

# ACQUIS DE LA RECHERCHE EN GESTION CONSERVATOIRE DE LA FERTILITE, DE L'EAU ET DU SOL AU BURUNDI

par

**T. RISHIRUMUHIRWA, UNIVERSITE DU BURUNDI, B.P. 1550 BUJUMBURA.**

## Résumé

La recherche en gestion conservatoire de l'eau et du sol a été menée au Burundi depuis 1979 dans plusieurs institutions de recherche et d'enseignement agricoles, notamment l'ISABU, l'IRAZ et l'ISA. Les objectifs poursuivis étaient:

- identifier et quantifier les facteurs d'érosion dans le contexte du Burundi;
- comprendre le fonctionnement hydrodynamique des sols;
- mesurer le ruissellement et les pertes en terres;
- tester les pratiques agricoles et les aménagements anti-érosifs vis-à-vis de l'érosion, du ruissellement et de la production agricole;
- proposer des méthodes de gestion intégrée de conservation de l'eau, du sol et de la fertilité adaptées aux contraintes des systèmes cultureux traditionnels.

Les méthodologies utilisées ont porté essentiellement sur les mesures du ruissellement et des pertes en terres en parcelles d'érosion équipées de pluviomètres et de pluviographes, permettant de quantifier l'érosion et de déterminer le ruissellement, les hauteurs et les intensités des précipitations. Le comportement des différents traitements était comparé à un témoin international (parcelle de Wischmeier).

Les résultats obtenus ont mis en évidence qu'au Burundi, l'agressivité climatique est en général faible, variant entre 400 et 500, les sols résistent bien à l'érosion avec un indice d'érodibilité K inférieur à 0,15. Dans ce contexte, l'érosion est principalement due aux effets combinés de la mise en culture de sols situés sur pentes fortes et longues et l'absence ou l'inefficacité des méthodes de lutte anti-érosive.

L'érosion affecte prioritairement les matériaux fins (argiles et colloïdes organiques) des horizons de surface avec, comme conséquence, une chute brutale de la fertilité des sols qui sont, en général, déjà très lessivés, acides et à très faible capacité d'échange cationique.

L'étude des différents moyens de lutte a montré que les méthodes mécaniques telles que les terrasses, les fossés isohypses, les lignes de pierres, sont d'une efficacité limitée et peuvent entraîner des dégâts sur matériaux schisteux ou s'ils ne sont pas aménagés suivant les règles de l'art. Par contre, les méthodes biologiques qui comprennent, notamment, les reboisements, les haies vives, le paillage et les associations culturales, sont de loin plus efficaces et peuvent réduire l'érosion en dessous du seuil de tolérance.

Ces études ont permis d'élaborer des simulations de gestion conservatoire de la fertilité, de l'eau et du sol dans des exploitations traditionnelles de 50 ares et d'un hectare représentant la grande majorité des situations rencontrées dans toutes les régions du Burundi. Il ressort de ces simulations que la combinaison d'une gestion raisonnée de la biomasse produite au sein de l'exploitation avec les différentes méthodes de lutte anti-érosive, biologiques et/ou mécaniques, permet de maîtriser le ruissellement et les pertes en terres tout en restaurant la fertilité des sols. Néanmoins, dans les exploitations de moins de 50 ares qui représentent 30% des cas, la production vivrière est largement déficitaire et des ressources hors exploitations sont indispensables pour maintenir un équilibre alimentaire tout en satisfaisant les autres besoins socio-économiques des ménages.

**Mots clés:** Facteurs d'érosion, ruissellement, gestion intégrée de la fertilité, Burundi.

## **1. Introduction**

Le Burundi appartient à la région des grands lacs africains dont le climat, de type Cw ou Aw de la classification de Köppen, se caractérise par des températures modérées et 8 à 9 mois de saison pluvieuse, totalisant, selon l'altitude, 1000 à 1600 mm de pluies par an. La majorité des sols qu'on y rencontre sont des sols ferrallitiques issus d'une pédogenèse active, dominée par le lessivage intense des minéraux, ayant éliminé la quasi-totalité des argiles 2/1 (illite, vermiculite, montmorillonite). Seuls la kaolinite est encore présente associée à d'importantes quantités d'oxydes de fer et d'aluminium. Le Burundi est, en outre, un pays montagneux avec des pentes longues et escarpées.

C'est dans ce contexte qu'une population, essentiellement agro-pastorale, s'est installée en procédant au déboisement comme méthode de défrichage, pratiquant annuellement des feux de brousse. La raréfaction des terres consécutive à une pression démographique galopante (plus de 300 habitants au Km<sup>2</sup>), a conduit au surpâturage et à la mise en culture des terres de plus en plus marginales.

