MANGA, T. (Eds.), Caractérisation Biophysique et Socio-économique de la Zone Forestière du Cameroun" Actes du symposium national du Projet IRA/ASB, Yaoundé, 53-65.
- TATE, R.L., III. 1987 – Soil organic matter: Biological and ecological effects. John Wiley and Sons, New York.
- TCHUENTEU, F., 1997 – Critical levels of available P in acid soils of Cameroon. In "ANDO, T. et al. (Eds.), Plant nutrition for sustainable food production and environment" Kluwer Academic Publishers, pp. 371-372.
- TONYE, J., AMBASSA-KIKI, R., NSANGOU, M., 1986 – Description of land use systems in the forest zone of Cameroon : ways of improvement. *Rev. sci. et tech., sér. sci. Agron.*, 3 (1) : 31-43.
- WILSON, G.F., LAL, R., OKIGBO, B.N., 1982 – Effects of cover crops on soil structure and on yield of subsequent arable crops grown under strip tillage on an eroded Alfisol. *Soil and Tillage Res.*, 2 : 233-250.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Ambassa-Kiki, R.; Babalola, O. - Erosion hydrique et réhabilitation de la capacité à produire d'un sol ferrallitique sous culture continue, pp. 493-499, Bulletin du RESEAU EROSION n° 19, 1999.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr