

Potentiel du paillage pour réduire l'érosion et restaurer la productivité des sols tropicaux : une revue en Afrique francophone

Eric ROOSE

DR émérite IRD, UMR Eco et sol, BP.64501, F 34394 Montpellier, France, Eric.Roose@ird.fr

Résumé

Les agronomes préfèrent traditionnellement enfouir les matières organiques disponibles par un labour profond pour accélérer leur humification et la restitution des nutriments suite à leur minéralisation. Mais ce mode de gestion de la biomasse entraîne quelques inconvénients comme la « faim d'azote » et l'exposition des terres nues et peu cohérentes à l'agressivité des gouttes de pluies, la formation de pellicules de battance et l'augmentation sensible du ruissellement et de l'érosion. La disposition à la surface du sol des résidus des cultures précédentes (bananier, ananas, cannes à sucre, céréales, etc.), ou des herbes ou des branchages disponibles sur ou autour des parcelles, permet de couvrir au moins partiellement la surface du champ, d'absorber temporairement l'énergie des premiers orages et du ruissellement, de maintenir en surface les activités biologiques (comme sous la litière forestière) et la capacité d'infiltration, de réduire le ruissellement et l'érosion tout en redistribuant progressivement le carbone et les nutriments dans l'horizon superficiel. Cependant, bien que le paillage soit un des moyens les plus efficaces pour conserver l'eau et la terre, les résultats aux champs durant 2 à 5 ans n'ont pas montré un fort potentiel pour restaurer la productivité végétale des sols dégradés en raison de leur faible disponibilité (feux de brousse, besoin de fourrage et vaine pâture en saison sèche) et de leur pauvreté en nutriments.

Mots clés : *paillage, résidus de culture, herbages, branchettes, lutte antiérosive, restauration de la productivité végétale*

Abstract

Traditionally, agronomists prefer to plough available organic matter into the soil in order to speed up their humification and their mineralisation. But this biomass management has some disadvantages like nitrogen fixation in microbes and bare incoherent soils exposition to the energy of rainfall drops and the runoff, sealing crust and increasing runoff and erosion. Spraying on the soil surface crops residues (banana trees, pineapples, sugar cane, cereal straws, etc.) as well as herbs or wood branches available on or around the fields allows to cover partially or completely, to absorb temporarily the energy of the first rainstorms, to maintain the fauna activities and the infiltration capacity of the topsoil like in the forest litter and therefore to reduce drastically runoff and erosion. Simultaneously, litters restore progressively carbon & nutrients in the topsoil and improve the topsoil structure. Nevertheless, even if mulching is one of the best system reducing runoff and erosion, trials in the fields did not show an increase of crops production because the low biomass availability, the priority of forage need for breeding, the traditional use of savannas burning and the right of common grazing.

Keywords : *mulching, crop residues, herbs, branches, BRF, SWC, crops productivity restoration*

1. Introduction

L'un des objectifs du labour avant un cycle de culture est d'enfouir les adventices et les résidus de cultures afin de préparer un lit de semence le plus homogène possible. En enfouissant la biomasse dans le sol, on accélère son humification et la restitution des nutriments par sa minéralisation. Or, après 50 années d'efforts pour imposer la charrue en Afrique, les chercheurs ont constaté que le labour n'avait pas que des avantages en milieu tropical : il expose des terres nues, peu cohérentes et peu humifères (vu le retournement) à l'énergie des orages du début de la saison des pluies, il accélère la minéralisation des matières organiques (MO) et réduit de moitié le stock d'humus du sol en 3 à 10 ans de culture, dégrade la stabilité de la structure (pellicule de battance et fond de labour), réduit la capacité d'infiltration et augmente les risques de ruissellement et d'érosion, non seulement sur les fortes pentes des montagnes et des collines, mais aussi sur les longs glacis à pente faible des zones soudano-sahéliennes. Par ailleurs, l'enfouissement de pailles à taux de carbone/azote élevé ($C/N = 60$ à 100) entraîne une immobilisation de l'azote disponible dans les horizons superficiels de telle sorte que les jeunes plantules cultivées ont du mal à démarrer au milieu des mauvaises herbes (faim d'azote). Leurs feuilles sont pâles et pour rétablir la situation il est souvent nécessaire d'ajouter 20 unités d'azote (Boli et Roose, 1998). D'où la coutume en milieu d'agriculture extensive africaine de brûler progressivement les résidus de défrichage de la forêt ainsi que de faire pâturer les résidus de cultures les plus appétants, puis de brûler sur place les pailles et tiges ligneuses qui encombrant la surface des champs. Ces feux permettent d'éliminer plusieurs nuisibles, d'augmenter de 1 à 2 unités le pH du lit de semences, de réduire la toxicité aluminique, d'augmenter la fraction assimilable du phosphore et des bases (Nzila, §2.7 et Peltier et al, §2.8 de cet ouvrage) et de produire des charbons de bois qui améliorent les qualités du sol (Rumpel, §2.9).

