

PROCESSUS D'ÉROSION SUR DES CHAMPS DE MAÏS DANS LE BASSIN DE LA LUAMABWE (SHABA, ZAÏRE)

Erosion processes on maize fields in the Luamabwe catchment area (Shaba, Zaïre)

H. LOOTENS*

ABSTRACT

Four years of investigations on mechanized maize fields enable us to give a provisional idea on total soil wastage and the importance of the different erosion processes. The observations are based on the use of erosion stakes and volumetric measurements of the rills and gullies.

Run off and sheet erosion is only of little importance because of the roughness of the fields caused by mechanical ploughing. Rill erosion however is a very active process during the first months of the rainy season when the soil is not yet efficiently protected by crops. Soil loss by rill erosion in this period is related to the erosivity of rain storms. During the second part of the rainy season the different erosion processes are highly reduced by the canopy of the maize leaves. The pattern of the rills is influenced by the position of the high termitaria.

RESUME

Quatre années d'observations sur des champs mécanisés de maïs ont permis de dresser un premier bilan des pertes de sol et de l'importance des différents processus qui sont responsables de l'érosion agricole. Les mesures quantitatives sont menées à l'aide de piquets d'érosion et grâce à la mesure volumétrique des rigoles.

L'effet érosif du ruissellement diffus et du ruissellement en nappe est très limité, surtout à cause de la grande rugosité des champs et le microrelief laissé par le labour. L'érosion en rigoles est un phénomène important pendant la première moitié de la saison des pluies quand le sol est encore mal protégé par la végétation. Le volume érodé est en relation avec l'érosivité des pluies pendant cette période. Au cours de la deuxième moitié de la saison pluvieuse, l'érosion

* Département de Géographie, Université de Lubumbashi, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.

est fortement limitée par la protection efficace des feuilles de maïs. L'auteur a constaté que la localisation des rigoles est influencée par l'emplacement des termitières géantes.

INTRODUCTION

Le maïs, qui occupe au Shaba une place de plus en plus importante (BATUBENGA & BUSHABU, 1981), est considéré comme une culture qui sous un climat tropical favorise l'érosion agricole (LAL, 1977) si on ne prend pas des mesures anti-érosives. Plusieurs études ont été faites en Afrique tropicale sur cette érosion sur des champs de maïs (CHARREAU, 1972; HUDSON, 1957; LAL, 1976, 1981 ; TEMPLE, 1972) et les auteurs ont essayé de déterminer le taux d'érosion en fonction des facteurs comme l'érodibilité du sol, les techniques culturales, la topographie, la couverture végétale, l'intensité des précipitations. Dans les environs de Lubumbashi, SOYER *et al.* (1982) ont étudié en détail l'érosion par le splash dans une culture mécanisée de maïs.

Les mesures effectuées au cours de quatre années d'observations (1979-1983) sur une même série de quatre champs avaient comme but d'obtenir une première idée sur les différents types d'érosion pluviale et sur les pertes de sol qui en résultent.

LE SITE

Les champs expérimentaux sont situés des deux côtés de la Luamabwe, un affluent de la rive droite de la Kafubu, à 25 km au sud-ouest de Lubumbashi (Fig. 1). Les champs, avec une superficie totale de 23 ha, ont été aménagés depuis 1975 d'une manière continue comme des champs de maïs. On n'a pas égalisé les termitières géantes qui ont à cet endroit une densité de 2,4 ha⁻¹. Les versants montrent un profil convexo-concave avec des valeurs de pente comprises entre 0,5 et 2°.

Les sols sont des latosols d'une épaisseur de plus de 1,20 m. Ils sont bien drainés, sauf en bas de pente où la nappe phréatique peut monter jusqu'à - 1 m. L'horizon superficiel contient une fraction grossière (> 500 µm) comprise entre 2 et 7 % (des concrétions ferrugineuses et et quelques fragments de schiste et de quartz) et une fraction argileuse (< 2 µm) de 23 à 42 %. Une stone-line, d'environ 60 cm d'épaisseur, est omniprésente et elle repose sur un saprolithe de schistes, traversées de quelques bancs de grès.