Les effets combinés du climat, de la topographie et de la déforestation ont comme conséquences un ruissellement intense et une érosion hydrique accélérée, pouvant atteindre, voire dépasser selon les cas, 1000 t par hectare et par an.

Ce problème a été relevé déjà pendant la période coloniale et c'est vers la fin des années 1940 qu'un programme de lutte anti-érosive fut mis en place à large échelle dans le cadre de la MAE (Mission Anti-Erosive). Les méthodes utilisées étaient essentiellement limitées aux fossés isohypses, au reboisement et au contrôle des feux de brousse.

Ces interventions étaient dictées par un empirisme pragmatique et se basaient sur des connaissances acquises ailleurs. Ce n'est qu'en 1979 que les premières études sur l'érosion hydrique furent démarrées au Burundi par la cellule agro-forestière de l'ISABU<sup>1</sup>. D'autres institutions dont l'IRAZ<sup>2</sup> allaient lui emboîter le pas une dizaine d'années plus tard.

Le présent article résume les principaux acquis de ces recherches et propose une approche de gestion intégrée des exploitations, tenant compte des résultats jugés pertinents touchant à la fois le contrôle de l'érosion, la maîtrise du ruissellement et la restauration de la fertilité des terres.

## **2. Matériels et méthodes**

Les essais ISABU ont été menés en parcelles d'érosion installées dans deux stations de la région du Mûmirwa centrale (Rushubi I et Rushubi II), recevant de 1400 à 1800 mm de pluies par an, sur sols argileux dérivés de matériaux schisteux, se caractérisant par un relief très accidenté et accusant une très forte densité de population.

Les figures d'érosion qu'on rencontre sont principalement des rigoles, des ravines et des mouvements de masse. Des parcelles d'érosion ont été aménagées dans ces deux stations sur des pentes dépassant 40% pour étudier l'érosivité et l'érodibilité ainsi que l'impact des principales techniques culturales et des mesures anti-érosives sur le ruissellement et les pertes en terres.

Chaque station était équipée d'un pluviomètre et d'un pluviographe et chaque parcelle d'un système de collecte du ruissellement et des terres érodées.

---

<sup>1</sup> ISABU : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

<sup>2</sup> IRAZ : Institut des Sciences Agronomiques et Zootechniques

Pour tester en grandeur nature les résultats obtenus dans ces stations, une étude fut entreprise à partir de 1986 dans deux bassins versants appartenant à la même région agro-écologie.

Quant à l'IRAZ, ses recherches sur l'érosion ont été menées à sa station expérimentale de Mashitsi, située sur le plateau central du Burundi, à 1650 m d'altitude, sur sol ferrallitique, très acide et fortement désaturé. Cette station, équipée également d'un pluviomètre et d'un pluviographe, accuse une pluviométrie annuelle moyenne de 1157 mm. Les parcelles ont été aménagées sur une pente de 8%.

Les travaux menés à Mashitsi ont porté essentiellement sur l'étude du rôle du bananier dans la gestion des exploitations agricoles traditionnelles eu égard à la maîtrise du ruissellement, au contrôle de l'érosion et à la restauration de la fertilité des sols grâce à une gestion rationnelle de la biomasse générée par cette culture.

Le dispositif comprenait, notamment, un témoin universel, un témoin avec paillis complet et des parcelles reprenant les différents écartements observés sur bananier dans les exploitations traditionnelles (écartements de 2\*3 - 3\*3 - 4\*3 et 5\*3) et les modes de paillage (paillis en bandes perpendiculaires à la pente et paillis concentrique autour des souches). On a ensuite mesuré pour chaque traitement le ruissellement et les pertes en terres. On a également calculé l'érodibilité et l'érosivité sur base des données pluviographiques et de l'érosion observée sur le témoin international.

Parallèlement à ces essais et en collaboration avec l'ISA<sup>3</sup> et l'IGEBU<sup>4</sup>, l'IRAZ a déterminé l'agressivité climatique dans 5 stations climatologiques réparties sur l'ensemble du territoire burundais ainsi que la résistance des principaux sols types de sols du pays en utilisant les données pluviographiques, d'une part, et l'abaque proposé par WISCHMEIER (1978), pour l'indice K, d'autre part.