Or le milieu forestier, le meilleur système de production tant pour la biomasse produite que pour la protection de l'environnement (séquestration du carbone et protection des sols contre l'érosion), n'a jamais connu la blessure du sol causée par la charrue : celle-ci déstabilise fortement les activités de la faune du sol. Pourtant les horizons superficiels forestiers sont les plus stables, les plus poreux, la capacité d'infiltration est remarquable ($I_f > 150$ mm/h), le ruissellement est minimum de telle sorte que l'eau disponible pour les plantes est beaucoup plus abondante et durable que dans les champs labourés. La litière (matières sèches de 2 à >10 t/ha/an) composée de feuilles, brindilles, fruits et insectes, protège physiquement toute l'année la surface du sol, entretient les activités biologiques et lui restitue progressivement de l'humus et des nutriments (captés en profondeur par les racines).

En milieu cultivé, on a donc tenté de copier le système forestier (litière, biodiversité et racines profondes) pour rendre plus durable la culture intensifiée en milieux tropicaux humides ou secs en développant un système de culture où l'on sème directement sous le couvert des résidus des cultures précédentes (SCV, voir en partie 3), on réduit le travail du sol au minimum sur la ligne de semis, on alterne des céréales avec des légumineuses et on maîtrise les adventices à l'aide d'herbicides (Norsooa et al., §3.1. ; Mrabet §3.2 ; Boli et al., §3.3).

Dans ce chapitre, il sera question d'étudier l'influence du paillage sur les risques de ruissellement et d'érosion, sur les qualités du sol et sur le rendement des cultures en milieux tropicaux, à l'échelle de la parcelle cultivée.

2. Influence du paillage sur les risques d'érosion

A la station IRD d'Adiopodoumé près d'Abidjan, en basse Côte d'Ivoire, l'érosion a été mesurée sur 15 parcelles d'érosion de 6 x 15 m sur des pentes de 4, 7 et 20 % sur sol ferrallitique sablo-argileux, sous forêt secondaire à litière épaisse, sur ananas avec résidus

hachés et répartis uniformément sur le sol, ou enfouis ou brûlés et enfouis et sur sol nu travaillé sur 10 cm (Roose, 1977).

Tableau 1a. Erosion (en t/ha/16mois) sous forêt, sol nu et culture d'ananas sur résidus de culture d'ananas en paillage, enfouis ou brûlés et enfouis. Adiopodoumé (d'après Roose, 1994)

EROSION	Forêt avec litière	ANANAS + résidus			Sol nu
		paillés	enfouis	brûlés	
Pente 4%	0,01	0,1	0,7	1,2	45
7%	0,03	0	0,5	4,1	136
20%	0,10	1,0	33,2	69,0	410
Moyenne	0,04	0,4	11,5	24,8	197

Tab.1b. Ruissellement exprimé en % des pluies pendant un cycle de 16 mois

Pente 4%	0,10	0,9	1,7	7,3	44,6
7%	0,14	0	1,0	4,4	34,7
20%	0,6	0,1	3,4	7,5	29,3

On observe que, sur sol nu et sous culture d'ananas avec résidus brûlés et /ou enfouis les pertes en terre augmentent plus vite que la pente. Par contre, là où le sol reste couvert par une litière (forêt et culture avec résidus en surface), l'érosion est négligeable sur des pentes allant jusqu'à 20% : le système de culture sous paillage permet donc de cultiver sans tenir compte de la pente, ce qui facilite grandement les pratiques culturales mécanisées.

