

GESTION DE L'EAU ET DES SOLS SUR TOPOSÉQUENCES CUIRASSÉES EN AFRIQUE OCCIDENTALE : LIMITES DES MÉTHODES TRADITIONNELLES ET PERSPECTIVES

Drissa DIALLO* et Eric ROOSE**

* IPR/IFRA de Katibougou, Laboratoire d'agropédologie,
B.P. 6, Koulikoro, Mali, drdiallo@ird.fr

** UR SeqBio, Centre IRD,
B.P. 64 501, F 34394, Montpellier, France ; roose@mpl.ird.fr

Abstract

Large iron pan impluviums are observed under the Sudano-Sahelian climates with monomodal rainfalls in Western Africa (rainfalls: 500 to 1200 mm; 5 to 8 dry months). The landscapes show iron pan plateaus (320 to 400 m high), with marginal soils (thick, gravely, very low permeability and fertility), glacis and valleys with deep and silty ferruginous or hydromorphic soils. Runoff varies from 40% (on iron pan) to 35% (on glacis). Sometimes, runoff attains more than 70% of big rainstorms. To manage this large amount of runoff, the farmers traditionally used various tillage systems and specific SWC techniques : stone lines, stone bunds, earth bunds, zaï practices with living hedge rows. In spite of current techniques efficient, gully development control remains a major problem. So, it is necessary to develop appropriate alternatives for water harvesting, storage and redistribution on the landscape.

Keywords : Western Africa ; Traditional SWC Techniques ; Erosion ; Runoff ; Efficiency.

INTRODUCTION

En Afrique occidentale, les stratégies de gestion conservatoire des eaux et des sols (GCES) sur toposéquence avec *impluvium* cuirassé reposent sur l'utilisation de techniques traditionnelles, ayant été souvent sujets de recherche pour amélioration (Roose 1994). Ces techniques doivent être réexaminées actuellement en vue d'apprécier leur efficacité et leur diffusion dans cet environnement en évolution rapide du climat et du contexte démographique et socio-économique.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE

La présence de grands *impluviums* cuirassés est fréquemment observée sous les climats à régime pluviométrique monomodal et très contrasté d'Afrique occidentale. L'étude porte spécifiquement sur l'espace incluant les isohyètes 500 à 1 200 mm. À l'échelle des petits bassins versants, la première partie de la toposéquence est occupée par des modelés cuirassés (320 à 400 m d'altitude) avec des sols peu épais et graveleux, de perméabilité très faible. En position basse, les glacis sont occupés par des sols ferrugineux et les bas-fonds par des sols hydromorphes plus ou moins épais, de texture moyenne à fine, présentant des risques élevés de dégradation des états de surface et de leur perméabilité. C'est là que se concentre la production agricole intensive.

Le potentiel de ruissellement est calculé comme suit (Diallo *et al*, 2004a) :

$$P_{RUI} = 10 Pa \times KRAM$$

P_{RUI} : potentiel de ruissellement (en $m^3 ha^{-1} an^{-1}$)

Pa : quantité annuelle de pluie (en mm)

KRAM : coefficient de ruissellement annuel moyen (en % de la pluie annuelle)

Pour une gamme pluviométrique retenue (500 à 1200 mm), P_{RUI} est calculé avec les hypothèses simplificatrices suivantes : KRAM = 40 % (pour sol gravillonnaire) et 35 % pour les sols cultivés sur le glacis.

L'analyse des pratiques et techniques actuelles de GCES s'appuie sur des observations et enquêtes auprès de paysans du sud du Mali et divers travaux (enquêtes, expérimentation au champ, analyses de laboratoire) conduits dans la zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale par les chercheurs, en particulier de l'IRD de Montpellier, l'IER de Bamako, le CIEH de Ouagadougou, le KIT d'Amsterdam, la CMDT, DRSPR de Bamako, l'OXFAM.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Potentiel de ruissellement

Le potentiel de ruissellement (P_{RUI}), calculé pour différents isohyètes (500 mm à 1 200 mm), varie de 2 000 $m^3 ha^{-1} an^{-1}$ à 4 800 $m^3 ha^{-1} an^{-1}$ pour le modelé cuirassé, et de 1 750 $m^3 ha^{-1} an^{-1}$ à 4 200 $m^3 ha^{-1} an^{-1}$ pour le long glacis. Ces volumes d'eau, relativement importants à l'échelle bassin versant, sont essentiellement destinés au ruissellement en absence de dispositif approprié de GCES. Si un tel dispositif existe, une partie des eaux s'infiltré et le reste traverse la toposéquence avec une énergie réduite.