### **3. Résultats**

#### **3.1. Acquis des travaux de recherche à l'ISABU**

Les résultats ISABU ont fait l'objet de plusieurs publications dont une synthèse par BIZIMANA et DUCHAUFOR (1992). Ils ont montré, notamment, que l'érosivité, observée sur 3 et 10 ans, respectivement à Rushubi II et Rushubi I, était comprise entre 400 et 650 contre 1500 à 2000 en région équatoriale (ROOSE, 1973), que les sols résistaient très bien à l'érosion avec des indices K variant de 0,002 à 0,13.

Ils ont montré que le paillage constituait, dans tous les cas de figure, la meilleure pratique agricole conservatoire avec un indice de protection proche de celui observé sous couvert naturel de type forêt dense avec litière abondante. L'étalement du paillis sur toute la surface du sol donne la meilleure protection, mais, lorsqu'il est en faible quantité l'ISABU recommande de les rassembler en bandes peu espacées perpendiculairement à la pente.

Concernant l'effet des principales cultures du Burundi, leurs indices de protection dépendent de l'espèce considérée et de son état général lié à une bonne fertilisation et protection phytosanitaire efficace.

---

<sup>3</sup> ISA : Institut Supérieur d'Agriculture

<sup>4</sup> IGEBU : Institut Géographique du Burundi

Le tableau ci-après donne les valeurs des principaux indices observés à l'ISABU (1992) sur sol nu, sur les principales cultures vivrières et sous un paillis abondant. Ces résultats sont comparés avec ceux proposés par ROOSE, E (1977) pour l'Afrique de l'Ouest.

Tableau 1 : Indices culturaux de quelques cultures et formations végétales tropicales

Type de végétation	Indice C	Type de végétation	Indice C
Sol nu	1	Sol nu	1
Forêt dense ou paillis abondant	0,001	Culture paillée/pinède	0,001
Savane/prairie en bon état	0,01	Bananaie	0,07 - 0,14
Savane/prairie brûlée/sur-pâturée	0,1	Manioc traditionnel	0,1 - 0,16
Maïs / sorgho	0,4 - 0,9	Patate douce traditionnelle	0,53
Arachide	0,4 - 0,8	Association haricot-maïs	0,62
manioc/igname	0,2 - 0,8		
Bananaie (Azaguié)	0,05		
Source: ROOSE (1977)		Source: DUCHAUFOR et al. (1991)	

L'efficacité relativement limitée des principales cultures justifie le recours à d'autres méthodes de lutte anti-érosive.

Les ouvrages mécaniques tels que les terrasses radicales, les fossés, les lignes de pierres et andains de déchets végétaux ont été testés.

L'efficacité anti-érosive des terrasses radicales n'est plus à démontrer et a été confirmée dans les deux Rushubi. Elles présentent, néanmoins des risques de glissement de terrains sur substrat schisteux, schisto-quartitiques et gneissique. Leur aménagement modifie considérablement les sols en place et nécessite leur réhabilitation par un apport massif de fertilisants organiques et /ou minéraux dont ne disposent pas toujours les petits exploitants. L'installation de ces terrasses entraîne, en outre, des coûts très élevés et suppose un remembrement des exploitations extrêmement difficile à réaliser dans le contexte socioculturel burundais.

Les fossés ont été largement utilisés au Burundi comme méthode de lutte anti-érosive. Les agriculteurs les ont toujours ressentis, à juste titre, comme une corvée. Leur efficacité est loin de compenser les coûts de leur installation et de leur entretien. Il en va tout autrement lorsqu'ils sont associés aux méthodes biologiques comme les haies vives. Dans ce cas, le ruissellement est mieux maîtrisé et surtout les pertes en terres sont considérablement réduites (de 96% à Rushubi II sur pente de 76%). Les haies conduisent à la formation des terrasses progressives et fournissent, en outre, une biomasse utilisable comme fertilisant ou comme fourrage. Toutes fois, elles doivent être bien gérées (taille et coupe des racines régulières) pour éviter les problèmes de concurrence vis-à-vis de la lumière et des nutriments.

Les recherches à l'ISABU ont aussi mis en évidence le rôle prépondérant du bananier en conservation des sols en raison de sa productivité en déchets laissés en partie à même le sol. Ceci a été particulièrement démontré dans les deux bassins versants fortement colonisés par des bananaies denses. Les pertes en terres qu'on y a observé étaient toujours inférieures à 200 kg par ha et par an.