Quant au ruissellement, il diminue sur parcelle nue lorsque la pente augmente. Il augmente irrégulièrement lorsque la surface du sol n'est pas entièrement couverte par une litière et il reste négligeable sous forêt et sous paillage de résidus de culture d'ananas. Ces irrégularités s'expliquent par le développement d'éléments de croûtes de battance, là où la pente est faible, le ruissellement ne peut entraîner que des particules très fines. Sur des pentes de plus de 15%, l'érosion linéaire déchire les croûtes dès qu'elles se forment (Roose, 1994).

En Martinique, les cultures d'exportation telles que bananes, ananas et cannes à sucre, peuvent présenter un risque d'érosion et de pollution des eaux vu les fortes consommations d'intrants lorsqu'elles sont pratiquées sur des collines à pentes fortes et lors des pluies cycloniques. Lors d'une étude sur dix parcelles d'érosion de 200 m² sur sol brun volcanique, Khamsouk et Roose (chap. 2.12) ont observé que les systèmes intensifs de cultures à gestion superficielle des résidus organiques protègent efficacement le sol de l'érosion hydrique, même en temps de cyclone, alors que sur sol nu de pente de 10-25-40% l'érosion augmente linéairement de 86 à 147 t/ha/an. Quant au ruissellement il a baissé de 7 à 4% des pluies. Ici, le type d'érosion a changé (érosion en nappe, puis en rigoles, puis en masse) à mesure que la pente augmente. Ces résultats ont été confirmés par des tests au simulateur de pluies : le sol couvert de résidus de culture a pu infiltrer une pluie cyclonique de 300 mm en trois heures. Par contre un sol nu ou billonné concentre le ruissellement après 40 minutes de pluie intense.

Au Burundi, Duchaufour (Chap. 2.3.) a montré que dans les bananeraies et les caféières bien paillées, les pertes en eau et en terre étaient très limitées de telle sorte que les sols sous ces cultures sont souvent meilleurs que sous les jachères proches. Sous cultures sarclées (manioc, maïs, sorgho et haricot), la présence de bandes paillées réduit autant l'érosion que des haies vives plantées tous les dix mètres.

A la station de Mashitsi sur les sols ferrallitiques acides du plateau Central du Burundi, Rishirumuhirwa (chap.2.11) a montré que sous bananeraies à densité croissante, la surface paillée par les feuilles fanées augmente tandis que l'érosion diminue de 154 t/ha/3ans sur sol nu (pente = 8%), à 54 t/ha si la densité est faible (666 plants/ha), à 18 t/ha si la densité est forte (1111 plants/ha) et 0,1 si le paillage est complet. Le paillage organisé en lignes perpendiculaires à la pente est deux fois plus efficace que lorsque les feuilles fanées sont rangées en couronne autour des bananiers. Le ruissellement diminue parallèlement à l'augmentation de la surface paillée.

Au Nord Cameroun, sur un sol ferrugineux très sableux et un glacis à pente de <2%, Boli et Roose.,(Chap.1.1), ont comparé une douzaine de systèmes intensifs de production de coton et maïs. L'érosion cumulée pendant 4 ans atteint 160 t/ha sur jachère nue travaillée, 90 t/ha sur parcelles cultivées labourées, mais seulement 30 t/ha sur parcelles soumises au semis direct sous litière de résidus de culture et moins de 5 t/ha sur parcelles labourées puis recouvertes des résidus de culture (rotation maïs-coton) ou d'une ombrière en plastique. L'enfouissement des résidus de culture ou de fumier n'a guère réduit le ruissellement ni l'érosion : par contre le fumier a augmenté nettement le rendement des cultures.

