

CONTRIBUTIONS DES METHODES AGRO-FORESTIERES  
A LA LUTTE ANTI-EROSIVE AU RWANDA

Communication à la 7ème Réunion du Réseau Erosion  
à Montpellier, Sept. 1990

Dieter KÖNIG  
(Projet Agricole et Social Interuniversitaire Butare  
Geographisches Institut der Universität Mainz  
Postfach 3980, D - 6500 Mainz)

## 1. Introduction

En ce qui concerne la conservation du sol, beaucoup d'auteurs ont attribué de multiples effets positifs aux méthodes agro-forestières (EGLI 1985, p.14 et suiv.; NAIR 1983, p.100 et suiv.). Pourtant la plupart de ces publications se base sur des suppositions ou sur l'analyse de l'un ou l'autre paramètre isolé, tandis que des études quantitatives de l'érosion dans des systèmes agro-forestières sont très rares (YOUNG 1986, p.57).

Pour cette raison l'auteur veut présenter les résultats préliminaires des premières années de recherche sur des parcelles expérimentales à Butare, Rwanda.

## 2. Le système d'agriculture écologique agro-forestière

### 2.1. Caractéristiques principales

L'agriculture écologique agro-forestière cherche à régénérer et à conserver la fertilité du sol au cadre d'un approche intégral qui est adapté aux conditions écologiques et humaines de la région.

Les éléments principaux de ce système de production sont les suivants (EGGER/ROTTACH 1986, p.231 et suiv.):

- l'intégration des arbres et des haies sur les parcelles
- la mise en place de cultures associées
- l'emploi d'engrais verts
- l'intégration de l'élevage (stabulation du bétail)
- le recyclage de la biomasse et l'utilisation du compost.

L'intégration de l'arbre est un élément-clé dans ce système de production qui garantit une utilisation efficace de l'espace. A condition que les houppiers et les racines des arbres soient taillés régulièrement et que les lignes d'arbres soient élaguées à partir de la sixième année après la plantation, une production de bois considérable peut être intégrée dans les exploitations sans influence significative sur les rendements agricoles.

## 2.2. Effets supposés sur l'érosion du sol

Au lieu d'une simple addition d'un dispositif mécanique (comme les fossés anti-érosifs qui sont bien répandus au Rwanda), la "lutte anti-érosive" dans un système agro-forestier consiste en un complexe de mesures mécaniques et biologiques qui tentent de prendre le problème à la base. Les effets supposés d'un tel système comprennent

- la diminution du splash par la "culture en trois étages", par une bonne couverture du sol et par le mulch fourni par les haies et les arbres;
- l'augmentation de la capacité d'infiltration du sol par l'approvisionnement continu en matière organique (engrais verts, fumier et compost, feuilles des plantes ligneuses) ce qui contribue également à une plus forte activité biologique (macro-porosité, stabilité structurale) du sol;
- la diminution du ruissellement par des bandes d'infiltration composées d'arbres, d'arbustes et/ou d'herbes qui suivent les courbes de niveau et par des méthodes culturales (culture en lignes, culture en billons, application du mulch);
- la formation des terrasses progressives par les terres qui ont été pourtant érodées et qui ont été sédimentées dans les haies;
- l'interception des pluies et l'augmentation de l'évapotranspiration par les arbres ce qui contribue à réduire l'humectation du sol étant une cause principale de l'érosion par mouvement de masse.

A côté des effets positifs décrits, l'intégration des arbres comporte aussi des risques: Surtout les grands arbres augmentent le poids total du sol. Au cours des averses qui sont très souvent accompagnées de vents à haute vitesse, les arbres transmettent de grands moments au sol et augmentent de cette manière les risques de l'érosion par mouvement de masse. En outre l'interception de la pluie par les houppiers d'arbres augmente la taille des gouttes et ainsi, au moins à partir d'une certaine hauteur des arbres, l'érosivité des pluies (BRANDT 1989, p.514 et suiv.). D'ailleurs l'eau de pluie qui descend les troncs des arbres, peut représenter un apport non négligeable au ruissellement concentré.

Selon les conditions locales on peut observer plusieurs des phénomènes décrits ci-dessus. Mais seulement l'étude à long terme des pertes de terre, sur parcelles expérimentales, permet d'évaluer les effets cumulatifs.

## 3. Etudes quantitatives des pertes de sol

### 3.1. Objectifs

Le dispositif expérimental installé sur le terrain du P.A.S.I. à Butare sert à

- évaluer l'efficacité d'un système agro-forestier avec Grevillea robusta plantée à 5 sur 10 mètres (200 arbres/ha) en vue de la conservation du sol

- comparer l'effet de différents espèces et/ou de différents écartements des haies sur l'érosion du sol.