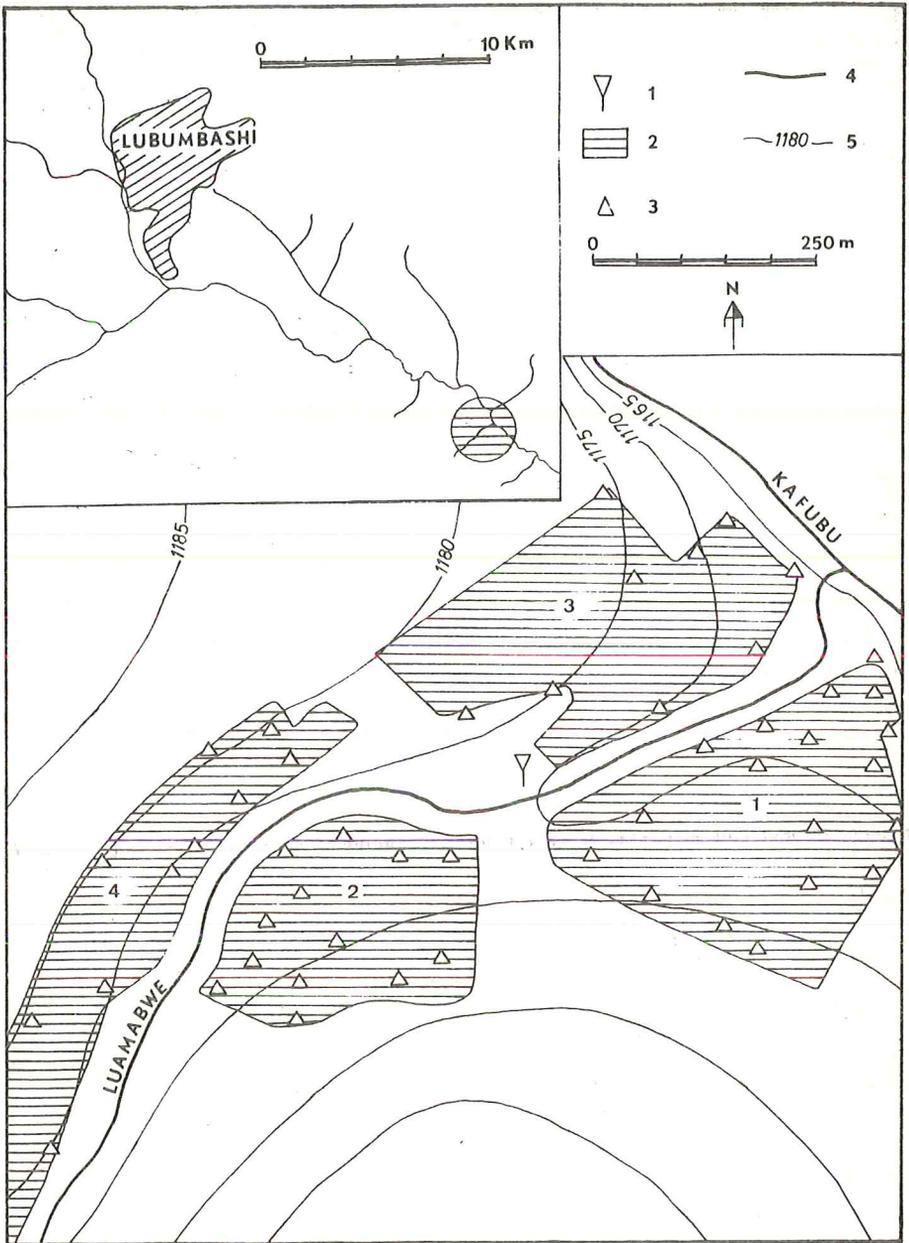


Fig. 1 : Localisation des champs expérimentaux. 1 : pluviographe; 2 : champs mécanisés de maïs; 3 : termitière géante; 4 : cours d'eau; 5 : courbe de niveau.

TECHNIQUES AGRICOLES

Les différents types de labourage mécanique, qui se font tous parallèlement aux courbes de niveau, sont résumés dans le tableau I.

	Labourage	Hersage	Ensemencement	Sarclage
Saison 1979-80	15-20/11/79	20/11/79	26-30/11/79	10/12/79
Saison 1980-81	02-09/07/80	01-05/11/80	19-30/11/80	17/12/80
Saison 1981-82	15/07/81	15/11/81	17-23/11/81	16/12/81
Saison 1982-83	10-15/07/82	15-30/10/82	16/11-04/12/82	05/01/83

Tabl. I : Calendrier des labourages mécaniques.