### 3.2. Résultats de recherche GCES à l'IRAZ

#### 3.2.1. Indices et risques d'érosion

Les essais menés à la station de Mashitsi sur l'érosivité et sur l'érodibilité ont montré que ces deux indices étaient modérés dans les conditions d'expérimentation avec  $R \cong 500$  et  $K$  voisin de 0.1). La bonne résistance des sols à l'érosion a été confirmée par le calcul de  $K$  dans les différents types de sols rencontrés au Burundi.

L'érodibilité a été, également, étudiée dans les principales stations climatologiques du Burundi en collaboration avec l'ISA et l'IGEBU (KAYOYA, P.C., 1990, KARIKURUBU, J. et GACIYUBWENGE, E., 1992, et SIMBAKWIRA, N., 1995). Ceci a permis d'établir une carte d'agressivité climatique (carte n°1). D'une manière générale, l'érosivité augmente modérément avec l'altitude. Elle semble anormalement élevée au Moso.

De même, l'approximation de la valeur des indices d'érosion a permis d'évaluer pour les différentes régions naturelles du Burundi les risques d'érosion sous couvert végétal naturel ou sous cultures (tableau n° 2).

Tableau 2 : Risques d'érosion et régions naturelles du Burundi.

Régions naturelles	R	K	LS	C/végét. natur.	C/culture	A végét. natur. (t/ha)	A culture (t/ha)
Imbo	350	0,07-0,14	0,6-1	0,01	0,1-0,7	0,15-0,5	1,5-34,3
Mirwa	475	0,07-0,14	1,1-21	0,001	0,1-0,7	0,04-1,4	3,7-977,6
Crête C-N*	550	0,07-0,14	1,1-21	0,001	0,1-0,7	0,04-1,6	4,2-1131,9
Plateau central	475	0,07-0,14	1,1-8,3	0,01	0,1-0,7	0,4-5,5	3,7-386,4
Dépression N	350	0,07-0,14	0,6-2,5	0,01	0,1-0,7	0,15-1,93	1,5-85,8
Dépression E	550	0,07-0,14	0,6-2,5	0,01	0,1-0,7	0,24-1,93	2,3-134,8

\* : C-N = Crête Congo-Nil

Source : RISHIRUMUHIRWA, T., 1997.

Ce tableau montre que l'érosion hydrique au Burundi est liée à la disparition du couvert végétal naturel par le défrichement, l'exploitation des terres à des buts agricoles, les feux de brousse et le surpâturage.

### 3.2.2. Erosion et ruissellement sous bananier

L'objet essentiel des travaux de l'IRAZ en GCES à Mashitsi a porté sur l'étude du bananier en gestion du ruissellement et en conservation des sols. Plusieurs traitements ont été comparés notamment l'écartement entre les lignes de plantation et le mode de gestion des résidus végétaux produits par la culture. Les écartements testés étaient: 3 m, 4 m et 5 m avec un espacement de 3 m entre les bananiers de la même ligne dans tous les cas.

Les modes de paillis adoptés étaient : le paillis concentrique (en couronne) autour des souches (pieds) de bananiers et le paillis en bandes le long des lignes de plantation installées perpendiculairement à la pente. Le ruissellement et les pertes en terre ont été comparés entre les différents traitements. Les résultats obtenus sont présentés ci-après.

#### A° Ruissellement

Les résultats obtenus sur le ruissellement sont présentés dans le tableau n° 3.

Tableau 3 : Coefficient de ruissellement annuel moyen (Kram) et maximum (Kmax) en % selon les écartements et le mode de paillis.

Coef.	paillis	Ecart. 2*3		Ecart. 3*3		Ecart. 4*3		Ecart. 5*3		Parc.nue
		couron.	bandes	couron.	bandes	couron.	bandes	couron.	bandes	
Kmax	1,0	35,3	5,3	32,7	10,1	33,8	20,5	35,3	18,5	76,5
Kram	0,7	5,6	2,1	4,8	2,5	6,2	4,1	6,2	4,0	20,2

Source : RISHIRUMUHIRWA, T., 1997.

Ce tableau montre que, dans les conditions d'expérimentation à Mashitsi, le ruissellement annuel moyen sur parcelle nue atteint 18% alors que le Kmax dépasse 76%. Le paillis complet réduit les deux coefficients (Kram et Kmax) à moins de 1%.

Ce tableau montre, en outre, que le paillis en bandes est plus efficace que le paillis concentrique en couronne dans la maîtrise du ruissellement.

### Pertes en terres

Le tableau 4 donne les résultats obtenus sur les pertes en terres en fonction du mode de paillis et de l'écartement entre lignes de bananiers.

