

Productivité de biomasse et gestion durable des exploitations dans le cas des plateaux à forte population du Burundi.

par

Théodomir RISHIRUMUHIRWA * et Eric ROOSE**

Résumé

Les tropiques humides d'altitude sont caractérisés par des sols acides très désaturés, carencés en phosphore, à très faible potentiel de production. Ces sols ferrallitiques sont observés notamment dans les régions bananières des Grands Lacs en Afrique orientale où les densités de populations sont très élevées (500 à plus de 1000 habitants au km²) sur des collines à fortes pentes.

Les agriculteurs de ces régions ont développé des systèmes de production basés sur la concentration et le recyclage des matières organiques sur la bananeraie et les cultures associées autour de l'habitat et de l'étable. Parallèlement, ils font appel aux techniques de lutte antiérosive principalement les associations culturales, la fumure organique et le paillage.

On a analysé ailleurs les pertes en eau et en terre sous bananiers (RISHIRUMUHIRWA, 1997). On a démontré qu'on pouvait réduire les risques de ruissellement et d'érosion en utilisant les résidus de la bananeraie pour réaliser un paillage partiel en bandes (RISHIRUMUHIRWA, 1996). Mais le problème consiste maintenant à augmenter et à optimiser la production de biomasse sur des exploitations dont la taille est réduite de 1 à 0,5 ha lorsque les jachères et les terrains domaniaux disparaissent.

L'article se propose de montrer l'optimisation de l'usage de la biomasse en vue de produire la nourriture, le bois de chauffe, le fourrage et le paillage selon deux scénarios correspondant à deux niveaux de pression démographique.

Pour obtenir suffisamment de biomasse, il faut introduire des techniques de diversification des sources de biomasse par l'agroforesterie (arbres et haies vives) et par l'intensification de l'agriculture à l'aide d'engrais minéraux.

L'article montre que la durabilité des exploitations de plus d'un ha est atteinte si on fait appel à l'agroforesterie et à l'usage d'un minimum d'engrais minéraux, par contre, dès que la pression foncière réduit la taille des exploitations à 0,5 ha, on observe forcément un déficit de la production vivrière et énergétique. Actuellement, plus de 25% des exploitations sont dans

1. Introduction

L'étude de l'influence des facteurs anthropiques sur l'érosion hydrique et la productivité des terres montre que les systèmes de production évoluent en fonction de la pression démographique (ROOSE, 1993). Ces changements interviennent souvent à la suite de crises érosives et contribuent à en corriger les effets néfastes. On passe ainsi de l'agriculture itinérante aux systèmes d'intensification croissante associant labour, fumier, chaulage et engrais NPK.

Ce constat nous a amené à étudier les systèmes culturaux du plateau central du Burundi caractérisé par une forte densité de population, un climat tropical sub-humide, des pentes très favorables à l'érosion hydrique et des sols pauvres, acides et désaturés. De plus, les agriculteurs traditionnels disposent de peu de revenus et l'agriculture est elle-même orientée vers l'autosuffisance alimentaire avec très peu d'intrants et d'échanges commerciaux.

Dans ce contexte, les agriculteurs ont développé des systèmes culturaux, largement dominés par le bananier, dont le fonctionnement est basé sur des techniques de transferts de biomasse vers les habitations et leur transformation en fumier (si élevage) et/ou en compost ainsi qu'en cendres avant d'être utilisés sur les cultures comme fertilisants.

L'objet de cet article est d'étudier le potentiel des systèmes traditionnels, de mettre en évidence leurs limites et de proposer des innovations pouvant assurer leur durabilité grâce à l'optimisation de la production et de l'affectation de biomasse dans une approche globale de gestion de l'eau et de la productivité des terres agricoles.

2. Matériels et méthodes

2.1. Le milieu

Le Burundi est un pays d'Afrique centrale (régions des grands lacs) de 28000 km² pour une population d'environ 6000000 d'habitants. Le centre du pays est caractérisé par des plateaux dont l'altitude varie de 1500 à 1900 m. La station de Mashitsi où les essais ont été menés se trouve au cœur de ces plateaux, dans la région naturelle du Kirimiro, à 12 km de la ville de Gitega, à +/- 1650 m d'altitude.

