

**FACTEURS ANTHROPIQUES DE L'ÉROSION DANS LES RÉGIONS
DES MONTAGNES ET HAUTS PLATEAUX DE LA C.E.P.G.L.
(BURUNDI-RWANDA-ZAIRE)**

Par Rishirumhirwa T., Chercheur à l'I.R.A.Z.
B.P. 91 GITEGA - BURUNDI.

Résumé

Les régions des montagnes et hauts plateaux de la C.E.P.G.L. qui couvrent le Burundi, le Rwanda et le Kivu montagneux (Zaire), sont très exposées à l'érosion du fait de leur nature accidentée et de la disparition du couvert végétal naturel suite à une forte densité de la population.

Dans cet article l'auteur décrit les caractéristiques physiques, la démographie, le régime foncier et l'habitat, les pratiques et systèmes cultureux de ces régions. Il en déduit une estimation des risques d'érosion et montre par des exemples tirés des recherches menées dans les 3 pays de la C.E.P.G.L. et ailleurs dans les tropiques humides et sub-humides que l'homme peut aggraver l'érosion ou la réduire considérablement par le choix de systèmes cultureux.

L'auteur souligne aussi le rôle du bananier et de ses résidus dans les systèmes cultureux de ces régions et le bénéfice qu'on pourrait en tirer en gestion conservatoire de l'eau et du sol.

Summary

The highland areas of Burundi, Rwanda and Zaïre are very susceptible to erosion consequently to the steep slopes and the destruction of natural vegetation. A brief description is given of physical characteristics, demography, land tenure and farming systems of this region and their effect on soil loss. Research results in this and in the other tropical areas have shown that man can either accelerate erosion with inefficient methods of soil management (e.g. slash and burn), or reduce it by appropriate control techniques such as agroforestry and the application of mulch. The importance of banana and its residues as an efficient method of water and soil conservation is discussed.

Mots clés: érosion, lutte anti-érosive, pentes, couvert végétal, démographie, systèmes cultureux, bananier.

B.N.1 : C.E.P.G.L. (Communauté Economique des Pays des Grands Lacs regroupant le Burundi, le Rwanda et le Zaïre).

1. Introduction

L'érosion hydrique dans les régions des montagnes et hauts plateaux de la C.E.P.G.L. est essentiellement sous l'effet du facteur "LS" (indice de pente: degré et longueur de pente) au sens de l'USLE (universal soil loss equation) de Wischmeier en raison de leur relief très accidenté. En milieu non perturbé, la végétation naturelle tend à en réduire les effets à un taux inférieur au seuil de tolérance généralement estimé à 12.7 T/Ha.

D'autre part, ces régions connaissent des densités de populations très élevées (les plus fortes de toute l'Afrique) avec pour conséquences, le défrichement des forêts et savanes naturelles pour des besoins agricoles, la disparition de la jachère, le surpâturage et les feux de brousses, des pratiques culturelles inadaptées etc... L'homme contribue ainsi à rompre l'équilibre de l'écosystème et à accélérer l'érosion. Face à cette situation, les pouvoirs publics, se basant sur les résultats des recherches, préconisent des mesures visant à contrôler l'érosion.

Le présent article se propose d'étudier l'impact de l'action destructrice de l'homme sur un environnement aussi fragile mais aussi les chances d'y remédier par des mesures de conservation très efficaces.

2. Description des régions de montagnes et hauts plateaux de la C.E.P.G.L.

2.1. Caractéristiques physiques

2.1.1. Géographie et géologie

Les régions des montagnes et hauts plateaux de la C.E.P.G.L. se caractérisent par un fossé d'effondrement (Rift-valley), qui traverse l'Afrique de la Mer Rouge au Sud du lac Nyassa après s'être subdivisé en deux branches, orientale et occidentale, au Nord du lac Victoria. C'est cette dernière qui traverse les 3 pays de la C.E.P.G.L.