2.2. Pratiques culturelles traditionnelles de gestion des eaux pluviales et des sols en milieu cuirassé

Piochage de la parcelle sur toute sa superficie

Pratiqué dans les légères dépressions locales du plateau, il favorise l'infiltration dès le début de la saison pluvieuse. Par la suite, une lame d'eau plus ou moins

uniforme de quelques centimètres est maintenue sous la culture de riz (généralement des variétés rustiques).

Confection de planches

La planche a une superficie variable (4 m² à 10 m²) et une hauteur d'environ 50 cm. Elle corrige la faible épaisseur du sol pour offrir plus de volume aux racines des cultures (maïs, sorgho, arachide, gombo) et leur évite l'excès d'eau.

Confection de buttes coniques

La butte (base = 1,5 m ; hauteur = 20 cm à 30 cm) a les mêmes fonctions que la planche et est destinée à l'arachide et à la patate. Roose (1994) a décrit des buttes de 60 cm à 80 cm de haut en pays Sénoufo (Nord de la Côte d'Ivoire), destinées à l'igname et au manioc sur sols gravillonnaires profonds.

Ces méthodes traditionnelles garantissent un minimum de production vivrière sur les plateaux cuirassés, même dans des situations de déficit pluviométrique pas trop excessif. Cependant, à l'échelle de la toposéquence, elles ne permettent pas l'utilisation optimum de l'eau qui peut stagner plus ou moins longtemps entre les planches et les buttes pendant que les cultures souffrent de sécheresse sur le long glacis, au contrebas.

2.3. Pratiques culturelles et techniques améliorées de GCES le long de la toposéquence

Le travail minimum du sol

Juste avant le semis, la parcelle est brûlée (ou herbicidee sur des adventices de 10 à 15 cm de haut), puis travaillée uniquement sur les lignes de semis. L'activité biologique est stimulée et l'infiltration est améliorée.

L'alignement de pierres

C'est une seule rangée de pierres plantées dans le sol pour ralentir le ruissellement, piéger des particules (limon et matière organique) transportées par le ruissellement ainsi que des sables éoliens.

Les cordons pierreux

Ils sont formés de deux à trois niveaux de pierres solidaires, de 10 à 50 cm de hauteur, disposés en courbe de niveau tous les 10 à 50 m. Ils peuvent être consolidés par des herbes ou des haies vives. Ils permettent l'étalement des eaux de ruissellement et la sédimentation (5 à 15 cm de sable, limon et matière organique).

Le zaï

C'est une cuvette (20 cm à 40 cm de diamètre et 10 cm à 15 cm de profondeur) qui capte le ruissellement à partir d'un *impluvium* de 5 à 20 fois la surface travaillée. Les cuvettes sont creusées tous les 80 cm à 100 cm. Les trous étant faits pendant la saison sèche, ils piègent des particules apportées par le vent : sable, limon, matières organiques. Dès les premières pluies, une à deux poignées de matière organique (1 t ha⁻¹ à 3 t ha⁻¹) apportées à chaque trou favorisent l'activité des

termites (du genre *Trinervitermes*), qui creusent des galeries. Généralement, une douzaine de graines de sorgho sont semées en poquet pour leur permettre de soulever la croûte sédimentaire, qui s'y forme lors des premières averses (Roose *et al.* 1993). Ce système a été utilisé avec succès pour réintroduire la jachère arbustive et un système agro-sylvo-pastoral, disparu suite à l'usage intensif de la charrue.

La demi-lune

C'est une diguette en forme de demi-lune (diamètre de 2 m à 6 m) qui permet de concentrer le ruissellement et sa charge en suspension sur des arbustes ou des cultures en poquets. L'extrémité de la diguette peut être protégée par des cailloux.

Les haies vives

Elles sont constituées de deux ou trois lignes d'herbes (*Andropogon* ou *Pennisetum*) ou d'arbustes plantés en quinconce.

L'efficacité des dispositifs de GCES décrits a été mise en évidence dans différentes situations. Le cordon pierreux a un effet positif sur les débits de pointe, l'étalement des écoulements et les risques d'érosion (Roose, 1994). Son influence sur le ruissellement global reste mitigé. Cependant, contrairement aux zones de forte pluviosité, il n'est pas exclu que cette influence soit significative dans les situations les plus arides de la zone soudano-sahélienne (faible total annuel de pluie, nombre de pluies limité, humidité du sol fréquemment bas) : le dispositif semble diviser le ruissellement moyen par 4 et l'érosion par 25 au Niger (Delwaulle, cité par Heusch, 1991). À Kaniko (Sud du Mali), le cordon pierreux et la demi-lune ont permis la recolonisation totale du sol nu par une végétation herbacée, au bout de deux ans (Van der Pool et Kaya, 1991, cités par DRSPR, 1992). Le zai + fumure améliore le rendement du sorgho au Burkina : 900 kg ha⁻¹ contre 300 kg ha⁻¹ pour le témoin (Roose *et al.*, 1993). Les enquêtes montrent que les techniques traditionnelles améliorées sont largement acceptées par les paysans soudano-sahéliens (le tableau 1 en donne un exemple), même si des difficultés de mise en œuvre existent souvent, surtout dans les cas où un travail collectif bien organisé est nécessaire. Les haies vives semblent être utilisées dans de nombreux cas, dans tous les pays (Burkina Faso, Mali, Sénégal, Niger), comme un moyen de gestion foncière et de GCES.

Les techniques traditionnelles de GCES, améliorées par l'arrangement spatial du dispositif sur le terrain (cordons mis en place suivant les courbes de niveau, par exemple) et par apport de nutriments (matière organique et complément minéral), s'avèrent efficaces : elles permettent une amélioration des rendements des cultures et de la biodiversité. Cependant, elles sont insuffisantes pour un contrôle total du ruissellement, les raisons étant soit une faible épaisseur du sol, soit un volume important d'eau (quantité annuelle de pluie supérieure à 800 mm) que même les sols profonds ne peuvent pas stocker (Roose *et al.*, 1993).

Classification préférentielle des différentes technologies de GCES d'après les études de Lalba (2005) dans la zone Nord-Ouest du Burkina Faso

| Technologies | Critères de préférence | | | | Totaux | Moyenne |
|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------|--------|---------|
| | Rendement élevé | Fertilité améliorée | Humidité conservée | Durabilité | | |
| Paillage | 3 | 4 | 3 | 1 | 11 | 2,75 |
| Zaï + fumure organique | 4 | 5 | 3 | 1 | 13 | 3,25 |
| Cordons pierreux | 2 | 3 | 4 | 5 | 13 | 3,50 |
| Diguettes de terre | 1 | 1 | 2 | 3 | 7 | 1,75 |
| Pondération totale | 10 | 15 | 13 | 15 | — | — |
| Moyenne | 2 | 3 | 2,6 | 3 | — | — |

3.4. Nécessité de développer de nouvelles stratégies de GCES

La collecte des eaux de pluie et de ruissellement et leur redistribution dans le paysage agricole soudano-sahélien méritent de faire l'objet de nouvelles analyses. Il est envisageable d'évoluer vers de petits aménagements hydrauliques plus ou moins sophistiqués, l'objectif étant de gérer complètement les eaux disponibles. A priori, on peut penser à deux types d'ouvrage :

- l'endiguement de surfaces raisonnables sur plateau cuirassé avec possibilité de canaliser les excès d'eau au profit des autres segments de la toposéquence. La riziculture et la production fourragère sont proposées à l'intérieur de la digue ;
- le creusement de mares artificielles en tête de ravine (appelées *bouli* chez les Mossi) ou de petits barrages collinaires en contrebas des reliefs cuirassés, à la limite des sols gravillonnaires et limoneux. Dans ce cas, les eaux collectées sont soigneusement distribuées en aval sur les sols argilo-limoneux plus profonds (Dugué *et al.* 1993).