Le sol du site d'essai est acide, lessivé et de texture argileuse. Ses caractéristiques dans les 20 premiers cm sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques agrochimiques du sol de l'essai de Mashitsi (à 20 cm).

prof. en cm	horiz.	Ref. à 2 mm	Granulométrie (µm) en %								Matière organique		
			0 2	2 20	20 50	50 100	100 250	250 500	500 1000	1000 2000	C en %	N %	C/N
0-20	A1	—	50,3	2,1	4,9	7,2	23,0	11,1	1,3	0,1	1,42	0,09	16
pH 1/5 20°C	Cond.	Complexe adsorbant en méq./100 g								P			
		cations basiques			Valeurs S/TV			Δ - Δ3+		Ind.	ppm		

- Les exploitations agricoles de la région sont très petites, leur taille moyenne est de 88 ares mais plus de 25% d'entre elles ont moins de 50 ares alors que 17,5% sont comprises entre 90 et 140 ares. La densité de la population est très élevée. Elle est en moyenne de 694 habitants au km² et chaque ménage compte 6,1 personnes.
- Les systèmes d'exploitations sont basés sur la gestion des résidus agricoles utilisés pour la production du fumier / compost recyclés ou brûlés au champ. La

3. Résultats en station

3.1. Production de grains et de résidus du haricot et du maïs

Le tableau 2 donne les rendements moyens en grains et en résidus de 2 campagnes de récolte pour le haricot et d'une campagne pour le maïs.

Tableau 2 : Rendement en grains (poids sec) et production de résidus (en M.S.) du haricot et du maïs en kg/ha à la station de Mashisti.

Cultures	Doses de fumier	Rendement en grains	Production de résidus	Coefficient de variation	Groupe homogène	Rapport grains/résidus
Haricot	3 t/ha	344	70	22%	A	4,9
	6 t/ha	589	250		B	2,4
	9 t/ha	939	448		C	2,1
Maïs	3 t/ha	494	1066	19%	A	0,5
	6 t/ha	1597	1954		B	0,8
	9 t/ha	1862	2445		B	0,8

Il ressort de ce tableau que le haricot produit très peu de résidus. Le maïs en produit cinq à quinze fois plus. Dans les deux cas, la fumure organique contribue à accroître les rendements, les multipliant par 3 à 4, quand les doses de fumier passent de 3 à 9 tonnes/ha/an.

Les valeurs moyennes des rapports grains/résidus observées en station sont respectivement de 3,1 pour le haricot et de 0,7 pour le maïs.

En réalité, ces rapports varient avec les conditions du milieu, la fertilité, l'état phytosanitaire des cultures et les variétés cultivées. On peut cependant admettre qu'ils se rapprochent de ceux du milieu rural étant donné que les rendements en grains enregistrés en station se rapprochent de ceux observés dans la région sur les deux cultures.

3.2. Rendements en régimes et production de résidus du bananier

Les productions de résidus et de régimes (en poids frais) de Poyo, Mwazirume et Gisahira sur culture paillée ou non et avec différentes densités de plantation sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Production de résidus en kg de M.S. /ha/an et rendement en régimes de Poyo, Mwazirume et Gisahira à Mashiti en poids frais.

Traitements : mode de paillage et densité de plantation	Prod. Feuilles	Prod. Stipes	Total résidus	Prod. régimes	Coef. Var.	Groupes homogènes	Rapport régime/Résidus
Poyo paillé (3 m x 3 m)	1811	4316	6127	9157		A	1,5
Mwazirume paillé (3 m x 3 m)	1511	3929	5440	9324	9%	A	1,7
Gisahira paillé (3 m x 3 m)	1462	3537	4999	6716		B	1,3
Gisahira non paillé (2 m x 3 m)	744	1947	2721	5468		A	2,0
Gisahira non paillé (3 m x 3 m)	487	1179	1666	3842	11%	B	2,3
Gisahira non paillé (5 m x 3 m)	311	789	1097	2464		C	2,2

La production de résidus par le bananier est plus importante que celle des autres cultures. Elle est nettement améliorée par l'apport de paillis et augmente avec la densité de plantation.