Le fond du Rift est occupé du Nord au Sud par les lacs Mobutu, Edouard, Kivu et Tanganyika.

2.1.2. Topographie

La topographie de la région est dominée par la plaine du Rift-valley, les contreforts de cette dernière qui se caractérisent par des pentes très escarpées, la crête qui atteint et dépasse localement 3000 m d'altitude et une série de plateaux dont l'altitude diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la ligne de crête de part et d'autre du Rift.

Sur les contreforts, la pente peut atteindre une longueur d'un kilomètre et une inclinaison de plus de 60% (Duchaufour, H. et al., 1991 in rapport ISABU-1990). L'indice LS peut alors atteindre et dépasser largement 20 sur 300m.

Sur les hauts plateaux, la longueur de la pente est plus petite et l'inclinaison moins importante mais cet indice reste le principal facteur accélérateur du processus d'érosion.

2.1.3. Climats

D'après Pécrot et al. (1962), la région jouirait de plusieurs types de climats. Le fond du Rift et ses contreforts ont des climats de type Aw avec des saisons sèches pouvant atteindre 4 mois dans la plaine de la Ruzizi mais devenant plus humides à hauteur du lac Kivu. Les hauts plateaux du Burundi et du Rwanda ont un climat de type Aw3 à Aw4.

En montagne, le climat est dominé par l'orographie. Il est plus doux et plus pluvieux (type Cf ou Cw selon la longueur de la saison sèche).

D'après Crabbé et Totiwé (1979), le sud du lac Edouard connaît un climat particulier de type As 2 (saison sèche pendant l'été).

L'érosivité varierait entre 300 à 800 pour les types Aw et entre 300 à 600 pour les types Cw (Rishirumuhirwa, T., 1992).

2.1.4. Sols

D'après la carte de Sys et al. (1960), les sols de cette région sont des kaolisols humifères en haute altitude. Les contreforts du Rift sont dominés par des complexes de sols très variés formés de kaolisols associés aux sols minéraux bruts et aux sols bruns tropicaux.

On rencontre des sols volcaniques (andosols) dans les champs de laves situés au Nord et au Sud du lac Kivu et, localement, des terres noires tropicales (vertisols) dans les dépressions de la Ruzizi, de la Semliki et du Mutara.

Du point de vue de l'érodibilité, ce sont les sols volcaniques qui sont les plus susceptibles à l'érosion, les autres sols (kaolisols humifères) ont un indice K inférieur ou égal à 0.07 (ISABU, 1987).

2.1.5. Végétation

La végétation naturelle était dominée par des forêts denses de montagne et forêts denses sèches submontagnardes associées aux formations de dégradation de ces dernières (savanes et autres formations herbeuses).

Le couvert végétal, à l'état non perturbé, constitue un excellent manteau protecteur contre l'érosion. En effet, on peut admettre avec Roose (1977) qu'une forêt dense et une savane ont un indice cultural respectivement de 0.001 de 0.01.

Le tableau ci-après met en évidence le rôle du couvert végétal sur différentes pentes.

Tableau n°1: Risques d'érosion en T/Ha pour des pentes de 10%, 25% et 50% quand R=500, K=0.05, P=1 sous un couvert forestier (C=0.001), sous savane (C=0.01) et sur sol nu (C=1) d'après nomogramme de Wischmeier (1978).

S en %	L en m	Ind.LS	Pertes de terres en T/Ha		
			C=0.001	C=0.01	C=1
10%	10 m	0.78	0.020	0.20	19.50
	20 m	1.12	0.028	0.28	28.00
	30 m	1.37	0.034	0.34	34.25
25%	10 m	3.40	0.085	0.85	85.00
	20 m	4.80	0.120	1.20	120.00
	30 m	5.80	0.145	1.45	145.00
50%	10 m	10.02	0.251	2.51	251.00
	20 m	14.40	0.360	3.60	360.00
	30 m	17.80	0.450	4.45	445.00

(N.B. Ind. LS = la valeur de l'indice LS)

Le tableau montre que la végétation naturelle réduit l'érosion, probablement en dessous du seuil de tolérance, mais dès qu'elle disparaît, le phénomène devient de plus en plus grave au fur et à mesure que la pente augmente.