Après la récolte au mois de mai, la paille reste sur le champs mais est brûlée sur place. Le labourage mécanique, sur une profondeur de 25 cm, a généralement lieu au mois de juillet après quoi les champs sont laissés nus jusqu'en novembre. Une fois que le sol est mouillé par les premières pluies, on procède à un hersage. Fin novembre les champs sont ensemencés et des engrais chimiques composés (500 kg ha^{-1}) sont mélangés au semis. La distance entre deux lignes est de 100 cm et entre deux poquets d'environ 20 cm. Un sarclage mécanique s'impose avant que le maïs ait atteint 30 cm de hauteur et si nécessaire un deuxième sarclage se fait à la main. Pendant la même période on ajoute une deuxième fois des engrais chimiques (150 kg ha^{-1}). La récolte, jusqu'à maintenant un travail manuel, donne un rendement moyen de 3 tonnes ha^{-1} .

PRECIPITATIONS

Le climat à Lubumbashi est de type tropical à deux saisons contrastées : une saison de pluies de novembre à mars et une saison sèche de mai à septembre, avec octobre et avril comme mois de transitions. Depuis le 1er octobre 1980, un pluviographe implanté au croisement des quatre champs a enregistré d'une manière continue les pluies. Leur répartition est indiquée au tableau II.

Parmi les différents paramètres qui existent pour mesurer l'érosivité des pluies, on a calculé l'indice $KE > 25$ (HUDSON, 1971). Cet indice mesure l'énergie cinétique totale des pluies qui ont une intensité supérieure à 25 mm h^{-1} . HUDSON est en effet d'avis que les pluies avec une intensité inférieure à 25 mm h^{-1} ne sont pas érosives. Les valeurs mensuelles et annuelles de ce paramètre sont calculées pour les averses qui

	JT	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total
1980-81	0	0	0	59,8	85,9	231,3	103,3	165,0	247,0	48,0	0	0	940,3 mm
1981-82	0	0	0	2,5	102,5	137,9	417,2	168,3	76,6	163,3	0	0	1068,3 mm
1982-83	0	0	0	46,3	319,1	259,9	274,5	223,2	118,8	43,7	2,0	0	1287,5 mm

Tabl. II : Répartition des pluies à la station Luamabwe.

	JT	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total
1980-81	0	0	0	658	1278	1250	1007	1373	2993	0	0	0	8.559 J m ⁻²
1981-82	0	0	0	0	287	1361	4508	1310	574	2875	0	0	10.915 J m ⁻²
1982-83	0	0	0	0	3972	3903	3613	2799	1477	407	0	0	16.171 J m ⁻²

Tabl. III : Valeurs mensuelles et annuelles de l'indice de l'érosivité des pluies KE>25 (HUDSON).

non seulement présentent une intensité supérieure à 25 mm h^{-1} mais aussi une durée minimale de 6 min et un montant minimal de 2 mm (Tabl. III).

METHODES

Contrairement aux mesures sur de petites parcelles expérimentales ou sous pluie simulée au laboratoire, les recherches sur l'érosion pluviale sur des champs in situ sont confrontées avec un grand nombre de difficultés pratiques. Les différents facteurs qui peuvent influencer l'épaisseur de la lame érodée sont plus variables et plus difficiles à contrôler et à mesurer que lors d'essais à petite échelle. En outre, la perturbation due aux différentes opérations culturales limite la durée des observations et la gamme des techniques à utiliser.

Hormis les observations qualitatives faites lors de visites hebdomadaires sur le terrain, les techniques suivantes ont été utilisées pour quantifier l'importance de l'érosion.

Des piquets métalliques gradués (SCHUMM, 1967) d'un diamètre de 1 cm et d'une longueur de 30 cm et dépassant de 15 cm le niveau du sol sont utilisés pour mesurer l'abaissement de la surface des champs dû au ruissellement diffus et au ruissellement en nappe. Dès que les champs sont semés, quatre rangées (100 m de longueur) de 20 à 30 piquets sont implantées, alternativement entre deux lignes et dans une ligne de semis. Ils sont enlevés lors du sarclage mécanique, mais après ils sont remis en place jusqu'à la fin de la saison des pluies, pendant laquelle les lectures se font au minimum une fois tous les quinze jours. Cette méthode, qui est rapide et peu coûteuse, n'est pourtant pas très précise et a montré au cours des expériences un certain nombre d'inconvénients déjà signalés dans la littérature, comme le tassement sous l'influence des variations d'humidité (ALEXANDRE, 1967); les turbulences créées localement par le ruissellement en nappe (HADLEY, 1977); la tendance du matériel à s'accumuler en amont des piquets (TEMPLE & MURRAY-RUST, 1972; IMESON, 1974); le rôle des termites (ALEXANDRE, 1977). Les tiges graduées enregistrent également l'érosion linéaire dans des petits filets souvent anastomosés et temporaires.

