

Le Paillage traditionnel dans la gestion de la fertilité des sols en milieu soudano-sahélien: fonctions biophysiques et incidence sur la production de sorgho

Poster communication for the Regional Workshop on Soil Fertility Management in West African Land Use systems, Niamey, 4 to 8 March 1997

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

F.G. Hien
M.A. Slingerland
V. Hien

Aménagement et Gestion

Sylvo-Pastoral au Sahel

ISRIC LIBRARY

BF - 1997.07

Wageningen
The Netherlands

Antenne de l'Université Agronomique Wageningen Pays-Bas
Université de Ouagadougou Burkina Faso

Le Paillage traditionnel dans la gestion de la fertilité des sols en milieu soudano-sahélien: fonctions biophysiques et incidence sur la production de sorgho.

F.G. Hien¹, M. Slingerland² et V. Hien¹

- (1)/ Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (IN.E.R.A), 03, BP 7192, Ouagadougou 03, Burkina Faso.
 (2)/ Antenne Sahélienne, Université Agronomique de Wageningen, 01, BP 5385, Ouagadougou 01, Burkina Faso.

1. Résumé

Pour les paysans du Burkina Faso, le paillage de fanes de *Loudetia togoensis* améliore les rendements du sorgho. Cependant les études menées jusqu'ici n'ont pas permis d'identifier les paramètres biophysiques ou chimiques qui déterminent ce résultat. Les travaux récents dans le Centre-Nord ont surtout porté sur les aspects socio-économiques de la pratique tels les stratégies et motivations paysannes, l'intensité et les contraintes de la pratique. Notre étude, conduite en milieu réel, a porté sur l'influence du paillage sur des paramètres physiques comme le ruissellement, l'infiltration et l'évaporation pendant la période d'installation des cultures; elle a aussi permis de mesurer l'effet sur la production primaire du sorgho (*Sorghum vulgare*). Ainsi trois traitements ont été comparés entre eux et avec un témoin: paille simple (6000 kg ha⁻¹); paille (6000 kg ha⁻¹) + fumier (2000 kg ha⁻¹); paille (6000 kg ha⁻¹) + phosphate naturel ("Burkina Phosphate", 200 kg ha⁻¹). Les résultats ont montré que, par rapport au témoin, le paillage réduit le ruissellement, augmente l'infiltration de 4 à 7 fois et diminue l'évaporation pendant cette période. L'accroissement significatif de la disponibilité en eau s'est traduit par une germination plus rapide et plus complète sur les parcelles paillées. Les rendements moyens de matière sèche (1836 à 2729 kg ha⁻¹) et de grains (687 à 1064 kg ha⁻¹) étaient significativement supérieurs à ceux des témoins qui étaient de 480 kg M.S. ha⁻¹ et 140 kg de grains ha⁻¹.

Mots clés: paillage, ruissellement, évaporation, germination, rendement, sorgho

2. Abstract

Mulching with *Loudetia togoensis* improves sorghum production. No scientific study has described the biophysical or chemical parameters that determine such an effect. Recent studies have dealt especially with socio-economic aspects like farmers strategies and motivations, mulching intensity and constraints. Based on those studies, an experiment on farmers' fields was carried out to measure the impact of mulching on runoff, infiltration and topsoil evaporation during the seedlings installation period and sorghum production. Three treatments were compared to a control: mulching (6000 kg dry matter ha⁻¹), mulching (6000 kg ha⁻¹) + manure (2000 kg ha⁻¹); mulching (6000 kg ha⁻¹) + natural phosphate (200 kg ha⁻¹). Mulching reduced runoff, increased infiltration 4 to 7 times and reduced daily evaporation. The higher water availability resulted in a significantly faster and higher germination rate for mulched plots. Average production of dry matter (1836-2729 kg ha⁻¹) and grains (687-1064 kg ha⁻¹) were significantly higher than for control plots (480 kg dry matter ha⁻¹ and 140 kg grains ha⁻¹).

Key words: mulching, runoff, evaporation, germination, production, sorghum.