2.2. Démographie, habitat, régime foncier et systèmes cultureaux.

2.2.1. Démographie

Les données démographiques sur les pays de la C.E.P.G.L. sont résumées dans le tableau ci-après (C.E.P.G.L., 1986).

Tableau n°2: Données démographiques sur les pays de la C.E.P.G.L.

Données	Burundi	Rwanda	Zaire
Superficie	27834 km ²	26338 km ²	2345000 km ²
Population	5.1 mios	6.5 mios	30 mios
Densité/km ²	154 hab.	280 hab.	13 hab.
Crois.démogr.en %	2.9%	3.3%	3%
Populat.agri.en %	95%	95%	60%

D'après les statistiques de la Région du Kivu (1984), la densité de la population des S/Régions du Nord et du Sud Kivu serait respectivement de 38.42 et 26.71 habitants au Km². Certaines Zones ont des densités plus élevées (281.5 pour Goma, 267 pour Idjwi, 162.98 pour Kabare et 188.71 pour Walungu).

2.2.2. Régime foncier

Le régime foncier est basé sur la notion de propriété familiale. Contrairement à ce qu'on observe ailleurs, la terre appartient, non pas à une collectivité mais, au chef de famille. A sa mort, la propriété est partagée entre ses fils. Il s'en suit un morcellement des propriétés foncières de génération en génération. Selon Kafurera (1987), la superficie moyenne des exploitations est de 0.84 Ha au Burundi et de 0.60 Ha au Rwanda.

Une autre conséquence du régime foncier est le système d'habitat. Au Burundi, au Rwanda et dans la grande majorité du Kivu montagneux, l'habitat est dispersé contrairement au système de village connu dans le reste du Zaïre et dans beaucoup de pays africains.

2.2.3. Systèmes cultureux et pratiques culturelles.

Les systèmes cultureux sont dominés par les cultures de cases dans lesquels le bananier est généralement dominant. On peut distinguer 5 strates successives. La première se situe dans le voisinage immédiat des habitations, le bananier y est très dense et est associé surtout à la colocase. Quand on s'éloigne de la case, la densité du bananier diminue et le nombre de cultures qui lui sont associés augmente (colocase, haricot, maïs, manioc etc...). La troisième strate est généralement occupée par des cultures en ouverture comme le manioc et la patate douce. Cette strate est peu fertile et laisse le pas à la strate des pâturages. En aval, la propriété se termine généralement par une strate des cultures de marais.

L'élevage du gros bétail est en pleine régression au profit du petit bétail en raison de la réduction des pâturages. Il subsiste néanmoins dans les zones moins densément peuplées de l'Est du Burundi et du Rwanda. Dans le Kivu, à côté de l'élevage traditionnelle, il existe plusieurs fermes domaniales.

Les sommets des collines sont occupés par des boisements sauf s'ils sont bas et fertiles. Dans ce cas, ils cèdent le pas aux habitations et aux cultures.

Les travaux de labour et d'entretien des cultures se font à la houe dans le sens de la pente d'aval en amont. Les cultures sont installées en septembre-octobre pour la première saison culturale et en février-mars pour la seconde saison. Les cultures de marais se font en juin-juillet.

3. Facteurs anthropiques et érosion

3.1. Facteurs anthropiques et érosion accélérée

La pression démographique, le régime foncier et les pratiques culturelles peuvent être cause de grave érosion.

La pression démographique a entraîné le défrichement des forêts pour l'installation des cultures et la disparition de la jachère. Le sol est donc constamment mis à nu et fragilisé par les labours et les sarclages successifs.