Afin d'estimer l'érosion en rigoles, toutes les rigoles formées sont inventoriées et leur volume mesuré (BOLLINNE, 1977; LOOTEHS, 1963) vers la fin du mois de décembre. Pour suivre leur évolution au cours de la saison des pluies, chaque année un réseau de piquets-repères est implanté autour de 2 à 3 rigoles importantes afin de mesurer les changements de leur lar-

geur, longueur et profondeur. Seules les rigoles qui atteignent la limite inférieure des champs sont prises en considération. Signalons que grâce à la collaboration des responsables du Centre de Développement Rural (C.D.R.) à Sambwa, le sarclage n'a pas été opéré dans les environs immédiats des rigoles.

RESULTATS

L'érosion par le ruissellement diffus et le ruissellement en nappe

Les mesures ont démontré que les champs sont affectés par l'érosion d'une manière très inégale, bien que les facteurs principaux qui influencent l'érosion ou la sédimentation soient partout les mêmes. S'il est encore prématuré de dresser un bilan définitif et d'avancer un taux d'érosion moyen, les premiers résultats de nos observations n'en méritent pas moins d'être rapportés.

Pendant les deux premiers mois de la saison des pluies (novembre et décembre) les mesures ne donnent aucun résultat satisfaisant. La grande rugosité des champs, dont la microtopographie est engendrée par le labour, commande une érosion sur les microlevées entre deux lignes de semis et un dépôt dans celles-ci ou encore dans les dépressions laissées par les machines agricoles (Fig. 2 a). Il en résulte une tendance à l'égalisation de ce microrelief. Il est clair que d'un point de vue méthodologique, la localisation des piquets d'érosion joue un rôle très important. Ce processus se poursuivra pendant la suite de la saison des pluies, mais d'une manière beaucoup moins prononcée (Fig. 2 b).

Entre le début de janvier et la fin de février les piquets enregistrent les tendances suivantes :

- l'érosion domine sur la partie supérieure de la pente bien que des phases d'érosion et d'accumulation alternent d'une manière complexe au cours de cette période. L'érosion moyenne ne dépasse pourtant pas 1 à 2 mm; ceci ne concerne toutefois pas les parties des champs situées près des grandes termitières, où la sédimentation domine,
- en bas de pente s'observe une accumulation dont l'épaisseur est très variable; la moyenne sur les 15 piquets concernés en 1981 était de 9,8 mm et de 6,5 mm sur les 25 piquets en 1982.

A partir de la fin de février l'évolution est du même ordre de grandeur que l'erreur de mesure (moins de 1 mm) relative à la technique utilisée.

