

## **De l'agroforesterie traditionnelle à l'agriculture écologique moderne - stratégies pour la conservation de la fertilité des sols aux Hautes Terres de l'Afrique de l'Est**

**Dieter KÖNIG**

Prof. Dr., Département de Géographie, Universität Koblenz  
Universitätsstraße 1, D-56070 Koblenz, R.F.A. e-mail : dkoenig@uni-koblenz.de

### **Abstract**

*In Eastern Africa, traditional agroforestry practices were developed by smallholders to avoid resource degradation in densely populated areas. The paper shows how "modern" agroforestry can learn from these traditions to arrive at a sustainable, "ecological" agricultural production. Based on measurements runoff and soil loss, of biomass production and nutrient fluxes, the author resumes twenty years of research at the Projet Agricole et Social Interuniversitaire (PASI) at Butare, Rwanda.*

### **1. L'agroforesterie traditionnelle en Afrique de l'Est**

Dans les régions très densément peuplées des Hautes Terres d'Afrique Orientale, les agriculteurs ont développé – de façon autonome – des techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de la fertilité des sols qui permettent une production agricole soutenable malgré une forte densité de la population (800 à plus de 1.000 hab./km<sup>2</sup>). Chez les Wachagga au Kilimandjaro et chez les Wahambaa à Usambara – pour donner deux exemples de la Tanzanie étudiés par l'auteur – il s'agit de systèmes agroforestiers à étages multiples.

Dans l'étage supérieur du système des Wachagga – qui est pris comme exemple parce qu'il est le plus élaboré - les arbres autochtones comme *Albizia schimperiana*, *Cordia africana* et *Olea welwitschii* jouent un rôle clef comme arbre d'ombrage produisant une grande quantité de feuillage. Le deuxième étage est composé par des arbres indigènes comme *Croton macrostachyus*, *Rauwolfia caffra* ou *Ocotea usambarensis* ainsi que par des arbres exotiques comme *Grevillea robusta* ou *Persea americana* (avocatier). Dans le troisième étage, les bananiers dominent – ils sont accompagnés de quelques arbres fruitiers comme *Psidium guajava* (goyave), *Morus alba* et par diverses espèces de *Citrus*. En dessous de cet étage, les Wachagga cultivent un café de très bonne qualité. L'étage inférieur est occupé par des cultures associées qui couvrent toute la surface ; il s'agit essentiellement de cultures annuelles comme *Colocasia*, *Dioscorea* (igname), patates douces et haricots.

L'énorme production de biomasse de ces jardins occupés par de nombreuses espèces pérennes ou annuelles est garanti par un système d'irrigation très élaboré et par un approvisionnement continu en matière organique (feuillage, déchets de cuisine, fumier produit par de bétail dans des étables). Pendant toute l'année, le sol est couvert à cent pour cent de feuilles (soient vives ou mortes) - ce qui garantit une infiltration des eaux de pluies même pendant les fortes averses. Par conséquent, il n'y a pas la moindre trace d'érosion même sur des pentes fortes. En bref, les expériences paysannes autochtones dans des régions d'Afrique Orientale densément peuplées ont mené à la création de systèmes agroforestiers dont les éléments principaux sont (KÖNIG, 1992) :

- l'intégration des arbres et des haies dans les parcelles de cultures ;
- la mise en place de cultures associées ;
- la substitution de la jachère par l'emploi d'engrais verts ;

- l'intégration de l'élevage dans le système de culture ;
- le recyclage de la biomasse dans un cycle fermé ;
- l'intégration de la lutte antiérosive.

## 2. L'agriculture écologique agroforestière moderne :

Ce chapitre donne un aperçu des études menées au sein d'un système agroforestier au Rwanda depuis 1985. Le terrain d'expérimentation, qui fait partie du Projet Agricole et Social Interuniversitaire (PASI) est situé à Butare au Sud du Plateau Central Rwandais (altitude de 1700 m, précipitation annuelle moyenne de 1280 mm en neuf mois (régime bimodal), température annuelle moyenne de 20°C). Les expériences ont été menées sur un sol ferrallitique fortement dégradé, très acide (pH 3,8 à 4) et pauvre en éléments nutritifs.