3. Introduction

Le paillage des sols à l'aide de nécromasse de *Loudetia togoensis* est utilisé dans les régions soudano-sahéliennes du Burkina Faso à la fois comme technique de conservation des eaux et des sols que de gestion de la fertilité. Pour les paysans, il permet d'augmenter la production du sorgho. Cependant, les travaux scientifiques sur la pratique n'ont jusqu'ici pas fourni de conclusions fiables sur les processus biophysiques qui déterminent cette augmentation de la production. Au Niger, Marschner *et al.* (1995) ont constaté que l'apport de résidus de mil (*Pennisetum glaucum* L.) en paillis à 2000 kg ha⁻¹ n'a pas d'incidence sur le bilan hydrique des sols mais améliore la nutrition phosphorée du mil, grâce notamment à une augmentation de la mobilité du phosphore dans le sol et au développement racinaire des plantes, entraînant un accroissement de la production de matière sèche. Au Burkina Faso, les travaux récents (Barning et Dambéré 1994, Lafay et Ranson 1995, Slingerland et Masdewel 1996) ont surtout fourni un éclairage sur des aspects socio-économiques de la pratique: le paillage traditionnel est pratiqué sur les sols "secs" dénudés et les terres hautes, avec comme culture de base, le sorgho. L'opération s'accompagne parfois d'un brûlis de la paille deux jours après le semis, uniquement dans les bas-fonds plus humides. Le but de l'essai, conduit en milieu paysan à Tagalla, était donc de mieux comprendre ces processus: il compare les effets de quatre traitements combinant le paillage, le fumier d'étable et le phosphate naturel sur les paramètres hydrodynamiques du sol, l'installation des cultures et la production primaire du Sorgho (*Sorghum vulgare*).

4. Matériel et méthodes

Le village de Tagalla (130 km au N-E de Ouagadougou) est caractérisé par une pluviométrie annuelle moyenne de 650 mm (1962-1992). L'essai a été installé dans un "champ de village" aménagé de cordons pierreux. Les sols du site sont du type luvisols chromiques, moyennement profonds, appelés *Bolé* dans la classification traditionnelle locale des terres. En aval des cordons pierreux, quatre traitements ont été installés sur des parcelles de 5m x 20 m disposées selon le gradient de la pente et répétés 6 fois en blocs numérotés de 1 à 6:

- le Témoin, sans paillage (T);
- Paillage simple (6000 kg M.S. ha⁻¹) avec des fanes de *Loudetia togoensis* (P);
- Paillage (6000 kg ha⁻¹) + fumier de petit ruminant (2000 kg ha⁻¹) (PF);
- Paillage (6000 kg ha⁻¹) + Burkina Phosphate (phosphate naturel broyé) à 200 kg ha⁻¹ (PP).

La paille, récoltée dans l'espace sylvo-pastoral villageois, a été épandue entre le 1er et le 15 mai, conformément au calendrier traditionnel. Dans les parcelles expérimentales, un dispositif de mesure du ruissellement a été mis en place sur 4 parcelles témoins et sur 4 parcelles avec paille. Une variété locale de sorgho blanc a été semée à la densité de 3,25 poquets m⁻² le 5 juin. Les semences ont subi un traitement fongicide avant semis, à l'exception du bloc 1. Le re-semis est intervenu le 14 juin, suivi de trois sarclages respectivement à 22 jours après semis (JAS), 48 JAS et 83 JAS. La récolte est intervenue le 30 octobre. Les mesures d'évaporation qui ont commencé aussitôt après le semis ont été effectuées à l'aide d'anneaux métalliques de 250 cc tenant lieu de microlysimètres. Elles ont été répétées 4 fois dans la parcelle témoin et 4 fois dans deux parcelles paillées d'un même bloc. Elles devaient durer 10 jours jusqu'à la fin de la germination du re-semis. En plus du ruissellement, on a mesuré les paramètres suivants: la germination (délai et durée), la mortalité des semis après germination et la production de matière sèche et de grain à la récolte.

5. Résultats

5.1 L'infiltrabilité du sol.

Les données de ruissellement ont montré qu'une relation linéaire du type

$$R(\text{mm}) = a.P(\text{mm}) - b$$

lie le ruissellement R et la hauteur de pluie tombée P, où a et b sont des facteurs de la régression. Cette relation a permis de calculer la valeur P₀ par la formule

$a.P_0 - b = 0$ d'où $P_0 = b/a$. Cette valeur, appelée pluie d'imbibition, est le seuil à partir duquel le ruissellement est déclenché (seuil de ruissellement). P₀ peut ainsi servir à illustrer l'effet de l'état de surface du sol sur l'infiltrabilité de celui-ci (Hien, 1995). Ainsi, les valeurs de P₀ obtenues au cours de la saison de croissance ont évolué selon les données du Tableau 1. En ce qui concerne le ruissellement, le paillage a entraîné une réduction de plus de 64 % des pertes d'eau et une amélioration de l'infiltrabilité des sols de 4 à 7 fois par rapport aux témoins.