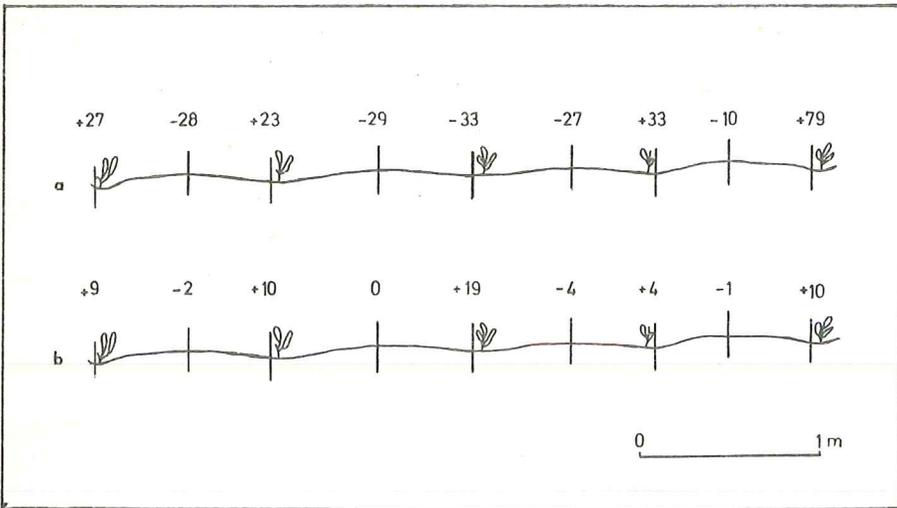


Fig. 2 : a. Exemple de l'évolution du niveau du champ n° 1 entre le 25 novembre 1982 et le 22 décembre 1982 : montant cumulé (mm) d'érosion (-) et de sédimentation (+) mesuré sur 9 piquets.
 b. idem pour la période du 22 décembre 1982 au 13 avril 1983.

L'érosion en rigoles

Formation

L'érosion en rigoles ne démarre en général que vers la fin du mois de novembre, voire au début de décembre, au moment où le microrelief est partiellement égalisé. Leur développement est alors très intense mais leur évolution se ralentit peu après.

La majorité des rigoles commencent au pied d'une grande termitière (Fig. 3) et descendent, sans bifurcation importante, selon la plus grande pente. Leur largeur varie entre 0,5 et 2 m. Leur profil longitudinal présente souvent une allure en marche d'escalier avec le creusement de plunge-pools en miniature (jusqu'à 50 cm de profondeur) juste en aval d'une ligne de semis. Leur fond plat est délimité par des micro-talus verticaux dus au sapement latéral. La profondeur moyenne (25 cm) des rigoles correspond à la profondeur du labour. En comparant les réseaux successifs formés au cours de quatre années (Fig. 3), on constate que les rigoles se forment presque toujours aux mêmes endroits.

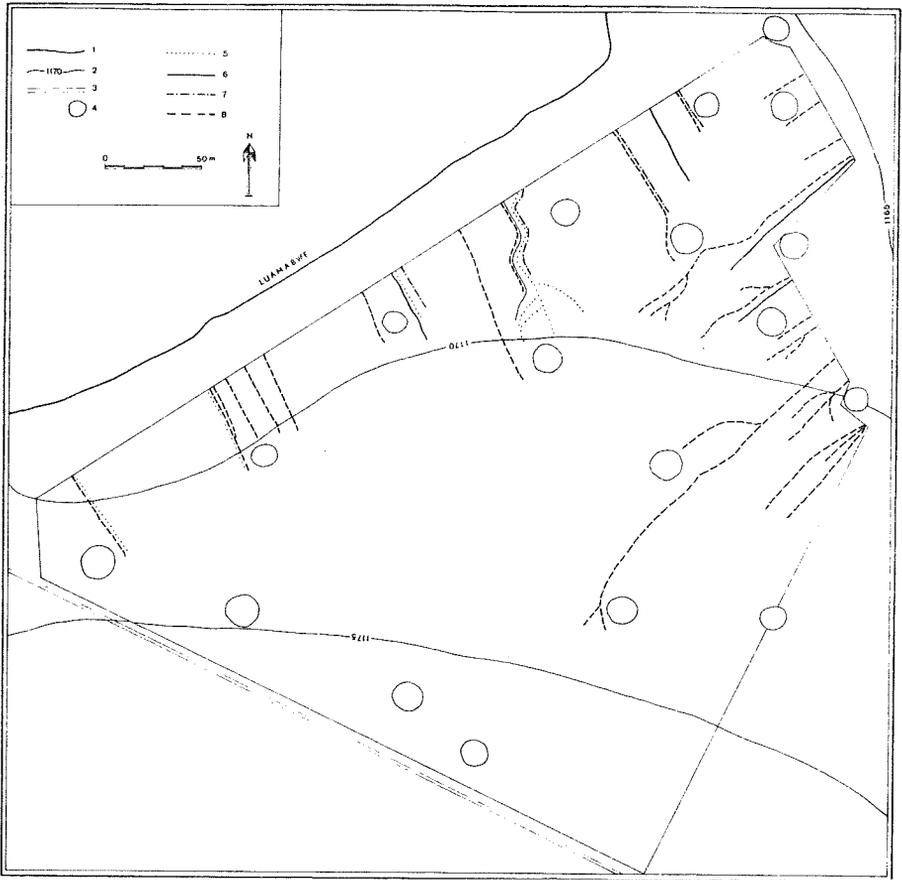


Fig. 3 : Le champ de maïs n° 1 avec les réseaux de rigoles aux cours de la période d'observations. 1 : cours d'eau; 2 : courbe de niveau; 3 : route; 4 : termitière géante; 5, 6, 7 et 8 : rigoles formées aux cours de chacune des quatre années d'observation (1979-1980, 1980-1981, 1981-1982 et 1982-1983 respectivement).