Les parcelles sont cultivées selon les méthodes de l'agriculture écologique agroforestière qui se base sur les méthodes autochtones décrites ci-dessus et qui essaie de lutter, par une approche intégrale du problème, contre l'érosion des sols et contre la dégradation de sa fertilité. Elle a pour but la régénération et la stabilisation de la fertilité du sol dans un système de production bien adapté aux conditions écologiques et humaines de la région.

### 2.1. Érosion et conservation des sols

Malgré une érosivité des pluies relativement modérée (facteur  $R_{USA}$  d'après WISCHMEIER et SMITH autour de 350) on a constaté une érosion énorme sur les parcelles non protégées (plus de 400 t/ha/an sur sol nu et plus de 200 t/ha/an sous manioc sur une pente de 28 %). Dans ces conditions, l'intégration des arbres et surtout des haies de *Calliandra calothyrsus*, permet une réduction de l'érosion et des pertes en matière organique et en éléments nutritifs, à un niveau « tolérable » (1-3 % des valeurs initiales, voir tableau 1). Des résultats comparables (jusqu' à 500 t/ha/an sur sol nu, 120 à 250 t/ha/an sous cultures non protégées, 1 à 2 t/ha/an sur parcelles protégées par des haies vives) ont été obtenu par F. Ndayizigiye à Rubona (ROOSE, NDAYIZIGIYE et SEKANYANGE, 1993).

Les résultats obtenus sur la parcelle agroforestière 1 (voir tableau 1) montrent que la seule introduction des arbres et des méthodes d'agriculture écologique ne suffit pas à réduire les pertes de terre à un niveau acceptable (plus de 60 t/ha/an sous *Grevillea*). Seulement l'intégration des haies de légumineuses fait de l'agroforesterie un système de production valable en vue de la conservation du sol. Grâce au développement rapide de ces haies, l'érosion a été réduite à moins de 16 tonnes par hectare et par an depuis la deuxième saison après leur plantation et à moins de 3 t/ha/an depuis la cinquième année après la plantation, c'est-à-dire à moins de 1,5% des pertes sur la parcelle témoin cultivée de façon traditionnelle.

Les résultats les plus encourageants (une réduction durable de l'érosion à moins que 0,5 % des pertes mesurées sur la parcelle cultivée avec du manioc), ont été obtenus par la méthode d'alley-cropping sur des microterrasses d'une largeur de 0,5 m et d'un écartement de 5 m, plantées d'une ligne double de *Calliandra calothyrsus*.

Les lignes d'herbes, qui sont très efficaces pendant les deux premières années, perdent leur efficacité (ainsi que leur productivité) après quelques années (voir tableau 1). Par contre, les haies arbustives sont toujours très efficaces, même 20 ans après leur plantation.

### 2.2. Production de biomasse

Par l'intégration des arbres et des arbustes dans le système de production agricole, l'agroforesterie permet une haute production en biomasse même sur des sites dégradés. Puisqu'il existe très peu d'expérience sur l'intégration d'autres arbres que *Grevillea robusta* dans des systèmes agroforestiers, 32 différentes espèces d'arbres ont été plantées en novembre 1985. Des relevés dendrométriques qui ont été fait à maintes reprises montrent que, à Butare, les meilleurs résultats ont été obtenus avec les arbres autochtones *Maesopsis eminii* et *Polyscias fulva* (fig. 1). Pendant que les arbres exotiques (p. ex. *Grevillea*, *Cedrela*) montrent une bonne croissance initiale, les espèces autochtones sont – à la longue – plus productives et concurrencent moins les cultures vivrières.

Tableau 1 : Evolution de l'érosion du sol mesuré au PASI, Butare (érosion moyenne annuelle mesuré sur parcelles d'expérimentation de 100 m<sup>2</sup> avec une pente de 28% pendant les six premières saisons de culture (1987/88 à 1989/90) et les sept saisons suivantes (1991/92 à 1993/94)).

parcelle / traitement	Erosion du sol [t/ha/a]		
	1987/88 à 1989/90	1991/92 à 1993/94	changement relatif [%]
<b>témoin A</b> : jachère nue (témoin universel)	557	392	- 29,7
<b>témoin B</b> : cultures paysannes (manioc)	303	195	- 35,6
<b>parcelles agroforestières :</b>			
1 <i>Grevillea</i> + cultures associées sans protection antiérosive supplémentaire	111	57,3	- 48,4
2 <i>Grevillea</i> + <i>Calliandra</i> (alley-cropping), culture paysanne (manioc)	15,9	2,7	- 83,2
3 <i>Grevillea</i> + <i>Calliandra</i> , cultures associées	12,2	2,3	- 81,0
4 <i>Grevillea</i> + <i>Calliandra</i> (semis direct) cult. assoc.	7,5	1,7	- 77,1
5 <i>Grevillea</i> + <i>Leucaena</i> , cultures associées	7,3	7,1	- 2,8
6 <i>Grevillea</i> + <i>Setaria</i> , cultures associées	3,2	5,0	+ 55,7
7 <i>Grevillea</i> + <i>Calliandra</i> (alley-cropping), cult. assoc.	2,9	0,6	- 80,1
8 <i>Grevillea</i> + <i>Leucaena</i> (cult. assoc. + billons)	3,8	1,4	- 64,4

En ce qui concerne l'intégration des arbustes, les meilleurs résultats ont été obtenus avec des haies de *Calliandra calothyrsus* plantées à un écartement de 0.5x5 m. Cela permet de produire jusqu'à 24 tonnes de biomasse par hectare et par an, dont 15 tonnes de feuilles, qui donnent un fourrage excellent. Les feuilles produites dans une haie de *Calliandra* (2000 m par hectare) coupée trois fois par an contiennent jusqu'à 105 kg de N, 47 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 26 kg de K<sub>2</sub>O. La production de *Leucaena leucocephala* est inférieure à celle de *Calliandra*, qui est mieux adaptée aux sols acides et aux hautes altitudes.

Malgré leur forte croissance initiale, les herbes produisent beaucoup moins de biomasse que les arbustes. Cinq ans après leur plantation, les lignes d'herbes antiérosives (avec *Pennisetum*

*purpureum* ou *Setaria splendida*) ont été fortement dégradées ou même disparues, tandis que les haies arbustives sont très productives.

L'association « arbres + herbes » dans des « lignes antiérosives » est à déconseiller : Les effets de concurrence entre les herbes et les cultures vivrières et les arbres sont importants, surtout quand ces lignes d'herbes sont composées des espèces à croissance rapide comme *Pennisetum* ou *Tripsacum*. Il en résulte une croissance tardive des arbres et une forte diminution de leur production en biomasse. Même après la disparition de la majeure partie des rhizomes d'herbacées, la croissance des arbres continue à souffrir du manque d'éléments nutritifs. Ce résultat souligne l'importance d'études à long terme. L'intégration de lignes d'herbes dans les systèmes agro forestiers est souvent conseillée et justifiée en raison de la production de biomasse supérieure et son effet antiérosif. La baisse de la productivité et de l'effet conservatoire reste souvent méconnue, la période d'observation des travaux de recherche étant souvent limitée à moins de trois ans.