5.2 L'évaporation

Des résultats partiels ont montré que l'évaporation journalière était réduite de 30 %, passant de 2,4 mm jour⁻¹ sur parcelles témoins à 1,7 mm jour⁻¹ sur parcelles paillées. Ces deux valeurs se situent autour de la valeur moyenne de l'évaporation journalière dans la zone

soudano-sahélienne (2,0 mm) mesurée par Stroosnijder et Koné (1982).

Tableau 1: Valeurs observées de la pluie d'imbibition ou seuil de ruissellement P_0 (en mm) au cours de différentes phases de la saison de culture. r représente le coefficient de corrélation de l'équation $R(\text{mm}) = a.P(\text{mm}) - b$. Tagalla, Burkina Faso, 1996.

Période	Traitement		
	T (sans paille)	P, PF et PP	Episodes pluvieux
semis au premier sarclage	1 ($r=0,95$)	7,4 ($r=0,94$)	9
du semis au 2ème sarclage (effet 1er sarclage)	2,5 ($r=0,96$)	5,9 ($r=0,96$)	14
du semis au 3ème sarclage (effet des 2 premiers sarclages)	5,3 ($r=0,95$)	7,0 ($r=0,90$)	34
1er sarclage à fin de saison (effet cumulé 3 sarclages)	5,2 ($r=0,97$)	6,3 ($r=0,92$)	32
Moyenne de la saison	5,0 ($r=0,95$)	6,4 ($r=0,90$)	41

5.3 La germination et l'installation des semis

L'analyse statistique des résultats relatifs au délai de la germination montre qu'il y a une différence significative ($p < 5\%$) entre les traitements témoins T (4 JAS en moyenne) et les traitements P et PP (2,9 JAS); cette différence est hautement significative ($p < 1\%$) entre T et PF (2,5 JAS). La durée de la germination (4 à 5 jours) ne présentait pas de différence entre les traitements. La mortalité primaire (après germination et avant re-semis) a été plus élevée sur les parcelles témoins: 6,8% en moyenne contre 4% pour les traitements P, 3,6% pour PF et 4,4% pour PP. L'analyse n'a pas révélé de différence significative entre les traitements. En revanche, et tous traitements confondus, il y avait une différence hautement significative ($p < 1\%$) entre le bloc 1 dont les semences n'ont pas reçu de traitement fongicide avant semis (15,3%) et les 5 autres blocs (2,6%).

5.4 La production du sorgho

Pour la production de paille, l'analyse statistique a révélé d'une part une différence

hautement significative entre les traitements témoins T (480 kg ha⁻¹ M.S.) et les traitements avec paille P (2265 kg ha⁻¹ M.S.), PF (2729 kg ha⁻¹ M.S.) et d'autre part une différence significative entre les traitements témoin et le traitement PP (1836 kg ha⁻¹ M.S.). Les traitements avec paille entre eux n'ont pas présenté de différence significative. En ce qui concerne la production de grains, l'analyse a également révélé que les traitements témoins T (140 kg ha⁻¹ en moyenne) présentaient une différence hautement significative avec les traitements P (774 kg ha⁻¹), PF (1064 kg ha⁻¹) et PP (687 kg ha⁻¹). Les traitements PF et PP pour leur part présentaient une différence à un seuil de 5,7%. En revanche, l'analyse n'a pas révélé de différence significative entre PF et P.

6. Discussion

L'effet biophysique du paillage apparaît le plus déterminant pendant la période de germination et d'installation des semis. Il résulte de l'essai que l'effet premier du paillage avec des fanes de *Loudetia togoensis* sur luvisols chromiques à Tagalla a été une amélioration significative de l'infiltration et une conservation prolongée de l'humidité des sols. L'accélération et le prolongement de la germination qui en ont découlé ont permis son amélioration quantitative; cela expliquerait donc que le paillage soit utilisé par les paysans, en priorité comme mesure de conservation de l'eau et des sols sur les sols encroûtés et dénudés et autres glakis de haut de pente (Lafay et Ranson 1995, Slingerland et Masdewel 1996). La mortalité primaire des semis après germination, logiquement plus élevée sur les parcelles témoins en raison de cette différence de régime hydrique du sol, a été aggravée significativement par l'absence de traitement antifongique des semences. Il paraît donc logique que les paysans brûlent la paille 2 jours après le semis, alors que les mauvaises herbes ont déjà germé, pour lutter contre les fontes de semis. En même temps, la limitation de ce brûlis aux champs de bas-fonds plus humides confirme que l'amélioration de l'humidité initiale des sols "secs" soit le premier effet recherché du paillage. L'incidence du paillage sur la production du sorgho a été remarquable au cours de cet essai. Les traitements utilisant la paille ont permis une production de matière sèche 4 à 6 fois plus élevée et des rendements en grains 5 à 7 fois supérieurs aux parcelles témoins. La combinaison de paille et de fumier d'étable a donné à cet égard les meilleurs résultats. Ce constat explique celui de Slingerland et Masdewel (1996) selon lequel le fumier d'étable est l'amendement le plus associé au paillage à Tagalla. Cependant, c'est la différence entre les traitements PF et PP qui surprend