Tous ces résultats expérimentaux obtenus en Afrique convergent avec les conclusions de Wischmeier aux USA (1978) selon lesquelles l'efficacité du couvert végétal sur l'érosion des sols dépend de la hauteur de la canopée. Si la canopée complète se trouve à 4 m, la réduction de l'érosion ne dépasse pas 25% de l'érosion d'une parcelle nue. Si la canopée est à 1m du sol, elle réduit l'érosion de 70 %, tandis que si le sol est totalement couvert d'une litière, l'érosion est réduite de 97 % : le facteur C du modèle USLE diminue de 0,75 à 0,03. En effet, le couvert d'une litière protège la surface du sol de l'énergie des gouttes de pluie et du ruissellement, tandis que les gouttes se regroupent au bout des feuilles des arbres et reprennent jusqu'à 90 % de leur énergie en 5 mètres de chute (figure 26 p124 dans Roose, 1994). Une plante dressée couvrant 20% de la surface du champ, ne réduit l'érosion que de 20 %, tandis qu'une culture à port rampant ou une litière réduit l'érosion de 40 % : il est donc intéressant d'associer un léger paillage (ou les herbes sarclées) ou des plantes rampantes aux cultures dressées.

3. Effets du paillage sur le bilan hydrique

La présence d'une litière morte couvrant au moins 30% des champs, protège la porosité de l'horizon superficiel, maintient la capacité d'infiltration du sol et par conséquent réduit le ruissellement jusqu'à ce que le profil ou sa partie superficielle soit saturée. Le paillage réduit aussi l'évaporation de la surface du sol et au total procure plus d'eau disponible aux racines des cultures. En milieu semi aride, ce stock d'eau supplémentaire va profiter aux cultures qui vont augmenter leur production. Par contre en milieu tropical humide et semi humide, les pluies sont assez fréquentes pendant la saison des pluies pour combler les besoins des cultures (ETR) : l'amélioration de la production végétale sera faible, mais le drainage va lessiver les nutriments (acidification) et recharger les nappes. (Roose, Lelong, Colombani, 1983)

4. Influences du paillage sur les propriétés du sol et sur le rendement des cultures

Dans la région de Bam, au Nord du Burkina Faso, Mando (1997) a répandu sur trois types de sol, débarrassés des termites (dieldrine : 0.5 kg/ha) ou non, un paillage (de 3 à 6t/ha) de branchettes de *Pterocarpus lucens*, de pailles de *Pennisetum pedicellatum* ou un mélange des deux. Deux ans plus tard, il a observé sur les parcelles avec termites de nombreux placages de termites sur les mulch, l'augmentation de la porosité et de la capacité d'infiltration à saturation, la réduction de la densité apparente et de la résistance à la pénétration d'un cône sur 30 cm. Il en résulte un meilleur stockage de l'eau captée par le paillage et un meilleur enracinement. Il y a peu de différence de comportement en fonction du type de mulch ou de sol. Mando en conclut que les activités des termites (micro- et macrotermes) sont responsables de l'amélioration des propriétés physiques de la couche superficielle des sols encrouvés et que le paillage attire les termites, capte les eaux et améliore la croissance des plantes.

Au Burkina Faso, en zone soudano-sahélienne, une équipe de l'ENGREF, de l'IRD et de l'INERA a étudié l'influence d'un apport de biomasse (pailles ou branchettes), en surface (paillage) ou enfouie par le labour, avec ou sans complément minéral, sur la restauration des propriétés biologiques, physiques et chimiques de sols ferrugineux sableux cultivés, la productivité d'une culture de sorgho et la disponibilité de la ressource en BRF dans deux terroirs villageois.

Une enquête dans 20 villages a montré que 14 espèces d'arbres sont utilisées par les paysans, mais que 5 espèces sont sélectionnées dans 72% des cas : *Piliostigma reticulata* et *thoningii* (41%), *Azadirach indica* (16%), *Combretum micrantum* et *Guiera senegalensis* (15%). On observera qu'aucune légumineuse n'est utilisée car, traditionnellement, elles servent de fourrage d'appoint en saison sèche (Zongo, 2012).