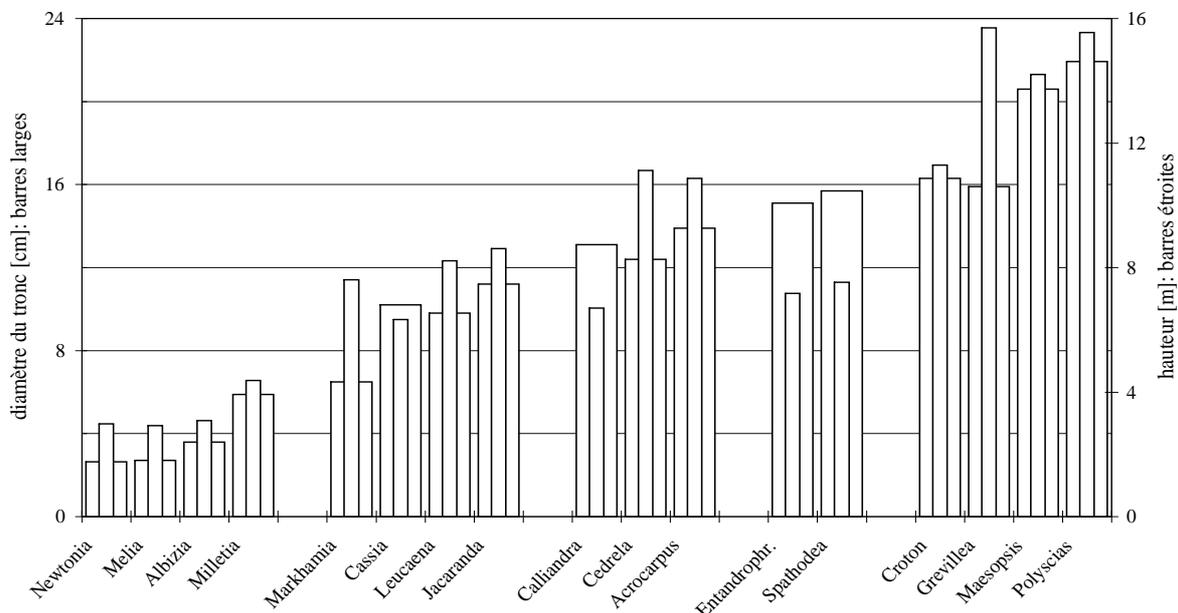


Fig. 1: Diamètre moyen et hauteur moyenne des arbres de 10 ans (terrain d'expérimentation du PASI)

### 2.3. Amélioration de la fertilité des sols

L'agriculture écologique agroforestière permet une production durable; elle garantit la sauvegarde de la fertilité du sol à long terme. Les arbres et les haies de légumineuses contribuent au recyclage des éléments nutritifs et à l'approvisionnement du système en C et N. Par le compostage, la haute production en biomasse du système agroforestier peut être valorisée pour améliorer la production végétale.

Par contre, les méthodes « biologiques » seules ne peuvent pas rétablir la fertilité d'un site déjà dégradé : un apport minéral supplémentaire (P et souvent Ca, Mg et oligo-éléments) semble nécessaire. Ce résultat a été confirmé par les expériences de F. Ndayizigiye à Rubona (ROOSE, NDAYIZIGIYE et SEKANYANGE, 1993). La valorisation de la biomasse produite dans des systèmes agroforestiers est difficile. Selon nos expériences, la technique de l'engrais vert n'a pas la capacité de régénérer des sols dégradés. Malgré une production de biomasse de 18 à 25 tonnes par hectare, un engrais vert installé sans fumure améliorante reste souvent sans influence significative sur la croissance des cultures qui suivent. La fixation d'azote des légumineuses est entravée par les

carences en éléments nutritifs (en particulier P) rencontrées dans le sol; la reprise trop lente des engrais verts a eu pour conséquence de fortes pertes de sol même en deuxième saison culturale.

Une alternative beaucoup plus prometteuse aux engrais verts est le système d'alley-cropping qui est un système de « jachère simultanée ». Une haie isohypse de *Calliandra* ou de *Leucaena* - une fois installée sur 10 à 20 pour cent de la superficie de la parcelle - peut produire presque autant de biomasse par ha et par an que des engrais verts qui occupent toute la parcelle. Une haie de légumineuses n'est pas seulement plus facile à entretenir, mais aussi beaucoup plus efficace en ce qui concerne la fixation d'azote et le recyclage des éléments nutritifs.

### **Bibliographie**

- KÖNIG, D. (1992). L'agriculture écologique agro-forestière - une stratégie intégrée de conservation des sols au Rwanda. Bull. Réseau Erosion, IRD-Montpellier, 12 : 130-139.
- ROOSE, E., F. NDAYIZIGIYE et L. SEKANYANGE, (1993). L'agroforesterie et la GCES au Rwanda. Comment restaurer la productivité des terres acides dans une région tropicale de montagne à forte densité de population ? Cahiers ORSTOM, Pédol., 28, 2 : 327-349.