le plus, au regard des effets attendus des phosphates naturels. Des analyses chimiques en cours, sur les sols et l'absorption de N et P par les plantes pendant la croissance, devraient permettre ultérieurement d'explicitier cette différence. Indépendamment des traitements, la production primaire a été considérablement influencée par une infestation de *Striga* (*S. hermontheca*), particulièrement sur les blocs 5 et 3: les chutes de production enregistrées par rapport à la moyenne des blocs ont été respectivement de 35 % (M.S. et grains) pour le bloc 5 et de 41 % (M.S.) à 49 % (grains) pour le bloc 3.

Les résultats de l'essai montrent que le paillage traditionnel présente au moins un avantage agronomique réel: il améliore l'infiltration, accroît et conserve plus longuement l'humidité et favorise une germination plus rapide et plus complète. Au-delà des résultats attendus sur l'absorption de N et P par les plantes, et en considérant les conclusions de Marschner *et al.* (1995) relatives aux effets de la paille de mil sur sols sableux, il paraît nécessaire de poursuivre l'essai à moyen terme en vue de mieux apprécier les effets résiduels des différents traitements, notamment l'évolution de la fertilité des sols et la nutrition azotée et phosphorée des plantes.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Université Agronomique de Wageningen (UAW, Pays- Bas) pour avoir financé cette étude. Ils remercient aussi le Prof. Dr. Ir. Leo Stroosnijder de l'UAW pour la relecture et les corrections apportées au document.

Références

Barning, N.M. et J. Dambré, 1994. Les styles d'exploitation, une classification des exploitations dans la province du Sanmatenga Burkina Faso. Etude dans le cadre du projet PEDI (MARA-CRPA-CN Kaya). DGIS-DAF/WF, la Haye, Les Pays-Bas, 50p

Hien, G.F., 1995 La régénération de l'espace sylvo-pastoral au Sahel: une étude de l'effet de mesures de C.E.S. au Burkina Faso. Tropical Resources Management Papers No 7, Université Agronomique de Wageningen, Pays Bas, 223p.

Lafay, C. et C. Ranson, 1995. Le paillage: étude de la prise de décision du cultivateur et des contraintes rencontrées. Antenne Sahélienne U.A.W. Rapport d'étudiants N° 70, Ouagadougou, Burkina Faso, 33p.

Marschner, H., F.P. Rebaïka, H. Hafner and A. Buerkert, 1995. Crop residue management for increasing production of millet on acid sandy soils in Niger, West Africa pp 767-770 in R.A. Date *et al.* (eds), Plant Soil Interaction at Low pH. Kluwer Academics Publishers, the Netherlands.

Slingerland, M. et M. Masdewel, 1996. Le paillage sur le plateau central du Burkina Faso: une technique très utilisée et bien adaptée aux moyens des paysans pp 127-132 *in* C. Reij, I. Scoones and C. Toulmin (eds): Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique. CTA-CDCS-Karthala.

Stroosnijder, L. et D. Koné, 1982. Le bilan d'eau du sol pp 133-165 *in* Penning de Vries et Djiteye (eds), La productivité des pâturages sahéliens: une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle (1ère édition). PUDOC, Wageningen, Pays Bas.

PUBLICATIONS PARUES (depuis le 1er janvier 1996):

Publications de l'Antenne (vert)