### 3.2. Réalisation

Dix parcelles expérimentales de 100 mètres carré (20 sur 5 mètres) ont été installées sur la partie basse de la colline Ruhande (Butare) avec une pente de 28%. L'eau de ruissellement et les sédiments érodés sont recueillis, en aval des parcelles, dans des bassins bipartites de 1 à 1,5 mètres cube. Les volumes totaux du ruissellement sont mesurés et les sédiments érodés sont pesés après chaque pluie érosive. Un pluviographe installé à côté des parcelles permet d'enregistrer l'intensité des précipitations.

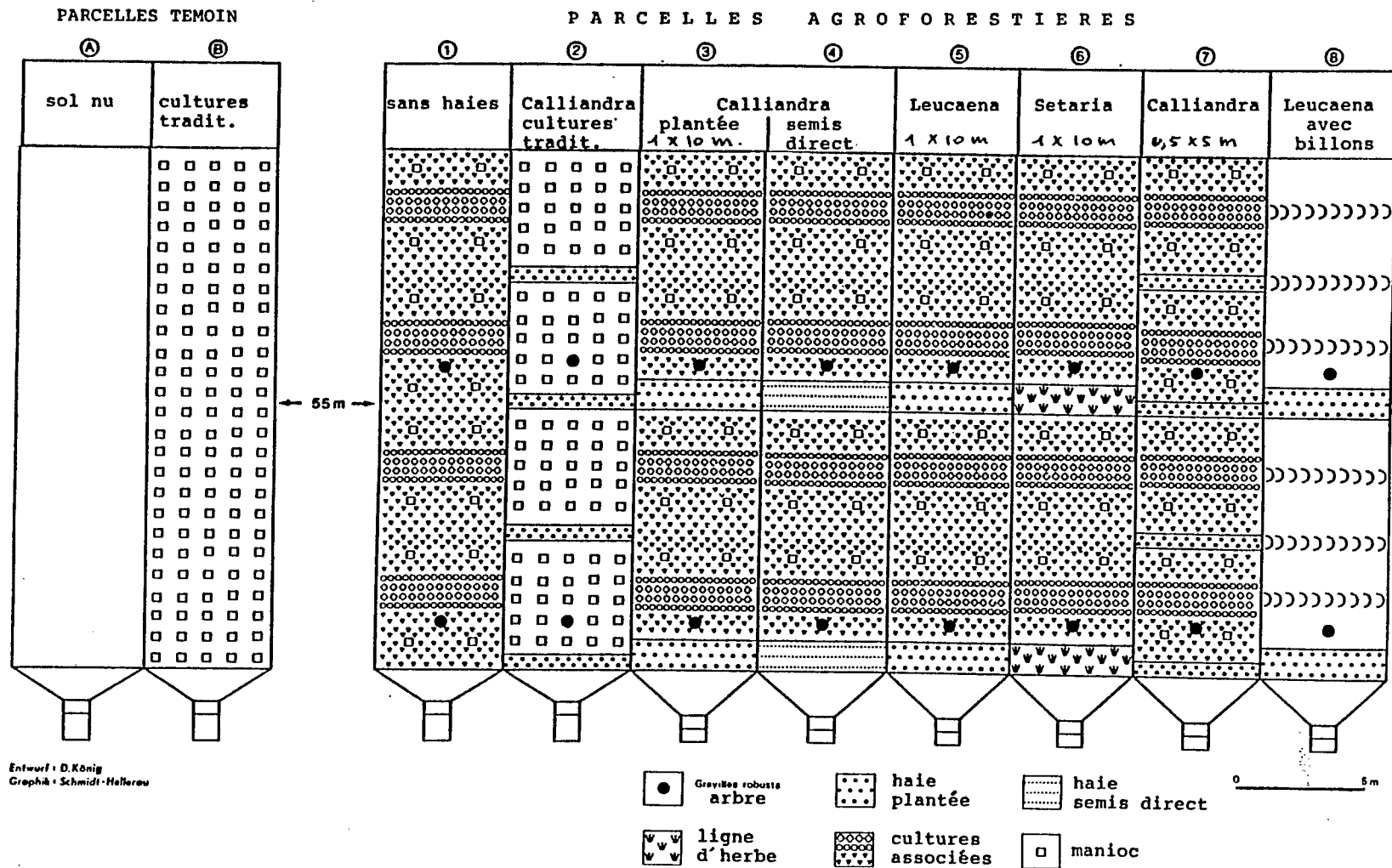
Les parcelles (voir fig.1) sont traitées de la manière suivante:

- les parcelles témoins A et B
  - A parcelle de référence (WISCHMEIER/SMITH 1978, p.8): sol nu
  - B Culture traditionnelle: manioc sans dispositif anti-érosif
- les parcelles agro-forestières
  - 1 parcelle témoin sans haies (seulement Grevillea)
  - 2 haies de Calliandra calothyrsus sur microterrasses d'une largeur de 0,5 m et avec un écartement de 5 m (alley cropping), c'est-à-dire comme parcelle 7, mais avec des cultures traditionnelles (manioc)
  - 3 haies de Calliandra sur microterrasses d'une largeur de 1 m et avec un écartement de 10 m
  - 4 haies de Calliandra sur microterrasses larges de 1 m et avec un écartement de 10 m, c'est-à-dire comme parcelle 3, mais avec un semis direct au lieu d'une plantation des haies
  - 5 Leucaena leucocephala plantée comme sur parcelle 3
  - 6 Setaria splendida, un espèce d'herbe bien adapté à la situation écologique locale, plantée sur des terrasses d'une largeur de 1 m et avec une distance de 10 m
  - 7 haies de Calliandra sur microterrasses larges de 0,5 m et distantes de 5 m (alley cropping)
  - 8 haies de Leucaena, comme sur parcelle 5, mais avec des billons supplémentaires ayant une distance l'un de l'autre de 2,5 m

Toutes les parcelles agro-forestières, à l'exception de la parcelle 2, sont traitées d'après les méthodes d'agriculture écologique agro-forestière décrites plus haut: alternance des cultures associées (selon la saison: haricot et maïs ou soja et sorgho, patates douces, manioc) et des engrais verts (mélange de légumineuses avec *Tephrosia vogelii* et/ou *Cajanus cajan*, *Crotalaria pallida*, *Crotalaria lachnophora*, *Crotalaria agathiflora*, *Sesbania macrantha*).

En octobre 1986, les haies ont été plantées sur des microterrasses qui ont eu une contre-pente de 10% au moment de

Figure 1: Dispositif expérimental pour la mesure quantitative de l'érosion dans un système agroforestier au P.A.S.I., Butare/Rwanda



leur installation. Au début de l'année agricole 1988/89, la contre-pente était complètement disparue grâce à la sédimentation de la terre érodée. Les arbres ont été plantés en novembre 1986; leur hauteur moyenne s'élevait à 4,7 m au début de l'année 1989 et à 7,0 m au début de l'année 1990.

### 3.3. Résultats

Malgré une érosivité des pluies assez faible (facteur R d'après WISCHMEIER et SMITH à peu près 365) on a pu constater une érosion énorme sur les parcelles non protégées (voir tableau 1). Pendant la première saison après l'installation des arbres et des haies (non pas représentée sur le tableau), les pertes de terre sur les parcelles 2-8 s'élevaient à 17 à 98 tonnes par hectare et par saison. Mais grâce au développement rapide des haies depuis la saison 1987/88, l'érosion sur les parcelles 3-8 s'est réduite à moins de 12,5 tonnes par hectare et par an, c'est-à-dire à moins de 5% des pertes sur la parcelle témoin B cultivée de façon traditionnelle.

**Tableau 1: Erosion du sol des années agricoles 1987/88-1989/90**  
Terrain d'expérimentation du P.A.S.I.  
Colline de Ruhande, Butare

Parcelle	Traitement	Perte de sol (t/ha·a)
A	jachère nue permanente	557
B	cultures traditionnelles manioc	303
E 1	Grevillea seuls + cultures associées	111
E 2	Calliandra (alley-cropping) à 5 m. cultures traditionnelles.	16,1
E 3	Calliandra (sur terrasses d'un mètre)	12,3
E 4	Calliandra (sur terrasses d'un mètre, semis direct)	7,6
E 5	Leucaena (sur terrasses d'un mètre)	7,4
E 6	Setaria (sur terrasses d'un mètre)	3,2
E 7	Calliandra (alley cropping) à 5 m .	2,8
E 8	Leucaena (sur terrasses d'un mètre avec billons supplémentaires)	3,9

Les meilleurs résultats ont été obtenus sur les parcelles 7 (alley cropping avec Calliandra; réduction de l'érosion à moins que 1% des pertes sur parcelle B), 6 (lignes d'herbes de Setaria) et 8 (haies de Leucaena avec billons supplémentaires).

Par contre les résultats sur la parcelle 1 montrent que la seule introduction de l'arbre et des méthodes d'agriculture écologique ne suffit pas à réduire les pertes de terre à un niveau acceptable. Seulement l'intégration des haies ou des lignes d'herbes installées sur microterrasses fait de l'agriculture écologique agro-forestière un système de production valable en vue de la conservation du sol.