Le matériel érodé se dépose en bas du versant, dans la section concave, sous forme de cônes de déjection, qui s'étalent sur le champ même ou en dehors des champs sans atteindre pourtant - sauf quelques rares exceptions - le réseau fluvial (LOOTENS, 1983).

Les dégâts aux cultures sont très grands : déchaussement des jeunes plantes par l'érosion et recouvrement des semis en bas de la pente par les dépôts. En plus, les engrais chimiques ainsi que l'horizon superficiel

partent avec le ruissellement, ce qui produit une croissance nettement plus faible aux endroits attaqués.

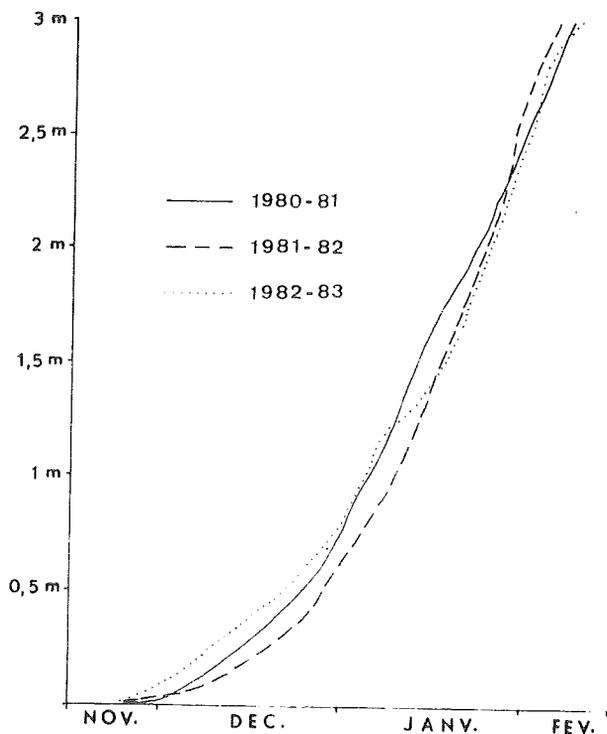


Fig. 4 : Phénologie du maïs pour les saisons 1980-1981, 1981-1982 et 1982-1983. Basée sur des levés hebdomadaires d'un lot de trente plantes.

Evolution ultérieure

Aux environs du 1er janvier (Fig. 4), le maïs a atteint 50 cm de hauteur et les rigoles ne présenteront plus qu'une faible évolution. Une incision modérée (2 à 30 mm) se poursuit dans la plus grande partie des rigoles; toutefois le matériel érodé n'atteint plus que partiellement le bas du versant. Les bords des rigoles reculent encore légèrement (10 à 20 cm) mais leur profil vertical disparaît.

Matériel érodé

Champ n°	1979-80		1980-81		1981-82		1982-83	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1. (9 ha)	23	3	24	1	18,5	-	159	-
2. (5 ha)	-	-	-	-	-	-	56	0,6
4. (3 ha)*	-	-	0,8	0,3	-	-	84	-

Tabl. IV : Pertes de sol (m³) par l'érosion en rigoles, respectivement pendant la période A (début de la saison des pluies - 1er janvier) et la période B (1er janvier - fin de la saison des pluies) au cours des quatre années d'observation. Les tirets marquent l'absence d'observations. * Superficie de la partie étudiée.

Le tableau IV donne les pertes de sol en m³ pour les champs étudiés et les années où les mesures ont eu lieu. La masse de terre érodée et exportée est du même ordre de grandeur pendant les saisons 1979-1980, 1980-1981, 1981-1982 mais a été beaucoup plus élevée au cours de la saison 1982-1983. La quantité de matériel érodé pendant la deuxième moitié de la saison des pluies est très faible.

On n'a pas chiffré l'abaissement moyen des champs, vu que l'érosion est un phénomène ponctuel qui ne concerne que des zones très limitées et que par conséquent l'emploi d'une unité de surface pour exprimer un taux d'érosion aurait peu de sens (BRYAN & LUK, 1981).