En l'absence de paillis, les rendements en régimes et en résidus sont très bas. Ceci est probablement dû aux conditions marginales de fertilité des sols de la station de Mashiti et au mauvais état phytosanitaire des plantations, en particulier suite aux attaques de *Cosmopolites sordidus* sur Gisahira.

En Côte d'Ivoire, sous des conditions de température et d'humidité plus favorables et avec de fortes fumures minérales, ROOSE et GODEFROY, citant PREVEL (1977), rapporte des productions de 17 t de M.S. sur un cycle de 10 mois.

AN PIVRE de ROOSE NDAVIZIGIVE et SEKAVANGE (1994) se basent sur les

l'érosion. L'exploitation doit également couvrir ses besoins en bois de chauffage assurant à la fois la cuisson des aliments et la production de cendres utilisées comme fertilisants minéraux.

Pour satisfaire tous ces besoins, nous proposons d'optimiser la production biomassique des résidus au sein de l'exploitation et de l'affecter de manière judicieuse entre ses différentes utilisations possibles. L'optimisation peut être réalisée grâce à la diversification, à l'intensification ou à la combinaison des deux techniques. La biomasse produite sera prioritairement affectée au fourrage, au paillage des cultures et à la satisfaction des besoins énergétiques du ménage.

La diversification est réalisée grâce aux techniques agroforestières qui consistent à aménager des haies vives et à introduire des arbres à buts multiples dans l'exploitation (fourrage, paillage, tuteurage, bois de chauffage, d'œuvre ou de construction, fixation symbiotique d'azote, etc.). La production des arbres et des haies dépend des espèces, de la densité des arbres et de la distance entre les haies.

En adoptant les haies de *Calliandra* et de *Leucaena* distantes de 10 m et 125 tiges de *Grevillea* par ha (cycle de production de 9 ans) NEUMANN et PIETROWICZ ont montré qu'on arrive à une production d'environ 2000 kg de feuilles d'arbustes et 3,15 m³ de grume (3308 kg), 2782 kg de branchage et 1220 kg de fétilles de *Grevillea* par ha/an.

L'intensification de la production agricole est une autre technique d'accroissement de la productivité de l'exploitation en biomasse. Elle consiste soit à produire deux récoltes par an sur la même unité de surface soit à augmenter les rendements des cultures.

Pour ce dernier cas, les rendements du bananier pourraient passer de la production actuelle estimée à 12 t/ha à plus de 25 t/ha (cas de Kibungo au Rwanda) sur de meilleurs sols, en cultures paillées mais sans engrais minéraux. Dans les plantations industrielles de basses altitudes, on arrive à des productions en régimes de 50 t/ha/an.

En admettant un taux de conversion récolte/résidus de 1,8 la production annuelle de résidus (exprimée en matière sèche) passerait de 6,6 t/ha en plantations traditionnelles à environ 13,9 t/ha si on procède à l'intensification et à 27,8 t/ha en plantations industrielles.

Les céréales se prêtent également bien à l'intensification. Le recours à la fumure organique seule permet d'atteindre des rendements en grains de maïs de 2 t/ha/récolte. 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.

Diversification, intensification, et combinaison des deux techniques permettent d'augmenter la production de biomasse.

- la satisfaction des besoins en bois de chauffage (7000 kg/an/ménage) et en

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

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

Les résultats obtenus par ce modèle sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : 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%	2,6	0,017	2,7	18%	2,0	0,03	5,5

Pour renverser cette tendance, il est recommandé d'augmenter la production des résidus feuillus et ligneux en procédant en même temps à la diversification des sources de biomasse au sein de l'exploitation (agroforesterie) et par l'intensification des cultures. Dans ces conditions, la viabilité des systèmes dépendra en grande partie de la taille des exploitations. En effet, les exploitations 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 en dessous d'une taille critique qui semble atteinte avec 50 ares, cas de plus de 75% des exploitations du plateau central du Burundi, d'après les enquêtes agricoles à

Dans ces conditions, le secteur agricole devient incapable de subvenir seul aux besoins des ménages et on doit 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 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.
- 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 9th ISCO conference, Bonn.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1997. - Rôle du bananier dans le fonctionnement des exploitations