#### 4. Conclusions

Les valeurs de pertes de sol sous les cultures non protégées relevées au P.A.S.I. dépassent de plusieurs fois les valeurs publiées jusqu'à ce jour pour la région de Butare (8,3 t/ha/an (S.E.S.A. 1986, p.15) ou environ 30 t/ha/an (MOEYERSONS 1989, p.279)). Elles correspondent pourtant aux résultats obtenus aux autres stations expérimentales du Rwanda et du Burundi (ROOSE/NDAYIZIGIYE/NYAMULINDA/BYIRINGIRO 1988, p.11).

Sous ces conditions le système de production agro-forestier est une vraie alternative au système des fossés anti-érosifs propagé au cours des années passées. Mais, selon nos expériences, la seule intégration des arbres est loin d'être la solution du problème d'érosion. Uniquement l'intégration supplémentaire des haies anti-érosives plantées suivant les courbes de niveau assure la conservation du sol au sein d'un système agro-forestier.

Les résultats les plus encourageants 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.

Vue la haute densité de la population au Rwanda, il ne suffit pas de protéger les sols contre l'érosion, sans intensifier en même temps la production agricole (ROOSE 1990, p.5 et suiv.). Les méthodes agro-forestières compris au sens large du terme (y inclus l'intégration des haies et l'introduction de nouvelles méthodes culturales écologiques) représentent dans cette situation une stratégie de la lutte anti-érosive efficace et bien adaptée au milieu physique et humain.

L'agriculture écologique agro-forestière est un système de production capable de satisfaire, sur les superficies cultivées elles-mêmes, les besoins en bois d'une population croissante. Elle peut donc rendre inutile de nombreux défrichements et contribuer ainsi à la conservation des sols même en dehors de la superficie agricole.

## Bibliographie

- BRANDT, C.J. (1989): The size distribution of throughfall drops under vegetation canopies. In: *Catena* 16, p.507-524.
- EGGER, K. et P. ROTTACH (1986): Methoden des Ecofarming in Rwanda. In: ROTTACH, P. (éd.): *Ökologischer Landbau in den Tropen. Ecofarming in Theorie und Praxis. Karlsruhe (= Alternative Konzepte 47)*, p.229-249.
- EGLI, A. (1985): La conservation des sols à l'aide des méthodes agroforestières: le cas du Rwanda. In: *Colloque International "Développement agricole et conservation du patrimoine naturel dans les pays du Tiers Monde" 9-11 octobre 1985. Gembloux*, p.1-31.
- KLAER, W. en coll. avec D. KÖNIG et Ch. HARTH (1989): Trois années Projet Agricole et Social Interuniversitaire Mainz/Butare. Agriculture Ecologique Agroforestière au Rwanda. Rapport de recherche. Mainz (= *Materialien zur Partnerschaft Ruanda/Rheinland-Pfalz 1989/1*).
- MOEYERSONS, J. (1989): La nature de l'érosion des versants au Rwanda. Recherches sur la colline de Rwaza (Runyinya-Butare) et observations dans la partie occidentale du pays suivies de quelques réflexions sur la lutte anti-érosive. Musée Royal de l'Afrique Centrale. Tervuren (= *Annales Sciences Economiques, Vol. 19*).
- NAIR, P.K.R. (1983): Quelques techniques agro-forestières prometteuses pour les régions montagneuses et semi-arides du Rwanda. In: *International Service for National Agriculture Research (ISNAR): La recherche agricole au Rwanda. Bilan et perspective. Kigali*, p.99-109.
- ROOSE, E., F. NDAYIZIGIYE, V. NYAMULINDA et E. BYIRINGIRO (1988): La gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols. Une nouvelle stratégie de lutte antiérosive pour le Rwanda. CNEARC. Montpellier.
- ROOSE, E. (1990): Un programme national de Gestion Conservatoire de l'Eau et la fertilité des Sols (G.C.E.S.) au Burundi (Rapport de Mission Eric Roose au Burundi du 26/2 au 16/3/1990). ORSTOM. Réseau Erosion. Montpellier.
- S.E.S.A. (SERVICE DES ENQUETES ET DES STATISTIQUES AGRICOLES) (1986): Pertes de terre dues à l'érosion. Résultats de l'enquête pilote sur l'érosion (année agricole 1984). Rapport descriptif. Kigali.
- WISCHMEIER, W.H. et D.D. SMITH (1978): *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA. Washington.*
- YOUNG, A. (1986): The potential of Agroforestry for soil conservation. Part I. Erosion control. ICRAF. Nairobi (= Working paper No.42).