A la station de Gampela (située sur un glaciaire de sols ferrugineux sablo-argileux pauvres, à 25 km de la capitale), l'équipe a installé un essai en petites parcelles (4 blocs randomisés) pour comparer l'influence d'un paillage de branchettes de *Piliostigma reticulata*, (paillage riche en lignine précurseur de l'humus stable, favorable au développement des champignons plutôt que des bactéries), à celui d'un paillage riche en cellulose (pailles de sorgho, beaucoup plus rapidement minéralisées). A la suite d'une dose annuelle raisonnable de 1,5 t MS/ha/an de branchettes, aucune amélioration claire des propriétés du sol (C, N, P, K, pH, stimulation des champignons et mycorhyses) n'a été constatée au bout de 3 années, ni de différence significative entre les types de paillage ou le mode d'apport de la biomasse (enfouie ou en surface). Les traitements avec apports minéraux complémentaires donnent souvent les meilleurs rendements, mais pas d'amélioration du sol. Par contre, dès la première année on a observé le développement rapide de l'activité des termites à la surface du sol, ce qui impliquerait une meilleure infiltration et alimentation hydrique suite au percement de la croûte de battance superficielle (Barthès et al., 2014 sous presse).

Après cette constatation, une dose de 6 t MS/ha/an de branchettes a été incluse dans l'essai. Les analyses du sol sont en cours, mais le rendement en grains des cultures a été amélioré de 5 à 40% par rapport au témoin pour un apport annuel de 1.5t de branchettes (non significatifs a cause de la forte variabilité du sol) et de 44 à 80% en plus de paille et 60 à 116 % de grains pour une dose de 6 t MS/ha/an. Cependant la production de céréale n'a cessé de diminuer au cours des années, ce qui indiquerait qu'on n'a pas atteint l'équilibre du sol, ni un système de production durable (Barthès et al., 2014).

Enfin la disponibilité de la ressource en branchettes a fait l'objet d'enquêtes et de modélisation (pour 5 essences) dans deux villages, l'un de la zone soudanienne (P= 1100mm) et l'autre en zone sahélienne (P= 600mm) (Kabre, 2010 ; Cabral, 2011). La biomasse la plus

disponible (branchettes fines et arbrisseaux = faible compétition avec d'autres usages) atteint 1,9 t MS/ha à Loukoura (région soudanienne) et 0,9 t MS/ha à Guié dont 80% en dehors de la zone consacrée aux cultures. La disponibilité de la biomasse avant la taille régulière est donc probablement limitante surtout pour la zone sahélienne. On ignore quelle sera la réaction à la taille annuelle des diverses essences, mais pour deux espèces fréquentes (*Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*), le stock de branchettes s'épuiserait rapidement ce qui suppose la densification des peuplements (parcs et haies vives).

Ces résultats divergent avec ceux d'autres études en milieux tropicaux semblables (Barthès et al., 2010). Wezel et al., 1999, rapportent qu'une faible dose d'apport de BRF (1t MS/ha/an) a augmenté le rendement en mil de 70% (non significatif vu la forte variabilité spatiale). Par contre, Soumare et al., (2002) n'ont observé qu'une augmentation de 10 à 25% du rendement de tomates pour des apports de BRF de *Casuarina equisetifolia* (fixatrice d'azote) de 4 à 16 t/ha/an en milieu tropical semi-aride. La stimulation de l'activité des termites après l'apport de BRF, déjà observée dans la région pour d'autres types de mulch par Mando (1997) pourrait expliquer la redistribution de la MO dans l'espace et le manque d'amélioration à court terme des propriétés du sol et de la production des céréales (Barthès et al., sous presse, 2014).

5. Apports en carbone et en nutriment des biomasses utilisées pour le paillage

Le paillage entraîne non seulement la protection, voire l'amélioration progressive de l'horizon humifère du sol mais aussi ramène à proximité des racines superficielles du carbone (environ 50% de la MS) qui va servir d'apport d'énergie pour les microbes, qui va se transformer en humus et va libérer des nutriments prélevés en profondeur par les racines.