Tableau 4 : Densité de plantation des bananiers, mode de paillis et érosion en t/ha à la station de Mashitsi.

Ecartement / mode de paillis	Erosion en t/ha	
	Paillis en couronne	Paillis en bandes
2 m * 3 m	13,9	1,1
3 m * 3 m	25,4	2,4
4 m * 3 m	36,4	3,7
5 m * 3 m	47,7	2,5

Source : RISHIRUMUHIRWA, T., 1997.

Dans les mêmes conditions expérimentales, le témoin avec paillis complet a perdu en moyenne 40 kg/ha/an contre 51,3 t/ha/an pour la parcelle nue .

Ce tableau montre que l'effet "paillis complet" déjà mis en évidence sur le ruissellement est encore plus marqué avec les pertes en terres. L'érosion observée sur cette parcelle reste toujours inférieure à 100 kg/ha/an contre plus de 40 t/ha/an sur parcelle nue. L'efficacité du paillis en bandes par rapport au paillis en couronne est également clairement établie.

En se basant sur ces résultats, on a proposé des modélisations du ruissellement et des pertes en terres en fonction du taux de couverture du sol en résidus dont les équations générales d'ajustements sont résumées dans le tableau n° 5.

Tableau 5 : Forme générale des équations de modélisation du ruissellement, de l'érosion et de l'indice cultural en fonction du taux de résidus au sol assuré par les 2 modes de paillis.

Processus ou indice modélisé	Paillis en couronne	Paillis en bandes
Ruissellement moyen (Kran)	$Kran = a_1 + b_1 \log X$	$Kran = a_2 + b_2 \log X$
Ruissellement max (K <sub>rmax</sub> )	$K_{rmax} = a'_1 + b'_1 \log X$	$K_{rmax} = a'_2 + b'_2 \log X$
Erosion	$A = a''_1 + b''_1 \log X$	$\log A = a''_2 + b''_2 \log X$
Indice C	$C = a'''_1 + b'''_1 \log X$	$\log C = a'''_2 + b'''_2 \log X$

Source : RISHIRUMUHIRWA, T., 1997.

Les valeurs de  $a_i$  et  $b_i$  dépendent des conditions particulières d'expérimentation.

Ces équations sont de type semi-logarithmique pour le ruissellement quel que soit le mode de paillis. Elles sont de type semi-logarithmique pour l'érosion avec le paillis en couronne et de type logarithmique pour le paillis en bandes.

### 3.2.3. Gestion optimisée des exploitations

Sur base de ces équations, on a calculé le taux minimal de couverture du sol pour réduire l'érosion en dessous du seuil de tolérance, ramenée à 1,5 t /ha/an, compte tenu de la fertilité médiocre des sols étudiés. La finalité de cette approche était de proposer un mode de gestion optimisé des exploitations traditionnelles, à forte composante bananière, eu égard à la maîtrise du ruissellement, au contrôle de l'érosion et au maintien d'un niveau de fertilité assurant une bonne productivité agricole.

Cette gestion optimisée doit se faire en deux étapes à savoir : la maximisation de la production de biomasse au sein de l'exploitation et son affectation judicieuse en fonction de ses principaux rôles (fourrage, paillis, bois de feu, litière.).

#### **A. Optimisation de la production de biomasse**

En se basant sur les statistiques de production vivrière de la Banque Mondiale (1988) et des rapports récoltes/résidus, RISHIRUMUHIRWA (1997) a montré que la productivité actuelle des exploitations traditionnelles en résidus est de l'ordre de 3700 kg/ha/an (matière sèche). Pour optimiser cette productivité, il propose la diversification des sources de résidus et l'intensification agricole.

La diversification peut être réalisée par le recours aux techniques agroforestières comme les haies vives et les arbres à buts multiples (fourrage, paillage, tuteurage, bois de chauffage, d'œuvre ou de construction, fixation symbiotique d'azote, etc.). La productivité des arbres et des haies dépend des espèces, de la densité et de la distance entre les haies.

En adoptant des haies de *Calliandra* et de *Leucaena* distantes de 10 m et 125 tiges de *Grevillea* par ha, dont le cycle de production est estimé à 9 ans, NEUMANN et PIETROWICZ ont montré qu'on arrive à une production d'environ 2000 kg de feuilles pour les arbustes et 3308 kg de grume, 2782 kg de branchage et 1220 kg de feuilles pour le *Grevillea* par ha/an.

L'intensification est une autre technique d'accroissement de la productivité en biomasse. Elle consiste soit à produire deux récoltes par an sur la même unité de surface soit à augmenter les rendements des cultures par une bonne fertilisation et une protection phytosanitaire efficace.