DISCUSSION

Les mesures le long des piquets d'érosion, qui ont été mis en place pour déterminer l'érosion provoquée par le ruissellement, diffus ou en nappe, n'ont pas livré des résultats cohérents. Ceci est dû en partie aux inconvénients inhérents à la méthode mais aussi à la nature variée et très complexe de ce processus d'érosion au cours de la saison culturale.

Le ruissellement diffus est un facteur d'érosion important au début de la saison des pluies mais l'érosion qui en résulte est limitée et ne produit qu'un déplacement à l'intérieur même des champs. Ce sont essentiellement les obstacles à l'écoulement constituant une rugosité beaucoup plus prononcée que sur les labours intensifs de l'Europe occidentale, qui freinent l'érosion et favorisent la sédimentation sur le champ même. En outre, la perte de matériel, qui est toujours faible, est partiellement compensée par le matériel qui descend des grandes termitières et

s'étale à leur pied. Dès que le maïs atteint sa taille adulte, c'est-à-dire en février, il protège d'une manière efficace le sol contre le ruissellement diffus.

C'est donc l'érosion en rigoles qui représente le mécanisme d'érosion le plus important. L'intensité de ce processus est aussi fonction de la quantité et de l'érosivité des pluies qui tombent lorsque le maïs est jeune et protège mal le sol.

A partir du mois de janvier cet effet protecteur associé au développement des racines (MORGAN, 1979) réduit l'incision des rigoles. Les tiges même forment autant d'obstacles qui freinent le transport éventuel du matériel vers le bas versant (McGREGOR, 1980) et cette action est encore accrue par le tapis de plantes rudérales qui présentent alors leur plus grand développement.

La localisation et probablement le nombre de rigoles est influencé par la présence des termitières géantes qui peuvent concentrer localement l'eau de ruissellement, augmenter la vitesse et par conséquent son pouvoir érosif. Chaque année les mêmes zones de faiblesses sont incisées par les ravines les plus importantes. Une culture de maïs pendant plusieurs années favorise encore ce processus (FANIRAN & AREOLA, 1978). FAUCK (1977) a constaté que le labourage à une profondeur constante est responsable pour la formation d'une sole de labour moins perméable qui favorise encore l'érosion.

Une comparaison avec des données quantitatives dans ce domaine de recherche (par exemple, CHARREAU, 1972; HUDSON, 1957; LAL, 1977) ne peut raisonnablement être faite en raison de la grande variabilité qui existe entre les différentes études surtout en ce qui concerne les facteurs qui influencent l'érosion. LUK & MORGAN (1981) signalent par ailleurs les grandes variations dans le taux d'érosion qui peuvent exister sur des sites apparemment semblables.

CONCLUSION

Les champs de maïs labourés mécaniquement présentent au début de la saison des pluies une rugosité telle que les pertes de matière due au ruissellement, diffus ou en nappe, sont de peu d'importance. L'érosion en rigoles par contre est responsable d'une dégradation intense mais cependant limitée dans le temps. Les ravines ne peuvent se former que pendant les premiers mois de la saison culturale - qui coïncident avec le début de la saison des pluies - alors que la couverture par la végéta-

tion est encore insuffisante. L'importance de ce processus est en relation avec le volume et l'érosivité des précipitations pendant cette période.

Parmi les différentes mesures anti-érosives, on doit envisager l'application des méthodes qui assurent une meilleure protection du sol pendant les deux à trois premiers mois de la saison pluvieuse. Au lieu de brûler chaque année la paille de maïs, on peut l'utiliser pour la technique de mulching. Le mulch affaiblit sérieusement l'impact de la pluie sur le sol, favorise l'infiltration, réduit le ruissellement et par conséquent l'érosion agricole (LAL, 1977; MORGAN, 1979 ; ROOSE, 1977).