Tableau 2. Teneurs (en % des MS) en nutriments minéraux des biomasses utilisées en paillage en régions soudano-sahéliennes d'Afrique occidentale.

Biomasse	N	P	K	Ca	Mg	références
Repousses de <i>Piliostigma reticulata</i>	1.2	0,07	-	-	-	Diedhiou et al., 2009
Feuilles de "	1.8	0.10	-	-	-	«
Repousses de <i>Guiera senegalensis</i>	1.3	0.06	1,06	-	-	Diedhiou et al, 2009
Feuilles de "	1.6	0.10	-	-	-	«
Branches feuillées de <i>Piliostigma ret.</i>	1,3	0,09	0,88			Barthès et al., 2014
Pailles sèches de sorgho	0,3	0,20	0,5			Pieri, 1989
Pailles de mil ou maïs	0,5	-	-			Autfray, 2012
Rameaux de 11 espèces	0,5 - 1	0,04 - 0,1	0,3 - 1	-	-	Manlay et al., 2002
Feuilles de <i>Khaya</i> et <i>Vitellaria</i>	1,4	0,15	1.3	-	-	«
Feuilles d'arbres (<i>karité</i>)	0,6	0,08	0,6	1,6	0,3	Roose, 1981
<i>Andropogon</i> : tiges sèches	0,2	0,03	0,3	0,3	0,2	Roose, «
Maïs fertilisé paille	0,7	0,10	0,8	0,2	0,2	«
Maïs grain	1,7	0,32	0,5	0,1	0,1	«

On observe au tableau 2 que les branchettes et surtout les feuilles d'arbres sont plus riches en azote et en cations que les herbes locales et que les résidus de cultures céréalières peu fertilisées. Par contre, les teneurs en phosphore sont très faibles (0,03 à 0,10 %) dans les branchettes feuillues comme dans les herbes et les pailles de céréales (sauf si les cultures ont bénéficié d'une forte fertilisation). Les branches feuillues de *Piliostigma reticulata* sont parmi les plus riches en NPK, à part les *Vitellaria paradoxa* (*karité*). Les graines de céréales fertilisées par contre sont plus riches en azote et phosphore.

Tableau 3. Comparaison des apports de nutriments par le BRF et d'autres formes de fumure à l'exportation de 1 tonne de mil/grain.

Exportation de 1 t de mil	30 N	+ 10 P2O5	+ 56 K2O	Ganry et al., 2013
Fumure minérale faible	21 N	+ 10 P2O5	+ 10 K2O	Ganry et al., 2013
Fumier de parc, 3tMS/ha	30 N	+ 20 P2O5	+48 K2O	Richard, 1985
BRF de <i>Piliostigma</i> , 1,5 t MS	20 N	+ 3 P2O5	+15 K2O	Barthès et al, 2014
BRF de <i>Piliostigma</i> , 6 t MS	78 N	+ 12 P2O5	+63 K2O	«
Remontée par 1000m de haie, 4t	105 N	+ 12 P2O5	+ 36 K2O	Ndayizigiye et König, 2014

Il apparaît au tableau 3 que l'apport de 1,5 t MS/ha/an de branchettes de *Piliostigma* est insuffisant en azote, phosphore et potasse pour remplacer les nutriments exportés par 10 quintaux de grains de mil, surtout si on exporte les pailles. De plus, ces nutriments inclus dans le paillage, ne sont pas directement disponibles pour les cultures, car en présence d'une forte dose de carbone, les microbes ont besoin d'un complément d'azote pour faire évoluer ces MO et libérer progressivement les nutriments indispensables au développement des cultures. Enfin, dans ce bilan il n'est pas tenu compte de l'exportation des pailles au profit des animaux qui manquent de fourrages en saison sèche (Dugué et al., 2014). Il faudrait donc 6 t de MS /ha pour compenser ces exportations. A titre de comparaison, Ndayizigiye et König au Rwanda ont analysé les produits de 1000 m de haies de *Calliandra*, soit 3 à 4.5 t/ha/an de MS, 105 à 125 kg de N, 9 à 12 kg de P₂O₅ et 20 à 40 kg de K₂O, MgO, CaO. Leur apport sous forme de paillage n'a pas entraîné non plus l'amélioration de la production vivrière.