Ainsi, l'intensification permet de porter les rendements en résidus du bananier de la production actuelle en matière sèche estimée à 6,6 t/ha en milieu traditionnel à plus de 13,9 t/ha avec une bonne fumure organique associée au paillis complet (cas de Kibungo au Rwanda). Dans les plantations industrielles de basses altitudes, on arrive à produire 27,8 t/ha/an de résidus en présence de fumure organique et minérale.

Les céréales se prêtent également bien à l'intensification. Le recours à la fumure organique seule permet d'atteindre des rendements en grains de 2 t/ha/récolte pour le maïs. Si on apporte en plus des engrais NPK à la dose 60-60-40 unités fertilisantes/ha, on arrive à 4 t/ha dans les conditions expérimentales de la station de Mashitsi (RISHIRUMUHIRWA, 1997).

Ces rendements correspondent à une production de résidus de l'ordre 1,2 t/ha pour une récolte de 870 kg/ha, de 2,9 t/ha avec fumier et de 5,7 t/ha avec fumier + engrais.

D'autre part, on peut raisonnablement s'attendre à ce que l'intensification permette de doubler la production des légumineuses à graines comme le haricot.

#### **B. Affectation de la biomasse et gestion durable des exploitations traditionnelles**

La durabilité des systèmes cultureux traditionnels ne peut être atteinte que si l'on arrive à satisfaire les besoins de base des exploitations. RISHIRUMUHIRWA (1997) a testé leur viabilité dans l'hypothèse d'exploitations traditionnelles, traditionnelles diversifiées, traditionnelles diversifiées et intensifiées, traditionnelles intensifiées et à forte diversification. Ces différentes alternatives ont été étudiées dans des exploitations ne disposant que d'un ha ou de 50 ares, comme c'est le cas dans plus de 70% des exploitations traditionnelles burundaises.

Les indicateurs de durabilité retenus sont :

- la satisfaction des besoins en bois de chauffage (7000 kg/an/ménage) et en fourrage (soit 5000 kg/an pour les exploitations d'un ha avec une charge de 1,66 UBT et 1840 kg/an pour celles de 50 ares correspondant à 0,61 UBT) ;
- la capacité à maîtriser le ruissellement et à contrôler l'érosion hydrique ;
- la couverture des besoins en vivres et en produits et services de première nécessité.

### 1° Couverture des besoins en fourrage et en bois de feu

Pour les différentes hypothèses retenues, les résultats obtenus en terme de couverture des besoins en bois de feu et en fourrage sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Productions et bilans biomassiques (feuilles et bois) des systèmes culturaux et taux de couverture du sol par les excédents de feuilles (paillis) dans une exploitation d'1 ha et de 50 ares.

Systèmes culturaux	Exploitation d'un ha					Exploitation de 50 ares				
	Prod. Feuil.	Bilan. Feuil.	Court. Sol	Prod. bois	Bilan bois/feu	Prod. Feuil.	Bilan. Feuil.	Court. Sol -%	Prod. bois	Bilan bois/feu
Traditionnel	2617	- 2383	0%	2435	- 4565	1510	- 330	0%	730	- 6270
Diversifié (1)	6325	1325	18%	8521	1521	3125	1285	33%	3798	- 3202
Divers.(1)/intensif.	9359	4359	62%	8521	1521	5128	3288	85%	3798	- 3202
Divers.(2)/intensif.	11063	6063	85%	14607	7607	5733	3893	101%	6816	- 184

Source : RISHIRUMUHIRWA, T., 1997.

Diversifié (1) = avec 125 tiges de Grevilea/ha + haie Leucaena (1000 m/ha)

Diversifié (2) = avec 250 tiges de Grevilea/ha + haie Leucaena (1000 m/ha)

Le bilan feuilles est obtenu en soustrayant de la production totale les quantités réservées au fourrage. Le taux de couverture du sol en % est calculé sur base de 2,7 t/ha de pailles (en M.S.) pour 25% de recouvrement. Le bilan en combustible est donnée par la différence entre la production de bois et les besoins du ménage estimés à 7000 kg/an.

Le système traditionnel est déficitaire en fourrage et en bois de feu quelle que soit la taille de l'exploitation. La diversification et/ou l'intensification parviennent à couvrir les besoins en fourrage dans les deux cas, mais la production en bois sont insuffisantes dans les exploitations de 50 ares quel que soit le système de production adopté.