Les cultures vivrières sont beaucoup moins efficaces que les formations naturelles qu'elles remplacent après défrichement.

Les tableaux n°3 et n°4 montrent quelques exemples d'indices cultureux de certaines cultures tropicales comparées aux formations naturelles.

Tableau n°3 : Indice cultural et cultures tropicales

Culture	ind. C
sol nu	1
forêt dense ou paillis abondant	0.001
savane et prairie en bon état	0.01
savane/prairie brûlée/surpâturée	0.1
maïs, sorgho	0.4 à 0.9
arachide	0.4 à 0.8
manioc, igname	0.2 à 0.8

Source: Roose, E., 1977

Il ressort de ce tableau qu'un couvert forestier réduit l'érosion de 1000 fois, une savane de 100 fois et que les principales cultures vivrières sont beaucoup moins efficaces que les formations naturelles (réduction de une à cinq fois). Pour ces dernières, l'indice C varierait en fonction des dates de semis, de la fertilité du sol et des rendements, des méthodes de labour, des écartements etc...

Tableau n°4 : Indice cultural et cultures tropicales d'après l'ISABU (1990)

Culture	ind. C
sol nu	1
culture paillée (caféier)/pinède	0.001
bananeraie	0.07 à 0.14
manioc traditionnel	0.16 à 0.10
patate douce traditionnelle	0.53
association maïs-haricot	0.62

N.B. 2: données estimées à partir de la figure 14 du rapport annuel ISABU 1989-1990 du programme érosion et confirmées par le chef du programme.

N.B. 3: Ces résultats ont été obtenus sur sol sableux sauf pour le cas de la bananeraie qui était installée sur solsablo-argileux.

On constate ici que le paillis est comparable au couvert forestier et que le bananier limite plus les risques d'érosion que les autres cultures traditionnelles.

Le régime foncier est responsable du morcellement des exploitations agricoles et de la dispersion de l'habitat multipliant ainsi les limites entre propriétés et les sentiers qui suivent généralement le sens de la pente. Ces limites et sentiers sont autant de chemins privilégiés du ruissellement et de l'érosion.

Les labours traditionnels exercent un déplacement mécanique des terres vers l'aval et créent entre les soles des micro-sillons qui épousent le sens de la pente, occasionnant souvent la formation des rigoles.

L'élevage traditionnelle en condition de surpopulation conduit au surpâturage et les éleveurs de ces régions pratiquent toujours les feux de brousse bien que ces derniers aient sensiblement diminué à partir des années 1980.

D'autre part, les ouvrages de génie civil (routes & ponts) et les toitures d'habitations peuvent être source d'érosion importante si les eaux qu'ils collectent ne sont pas gérées à bon escient comme c'est généralement le cas.

3.2. Facteurs anthropiques et lutte anti-érosive

3.2.1. Pouvoirs publics et recherche

Depuis 1947, les pouvoirs publics ont lancé de vastes campagnes de lutte anti-érosive basées essentiellement sur les fossés isohypses, le reboisement et l'interdiction des feux de brousse.

Depuis les années 1980, beaucoup de travaux de recherche sur l'érosion ont permis de tester différentes méthodes de lutte anti-érosive. Quelques résultats sont proposés dans les tableaux qui suivent.

Tableau n°5: Burundi (source: ISABU, 1990)

Culture	Pertes (T/Ha)
bandes isohypses de pierres	262.0
maïs-haricot lère s.c. + haricot ou pois en 2ème s.c.	174.1
patate douce traditionnelle	114.3
deux banquettes	95.0
fossé aveugle	71.5
manioc traditionnel (sol sableux)	59.5 (*)
bananeraie traditionnelle	42.1
buttes isohypses + bandes de Trypsacum	40.1 (*)
bananeraie aménagée	12.5
buttes isohypses + déchets de labour	5.7 (*)
terrasses horizontales	5.2

N.B. 4: données estimées à partir de la figure 22 du rapport annuel ISABU 1989-1990 du programme érosion et confirmées par le Chef du programme.