6. Discussion et conclusions pratiques

Le paillage à une dose de 3 à 6 t MS /ha est certainement une des méthodes les plus efficaces pour réduire le ruissellement, l'ETR et l'érosion. Il est encore utile tant qu'il couvre 30 % de la surface du sol car il intercepte non seulement l'énergie des pluies mais aussi le ruissellement et piège les particules, les MO et les graines véhiculées par le ruissellement.

En tant qu'amendement carboné, il améliore l'état de la surface du sol et les propriétés qui y sont liées : rugosité, porosité, perméabilité, vie microbienne, activités de la faune, capture et stockage de l'eau de surface dans les horizons profonds explorés par les racines.

Pour améliorer significativement le rendement des cultures, il faut tenir compte du retard de restitution des nutriments contenus dans le paillis car la biomasse doit d'abord être transformée par les microbes, de leur dispersion par les vers de terre, les termites et autres insectes qui augmentent encore la variabilité spatiale de la fertilité des sols. Pour conclure sur l'efficacité du paillage sur le rendement des cultures, il faudrait des études plus durables pour tenir compte des diverses sources de variabilité (sol, climat, micro-topographie du champ, types de cultures et techniques culturales).

Les résultats des applications de BRF au Burkina divergent avec ceux d'autres études en milieux tropicaux semblables (Barthès et al., 2010). Wezel et al., 1999, rapportent qu'une faible dose d'apport de BRF (1 t MS/ha/an) a augmenté le rendement en mil de 70 % (non significatif vu la forte variabilité spatiale). Par contre, Soumare et al., (2002) n'ont observé qu'une augmentation de 10 à 25 % du rendement en tomates pour des apports de BRF de *Casuarina equisetifolia* (fixatrice d'azote) de 4 à 16 t/ha/an en milieu tropical semi-aride. La stimulation de l'activité des termites après l'apport de BRF, déjà observée dans la région pour d'autres types de mulch par Mando (1997) pourrait expliquer la redistribution de la MO dans l'espace et le manque d'amélioration à court terme des propriétés du sol et de la production des céréales (Barthès et al., sous presse, 2014)

Il y a aussi d'autres limitations au paillage de grandes surfaces cultivées : le stock réduit de la ressource en branchettes en zones semi-arides et son taux réduit de

renouvellement après l'élagage, la concurrence de l'élevage qui manque de fourrage en fin de saison sèche et la tradition de la vaine pâture après la récolte principale, le besoin des ménages d'énergie presque exclusivement comblé par le bois en ces zones rurales, le transport de masses importantes de branchettes (disponibilité d'une charrette et sa traction animale), les outils pour tailler proprement les branchettes, la faible qualité nutritive des branchettes et des pailles, l'adaptation du droit forestier pour permettre de récolter des branchettes vivantes sans blesser les arbres.

Pour éviter ces transports, il est nécessaire de densifier les arbres qui restent vivants pendant la jachère entre deux cultures (Louppe, 1991), de planter des haies vives autour des champs et de régénérer les parcs en protégeant les jeunes semis du bétail et lors des sarclages.

En définitive, le paillage est un mode de gestion de la biomasse disponible très efficace pour conserver l'eau et les sols, mais il doit être complété par des apports minéraux suffisants pour assurer une croissance optimale des cultures.

8 Brève bibliographie

Barthès B., Manlay R. et Porte O., 2010. Effets de l'apport de bois raméal sur la plante et le sol : une revue des résultats expérimentaux. *Cahiers d'Agriculture*, 19, 4 : 280-287.

Barthès B., Penche A., Hien E., Deleporte P., Clermont-Dauphin C., Cournac L., Manlay R., 2014. Effect of ramial wood amendment on sorghum production and topsoil quality in a Sudano-Saharan ecosystem (Central Burkina Faso). Submitted to *Agroforestry Systems*.....