### 2° Gestion de l'eau et contrôle de l'érosion

On a testé la capacité de la part des résidus utilisés comme paillis à réduire le ruissellement et à contrôler l'érosion uniquement pour le paillis en bandes qui s'est révélé beaucoup plus efficace que la méthode traditionnelle de paillis en couronne aux pieds des bananiers (RISHIRUMUHIRWA, 1993).

L'objectif est supposé atteint lorsque le ruissellement annuel moyen (Kram) est ramené à moins de 2,5% et l'érosion en dessous de 2,5 t/ha/an, sachant que les risques de pertes en terres dans les conditions expérimentales de Mashitsi sont 185,3 t/ha/an sur parcelle nue (RISHIRUMUHIRWA, 1997).

Pour cela, nous avons supposé que les excédents de production foliaires (production totale – fourrage) sont affectés au paillage. Ces excédents de production foliaire, destinés au paillage, sont transformés en taux de couverture du sol qui sont ensuite utilisés dans les équations ci-dessous développées pour l'estimation des risques de ruissellement et d'érosion pour le paillage en bandes :



$$\text{Kram} = 7,37 - 3,53 \text{ Log } X \quad (\text{RISHIRUMUHIRWA, 1997})$$

$$\text{Log } C = 0,20 - 1,41 \text{ Log } X \quad (\text{RISHIRUMUHIRWA, 1997})$$

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Taux de résidus au sol, ruissellement annuel moyen et risque d'érosion en fonction des systèmes culturaux et de la taille des exploitations.

Système cultural	0,50 ha				1 ha			
	Taux résidus.	Kram en %	Indice C	Erosion t/ha/an	Taux résidus	Kram en %	Indice C	Erosion t/ha/an
Sol nu	0%	21,3	1	185,3	0%	21,3	1	185,3
Traditionnel	0%	7,4	0,22	40,8	0%	7,4	0,25	46,3
Diversifié (1)	33%	2,0	0,012	2,2	18%	2,9	0,03	5,5
Diversifié (1) + intensifié	85%	0,6	0,007	1,3	62%	1,0	0,008	1,5
Diversifié (2) + intensifié	100%	0,3	0,003	0,6	85%	0,6	0,005	0,9

Source : RISHIRUMUHIRWA, T., 1997.

Où Diversifié (1) = (125 arbres/ha + haies tous les 10 m)

Diversifié (2) = (250 arbres/ha + haies tous les 10 m)

D'après ce tableau, le ruissellement et l'érosion restent largement au dessus des seuils de tolérance dans les exploitations traditionnelles. Ils sont, par contre, bien contrôlés dans les systèmes diversifiés si l'exploitation a 50 ares et dans les systèmes à la fois diversifiés et intensifiés quand la taille des exploitations atteint 1 ha.

### 3 ° Couverture des besoins en vivres et de première nécessité

La satisfaction des besoins en vivres est la caractéristique principale des systèmes traditionnels de production. L'exploitation doit, en outre, satisfaire aux autres besoins essentiels du ménage tels que l'habillement, les soins de santé, la scolarisation etc. On a donc testé la capacité des différents systèmes à couvrir ces besoins.

La production d'une exploitation d'un ha est de l'ordre de 7888 kg de vivres/an en système diversifié et intensifié alors qu'elle atteint à peine 4920 kg pour les exploitations de 50 ares (RISHIRUMUHIRWA, 1997). Si l'on admet qu'il faut commercialiser environ 2000 kg de vivres pour couvrir les besoins non alimentaires du ménage, on arrive à une couverture vivrière (en poids frais) de 2,6 kg/ personne /jour et de 1,3 kg/personne/jour respectivement pour les exploitations d'un ha et de 50 ares. Les très petites exploitations (50 ares) semblent donc incapables d'assurer un fonctionnement durable garantissant des ressources vivrières et économiques suffisantes.

## 4. Conclusions

Les résultats de l'IRAZ confirment ceux de l'ISABU et ceux obtenus en Afrique de l'Ouest. En particulier, ils ont permis d'estimer l'érosivité et l'érodibilité qui accusent des valeurs plutôt faibles. Ce qui montre que le ruissellement et l'érosion hydrique sont essentiellement associés aux pentes fortes et à la disparition du couvert végétal naturel en raison d'une surexploitation des terres à des fins agro-pastorales.

Le paillage complet et, à défaut, en bandes s'est montré très efficace dans la gestion du ruissellement et dans le contrôle de l'érosion.

Sur base des résultats expérimentaux, L'IRAZ a proposé des équations de modélisation du ruissellement et de l'érosion en fonction du taux de couverture du sol.