- 23 F.G. Hien
M. Rietkerk
L. Stroosnijder Soil Variability and Effectiveness of soil and Water Conservation in the Sahel. Submitted to: Arid Soil Research and Rehabilitation.
- 24 N. de Ridder
H. van Keulen Estimating biomass through transfer functions based on simulation model results: a case study for the Sahel. In: Agricultural water management 28 (1995) 57-71.
- 25 B.E.J.C. Lekanne Social Diversity, Intervention and Common Property Resources; Mossi villages and land management (Burkina Faso). Paper for the 'Fifth Common Property Conference: Reinventing the Commons'. 24-28 May 1995, Bodo, Norway.
- 26 D. Niemeijer The Dynamics of African Agricultural History: Is it Time for a New Development Paradigm? In: Development and Change, 27(1):87-110.
- 27 B. Ouedraogo Le Forgeron, la Potière et le Teinturier face à la Crise de l'Environnement à Bangasse et à Tangasco. In: Droit et Cultures, 30, 1995.
- 28 L.A. Timmer,
J.J. Kessler,
M. Slingerland Pruning of *néré* trees (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.) on the farmlands of Burkina Faso, West Africa. In: Agroforestry Systems 33: 87-98, 1996.
- 29 H.C.C. Meertens
L.O. Fresco
W.A. Stoop Farming systems dynamics: Impact of increasing population density and the availability of land resources on changes in agricultural systems. The case of Sukumland, Tanzania. In: Agriculture Ecosystems & Environment 56 (1996) 203-215.
- 30 M. Slingerland Mulching in Burkina Faso. In: Indigenous Knowledge and Development monitor, Volume 4, Issue 2, August 1996, pp 3-5.
- 31 M. Slingerland,
M. Masdewel Mulching on the central plateau of Burkina Faso. In: Sustaining the soil. Indigenous Soil and Water Conservation in Afrika. Chris Reij, Ian Scoones and Camilla Toulmin (eds), chapter 10: 85-89, 1996.
- 32 M. Rietkerk, P. Ketner,
I. Stroosnijder,
H.H.T. Prins Sahelian Rangeland development; a catastrophe? In: Journal of range Management 49(6), November 1996. p. 512-519.
- 33 M. Slingerland Le paillage traditionnel dans la gestion de la fertilité des sols en milieu soudano-sahélien: fonctions biophysiques et incidence sur la production de sorgho. Poster communication for the Regional Workshop on Soil fertility Management in West African Land Use Systems, Niamey, 4 to 8 March 1997
- 34 M.A. Mulders,
M.C. Girard Remote Sensing of Soils in Warm Arid and Semi-Arid Lands. In: Remote sensing reviews, 1993, Vol 7., p. 39- 49.
- 35 M.A. Mulders,
S. Sorateyan,
M.A. Mulders,
A. Casterad.,
M. Tromp, M.Z. Steenis,
T. Laguna Gomez. Soil and Land Use Surveys. In: Encyclopedia of Agricultural Science, 1994, Vol. 4, p. 341- 363.
Gis and remote sensing for mapping soils and erosion hazard in the kaya region, Burkina Faso.
Preliminary results of processing terrain and remote sensing data of the Zablou area (Burkina Faso).
Deriving sub-pixel soil characteristics in the Northern Burkina Faso with spectral unmixing. Getting Insight into soils and land with M.A.S.I.S.: a proposed methodology in a remote sensing-GIS environment: a case study of the Manga area, Burkina Faso.
- 36 M. Rietkerk, J. van de
Koppel Excursion to the Kaya region, Burkina Faso
In: Proceedings of the ISSS congress on GIS and Remote Sensing, Ouagadougou, 1995
- 37 K.F. Wiersum Alternate stable states and threshold effects in semi-arid grazing systems. In: OIKOS 79:69-76, Copenhagen 1997
- 38 J.W. Nibbering et. al. Domestication of valuable tree species in agroforestry systems: evolutionary stages from gathering to breeding. In: Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems. Proceedings of an international conference held in Nairobi, Kenya 19-23 February 1996
Understanding and exploring integrated land-use systems in the Sahel as a shared-resource system. Prepared for Sahel thematic issue of Netherlands Journal of Agricultural Science, June 1998

AUTRES PUBLICATIONS

- Reuler, H. van (1996). Nutrient Management over Extended Cropping Periods in the Shifting Cultivation System of south-west Côte d'Ivoire. Tropical Resource Management Papers No. 12, WAU, Wageningen, Pays-Bas.
- Oneka, M. (1996). On Park Design: looking beyond the wars. Tropical Resource Management Papers No. 13, WAU, Wageningen, Pays Bas.
- Graaff, J. de. (1996). The Price of Soil Erosion: an economic evaluation of soil conservation and watershed development. Tropical Resource Management Papers No. 14. WAU, Wageningen, Pays Bas.
- Sterk, G. (1997). Wind Erosion in the Sahelian Zone of Niger: Processes, Models, and Control Techniques. Tropical Resource Management Papers No. 15. WAU, Wageningen, Pays Bas.
- Mando, A. (1997). The role of termites and mulch in the rehabilitation of crusted Sahelian soils. Tropical Resource Management Papers No. 16. WAU, Wageningen, Pays Bas.