Boli Z., Roose E., 1998. Degradation of a sandy alfisol and restoration of its productivity under cotton/maize intensive cropping rotation in the wet savannah of Northern Cameroon. *Advances in Geocology* 31 : 395-401.

Cabral A.S., 2011. Quantification de la ressource en bois raméal à l'échelle du terroir d'Iolonioro au Burkina Faso. Thèse de MSc, AgroParisTech., Montpellier

Dugué P., Belchi P., Paresys L., Retif M., Olina JP., 2014. Usages agropastoraux des biomasses végétales et conséquences sur l'adoption du SCV et sur la fertilité des sols cultivés du Nord Cameroun. In « *Restauration de la productivité des sols dégradés tropicaux et méditerranéens* », E. Roose eds, Edition IRD Marseille, 12p., sous presse

Kabre G., 2010. Des rameaux ligneux pour fertiliser les sols de savane: quelle disponibilité de la ressource dans le terroir villageois de Guié au Burkina Faso. Thèse MSc, Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Bobo-Dioulasso, 55 p.

König D., 2014. Potentialité et limites de l'agroforesterie pour la restauration de la productivité des sols ferrallitiques acides du Rwanda. In « *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens* » E. Roose, eds., Editions IRD Marseille, 12 p. sous presse.

Ganry F. et Thuriès L., 2014. Intérêt des fumiers pour restaurer la fertilité des sols ferrugineux en zone semi-aride africaine. In « *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens* » E. Roose, eds., Editions IRD Marseille, 12 p. sous presse.

Louppe D., 1991. *Guiera senegalensis*, espèce agroforestière? Micro-jachère dérobée de saison sèche et approvisionnement énergétique d'un village du centre nord du bassin arachidier sénégalais.

Rev. Bois et Forêts des Tropiques, 228 : 41-47.

Mando A., 1997. Effect of termites and mulch on the physical rehabilitation of structurally crusted soils in the Sahel. *Land Degradation & Development*, 8 : 269-278.

Manlay R., Peltier R., N'Toupka M., Gautier D., 2002. Bilan des ressources arborées d'un village de savane soudanienne au Nord Cameroun en vue d'une gestion durable. In « *Savanes africaines, des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis* » Jamin J., Seiny Boukar L, eds, Actes Colloque Maroua-N'Djamena, PRASAC, 15 p.

Ndayizigiye F., Roose E., 1996. Agroforestry and GCES in Rwanda. *Soil Technology*, 11, 1 : 109-119.

Pieri C., 1989. Fertilité des terres de savanes. CIRAD, Min. Coopération, Paris, 444 p.

Roose E., 1981. Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Thèse Doct. ès Sciences, Univ. Orléans, Travaux et Doc ORSTOM, Paris, n° 130, 587 p.

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

Roose E., Lelong F., Colombani J., 1983. Influence du bioclimat et de l'aménagement des sols sur les éléments du bilan hydrique en Afrique de l'Ouest. *J. Sciences Hydrologiques*, 28, 2 : 283-309.

- Soumare M., Mkeni P., Khouma M., 2002.** Effects of *Casuarina equisetifolia* composted litter and ramial wood chips on tomato growth and soil properties in Niayes, Senegal. *Biological Agriculture & Horticulture*, 20 : 111-123.
- Wezel A., Bocker R., 1999.** Mulching with branches of an indigenous shrub (*Guiera senegalensis*) and yield of millet in semi-arid Niger. *Soil & tillage Research*, 50, 3-4 : 341-344.
- Zongo E. et al., 2012.** Pratique d'amendement par des rameaux fractionnés au Burkina Faso. Séminaire BRF à Ouagadougou, diaporama.

**Restauration de la productivité
des sols tropicaux et méditerranéens
Contribution à l'agroécologie**

Version préliminaire



Eric ROOSE
Editeur scientifique

IRD Editions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT
MONTPELLIER, JUILLET 2015