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Coopération technique belge et le Centre de Développement Rural à Sambwa pour leur appui logistique et le professeur J. ALEXANDRE pour la lecture et la critique du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J., 1967. L'action des animaux fousseurs et des feux de brousse sur l'efficacité du ruissellement dans une région de savane boisée. *Congr. et Coll. Univ. Liège*, 40, 43-49.
- ALEXANDRE, J. et S., 1964. Action linéaire ou en surface du ruissellement dans une région de savane (Katanga méridional). *Publ. Univ. Off. Congo*, 7, 105-114.
- BATUBENGA, K. & BUSHABU, M., 1981. L'approvisionnement en maïs des minoteries de Lubumbashi : cas de la minoterie de Kakontwe et de Tarica frères. *Bull. Soc. Belge Et. Géogr.*, 50, 2, 195-204.
- BOLLINNE, A., 1977. La vitesse de l'érosion sous culture en région limoneuse. *Pédologie*, 27, 2, 191-206.
- BRYAN, R.B. & LUK, S.H., 1981. Laboratory experiments on the variation of soil erosion under simulated rainfall. *Geoderma*, 26, 245-265.
- CHARREAU, C., 1972. Problèmes posés par l'utilisation agricole des sols tropicaux par des cultures annuelles. *Tropical Soil Research Symp.*, IITA, Ibadan, May 1972.
- FANIRAN, A. & AREOLA, A.O., 1978. *Essentials of soil study*. Heinemann, London, 278 p.
- FAUCK, R., 1977. Erosion and mechanisation. In : Greenland D.J. & Lal, R. (eds). *Soil conservation and management in the humid tropics*. John Wiley & Sons, New York, 81-86.
- HADLEY, R.F., 1977. Some concepts of erosional processes and sediment yield in a semiarid environment. In : Toy, T.J. (ed). *Erosion : research techniques, erodibility and sediment delivery*. Geo-Abstracts, Norwich, 73-82.

- HUDSON, N.W., 1957. The design of field experiments on soil erosion. *J. Agr. Eng. Res.*, 2, 56-67.
- HUDSON, N.W., 1971. *Soil conservation*. Batsford, London, 320 p.
- IMESON, A.C., 1974. The origin of sediment in a moorland catchment with particular reference to the role of vegetation. In : Gregory, K.J. & Walling, D.E. (eds). *Fluvial processes in instrumented watersheds*. Institute of British geographers, London, 59-72.
- LAL, R., 1976. Soil erosion investigations on an alfisol in southern Nigeria. *IITA Monograph*, 1, IITA, Ibadan.
- LAL, R., 1977. Soil-conserving versus soil-degrading crops and soil management for erosion control. In : Greenland, D.J. & Lal, R. (eds). *Soil conservation and management in the humid tropics*. John Wiley & Sons, New York, 81-86.
- LAL, R., 1981. Soil erosion problems on alfisols in western Nigeria, VI. Effects of erosion on experimental plots. *Geoderma*, 25, 215-230.
- LOOTENS, M., 1983. Erosion agricole accélérée sur sol nu au Shaba méridional (Zaïre). *Ann. Fac. Sc.*, Univ. Lubumbashi, 3, 1-6.
- LUK, S.H. & MORGAN, C., 1981. Spatial variations of rainwash and runoff within apparently homogeneous areas. *Catena*, 8, 383-402.
- MCGREGOR, D.F.M., 1980. An investigation of soil erosion in the Colombian rainforest zone. *Catena*, 7, 265-273.
- MORGAN, R.P.C., 1979. *Soil erosion*. Longman, London, 113 p.
- ROOSE, E.J., 1977. Application of the universal soil loss equation of Wischmeier and Smith in West Africa. In : Greenland, D.J. & Lal, R. (eds). *Soil conservation and management in the humid tropics*. John Wiley & Sons, New York, 177-187.
- SCHUMM, S.A., 1967. Erosion measured by stakes. *Rev. Géomorph. dyn.*, 17, 4, 161-162.
- SOYER, J., MITI, T. & ALONI, K., 1982. Effets comparés de l'érosion pluviale en milieu péri-urbain de région tropicale (Lubumbashi, Shaba, Zaïre). *Rev. Géomorph. dyn.*, 31, 2, 71-80.
- SYS, C. & SCHMITZ, A., 1959. Note explicative de la carte des sols et de la végétation de la région d'Elisabethville. *Publ. I.N.E.A.C.*, 69, 69 p.
- TEMPLE, P.H., 1972. Measurements of runoff and soil erosion at an erosion plot scale with particular reference to Tanzania. *Geografiska Annaler*, 54 A, 3-4, 203-220.
- TEMPLE, P.H. & MURRAY-RUST, D.H., 1972. Sheet wash measurements on erosion plots at Mfumbwe, Eastern Uluguru mountains, Tanzania. *Geografiska Annaler*, 54 A, 3-4, 195-202.