CONCLUSION

En milieux soudano-sahéliens, les sociétés traditionnelles ont souvent caché leurs villages dans les éboulis, en bordure des plateaux cuirassés, et développé des techniques culturelles originales sur ces sols gravillonnaires. Les rendements étant modestes sur ces sols pauvres très légers, les sols limono-argileux des glacis ont

été préférés pour développer une agriculture moderne intensive. Un ruissellement très intense est à l'origine d'un ravinement dangereux. D'où le développement de toute une série d'aménagements :

- parcours et reforestation (*zai* ou demi-lune) sur plateau et glacis gravillonnaires ;
- creusement de mares (*bouli* au Burkina Faso) et petit barrage collinaire pour le bétail et la création de jardins irrigués en aval des sols gravillonnaires ;
- cordons de pierres, haies vives, diguettes isohypes en terre, lignes de paille sur les glacis.

Les études récentes ont bien montré que pour augmenter sérieusement la productivité des terres dans ces zones semi-arides, il fallait combiner les aménagements de gestion de l'eau et l'amélioration du niveau de fertilisation du sol et de nutrition des cultures : fumier, compost, paillage et complément N + P (Roose 1994, Zougmore *et al.* 2004).

Références bibliographiques

DIALLO D., KEITA D., SAWADOGO B., 2004. Les sols peu épais sur cuirasse : Problématiques et alternatives de mise en valeur en agriculture soudanienne. *Revue Malienne de Sciences et de Technologie*, 6, 28-37.

DUGUE P., ROOSE E., RODRIGUEZ L., 1993. L'aménagement de terroirs villageois et l'amélioration de la production agricole au Yatenga (Burkina Faso). *Cah. ORSTOM Pédol.*, 28, 2 : 385-402.

HEUSCH B., 1991. Techniques traditionnelles de CES dans l'Ader-Doutchi (Niger). *Bull. Réseau Erosion*, 12 : 269-274.

ROOSE E., 1994. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). *Bull. Pédologique de la FAO*, Rome, n° 70 : 420 pp.

ROOSE E., KABORE V., GUENAT C., 1993. Le *zai* : fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées. *Cah. ORSTOM Pédol.*, 28, 2 : 159-174.

ZOUGMORÉ R., MANDO A., RINGERSMA J., STROOSNIJDER L., 2004. Effet synergique des techniques de gestion de l'eau et des nutriments sur le ruissellement et l'érosion en zone semi-aride du Burkina Faso. *Bull. Réseau Erosion IRD*, Montpellier, 23 : 540-553.



EFFICACITÉ DE LA GESTION DE L'EAU ET DE LA FERTILITÉ DES SOLS EN MILIEUX SEMI-ARIDES

Sous la direction de :

Eric ROOSE

Jean ALBERGEL

Georges DE NONI

Abdellah LAOUINA

Mohamed SABIR

EFFICACITÉ DE LA GESTION DE L'EAU ET DE LA FERTILITÉ DES SOLS EN MILIEUX SEMI-ARIDES

Actes de la session VII
organisée par le Réseau E-GCES de l'AUF
au sein de la conférence ISCO de Marrakech (Maroc),
du 14 au 19 mai 2006

Sous la direction de

**Eric ROOSE, Jean ALBERGEL, Georges DE NONI
Abdellah LAOUINA et Mohamed SABIR**



Copyright © 2008 Éditions des archives contemporaines et en partenariat avec l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF).

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit (électronique, mécanique, photocopie, enregistrement, quelque système de stockage et de récupération d'information) des pages publiées dans le présent ouvrage faite sans autorisation écrite de l'éditeur, est interdite.

Éditions des archives contemporaines

41, rue Barrault

75013 Paris (France)

Tél.-Fax : +33 (0)1 45 81 56 33

Courriel : info@eacgb.com

Catalogue : www.eacgb.com

ISBN : 978-2-914610-76-6

Référence bibliographique :

Roose E., Albergel J., De Noni G., Sabir M., Laouina A., 2008., *Efficacité de la GCES en milieu semi-aride*, AUF, EAC et IRD éditeurs, Paris : 425 pages

Crédit iconographique de la couverture :

Oued Rhéraya, *Haut-Atlas : terrasses permettant de reconstituer des sols dans le lit majeur, d'irriguer des pentes fortes grâce aux seguias et fertiliser le sol en place autour d'un village.*

Avertissement

Les textes publiés dans ce volume n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs. Pour faciliter la lecture, la mise en pages a été harmonisée, mais la spécificité de chacun, dans le système des titres, le choix de transcriptions et des abréviations, l'emploi de majuscules, la présentation des références bibliographiques, etc. a été le plus souvent conservée.