N.B. 5: (*) pertes en terre sur sol sableux

Ce tableau montre que les bananeraies aménagées, les buttes isohypses avec déchets de labour et les terrasses horizontales sont beaucoup plus efficaces dans la conservation de l'eau et du sol que les cultures traditionnelles.

Tableau n°6 : Rwanda (source: König, D., 1992)

Culture	Pertes (T/Ha)
sol nu	557
manioc	303
Grevillea sans haie	111
Grevillea + haie	12.5

Les haies avec Grevillea semblent très efficaces indiquant ainsi un net intérêt des systèmes agro-forestiers.

Tableau n°7: Rwanda (source: Ndayizigiye, F., 1992)

Culture	Pertes (T/Ha)
sol nu	100
haie de Calliandra + Setaria	3
haie de Leucaena	0.8
haie de Calliandra	1.3

L'effet des haies d'arbustes à vocation agro-forestière est à nouveau mis en évidence.

Tableau n°8 : Zaïre (Lunze, L., 1992)

Culture	Pertes (T/Ha)
sol nu	35.50 en 6 mois
bananeraie	25.16 " " "
Setaria	15.60 " " "
terrasse à caféiers + Leucaena	0. " " "
terrasse à Paspalum	2.63 " " "
terrasse à Trypsacum	0. " " "

Ici, les terrasses semblent avoir l'effet le plus marquant.

3.2.2. Systèmes cultureux traditionnels et améliorés

Les systèmes cultureux traditionnels, tels les associations et des cultures pérennes dans l'exploitation, peuvent limiter l'érosion. Leur efficacité n'est pas bien connue bien qu'elle soit probablement supérieure à celle des cultures pures.

D'autre part, le bananier est la culture motrice des systèmes cultureux de ces régions. Comme l'indique le tableau 9, les études menées à l'IRAZ sur cette culture montrent qu'elle peut être utilisée avantageusement dans des systèmes cultureux améliorés en vue d'une meilleure gestion conservatoire de l'eau et du sol .

Tableau n°9 : Erosion sous bananier en fonction des écartements et du paillis fourni par la culture

Culture	A1/an	A2/an	ind.C1	ind.C2
sol nu	56.71	40.52	1	1
écartement 2 * 3 m	7.80	1.14	0.14	0.03
écartement 3 * 3 m	14.91	2.36	0.26	0.06
écartement 3 * 3 m + paillis	0.05	0.06	0.001	0.001
écartement 4 * 3 m	26.96	3.73	0.37	0.09
écartement 5 * 3 m	27.65	2.47	0.49	0.06

Source : Rishirumhirwa, T., 1992

- A₁ : Perte en terre sous bananier avec paillis autour du pied (campagne 1989 et 1990)
A₂ : Perte en terre sous bananier avec paillis en bandes perpendiculaires à la pente (bandes d'arrêt) (1991).
C₁ : indice cultural du bananier paillé autour du pied (1989-1990)
C₂ : indice cultural du bananier paillé en bandes d'arrêt (1991).

Il ressort de ce tableau qu'on peut réduire l'érosion sous bananier en jouant sur les écartements (86% pour 2m * 3 m et 51% pour 3 * 5 m sur sol pauvre). Cette réduction est supérieure à 99% pour tous les écartements si on utilise les résidus de la culture comme paillis en bandes perpendiculaires à la pente.

Par ailleurs, Duchaufour signale dans le rapport I.S.A.BU 1988-1989 des pertes en terres inférieures à 0.1T/ha/an dans les bassins-versants de Rushubi I et Rushubi II. Il se fait précisément que ces bassins-versants sont densément occupés par le bananier.

Ces résultats montrent qu'une bonne conduite de cette culture, qui est omniprésente dans ces régions, peut réduire considérablement l'érosion et le ruissellement.