Il est apparu que la mise en œuvre d'une gestion durable des exploitations traditionnelles suppose, au préalable, l'adoption de nouvelles méthodes de production associant à la fois l'agroforesterie et l'intensification agricole pour maximiser non seulement la production vivrière, mais également de bois de feu et de résidus dont une partie est utilisée comme fourrage et une autre comme paillis dans les cultures.

Si toutes ces mesures sont prises, la viabilité des systèmes dépendra en grande partie de la taille des exploitations. Celles disposant d'un ha semblent répondre aux principaux indicateurs de durabilité retenus (fourrage, bois de feu, maîtrise du ruissellement et contrôle de l'érosion, autosuffisance vivrière). Il n'en va de même avec les exploitations de 50 ares pour lesquels le déficit en bois de feu et en vivres ne peut être comblé même dans l'hypothèse d'une forte diversification associée à l'intensification.

Les systèmes proposés se révèlent donc efficaces pour autant que les exploitations ne descendent pas en dessous d'une taille critique qui semble atteinte avec 50 ares, cas de plus de 25% des exploitations du plateau central du Burundi.

Dans ces conditions, le secteur agricole devient incapable de subvenir seul aux besoins des ménages. On doit alors se tourner de plus en plus vers l'artisanat, la petite industrie impliquant notamment la transformation des produits agricoles de bases (jus, farine, bière, vins et liqueurs de banane ...) et vers toute autre activité créatrice d'emplois et génératrice de revenus non agricoles. C'est un des défis majeurs qui se posent aux responsables des politiques de développement du Burundi et des pays voisins à structure agraire comparable.

## BIBLIOGRAPHIE

- BANQUE MONDIALE, 1988. Rapport n° 6754-BU, Burundi, problèmes d'ajustement structurel, Washington, 263 p.
- DUCHAUFOR, H., BIZIMANA, M. ET MIKOKORO, C., 1991. - Rapport Annuel ISABU 1989-1990, Partie Erosion. Département des études du milieu et des systèmes de production. Programme Agroforestier, Sylviculture et Erosion. ISABU.
- DUCHAUFOR, H., BIZIMANA, M. ET MIKOKORO, C., 1992. - Les acquits de la recherche à l'ISABU en matière de protection et de restauration des sols. Séminaire sur l'érosion des sols au Burundi. 24 p.
- KARIKURUBU, J., et GACIYUBWENGE, E., 1992. - Evaluation de l'indice d'agressivité climatique de l'équation de Wischmeier dans les régions du Moso et du Bweru. Mémoire ISA, Université du Burundi, 44 p.
- KAYOYA, P.C., 1990. - Evaluation de l'indice d'agressivité climatique de l'équation de Wischmeier sur le plateau central du Burundi: Région du Kirimiro. Mémoire ISA, Université du Burundi, 58 p.
- NEUMANN, I., et PIETROWICZ, P. - Projet Agro Pastoral de Nabisindu. Etudes et expériences. N° 9. 126 p.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1993. - Contribution des résidus du bananier en conservation de l'eau et du sol. Bul. Eros. n° 13, Montpellier, pg. 63 - 70.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1996. - The contribution of banana farming systems in sustainable land use in Burundi. Submitted to the 9<sup>th</sup> ISCO conference, Bonn.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1997. - Rôle du bananier dans le fonctionnement des exploitations agricoles sur les hauts plateaux de l'Afrique orientale (application au cas de la région du Kirimiro - Burundi). Thèse n°1636, EPFL, Lausanne.
- ROOSE, E., 1975. - Dix années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte-d'Ivoire. Contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu intertropical. Thèse Doct. Fac. Sc. Abidjan, ORSTOM Abidjan, 125 p.
- ROOSE, E. et GODEFROY, J.; 1977. Pédogénèse actuelle d'un sol ferrallitique remanié sur schiste sous forêt et sous bananeraie fertilisée de basse Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XV, n° 4, 1977, pp 409 - 436.
- SIMBAKWIRA, N., 1995. - Evaluation de l'indice d'agressivité climatique de l'équation de Wischmeier dans les stations de Tora et de Teza en région du Mugamba. Mémoire ISA, Université du Burundi, 78 p.
- 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° 282, 58p.

**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Rishirumuhirwa, T. - Acquis de la recherche en gestion conservatoire de la fertilité, de l'eau et du sol au Burundi, pp. 287-296, Bulletin du RESEAU EROSION n° 19, 1999.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)