4. Conclusions

Dans les régions de montagnes du Burundi, du Rwanda et de l'Est du Zaïre, la disparition de la végétation naturelle sous l'action de l'homme est la principale cause de l'érosion. Cette dernière est aggravée par les systèmes agraires et le type d'habitat ainsi que certaines pratiques culturelles.

Sur demande des pouvoirs publics, beaucoup de travaux de creusement de fossés isohypses, de terrasses radicales et de reboisement ont été fait dans le cadre de la lutte anti-érosive. Les résultats de recherche montrent clairement que les méthodes les plus efficaces sont celles qui maintiennent le sol couvert et protégé contre l'impact des gouttes de pluies. Il s'agit surtout du paillis, de l'agro-foresterie et de l'utilisation des résidus des récoltes.

Les systèmes culturels traditionnels améliorés peuvent contribuer de manière significative à la gestion conservatoire de l'eau et du sol. Le cas du bananier, cité en exemple, est très prometteur. Des études plus approfondies sont envisagées sur cette culture notamment pour comprendre son comportement en associations.

BIBLIOGRAPHIE

- C.E.P.G.L., 1986. C.E.P.G.L. 10 ans après... 1976-1986.
- CRABBE, M. et TOTIWE, T., 1979. Paramètres moyens et extrêmes principaux du climat des stations du réseau INERA. Section de Climatologie, Yangambi.
- I.S.A.BU, 1991. Département des études du milieu et des systèmes de production. Programme Agroforesterie, Sylviculture et Erosion. Rapport annuel 1989-1990, partie érosion.
- I.S.A.BU, 1989. Rapport des Recherches Agronomiques 1988-1989.
- I.S.A.BU, 1987. Rapport des recherches agronomiques 1987.
- KAFURERA, J. 1987. Situation et perspectives de développement des cultures vivrières au sein de la C.E.P.G.L. in Séminaire sur les maladies et ravageurs des principales cultures vivrières d'Afrique Centrale. C.T.A. Publ. du Service Agricole n°15, Wageningen.
- KÖNIG, D., 1992. L'agriculture écologique agro-forestière - une stratégie intégrée de conservation des sols au Rwanda, in Bulletin n°12 du Réseau.
- LUNZE, L., 1992. Erosion des sols et mesures de contrôle pour le Sud-Kivu, Zaïre, in Bulletin n°12 du Réseau.
- NDAYIZIGIYE, F., 1992. Valorisation des haies arbustives (Calliandra et Leucaena) dans la lutte contre l'érosion en zone de montagnes (Rwanda), in Bulletin n°12 du Réseau.
- PECROT, A. et al., 1962. L'altération des roches et formation des sols au Kivu. Publ. INEAC série scient. n°97.
- REPUBLIQUE DU ZAIRE, REGION DU KIVU, 1984. Productions vivrières, Evaluation 1981-1984.
- RISHIRUMUHIRWA, Th. et al., 1989. Etude pédologique de 8 sites repères pour les essais engrais au sein de la C.E.P.G.L. (Moso, Mashitsi, Rubona, Karama, Yangambi, Mulungu, Gandajika, M'Vuazi.). Gitega, IRAZ.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1992. Ruissellement et érosion sous bananier au Burundi, in Bulletin n°12 du Réseau Erosion.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1992. Stratégies régionales de conservation de l'eau et du sol dans les pays de la C.E.P.G.L., in Bulletin n°12 du Réseau Erosion.
- ROOSE, E., 1977. Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. Paris, ORSTOM.
- ROOSE, E., 1992. Contraintes et espoirs de développement d'une agriculture durable en montagnes tropicales, in Bulletin n°12 du Réseau. Erosion.
- SYS, C. et al., 1961. La cartographie des sols au Congo, ses principes et ses méthodes. Publ. INEAC, série technique n°66, Bruxelles.
- WISCHMEIER, W.H. and SMITH, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook n°537.